



2014

**ARAŖTIRMA MÜHENDİSLİK
HİZMETLERİ TEKNİK
ŖARTNAMESİ**

ARAŞTIRMA

MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ

TEKNİK ŞARTNAMESİ

- ▶ Bu Şartnamede yer alan “Y.F.Ő'nin kısmında “ ibaresinden “Karayolu Teknik Şartnamesi'nin” ilgili bölümleri anlaşılacak ve uygulama buna göre yapılacaktır.

Karayolları Genel M¼d¼rl¼g¼, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı ve B¼lge Araştırma Bařm¼hendisliklerinin g¼revleri kapsamındaki hizmetlerde kullanılmakta olan ‘‘Danışmanlık Hizmetlerine ait Araştırma M¼hendislik Hizmetleri Teknik Şartnamesi’’ g¼ncelleřtirilmiř olup, ‘‘Araştırma M¼hendislik Hizmetleri Teknik Şartnamesi’’ olarak kullanıcıların hizmetine sunulmuştur.

M¼nevver ATASARAL
Teknik Araştırma Dairesi Başkanı

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
JEOLJİK-JEOTEKNİK RAPOR	1
GEOTEKNİK (ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ) PROJE RAPORU	65
ÜSTYAPI PROJELENDİRME RAPORU	115

GİRİŞ

Araştırma Mühendislik Hizmetleri kapsamında yapılacak çalışmalar;

- **Jeolojik-Jeoteknik Rapor**
- **Geoteknik (Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği) Proje Raporu**
- **Üstyapı Projelendirme Raporu**

olmak üzere üç ayrı rapor halinde hazırlanarak sunulacaktır.

Her bir raporun hazırlanmasına yönelik detaylı açıklamalar konu başlıkları altında aşağıda verilmektedir.

JEOLOJİK-JEOTEKNİK RAPOR

JEOLOJİK-JEOTEKNİK RAPOR

1. GİRİŞ

Koridor – yapım hattı güzergahlarında yapılacak olan Jeolojik - Jeoteknik araştırma çalışmaları, olası seçeneklerin;

- (a) Maliyet
- (b) Emniyet,
- (c) Zaman (yapım süresi ve faydalı ömrü) ve
- (d) Estetik - çevre (doğal ve yapay çevreye uygunluk)

açısından en uygun projenin üretilmesine yönelik olarak sürdürülecektir. Bu araştırma sırasında; tüm ilgili sınırlandırmalar ve ölçütler (kriterler) İDARE tarafından belirlenir.

Söz konusu Jeolojik – Jeoteknik araştırmalar aşağıda verilen aşamaları kapsar:

- Koridor Etütleri
- Elverişlilik Etütleri
- Ön proje Jeolojik-Jeoteknik Etütleri
- Kesin proje Jeolojik-Jeoteknik Etütleri
- Malzeme Ocakları Etüdü

Her aşamada yapılması gereken çalışmaların ve hazırlanması gereken dokümanların ayrıntıları, ilerleyen maddelerde açıklanmıştır. Her aşama sonunda yapılan tüm çalışmaları içeren bir rapor ve/veya raporlar hazırlanıp İDARE 'nin onayına sunulacaktır. Hazırlanan raporlarda İDARE'nin istediği değişiklikler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılacaktır. İDARE'den onay alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

Bütün harita ve kesitler **ölçek, yön, belirteç (sembol) ve açıklamaları** içerecektir.

2. KORİDOR ETÜTLERİ

Koridor etütleri: İşlevleri belirtilmiş, yaklaşık başlangıç - bitiş noktaları verilmiş ve plan aşamasındaki bir karayolu (çizgisel mühendislik yapıları) için yapılır. Bu amaçla yapılacak **Jeolojik - Jeoteknik araştırmalar:**

- (1) İDARE tarafından belirtilen işlevleri karşılayabilme,
- (2) Maliyet (genel hatlarıyla yapım ve bakım – işletme v.b.),
- (3) Emniyet – duraylılık (genel olarak; duraysız alanların dağılımı, iklim, rakım, sürüş rahatlığı v.b.),
- (4) Zaman (genel hatlarıyla; yapım süresi ve faydalı ömrü),
- (5) Malzeme Ocakları Etüdü (genel anlamda: olası ocakların türü, hacmi ve projeye göre konumu),
- (6) Arazinin milli servet değeri,
- (7) Estetik - çevre (Genel hatları ile doğal ve yapay çevreye uygunluk: sosyo-ekonomik ve tarihi - turistik çevreye etkileri),

konularını raporlandırır. Bu rapor, olası koridor alternatiflerini, yukarıda verilen ölçütler çerçevesinde karşılaştıracaktır.

Koridor terimi ile etüt edilecek planlanan bir yolun yaklaşık başlangıç ve bitim noktalarını kapsayan, yaklaşık 10 km genişliğinde ve boyu eninin en az 1.5-2 katı olan şeritsel bir alan ifade edilmektedir.

Geçenek terimi bir koridor içindeki aynı başlangıç ve bitim noktalarını kapsayan olası alternatiflerin her birini ifade eden şeritsel alandır.

Geçki (güzergah) ise, geçenek içerisinde yolun 1:25000 ölçeği kapsamında tüm koridor boyunca 2 km genişliğinde bir şerit içinde oynayabilecek ve en azından üzerindeki doğrusal ve dairesel kesimlerin başlangıç-bitim koordinatları ile tam olarak tanımlı yol eksen çizgileri ifade edilmektedir.

Koridor jeolojik-jeoteknik araştırmaları koridor içindeki **en uygun geçeneğin** ve bu geçenek içindeki **en uygun geçkinin** belirlenmesine yönelik olarak aşağıda sunulan aşamalardan oluşur. Her aşamanın güvenilirliği bir önceki aşamanın güvenilirliğinden geçer.

- Jeolojik Etüt ve Raporu
- Hidrojeolojik Etüt ve Raporu
- Mühendislik Jeolojisi Etüt ve Raporu
- Jeoteknik Etüt ve Raporu
 - Jeoteknik Araştırma Programı ve Uygulaması
 - Jeoteknik Etüt ve Rapor Yazımı

Koridor jeolojik-jeoteknik etüdü ile; yolun ve yol üzerinde yer alacak tünel, viyadük, köprü ve dayanma yapıları gibi büyük mühendislik yapılarının oturacağı kaya ve zemin birimlerinin jeolojik zaman içinde geçirmiş olduğu tektonik olaylar ve bu olaylar sonucunda meydana gelen değişimler aydınlatılır.

Koridor Jeolojik - Jeoteknik Etütleri kapsamında hazırlanacak raporlar:

- 1- Koridor Jeolojik Etüt Raporu**
- 2- Koridor Hidrojeolojik Etüt Raporu**
- 3- Koridor Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu**
- 4- Koridor Jeoteknik Etüt ve Raporu**

olmak üzere 4 adettir. 1-2-3 nolu raporlar, İDARE'ce aksi belirtilmediği sürece tek (blok) rapor halinde hazırlanacaktır. İDARE gerek görürse bu raporların ayrı ayrı hazırlanmasını isteyecektir.

İlgili raporlar harita, boykesit ve enkesitleri kapsayacaktır.

Raporlar en az bu şartname ekindeki rapor düzeninde belirtilen başlıkları kapsayacak ve 5 kopya olarak sunulacaktır.

2.1. KORİDOR JEOLJİK ETÜT VE RAPORU

Jeolojik etüdün anahtar kavramları; istifsel ilişki (stratigrafi) ve tektonizma'dır. Etüt ve Rapor; birimlerin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

Bu çalışma İDARE tarafından başlangıç – bitiş noktaları verilmiş koridor içerisinde olası geçki seçeneklerinin karşılaştırılmasına yönelik yapılır. Bu karşılaştırmada yukarıda 7 madde altında verilen ölçütler sürekli göz önünde bulundurulacaktır.

2.1.1. KORİDOR JEOLJİK ETÜT (JE)

Bu aşamanın Jeolojik etüt çalışması 1/25 000 ve daha küçük ölçekli haritalar üzerinde yapılır. Jeolojik etüdü en azından aşağıdaki konulara açıklık getirecektir. Bu konular:

- (a) Jeolojik birimlerin litolojik, paleontolojik ve petrografik özellikleri,
- (b) Jeolojik birimlerin alansal dağılımı,
- (c) Jeolojik birimlerin istifsel ilişkisi (tarihsel jeolojisi),
- (d) Yapısal özelliklerin harita, tip kesit ve şekillerle açıklanması,
- (e) Ana süreksizlik (tabaka, fay, eklem, uyumsuzluk, dokanak v.b.) sistemlerinin haritalanması,
- (f) Özellikle güncel tektonik açısından araştırmalardan oluşacaktır.

Bu çalışmalar, altlık olarak kullanılan topografik harita ölçeğinin elverdiği ölçüde, büro ve arazi çalışmaları ile etüt edilecektir. Çalışmalar süresince gerekli görülen alanlarda hava fotoğrafları temin edilerek jeolojik durum ve morfolojik açıdan değerlendirmeler yapılacaktır. Ayrıca standart stratigrafik kesit hazırlanması için gerekli veriler de derlenecektir.

Koridor içerisindeki geçki(ler) boyunca görülen jeomorfolojik unsurların (dağ, tepe, vadi, yamaç v.b.) konumlarının güzergaha etkileri incelenecek. Çalışma alanı ve yakın çevresinde egemen olan iklim türü araştırılarak; don derinliği, yıllık yağış miktarı, uç sıcaklık değerleri, v.b. etkenler etüt edilecektir.

Jeolojik etüt kapsamındaki araştırmalar, İDARE'ce aksi belirtilmedikçe, yapılan gözlemsel jeolojik çalışmalar seviyesinde kalacaktır.

2.1.2. KORİDOR JEOLJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Küresel boyuttan bölgesel boyuta ve en sonunda özgün projenin geçki boyutuna indirgenecektir. Bu çalışmada elde edilen somut veriler, 1/25.000 ölçekli haritalar ve kesitler üzerine işlenecektir. Olası geçkileri karşılaştırmalı olarak anlatan **Koridor Jeolojik Etüt Raporu**, İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

2.2. KORİDOR HİDROJEOLJİK ETÜT VE RAPORU

Hidrojeolojik etüt çalışmaları, JE aşaması sonunda 1/25 000 ve daha küçük ölçekli topografik harita üzerinde belirlenmiş geçkileri hidrojeolojik açıdan değerlendirir. Bu çalışma da 4-boyutlu olacaktır. Özellikle, 4 mevsim etütleri bu çalışma için bir zorunluluktur. Zaman sınırlaması olması durumunda daha önceki çalışmalardan yararlanılabilecektir.

2.2.1. KORİDOR HİDROJEOLJİK ETÜT (HJE)

Bu aşamada verilecek hidrojeolojik etüdün ana unsurları aşağıda verilmiştir. Bu anlamda:

- (a) JE aşamasında elde edilen verilerin Hidrojeolojik açıdan özet yorumu,
- (b) Deniz, göl, dere, kaynak, ve yağış sularının - yeraltı suyu ile ilişkisi,
- (c) Jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine göre hidrolik geçirimsizlik (K, m/s), gözeneklilik,
- (d) Kaynak, sızıntı ve ıslak alanların dağılımı,
- (e) Yeraltısu tablası derinliğinin genel anlamda verilmesi,
- (f) Olası geçkileri etkileyen akaçlama (drenaj) sistemlerinin açıklanması etütleri yapılacaktır.

Bu çalışmalar, altlık olarak kullanılan topografik harita ölçeğinin elverdiği ölçüde, büro ve arazi çalışmaları ile etüt edilecektir. Çalışmalar süresince gerekli görülen alanlarda hava fotoğrafları temin edilerek hidrojeolojik değerlendirmeler yapılacaktır.

2.2.2. KORİDOR HİDROJEOLJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Hidrojeolojik özellikler bölgesel boyuttan özgün projenin geçkileri boyutuna kadar indirgenecek. Bu etütte elde edilen somut veriler, 1/25.000 ölçekli haritalar ve kesitler üzerine işlenecektir. Olası geçkileri karşılaştırmalı olarak anlatan **Koridor Hidrojeolojik Etüt Raporu**, İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

2.3. KORİDOR MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜT VE RAPORU

JE ve HJE kapsamında yapılan çalışmalar mühendislik jeolojisi etüdünün temelini oluşturacaktır. Etüt ve Rapor; birimlerin mühendislik özelliklerinin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

2.3.1. KORİDOR MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDÜ (MJE)

Bu aşamanın Mühendislik Jeolojisi Etüt çalışmaları 1/25 000 ve daha küçük ölçekli haritalar üzerinde yapılır. Mühendislik Jeolojisi Etüdü en az aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- (a) JE ve HJE aşamasında elde edilen verilerin mühendislik jeolojisi açısından özet yorumu,
- (b) Bölgesel anlamda jeolojik birim dayanımlarının niteliksel olarak açıklanması,
- (c) Ana süreksizlik sistemlerinin türü ve genel mühendislik özelliklerinin niteliksel olarak belirlenmesi,
- (d) Jeolojik birimlerin sökülebilirlik açısından genel olarak (Kazı zorluğu derecesine göre) sınıflandırılması,
- (e) Olası geçki seçeneklerinin ana bileşenlerinin (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) duraylılığı üzerine etkili olabilecek su-süreksizlik-kil (**SSK**) üçlüsünün genel hatlarıyla ortaya çıkarılması,
- (f) Etken (aktif) ve edilgen (pasif) kayma sahalarının alansal dağılımı ve öngörülen derinliği,
- (g) Kıvrım fay v.b. yapısal unsurların harita ve kesitlerde gösterilmesi,
- (h) Olası seçeneklerin doğal ve yapay çevreye (tarihi, turistik, tarım, orman yerleşim v.b. alanlara) etkisi.

2.3.2. KORİDOR MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDÜ RAPOR YAZIMI

Olası koridor(lar) ve geçki(ler)in yer aldığı alanlar içerisinde yukarıda (2.3.1'de) belirtilen konular genel anlamda raporlandırılacaktır. Bu çalışmada elde edilen somut veriler, 1/25.000 ölçekli haritalar ve kesitler üzerine işlenecektir.

Olası geçkileri, karşılaştırmalı olarak anlatan **Koridor Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu** İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

Raporların blok halinde hazırlanması durumunda; 2.1.1. jeolojik etüt, 2.2.1. hidrojeolojik etüt, 2.3.1. mühendislik jeolojisi etüdü çalışmaları birlikte değerlendirilerek **Koridor Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu** hazırlanarak İDARE'nin onayına sunulacaktır.

2.4. KORİDOR JEOTEKNİK ETÜT VE RAPORU

Bu aşamada: daha önce yapılmış olan çalışmalara dayalı olarak gerekirse jeoteknik araştırma programı (JTAP) hazırlanır. Koridor etüdü çalışmaları sırasında tüm aşamalardan ve jeoteknik araştırma programının uygulanmasından (saha ve laboratuvar deneylerinden) elde edilen veriler kullanılarak **Jeoteknik Etüt ve Raporu** hazırlanacaktır. JTAP'ye gereksinme duyulmaması durumunda deneyim ve benzer ortamlar için yapılmış önceki çalışmalardan elde edilen jeoteknik değişirgeler (parameters: c, kPa; ϕ , °; E, Mpa; σ , kPa; ϵ , v.b.) JTE'ye taban oluşturacaktır.

2.4.1. JEOLJİK-JEOTEKNİK ARAŞTIRMA PROGRAMI VE UYGULAMASI (JTAP)

Saha etütleri kapsamında gerektiğinde, İDAREnin onayı alınmak kaydı ile, Jeolojik Etüt (JE), Hidrojeolojik Etüt (HJE) ve Mühendislik Jeolojisi Etüdünün (MJE) tam olarak aydınlatamadığı noktalarda, geçki seçeneklerinin kesinleştirilmesine yönelik bir Jeoteknik Araştırma Programı hazırlanacaktır.

JTAP'ye gereksinme duyulmaması durumunda deneyim ve önceki çalışmalar JTE'ye altlık oluşturacaktır.

JTAP hazırlanırken olası geçkiler boyunca **anahtar özellik taşıyan büyük boyutlu duraysızlık sorunları ile tünel, viyadük v.b.** önemli mühendislik yapılarının kaçınılmaz olduğu geçkiler göz önünde tutulacaktır.

Bu kapsamda; **JTAP**'nin amacı ve gerekçesi ayrıntılı olarak belirtilecektir. Verilen amaca uygun olarak araştırma çukuru, gözlem çukuru, sondaj, jeofizik çalışmaları ve/veya laboratuvar deneyleri programı hazırlanacaktır. Yapılacak çalışmalar jeolojik harita ve kesitler üzerinde; km ve kot – koordinatları (1/25 000 hassasiyetinde) belirtilecektir.

JTAP İDARE 'nin onayına sunulacak, İDARE'nin istediği değişiklikler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Onay alınmadan uygulamaya geçilmeyecektir.

2.4.2. KORİDOR JEOTEKNİK ETÜT (JTE) VE RAPOR YAZIMI

JE, HJE, MJE, ve JTAP çalışmaları sonucunda jeolojik birimler sınıflandırılacak, jeoteknik değiştirgeler (parameters: c, kPa; ϕ , °; E, Mpa; σ , kPa; ϵ , v.b.) belirlenerek kritik kesimlerde stabilite analizleri yapılacaktır.

Bu çalışmada jeoteknik değiştirgelerin 3-boyutta (x-y-z) dağılımını harita ve kesitler üzerinde sunacaktır.

Bu harita ve kesitler genel hatlarıyla:

(a) Büyük ölçekli duraysızlık sorunlarının olduğu kesimler ile

(b) Tünel, köprü, yüksek dolgu, derin yarma v.b önemli yapı yerlerinin JTE'lerini sunacaktır.

Çalışmaların güvenilirliği saha etütleriyle de deneştirilerek artırılacaktır.

Bu aşamanın temel amacı, en uygun **Geçkinin** belirlenmesidir. Bunun için, önceki aşamalarda elde edilen tüm veriler kullanılarak Geçkilerin Jeoteknik açıdan **maliyet karşılaştırması** yapılacaktır. Dolayısıyla bu bir Jeolojik – Jeoteknik karşılaştırma raporu niteliğindedir. Bu çerçevede harita ve kesitleri de içeren **Koridor Jeoteknik Etüt ve Raporu** hazırlanarak İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE gerekli değişlikleri isteyebilecek ve bu rapor sonucunda önerilen geçi yerine bir diğerini seçebilecektir.

Bu çalışmalar sonucunda İDARECE onay alan geçi içerisinde 1/5000 ölçekli Ön proje Jeolojik – Jeoteknik çalışmalarına geçilebilecektir.

3. ELVERİŞLİLİK ETÜTLERİ

Geçki (Elverişlilik) Etütleri: İDARENİN gerek görmesi halinde, koridor çalışmaları sonucunda amaca uygun olup onay alan Geçki içerisindeki olası alternatiflerin ortaya çıkarılması ve en uygun alternatifin (Geçkinin) tespiti için yapılır.

Koridor etütlerinin yapılmaması veya gerek duyulmaması halinde ise verilen şeritsel alan GEÇENEK kabul edilir ve içindeki en uygun GEÇKİ'nin tespiti için elverişlilik etüdü yapılır.

Bu amaçla yapılacak **Jeolojik - Jeoteknik araştırmalar:**

- (1) İDARE tarafından belirtilen işlevleri karşılayabilme,
- (2) Maliyet (genel hatlarıyla yapım ve bakım – işletme v.b.),
- (3) Emniyet – duraylılık (genel olarak; duraysız alanların dağılımı, iklim, rakım, sürüş rahatlığı v.b.),
- (4) Zaman (genel hatlarıyla; yapım süresi ve faydalı ömrü),
- (5) Malzeme Ocakları Etüdü (genel anlamda: olası ocakların türü, hacmi ve projeye göre konumu),
- (6) Arazinin milli servet değeri,
- (7) Estetik - çevre (Genel hatları ile doğal ve yapay çevreye uygunluk: sosyo-ekonomik ve tarihi - turistik çevreye etkileri),

konularını raporlandırır. Bu rapor, onay almış geçenek içerisinde olası geçki alternatiflerini yukarıda verilen ölçütler çerçevesinde karşılaştırarak onaya sunacaktır.

Geçki: Koridor/elverişlilik çalışması sonrasında belirlenmiş ve onay almış yaklaşık **2km** genişliğinde şeritsel bir alandır.

Geçki, koridor/elverişlilik çalışması sonunda seçilerek onay almış ve 1/25 000 ölçekli topografik harita üzerinde gösterilmiş **seçenekleri** içerir. Verilen bu hat; doğrusal ve dairesel kesimlerinin başlangıç - bitiş koordinatlarını gösterecektir.

Raporlar en az bu şartname ekindeki rapor düzeninde belirtilen başlıkları kapsayacak ve 5 kopya olarak sunulacaktır. İlgili raporlar harita, boykesit ve enkesitleri içerecektir.

3.1. JEOLJİK ELVERİŞLİLİK ETÜDÜ

Bu çalışma İDARE tarafından başlangıç – bitiş noktaları verilmiş **Geçenek** içerisinde olası geçkilerin karşılaştırılmasına yönelik olarak yapılacaktır. Bu karşılaştırmada yukarıda verilen ölçütler sürekli göz önünde bulundurulacaktır.

Jeolojik elverişlilik etüt çalışmaları 1/25 000 ölçekli haritalar üzerinde aşağıdaki ana başlıkları kapsayacaktır.

- Jeolojik Etüt
- Hidrojeolojik Etüt
- Mühendislik Jeolojisi Etüdü
- Jeoteknik Etüt

- Jeolojik Etüt (JE)

Jeolojik etüdün anahtar kavramları; istifsel ilişki (stratigrafi) ve tektonizma'dır. Etüt; birimlerin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak yapılacaktır.

Jeolojik etüt en azından aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- Jeolojik birimlerin litolojik, paleontolojik ve petrografik özellikleri,
- Jeolojik birimlerin alansal dağılımı,
- Jeolojik birimlerin istifsel ilişkisi (tarihsel jeolojisi),
- Yapısal özelliklerin harita, tip kesit ve şekillerle açıklanması,
- Ana süreksizlik (tabaka, fay, eklem, uyumsuzluk, dokanak v.b.) sistemlerinin haritalanması,
- Özellikle güncel tektonik açısından araştırmalardan oluşacaktır.

Bu çalışmalar, altlık olarak kullanılan topografik harita ölçeğinin elverdiği ölçüde; büro ve saha çalışmaları ile etüt edilecektir. Çalışmalar süresince, gerekli görülen alanlarda hava fotoğrafları temin edilerek jeolojik durum ve morfolojik açıdan değerlendirmeler yapılacaktır. Ayrıca, standart stratigrafik kesit hazırlanması için gerekli veriler de derlenecektir.

Geçki boyunca görülen jeomorfolojik unsurların (dağ, tepe, vadi, yamaç, akaçlama sistemi v.b.) konumlarının güzergaha etkileri incelenecektir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde egemen olan iklim türü araştırılarak; don derinliği, yıllık yağış miktarı, uç sıcaklık değerleri, v.b. etkenler etüt edilecektir.

- Hidrojeolojik Etüt (HJE)

Hidrojeolojik etüt çalışmaları, JE aşaması sonunda 1/25 000 ve daha küçük ölçekli topografik harita üzerinde belirlenmiş Geçkileri hidrojeolojik açıdan değerlendirecektir. Bu çalışma da, 4-boyutlu olacaktır. Özellikle, 4 mevsim etütleri bu çalışma için bir zorunluluktur. Zaman sınırlaması olması durumunda ise, daha önceki çalışmalardan yararlanılabilecektir.

Hidrojeolojik etüdün genel kapsamı aşağıda verilmiştir.

- JE aşamasında elde edilen verilerin hidrojeolojik açıdan özet yorumu,
- Deniz, göl, dere, kaynak, ve yağış sularının - yeraltı suyu ile ilişkisi,
- Jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine göre hidrolik geçirimsizlik (K, m/s), gözeneklilik,
- Kaynak, sızıntı ve ıslak alanların dağılımı,
- Yeraltısu tablası derinliğinin genel anlamda verilmesi,
- Olası geçkileri etkileyen akaçlama (drenaj) sistemlerinin açıklanması.

Bu çalışmalar, altlık olarak kullanılan topografik harita ölçeğinin elverdiği ölçüde; büro ve saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilecektir. Çalışmalar süresince gerekli görülen alanlarda hava fotoğrafları temin edilerek hidrojeolojik değerlendirmeler yapılacaktır.

- **Mühendislik Jeolojisi Etüdü (MJE)**

JE ve HJE kapsamında yapılan etüt çalışmaları mühendislik jeolojisi etüdünün temelini oluşturacaktır. Etüt birimlerin mühendislik özelliklerinin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

Mühendislik Jeolojisi Etüdü en azından aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- (a) JE ve HJE aşamasında elde edilen verilerin mühendislik jeolojisi açısından özet yorumu,
- (b) Bölgesel anlamda jeolojik birim dayanımlarının niteliksel olarak açıklanması,
- (c) Ana süreksizlik sistemlerinin türü ve genel mühendislik özelliklerinin niteliksel olarak belirlenmesi,
- (d) Jeolojik birimlerin sökülebilirlik açısından genel olarak (Kazı zorluğu derecesine göre) sınıflandırılması,
- (e) Olası yol geçkisi ana bileşenlerinin (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) duraylılığı üzerine etkili olabilecek su-süreksizlik-kil (**SSK**) üçlüsünün genel hatlarıyla ortaya çıkarılması,
- (f) Etken (aktif) ve edilgen (pasif) kayma sahalarının alansal dağılımı ve öngörülen derinliği,
- (g) Kıvrım, fay v.b. yapısal unsurların harita ve kesitlerde gösterilmesi,
- (h) Olası geçkilerin doğal ve yapay çevreye (tarihi, turistik, tarım, orman yerleşim v.b. alanlara) etkisi.

Jeolojik etüt, hidrojeolojik etüt ve mühendislik jeolojisi etütleri İDARE'ce aksi belirtilmedikçe, yapılan gözlemsel çalışmalar seviyesinde kalacaktır.

- **JEOTEKNİK ETÜT (JTE)**

Jeoteknik etüt kapsamında, JE, HJE, MJE çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin 3-boyutta (x-y-z) dağılımı harita ve kesitler üzerinde sunulacaktır.

Bu harita ve kesitler genel hatlarıyla:

- (a) Büyük ölçekli duraysızlık sorunlarının olduğu kesimler,
- (b) Olası tünel, köprü, yüksek dolgu, derin yarma v.b. önemli yapı yerlerini kapsayacaktır.

Bu amaçla yapılacak çalışmaların güvenilirliği saha etütleriyle de deneyeştirilecektir.

Saha etütleri kapsamında gerektiğinde, İDARENİN onayı alınmak kaydı ile, Jeolojik Etüt (JE), Hidrojeolojik Etüt (HJE) ve Mühendislik Jeolojisi Etüdünün (MJE) tam olarak aydınlatamadığı noktalarda, geçki seçeneklerinin kesinleştirilmesine yönelik bir Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Programı hazırlanacaktır.

JTAP'ye gereksinme duyulmaması durumunda deneyim ve benzer ortamlar için yapılmış önceki çalışmalardan faydalanılacaktır.

JTAP hazırlanırken olası geçkiler boyunca **anahtar özellik taşıyan büyük boyutlu duraysızlık sorunları ile tünel, viyadük v.b.** önemli mühendislik yapılarının kaçınılmaz olduğu geçkiler göz önünde tutulacaktır.

Bu kapsamda; **JTAP**'nin amacı ve gerekçesi ayrıntılı olarak belirtilecektir. Verilen amaca uygun olarak araştırma çukuru, gözlem çukuru, sondaj, jeofizik çalışmaları ve/veya laboratuvar deneyleri programı hazırlanacaktır. Yapılacak çalışmalar jeolojik harita ve kesitler üzerinde; km ve kot – koordinatları (1/25 000 hassasiyetinde) belirtilecektir.

JTAP İDARE 'nin onayına sunulacak, İDARE'nin istediği değişiklikler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Onay alınmadan uygulamaya geçilmeyecektir.

3.2. JEOLJİK ELVERİŞLİLİK ETÜDÜ RAPOR YAZIMI

JE, HJE, MJE ve JTE sonucunda elde edilen tüm veriler 1/25.000 ölçekli harita ve kesitler üzerine işlenecektir. Jeolojik birimler sınıflandırılacak, jeoteknik değiştirgeler (parameters: c, kPa; ϕ , °; E, Mpa; σ , kPa; ϵ , v.b.) belirlenerek, kritik kesimlerde stabilite analizleri yapılacaktır.

Geçkilerin Jeolojik- Jeoteknik açıdan maliyet karşılaştırması yapılarak en uygun geçki belirlenerek raporlandırılacaktır. Dolayısıyla bu bir Jeolojik – Jeoteknik karşılaştırma raporu niteliğindedir.

Bu çerçevede hazırlanan **Jeolojik Elverişlilik Etüdü Raporu** İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE gerekli değişlikleri isteyebilecek ve bu rapor sonucunda önerilen **Geçki** yerine bir diğerini seçebilecektir.

Bu çalışmalar sonucunda İDARE'ce onay alan Geçki içerisinde 1/5000 ölçekli Ön Proje Jeolojik – Jeoteknik çalışmalarına geçilecektir.

4. ÖN PROJE JEOLojİK - JEOTEKNİK ETÜTLERİ

SEÇENEK ETÜTLERİ: Geçki çalışmaları / Elverişlilik etütleri sonucunda amaca uygun bulunup onaylanan GEÇKİ içerisindeki olası **seçeneklerin** ortaya çıkarılması ve en uygun **seçeneğin** tespiti için yapılır. Bu çalışma 1/5000 ölçekli topografik harita ve 1/500 düşey, 1/5000 yatay ölçekli profiller üzerinde gerçekleştirilecektir.

Bu amaçla yapılacak **Jeolojik - Jeoteknik araştırmalar:**

- (1) İDARE tarafından belirtilen işlevleri karşılayabilme,
- (2) Maliyet (Yapım, bakım, işletme v.b.),
- (3) Emniyet – duraylılık (Harita ölçeğinin izin verdiği ölçüde; duraysız alanların dağılımı, iklim, rakım, sürüş rahatlığı v.b.),
- (4) Zaman (Yapım süresi ve faydalı ömrü), Yapılacak araştırma çalışmaları sonucunda hazırlanacak rapor, onay almış GEÇKİ içerisinde
- (5) Malzeme Ocakları Etüdü (Olası ocakların türü, hacmi, projeye göre konumu, petrografik tanımı, litolojik tanımı, çevre birimlerle ilişkisi, oluşumu, işletme koşulları, genel hatlarıyla jeoteknik değiştirgeleri (parametreleri) v.b.),
- (6) Arazinin milli servet değeri,
- (7) Estetik - çevre (Doğal ve yapay çevreye uygunluk: sosyo-ekonomik ve tarihi - turistik çevrelere etkileri)

göz önüne alarak gerçekleştirilecektir. olası SEÇENEKLERİ yukarıda verilen ölçütler çerçevesinde karşılaştırarak onaya sunacaktır.

SEÇENEK: Geçki içerisindeki seçenek çalışmaları sonrasında belirlenmiş ve onay almış, yaklaşık **1km** genişliğinde şeritsel bir alandır. Seçenek içinde seçki alternatifleri yer alır.

SEÇENEK jeolojik-jeoteknik araştırmaları aşağıda sunulan aşamalardan oluşur. Her aşamanın güvenilirliği bir önceki etüt aşamasının tam olarak yerine getirilmesi ile sağlanabilir. Bu aşamalar;

- Jeolojik Etüt ve Raporu
- Hidrojeolojik Etüt ve Raporu
- Mühendislik Jeolojisi Etüt ve Raporu
- Jeoteknik Etüt ve Raporu
 - Jeoteknik Araştırma Programı ve Uygulaması
 - Jeoteknik Etüt ve Rapor Yazımı

İDARE işin özelliğine göre; bu raporların blok veya ayrı raporlar halinde sunulmasını isteyebilecektir. Raporlar en az bu şartname ekindeki rapor düzeninde belirtilen başlıkları kapsayacak ve 8 kopya olarak sunulacaktır.

Ön Proje Jeolojik - Jeoteknik Etütleri kapsamında hazırlanacak raporlar:

- 1- Ön Proje Jeolojik Etüt Raporu
- 2- Ön Proje Hidrojeolojik Etüt Raporu
- 3- Ön Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu
- 4- Ön Proje Jeoteknik Etüt ve Raporu

olmak üzere 4 adettir. 1-2-3 nolu raporlar, İDARE’ce aksi belirtilmediği sürece tek (blok) rapor halinde hazırlanacaktır. İDARE gerek görürse bu raporların ayrı ayrı hazırlanmasını isteyecektir.

İlgili raporlar harita, boykesit ve enkesitleri kapsayacaktır.

4.1. ÖN PROJE JEOLJİK ETÜT VE RAPORU

Jeolojik çalışmanın anahtar kavramları; Jeolojik yapılar, litolojik ilişki, petrografik tanımlama, istifsel ilişki (stratigrafi) ve tektonizma’dır. Etüt ve Rapor; birimlerin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

Bu çalışma İDARE tarafından başlangıç – bitiş noktaları verilmiş **GEÇKİ** içerisinde olası **seçeneklerin** karşılaştırılmasına yönelik olarak yapılacaktır. Bu karşılaştırmada yukarıda 7 madde altında verilen ölçütler göz önünde bulundurulacaktır.

4.1.1. ÖN PROJE JEOLJİK ETÜDÜ (JE)

Bu aşamanın Jeolojik etüdü 1/5000 ölçekli harita ve profiller üzerinde yapılacaktır. Jeolojik etüt aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- Jeolojik birimlerin litolojik, paleontolojik ve petrografik özellikleri,
- Jeolojik birimlerin alansal dağılımı,
- Jeolojik birimlerin istifsel ilişkisi (Stratigrafi),
- Yapısal özelliklerin harita, tip kesit ve şekillerle açıklanması,
- Ana süreksizlik (tabaka, fay, eklem, uyumsuzluk, dokanak vb) sistemlerinin ortaya konulması ve haritalanması,
- Özellikle güncel tektonik ve deprem etkisinin önemli olduğu yapı yerlerinde sismik araştırma ve hendek, v.b. çalışmalar yapılarak yapılara etkileri irdelenecektir.

Bu konular, kullanılan topografik harita ölçeğinin elverdiği ölçüde; büro ve saha çalışmaları ile etüt edilecektir. Çalışmalar süresince, jeolojik durum ve morfolojik açıdan değerlendirmeler yapılacaktır. Ayrıca, ayrıntılı **dikme kesit** hazırlanacaktır.

GEÇKİ içerisindeki SEÇENEKLER boyunca görülen egemen jeomorfolojik unsurların (dağ, tepe, vadi, yamaç, akaçlama sistemi v.b.) konumlarının güzergaha etkileri incelenecektir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde egemen olan iklim türü ve yere özgü (mikro) iklim özellikleri araştırılarak; don derinliği, yıllık yağış miktarı, uç sıcaklık değerleri, v.b. etkenler etüt edilecektir.

4.1.2. ÖN PROJE JEOLJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Saha boyutundan alan boyutuna ve en sonunda da özgün projenin **SEÇENEK** boyutuna kadar indirgenecektir. 4.1.1. jeolojik etüt kapsamında elde edilen somut veriler harita ve kesitler üzerine işlenecek ve raporlaştırılacaktır.

Olası SEÇENEKLERİ karşılaştırmalı olarak anlatan **Ön Proje Jeolojik Etüt Raporu** İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

4.2. ÖN PROJE HİDROJEOLOJİK ETÜT VE RAPORU

Hidrojeolojik çalışmalar, JE aşaması sonunda 1/5000 ölçekli topografik harita üzerinde belirlenmiş SEÇENEKLERİN hidrojeolojik açıdan değerlendirmesini içerecektir. Bu çalışma da, 4 boyutlu olacaktır. Özellikle, 4 mevsim etütleri bu çalışma için bir zorunluluktur.

4.2.1. ÖN PROJE HİDROJEOLOJİK ETÜT (HJE)

Bu aşamada verilecek Hidrojeolojik etüdün ana unsurları aşağıda verilmiştir.

Bu anlamda:

- JE aşamasında elde edilen verilerin hidrojeolojik açıdan özet yorumu,
- Deniz, göl, dere, kaynak, ve yağış sularının - yeraltı suyu ile ilişkisi,
- Jeolojik birimlerin litolojik özelliklerine göre hidrolik geçirimsizlik (K, m/s), gözeneklilik,
- Kaynak, sızıntı ve ıslak alanların dağılımı,
- Yeraltısuyu tablası derinliğinin genel anlamda verilmesi,
- Olası SEÇENEKLERİ etkileyen akaçlama (drenaj) sistemlerinin açıklanması
- Harita ölçeğinin izin verdiği ölçüde ve harita sınırları içerisinde yer alan mevcut kuyularda, kaynaklarda, derelerde ve ıslak zeminlerde aralıklı ölçümlerle gözlemsel araştırmaların üretilmesi,
- Başka havzalardan çalışma alanı havzasına aktarılan su ile çalışma alanından başka havzalara aktarılan su durumları etüt edilecektir.

Bu çalışmalar, kullanılan topografik harita ölçeğinin ve harita sınırlarının elverdiği ölçüde; büro ve saha çalışmaları şeklinde gerçekleştirilecektir.

4.2.2. ÖN PROJE HİDROJEOLOJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Hidrojeolojik özellikler saha boyutundan özgün projenin SEÇENEKLERİ boyutuna kadar indirgenecektir. 4.2.1 de elde edilen somut veriler harita ve profiller üzerine işlenerek raporlandırılacaktır.

Olası **SEÇENEKLERİ** karşılaştırmalı olarak anlatan **Ön Proje Hidrojeolojik Etüt Raporu**, İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

4.3. ÖN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜT VE RAPORU

JE ve HJE kapsamında yapılan çalışmaları mühendislik jeolojisi çalışmasının temelini oluşturacaktır. Etüt ve Rapor; birimlerin mühendislik özelliklerinin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak çalışılmasını ve yorumlanmasını içerecektir.

4.3.1. ÖN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDÜ (MJE)

Bu aşamanın Mühendislik Jeolojisi Etüdü 1/5000 ölçekli topografik harita ve profiller üzerinde yapılır. Mühendislik Jeolojisi Etüdü en az aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- JE ve HJE aşamasında elde edilen verilerin mühendislik jeolojisi açısından yorumu,
- Jeolojik birimlerin litolojisi, rengi, dokusu, çimentolanması ve dayanımlarının niteliksel olarak açıklanması,
- Ana süreksizliklerin;
 - Konumu (eğim/doğrultu)
 - Eklem takım sayısı
 - Eklem aralıkları
 - Eklem açıklıkları
 - Eklem devamlılığı
 - Eklem pürüzlülüğü
 - Eklem dolgu malzemesinin cinsi ve özellikleri
- Ana süreksizlik sistemlerinin türü; fay (aktif, ölü, normal, yanal atımlı, ters), eklem, çatlak, uyumsuzluk, tektonik makaslama v.b. mühendislik özelliklerinin niteliksel olarak belirlenmesi,
- Birimlerin dokanak ilişkileri,
- Birimlerin kütleli dayanım ve ayrışma dereceleri, çimentolanma derecesi,
- Olası yol SEÇENEKLERİ ana bileşenlerinin (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) duraylılığı üzerine etkili olabilecek su – süreksizlik – kil ilişkisinin ortaya çıkarılması,
- Birim bazında yapısal tanımlamaların yapılabilmesi için yeterli sayıda süreksizlik ölçümü alınması,
- Etken (aktif), edilgen (pasif), potansiyel kayma sahalarının alansal dağılımı ve öngörülen derinliği ile oluşum mekanizmalarının açıklanması ve haritalanması,
- Oturma, farklı oturma, sıvılaşma, taşıma gücü ve benzeri sorunlar oluşabilecek alanların harita ölçeği ve sınırlarının elverdiği ölçüde belirlenmesi,
- Kıvrım, fay v.b. yapısal unsurların harita ve kesitlerde gösterilmesi,
- Olası seçeneklerin doğal ve yapay çevreye (tarihi, turistik, tarım, orman yerleşim v.b. alanlara) etkisi araştırılacaktır.

4.3.2. ÖN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDÜ RAPOR YAZIMI

Olası seçeneklerin yer aldığı alanlar içerisinde yukarıda (4.3.1'de) belirtilen konular raporlandırılacaktır. Bu modelde elde edilen somut veriler, 1/5000 ölçekli haritalar ve kesitler üzerine işlenecektir.

Olası SEÇENEKLERİ karşılaştırmalı olarak anlatan **Ön Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu** İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

Raporların blok halinde hazırlanması durumunda; 4.1.1. jeolojik etüt, 4.2.1. hidrojeolojik etüt, 4.3.1. mühendislik jeolojisi etüdü çalışmaları birlikte değerlendirilerek **Ön Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu hazırlanarak İDARE'nin onayına sunulacaktır.**

4.4. ÖN PROJE JEOTEKNİK ETÜT VE RAPORU

Bu aşamada öncelikle jeolojik etüt, hidrojeolojik etüt ve mühendislik jeolojisi etüt çalışmaları gözden geçirilecek, bu çalışmaların aydınlatamadığı noktalarda jeoteknik araştırma programı hazırlanacaktır.

JE, HJE, MJE, ve JTAP çalışmaları sonucunda jeolojik birimler sınıflandırılacak, jeoteknik değişirgeler (parameters: c, kPa; ϕ , °; E, Mpa; σ , kPa; ϵ , v.b.) belirlenerek kritik kesimler tanımlanacaktır.

Seçenekler içindeki sorunlu kesimler, tünel, köprü, yüksek yarma/dolgu v.b. önemli yapı yerleri jeoteknik açıdan tanımlanacaktır.

Bu çalışmada incelenen seçeneklerin jeoteknik değişirgelerinin 3-boyutta (x-y-z) dağılımı harita ve kesitler üzerinde gösterilecek ve ayrıca seçeneklerin jeoteknik açıdan emniyet ve maliyet karşılaştırması yapılacaktır.

Ayrıca karar verilen seçenekte kullanılması öngörülen her türlü doğal yapı gereci temin sahaları araştırılıp "Malzeme Ocak Etütleri Bölümünde" belirtildiği şekilde raporlandırılacaktır.

4.4.1. JEOLJİK-JEOTEKNİK ARAŞTIRMA PROGRAMI VE UYGULAMASI (JTAP)

Jeoteknik Araştırma Programı; Jeolojik Etüt, Hidrojeolojik Etüt ve Mühendislik Jeolojisi Etüdünün tam olarak aydınlatamadığı noktalara açıklık getirmeyi amaçlar.

Bu nedenle; olası yol seçeneklerinin kesinleştirilmesinde, gözlemsel etütlerle aydınlatılamayan noktalarda ve doğal yapı gereci sahalarının araştırılmasına yönelik jeoteknik araştırma programı hazırlanacaktır.

Ayrıca, herhangi bir seçeneğin belirlenmesinde etkili olacak büyük ölçekli yol bileşenlerinin karşılaştırmalı seçimi için anahtar noktalarda araştırma yapılacaktır. Tünel yerine derin yarma mı ve köprü yerine yüksek dolgumu v.b. ikilemlere yanıt aranacaktır.

JTAP hazırlanırken olası SEÇENEKLER boyunca anahtar özellik taşıyan büyük boyutlu duraysızlık sorunları ile tünel, viyadük v.b. önemli mühendislik yapılarının kaçınılmaz olduğu SEÇENEKLER göz önünde tutulacaktır.

Bu kapsamda; **JTAP** amacı ve gerekçesi ayrıntılı olarak belirtilecektir. Verilen amaca uygun olarak araştırma çukuru, gözlem çukuru, sondaj, jeofizik çalışmaları ve/veya laboratuvar deneyleri programı hazırlanacaktır. Yapılacak çalışmalar jeolojik harita ve kesitler üzerinde; kilometre, kot ve koordinatları 1/5000 hassasiyetinde belirtilecektir.

JTAP İDARE 'nin onayına sunulacak, İDARE'nin istediği değişiklikler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Onay alınmadan uygulamaya geçilmeyecektir.

4.4.2. ÖN PROJE JEOTEKNİK ETÜT (JTE) ve RAPOR YAZIMI

Bu aşamanın temel amacı en uygun Seçeneğin belirlenmesidir. Jeoteknik etüt ve rapor çalışmaları 1/5000 ölçekli harita ve profiller üzerinde yapılarak aşağıdaki konulara açıklık getirilecektir.

- Birimlerin litolojileri, ayrışma, bozuşma, sertlik, dayanım v.b. özellikleri,
- Su çıkış noktaları ve tahmini debileri,
- Şev duraylılığını etkileyecek süreksizliklerin konumları, gruplandırılması ve yorumlanması,
- Kayaçların, uluslararası kabul görmüş (Q, RMR, RQD, GSI, v.b.) sistemlere göre sınıflandırılması,
- Sel, çığ, tarihi, turistik yerler ile tarım alanlarının, seçeneklerin belirlenmesine olan etkilerinin değerlendirilmesi,
- Seçeneklerin karşılaştırmalarının yapılabilmesi ve maliyete olan etkilerinin ortaya konulması için kütle hareketlerinin olduğu veya oluşabileceği potansiyel ve fosil heyelan alanlarının sınırları, derinliği, kayma yüzeyinin ve kayma mekanizmasının belirlenmesini,
- Kazı zorluğu derecesine göre jeolojik birimlerin sökülebilirlik açısından genel olarak sınıflandırılması,
- Birimlerin jeoteknik değiştirgeleri (parametrelerin: c, kPa; ϕ° ; E, GPa; σ , kPa; ϵ , ν , CBR, LL, PI, w_n , γ v.b.) arazi gözlemleri, zemin-kaya sınıflamaları, yerinde deneyler ve laboratuvar çalışmaları birlikte değerlendirilerek alansal ve derinliğe göre dağılımı, sırasıyla harita ve kesitler üzerinde gösterilmesi,
- Birim bazında yarma ve dolgu şev oranları (eğimler) ile yarmadan çıkan malzemenin dolgu şev oranlarının (eğimleri) belirlenmesi,
- Stabilite analizlerinin (Kinematik ve sayısal analizler) **birim bazında**; yüksek yarma, dolgu, sanat yapısı yerleşim yerleri ve heyelanlı kesimlerde, kritik en kesitler üzerinde yapılması, (Stabilite analizleri Kesin Proje Bölüm "5.4.2.1. Jeoteknik Model Çalışmaları" göre yapılacaktır.)
- Yol yapımında kullanılacak olan taş, kum-çakıl, ariyet ocak sahaları ve su temin edilecek yerlerin rezerv durumu, nitelikleri, işletme koşulları, mülkiyet durumu, taşıma mesafesi, çevreye olan etkileri v.b. araştırılması, kullanım yerlerinin belirlenmesi için gerekli numunelerin alınarak laboratuvar deneylerinin yapılması,

Yapılan bu çalışmalar sonucunda seçeneklerin jeolojik-Jeoteknik açıdan emniyet ve maliyet karşılaştırması yapılarak en uygun seçenek önerilmelidir. Bu çerçevede harita ve kesitleri de içeren en uygun seçeneğin **Ön Proje Jeoteknik Etüt Raporu** hazırlanarak İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE gerekli değişiklikleri isteyebilecek ve bu rapor sonucunda önerilen **SEÇENEK** yerine bir diğerini seçebilecektir.

5. KESİN PROJE JEOLJİK - JEOTEKNİK ETÜTLERİ

SEÇKİ etütleri: ön projesi yapılmış ve onay almış **seçenek** içerisindeki varyant, ripaj v.b. alternatif hatlar değerlendirilerek en uygun seçkinin (yapım hattının) belirlenip, bileşenlerinin boyutlandırılması çalışmaları içerir.

Bu aşama 1/1000 – 1/2000 ölçekli topografik harita ve 1/100 düşey, 1/1000 yatay-1/200 düşey, 1/2000 yatay ölçekli profiller üzerinde gerçekleştirilecektir. Harita ölçeği (1/1000 veya 1/2000) ihale sözleşmesindeki ile aynı olacaktır.

Bu çalışma olası her bir SEÇKİ içerisindeki yol bileşenlerini (tünel ile derin yarma, köprü ile yüksek dolgu, altgeçit ile üstgeçit v.b.) aşağıda verilen ölçütler çerçevesinde karşılaştırarak yapılacaktır. Daha sonra yol bileşenlerinin, yapıma esas olacak şekilde kesin projeleri yapılacaktır.

Bu amaçla yapılacak **Jeolojik - Jeoteknik araştırmalar:**

- (1) İDARE tarafından belirtilen işlevleri karşılayabilme,
- (2) Maliyet (Yapım, bakım, işletme v.b.),
- (3) Emniyet – duraylılık (Yapım hattının yol bileşenlerini etkileyebilecek duraysız alanların dağılımı, iklim, rakım, sürüş rahatlığı v.b.),
- (4) Zaman (Yapım süresi ve faydalı ömrü),
- (5) Malzeme Ocakları Etüdü (Malzeme ocakların türü, hacmi, projeye göre konumu, petrografik tanımı, litolojik tanımı, çevre birimlerle ilişkisi, oluşumu, işletme koşulları, ayrıntılı jeoteknik değiştirgeleri (parametreleri) v.b.),
- (6) Arazinin milli servet değeri (Tünel yerine yarma, jeoteknik anlamda uygun olabilir. Ancak, ulusal servet değeri yüksek bir **Endemik (Yöresel / Yere-özgü)** türün ortamına dokunmamak için tünel seçilebilir. Ayrıca yarma ve dolgularda kamulaştırma ve/veya ulusal servet değeri taşıyan, ova, kıyı, orman ve tarım alanlarına en az zarar verecek bileşenlerin seçimi ve konumlandırılması için donatılı ve/veya donatısız iyileştirme yapılarak yamaç eğimi arttırılabilir.)
- (7) Estetik - çevre (Yerel, Ulusal ve Küresel anlamda doğal ve yapay çevreye uygunluk: sosyo-ekonomik ve tarihi - turistik çevrelere etkileri)

göz önüne alarak gerçekleştirilecektir.

SEÇKİ: SEÇKİ çalışması sonrasında belirlenmiş ve onay almış olup yaklaşık 0.5 km genişliğinde şeritsel bir alandır.

SEÇKİ jeolojik-jeoteknik araştırmaları aşağıda sunulan aşamalardan oluşur. Her aşamanın güvenilirliği bir önceki aşamanın güvenilirliğinden geçer.

- Jeolojik Etüt ve Raporu
- Hidrojeolojik Etüt ve Raporu
- Mühendislik Jeolojisi Etüt ve Raporu
- Jeoteknik Etüt ve Raporu
 - Jeoteknik Araştırma Programı ve Uygulaması
 - Jeoteknik Etüt ve Rapor Yazımı

Koridor, elverişlilik ve/veya ön proje aşamalarında hazırlanan etüt ve rapor çalışmaları da göz önünde tutularak, bu aşamada, ayrıntı verilecektir.

$H \leq 15$ m. olan yarmaların şev oranları özel problem yoksa, jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler ve KGM şev projelendirme rehberine dayandırılarak belirlenecektir.

$H \leq 8$ m olan dolgularda özel problem yoksa, jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler, KGM şev projelendirme rehberi ve yürürlükteki genelgeler kullanılarak şev dolgu tasarımı yapılacaktır.

Yarma yüksekliğinin $H > 15$ m. ve dolgu yüksekliğinin $H > 8$ olması ve ayrıca yarma ve dolgularda duraylılık problemi olması durumunda; **5.4.2.1. Jeoteknik Model Çalışmaları** bölümündeki ölçütler dikkate alınarak çalışılacaktır.

İDARE işin özelliğine göre; bu raporların blok veya ayrı raporlar halinde sunulmasını isteyebilecektir. Raporlar en az bu şartname ekindeki rapor düzeninde belirtilen başlıkları kapsayacak ve 8 kopya olarak sunulacaktır.

Kesin Proje Jeolojik - Jeoteknik Etüdü kapsamında hazırlanacak raporlar:

- 1- Kesin Proje Jeolojik Etüt Raporu
- 2- Kesin Proje Hidrojeolojik Etüt Raporu
- 3- Kesin Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu
- 4- Kesin Proje Jeoteknik Etüt ve Raporu

olmak üzere 4 adettir. 1-2-3 nolu raporlar, İDARE’ce aksi belirtilmediği sürece tek (blok) rapor halinde hazırlanacaktır. İDARE gerek görürse bu raporların ayrı ayrı hazırlanmasını isteyecektir. İlgili raporlar harita, boykesit ve enkesitleri kapsayacaktır.

5.1. KESİN PROJE JEOLJİK ETÜT VE RAPORU

Jeolojik etüt ve raporlarının anahtar kavramları; jeolojik yapılar, litolojik ilişki, petrografik tanımlama, istifsel ilişki (stratigrafi) ve tektonizma’dır. Etüt ve Rapor; birimlerin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

Bu çalışma İDARE tarafından onay verilmiş **SEÇKİ** içerisindeki **yol bileşenlerinin** karşılaştırılmasına yönelik olarak yapılacaktır.

5.1.1. KESİN PROJE JEOLJİK ETÜDÜ (JE)

Bu aşamanın Jeolojik etüt çalışması 1/1000 – 1/2000 ölçekli haritalar ve profiller üzerinde yapılacaktır. Jeolojik etüt en azından aşağıdaki konulara açıklık getirecek ve ayrıntı verecektir.

- Jeolojik birimlerin litolojik, paleontolojik ve petrografik özellikleri,
- Jeolojik birimlerin alansal dağılımı,
- Jeolojik birimlerin istifsel ilişkisi (tarihsel jeolojisi),
- Yapısal özelliklerin harita, tip kesit ve şekillerle açıklanması,

- Ana süreksizlik (tabaka, fay, eklem, uyumsuzluk, dokanak v.b.) sistemlerinin ortaya konulması ve haritalanması,
- Özellikle güncel tektonik açısından ayrıntılı (olası önemli yapı yerlerinde sismik araştırma ve hendek, v.b.) araştırılması.

Ayrıca, ayrıntılı **dikme kesit** (stratigrafik kesit) hazırlanacaktır.

SEÇKİ boyunca görülen egemen jeomorfolojik unsurların (dağ, tepe, vadi, yamaç, akaçlama sistemi v.b.) konumlarının yol bileşenlerine etkileri incelenecektir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde egemen olan iklim türü ve yere özgü (mikro) iklim özellikleri araştırılarak; don derinliği, yıllık yağış miktarı, uç sıcaklık değerleri, v.b. etkenler etüt edilecektir.

5.1.2. KESİN PROJE JEOLJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Saha boyutundan alansal boyuta ve en sonunda da özgün projenin **SEÇKİ** (yapım hattı) boyutuna kadar indirgenecektir. 5.1.1. jeolojik etüt kapsamında elde edilen somut veriler harita ve kesitler üzerine işlenecek ve raporlaştırılacaktır.

Onay almış SEÇKİ'nin (yapım hattının) olası **yol bileşenlerini** (tünel–yüksek yarma, köprü–yüksek dolgu v.b.) karşılaştırmalı olarak anlatan **Kesin Proje Jeolojik Etüt Raporu**, İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

5.2. KESİN PROJE HİDROJEOLJİK ETÜT VE RAPORU

Hidrojeolojik etüt ve rapor çalışmaları, JE aşaması sonunda 1/1000 – 1/2000 ölçekli topografik harita ve profiller üzerinde belirlenmiş yol bileşenlerini hidrojeolojik açıdan değerlendirecektir. Bu çalışma da, 4-boyutlu olacaktır. Özellikle, 4 mevsim etütleri bu çalışma için bir zorunluluktur. Daha önceki aşamalarda elde edilen veriler de derlenip kullanılacaktır.

5.2.1. KESİN PROJE HİDROJEOLJİK ETÜT (HJE)

Bu aşamada verilecek hidrojeolojik etüt ve raporun ana unsurları aşağıda verilmiştir.

- JE aşamasında elde edilen verilerin hidrojeolojik açıdan özet yorumu,
- Deniz, göl, dere, kaynak, ve yağış sularının - yeraltı suyu ile ayrıntılı ilişkisi,
- Jeolojik birimlerin litolojik, petrografik, mineralojik [ör.: şişen killerden Na-Montmorillonit veya şişmeyen killerden kaolinit v.b. uç özellikteki killerin oranı] özelliklerine göre hidrolik geçirimsizlik (K, m/s), gözeneklilik,
- Kaynak, sızıntı ve ıslak alanların dağılımı,
- Yeraltısuyu tablası derinliğinin ayrıntılı olarak verilmesi,
- Yol bileşenlerini etkileyen akaçlama (drenaj) sistemlerinin şekillerle açıklanması,
- Harita sınırları içerisinde yer alan mevcut kuyularda, kaynaklarda, derelerde ve ıslak zeminlerde aralıklı ölçümlerle gözlemsel ve deneysel araştırmaların üretilmesi,
- Başka havzalardan çalışma alanı havzasına aktarılan su ile çalışma alanından başka havzalara aktarılan su durumları etüt edilecektir.

5.2.2. KESİN PROJE HİDROJEOLJİK ETÜT RAPOR YAZIMI

Hidrojeolojik özellikler saha boyutundan özgün projenin yol bileşenleri boyutuna kadar indirgenecektir. Bu çalışmada elde edilen somut veriler (5.2.1'deki başlıklar), 1/1000 – 1/2000 ölçekli haritalar ve kesitler üzerine işlenecektir.

Olası **yol bileşenlerini** karşılaştırmalı olarak anlatan **Kesin Proje Hidrojeolojik Etüt Raporu**, İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

5.3. KESİN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜT VE RAPORU

JE ve HJE kapsamında yapılan etüt ve rapor çalışmaları mühendislik jeolojisi etüt ve raporunun temelini oluşturacaktır. Etüt ve Rapor; birimlerin mühendislik özelliklerinin alansal (x-y), derinlik (z) ve jeolojik zaman (t) boyutunu göz önünde tutarak 4-boyutlu (x-y-z-t) olarak hazırlanacaktır.

5.3.1. KESİN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜDÜ (MJE)

Bu aşamanın Mühendislik Jeolojisi Etüdü 1/1000 – 1/2000 ölçekli haritalar üzerinde yapılır. Mühendislik Jeolojisi Etüdü en az aşağıdaki konulara açıklık getirecektir.

- JE ve HJE aşamasında elde edilen verilerin mühendislik jeolojisi açısından özet yorumu,
- Sahasal anlamda, jeolojik birimlerin litolojisi, rengi, dokusu, çimentolanması ve dayanımlarının niteliksel olarak açıklanması,
- Ana süreksizliklerin;
 - Konumu (eğim/eğim yönü)
 - Eklem takım sayısı
 - Eklem aralıkları
 - Eklem açıklıkları
 - Eklem devamlılığı
 - Eklem pürüzlülüğü
 - Eklem dolgu malzemesinin cinsi ve özellikleri
- Ana süreksizlik sistemlerinin türü; fay (aktif, ölü, normal, yanal atımlı, ters), eklem, çatlak, uyumsuzluk, tektonik makaslama v.b. mühendislik özelliklerinin niteliksel olarak belirlenmesi,
- Birimlerin dokanak ilişkileri,
- Birimlerin kütleli dayanım ve ayrışma dereceleri, çimentolanma derecesi,
- Olası yol SEÇKİLERİ ana bileşenlerinin (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) duraylılığı üzerine etkili olabilecek su – süreksizlik – kil ilişkisinin ortaya çıkarılması,
- Yarma/dolgu v.b. bazında yeterli tanımlamanın yapılması için yapısal jeolojiyi aydınlatacak yeterli sayıda süreksizlik ölçümü alınması,
- Etken (active), edilgen (passive) kayma sahalarının alansal dağılımı ve öngörülen derinliği ile oluşum mekanizmalarının açıklanması ve haritalanması,
- Yol bileşenlerini olumsuz yönde etkileyecek oturma, farklı oturma, sıvılaşma, taşıma gücü ve benzeri sorunlu alanların belirlenmesi,
- Kıvrım fay v.b. yapısal unsurların harita ve kesitlerde gösterilmesi,

- Olası seçkilerin doğal ve yapay çevreye (tarihi, turistik, tarım, orman yerleşim v.b. alanlara) etkisi araştırılacaktır.

5.3.2. KESİN PROJE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜT RAPORU YAZIMI

Olası **yol bileşenlerinin** (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) yer aldığı alanlar içerisinde yukarıda (5.3.1'de) belirtilen konular genel anlamda raporlandırılacaktır. Bu çalışmada elde edilen somut veriler, 1/1000 –1/2000 ölçekli harita, profil ve kesitler üzerine işlenecektir.

Hazırlanan **Kesin Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu** İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin onayı alınmadan bir sonraki aşamaya geçilmeyecektir.

Raporların blok halinde hazırlanması durumunda; 5.1.1. jeolojik etüt, 5.2.1. hidrojeolojik etüt, 5.3.1. mühendislik jeolojisi etüdü çalışmaları birlikte değerlendirilerek **Kesin Proje Mühendislik Jeolojisi Etüt Raporu** hazırlanarak İDARE'nin onayına sunulacaktır.

5.4. KESİN PROJE JEOTEKNİK ETÜT VE RAPORU

Kesin Proje Jeoteknik Etüt ve Raporu **yapım hattının (en uygun seçkinin)** tüm bileşenlerinin uygulanabilirlik açısından değerlendirilip, sayısal olarak incelenmesi, yorumlanması ve projelendirilmesi esaslarına dayanmaktadır.

Bu raporda 1/1000-1/2000 ölçekli haritalar, 1/100 düşey, 1/1000 yatay-1/200 düşey, 1/2000 yatay ölçekli profiller kullanılacaktır. Ayrıca yol bileşenlerinin uygun ölçeklerde enkesitleri hazırlanacaktır.

Bu aşamada öncelikle jeolojik etüt, hidrojeolojik etüt ve mühendislik jeolojisi etüt çalışmaları gözden geçirilecek, bu çalışmaların aydınlatamadığı noktalarda jeoteknik araştırma programı hazırlanacaktır.

Yapım Hattının tüm yol bileşenleri ve birbirleriyle olan ilişkileri jeolojik-jeoteknik veriler kullanarak irdelenecektir. Yol bileşenlerinin seçiminde kullanılan jeolojik- jeoteknik gerekçeler ayrıntılarıyla belirtilecek, değerlendirmeler analizlere dayandırılacaktır.

Ayrıca yapım hattında kullanılacak her türlü doğal yapı gereci temin sahaları araştırılıp "Malzeme Ocak Etütleri Bölümünde" belirtildiği şekilde raporlandırılacak.

Bu etüt ve raporların güvenilirliği saha etütleriyle deneştirilerek artırılacak, gerek duyulduğunda **Ek JTAP** hazırlanıp İDAREnin onayına sunulacaktır.

5.4.1. JEOTEKNİK ARAŞTIRMA PROGRAMI VE UYGULAMASI (JTAP)

Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Programı ve Uygulaması; Jeolojik Etüt (JE), Hidrojeolojik Etüt (HJE) ve Mühendislik Jeolojisi Etüdünün (MJE) tam olarak aydınlatamadığı noktalara açıklık getirmeyi amaçlar.

Bu nedenle; jeoteknik tasarıma yönelik olarak mühendislik değiştirgelerinin (parametrelerin) belirlenmesi, olası yol bileşenlerinin kesinleştirilmesi, gözlemsel etütlerle aydınlatılamayan noktalarda ve doğal yapı gereci sahalarının araştırılmasına yönelik jeoteknik araştırma programı hazırlanacaktır.

JTAP hazırlanırken; olası yol bileşenlerinin (tünel, köprü, yarma, dolgu v.b.) kesin tasarımına yönelik verilerin elde edilmesine özen gösterilecektir.

Bu kapsamda; **JTAP** amacı ve gerekçesi ayrıntılı olarak belirtilecektir. Verilen amaca uygun olarak araştırma çukuru, gözlem çukuru, sondaj, yerinde kesme deneyleri, presiyometre, jeofizik, çalışmaları hazırlanacaktır. Yapılacak çalışmaların jeolojik harita ve kesitler üzerinde; kilometre, kot ve koordinatları (1/1000 - 1/2000 hassasiyetinde) belirtilecektir.

JTAP İDARE 'nin onayına sunulacak, İDARE'nin istediği değişiklikler dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Onay alınmadan uygulamaya geçilmeyecektir.

JTAP'ın uygulaması sonucunda ayrıntılı ve gerekçeli laboratuvar programı hazırlanacaktır. Onay alınmadan deneylere başlanılmayacaktır.

5.4.2. KESİN PROJE JEOTEKNİK ETÜT (JTE) ve RAPOR YAZIMI

JTAP sonrasında elde edilen verilere dayalı olarak JE, HJE ve MJE tekrar gözden geçirilip ayrıntı kazandırılır. Bu karşılaştırmada **Bölüm 5'deki 7 madde** altında verilen ölçütler sürekli göz önünde bulundurulacak ve daha önce yapılmış olan etüt ve raporların jeoteknik anlamda **yorumu** yapılacaktır.

Bu etüt ve raporlar ve JTAP çalışmaları sonucunda, özellikle **yol bileşenleri** göz önünde tutularak elde edilen veriler kullanılarak kaya/zeminler guruplandırılıp, tasarım değiştirgeleri (parametreler) belirlenerek alansal ve derinliğe göre dağılımı (x-y-z boyutları), harita, kesit ve şekiller üzerinde sunulacak ve bu verilere dayalı olarak **Jeoteknik Etüt ve Raporu** hazırlanacaktır.

Hazırlanacak harita ve kesitler aşağıda belirtilen detayda, duraysızlık sorunlarının olduğu kesimler, zayıf zeminler ile tünel, köprü, yüksek yarma/dolgu v.b. mevcut tüm yol bileşenlerini kapsayacaktır.

Bu etüt ve raporun kapsamı en az aşağıdaki bilgileri içerecektir.

- JE, HJE, MJE ve JTAP sonuçlarının birlikte ayrıntılı jeoteknik değerlendirilmesi,
- Birimlerin litolojileri, ayrışma, bozuşma, sertlik, dayanım v.b. özellikleri,
- Su çıkış noktaları ve tahmini debileri,
- şev duraylılığını etkileyecek süreksizliklerin konumları, gruplandırılması, yorumlanması ve bu amaçla süreksizliklerin; konumu, sayısı, aralıkları, açıklıkları, devamlılığı, pürüzlülüğü, dolgu malzemesinin cinsi ve özellikleri, su durumu, süreksizlik içindeki dolgu malzemesinden örnek alınabiliyorsa bu malzemenin laboratuvar değerleri, süreksizlik yüzeyi kesme deneyi, Schmid çekici çalışması ve literatür karşılaştırmaları,
- Kayaçların, uluslararası kabul görmüş (Q, M-RMR, RQD, GSI, v.b.) sistemlere göre sınıflandırılması,

- Dolgu şev eğimlerinin stabilite analizleri ile desteklenerek belirlenmesi,
- Birimlerin kazı zorluğu ve sıkışma-kabarma oranları; arazi ve laboratuvar verileri birlikte değerlendirilerek; kayalar Q, M-RMR, RQD, GSI'ya göre, zeminler ise sıklık, tane boyutu dağılımı dikkate alınarak sınıflandırılması,
- Yarma/dolgu şev oranlarının (eğimlerinin) ve yarmadan çıkan malzemelerin dolgu şev oranlarının belirlenmesi (madde 5.4.2.1.'e göre).
- Sıkışma/kabarma ve yarma-dolgu şev klas tablosunun hazırlanması,
- Kütle hareketlerinin olduğu veya oluşabileceği potansiyel ve fosil heyelan alanlarının sınırları, derinliği, kayma yüzeyi ve kayma mekanizmasının belirlenmesi,
- Birimlerin jeoteknik değiştirgeleri (parametrelerin: c, kPa; ϕ° ; E, GPa; σ , kPa; ϵ , ν , CBR, LL, PI, w_n , γ v.b.) arazi gözlemleri, zemin-kaya sınıflamaları, yerinde deneyler ve laboratuvar çalışmaları birlikte değerlendirilerek belirlenmesi, alansal ve derinliğe göre dağılımı, sırasıyla harita ve kesitler üzerinde gösterilerek jeolojik-jeoteknik profilin oluşturulması,
- Suyu hassas kaya gurubunda çalışılıyorsa (mekanik davranışını etkileyecek miktarda kil veya suya hassas malzeme bulunuyorsa örneğin; marn, killi kireçtaşı, tebeşirli kireçtaşı, jips, anhidrit v.b.) **slake dayanıklılık deneylerinin** (su ortamı içinde malzemenin aşınmaya karşı davranışı) yapılması (ulaşılacak sonuçlar tasarım parametresi de dikkate alınacaktır),
- Yarma/dolgu, sanat yapısı yerleşim yerleri ve sorunlu kesimler, kritik enkesitler üzerinde modelleneyecektir.

- $H \leq 15$ m. olan yarmaların şev oranları; özel problem yoksa jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler ve KGM şev projelendirme rehberine dayandırılarak belirlenecektir.

- $H \leq 8$ m olan dolgularda özel problem yoksa; jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler, KGM şev projelendirme rehberi ve yürürlükteki genelgeler kullanılarak şev dolgu tasarımı yapılacaktır.

-Yarma yüksekliğinin $H > 15$ m. ve dolgu yüksekliğinin $H > 8$ olması ve ayrıca yarma ve dolgularda duraylılık problemi olması durumunda; **5.4.2.1. Jeoteknik Model Çalışmaları** bölümündeki ölçütler dikkate alınarak çalışılacaktır.

Jeoteknik harita, profil ve enkesitler en az aşağıdaki bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır.

Haritalar:

- Haritalarda yarma ve dolguların şevli planları,
- Birim sınırları ve birbirleri ile olan ilişkileri,
- Yapısal unsurları (fay, kıvrım, tabaka, eklem, çatlak ve bunların konumları (eğim/doğrultu)),
- Sondaj, araştırma/gözlem çukuru, el burgusu, jeofizik v.b. yerleri,
- Fosil, aktif ve potansiyel kütle hareketlerinin sınırları,
- Zayıf zemin yerleri,
- Yüzey ve yer altı sularının akım yönleri, kaynak, göze, kuyu v.b. yerleri,
- Tarihi, turistik, tarım, orman alanları ve yerleşim yerlerini

Profil ve Enkesitler:

- Boyuna profilde litoloji; yarma ile geçilen kesimlerde kırmızı hattın, dolgu, ile geçilen kesimlerde ise siyah hattın 5 metre altına kadar işlenecektir. Sorunlu kesimlerde bu derinlik artırılacaktır.
- Proje kilometresi,
- Birimlerin düşey ve yanal sınırları,
- Yanal ve düşey ayrışma-bozuşma sınırları,
- Litoloji, dayanım ve ayrışma tarifleri,
- Zayıf zeminlerin yatay ve düşey sınırları,
- Yer altı su seviyesi,
- Yapısal unsurlar (fay, kıvrım, tabaka, eklem, çatlak ve bunların konumları (eğim/eğim yönü) (süreksizlikler, profil ve enkesitlerde görünür eğimlerine göre çizilecektir.)
- Fosil, aktif ve potansiyel kütle hareketlerinin sınırları
- Araştırma/gözlem çukuru, el burgusu, jeofizik, sondaj yerleri ve bunların jeoteknik özellikleri,
- Araştırma çukurlarından alınan numunelere ait deney sonuçları (No:4 ve No:200'den geçen, LL, PI, CBR, Max.Kuru Birim Ağırlık ve Şişme potansiyeli),
- Yarma kazı malzemelerinin dolguda kullanılabilirliği,
- Yarma ve dolgu şev oranları ile yarmadan çıkan malzemenin dolgu şev oranı,
- Birimlerin sıkışma-kabarma yüzdeleri, sökülebilirlik yönünden kazı klasları,
- Dolgularda veya yol tabanında varsa zemin iyileştirmeleri,
- Drenaj yapıları hakkında ön bilgi,
- Kaya ve zemin sınıflandırma sonuçları (Q, M-RMR, RQD, GSI, BZS v.b. jeoteknik bilgiler),
- Kinematik olarak incelenen yarmanın; süreksizlikler ile şev konumunun stereonet üzerinde ilişkisini gösteren şekiller, küçük boyutta profilde ilgili yarmanın yanında gösterilecektir,
- Bunların dışında gerekli görülen diğer notlar.

5.4.2.1. Jeoteknik Model Çalışmaları

Jeoteknik model çalışmaları $H > 15$ metreden derin yarmalar ve $H > 8$ metreden yüksek dolgular ile kritik kesimlerin projelendirilmesini esas teşkil edecek modelin oluşturulmasını kapsar. Aktif, potansiyel kütle hareketleri ile oturma v.b. stabilite problemi olabilecek kritik kesimlerde yükseklik şartı aranmaksızın stabilite analizleri yapılacak şekilde jeoteknik model oluşturulacaktır.

Bu kısım, İDARE'ce onaylanmış olan karayolu seçkisi için 1/1000-1/2000 ölçekli kesin proje aşamasında yapılan jeolojik, hidrojeolojik, mühendislik jeolojisi, JTAP, laboratuvar verileri ile jeoteknik etüt sonucu belirlenen tasarım parametreleri ve jeolojik-jeoteknik kesitler kullanılarak yol ve yol bileşenlerinin; yarma, dolgu, heyelan, kritik kesimler ve zayıf zeminlerin etütleri yapılarak kısa ve uzun dönemde yolun emniyetli bir şekilde hizmet etmesini sağlamak üzere kaya ortamlarda gerekli kinematik ve sayısal analizlerin yapılması ve şev açılarının belirlenmesini içerir.

Kaya ortamlarda stabilite analizleri jeolojik ortamın özelliği göz önüne alınarak gruplandırılıp, düzlemsel, kamasal devrilme v.b. duraysızlık koşullarında kısa dönem,

uzun dönem ve deprem durumları için yarmanın en kritik kesitinde, değişen jeolojik ortam/yük koşullarında ise farklı her kesit için yapılacaktır.

Kaya devrilmesi/düşmesi koşullarında jeolojik yapı ve süreksizliklerin genel özellikleri dikkate alınarak çalışılacaktır.

Stabilite analizi grafikleri şev geometrisi, litoloji, kaya parametreleri, kayma dairesi/düzlemi ve güvenlik sayılarını gösterecek şekilde raporda verilecektir.

Stabilite analizleri sonucunda uygun şev oranı verilecektir. Gerekli ise şevde kaymaya karşı alınacak önlemler tasarlanacaktır.

Deprem durumu için analizler sadece $H > 15$ m. olan yarmalarda yapılacaktır. Deprem durumu analizi için gerekli ivme katsayısı şartname ekinde verilen şekil üzerinden alınacaktır. Yarma şev stabilite analizlerinde aşağıda verilen güvenlik sayılarına uyulacaktır.

Yarma Şevleri İçin Güvenlik Sayıları Kriterleri

		DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ	EFEKTİF PARAMETRELER
KOŞULLAR	Uzun dönem (statik)		1.50
	Uzun dönem deprem) ($H > 15$ m. İçin)		1.1
	Kısa dönem (statik)	1.50	-
	Sanat yapısı temeli içeren Yamaç için	2.00	-

İncelenen kaya yarmaya ait detaylı jeoteknik bilgiler verilecek, kesitler üzerinde ayrıntılar gösterilecektir.

Analizlerde süreksizliklerin incelenen kesit yönündeki **görünür eğimleri** kullanılacaktır.

Kaya yarmalarda öncelikle kinematik analizler yapılacak; düzlemsel, kama ve blok tipi kayma/devrilme durumları araştırılacaktır. Herhangi bir kayma durumu belirlenirse sayısal analizler yapılarak güvenlik sayıları belirlenecektir.

Analizler sonucunda kaya yarmalara ait aşağıdaki özet bilgileri kapsayan çizelge oluşturulacaktır.

Kaya Yarmalara Ait Özet Çizelge

Y. No	Km	H _{max} (m)	Şev Oranı	Şev Konumu	Süreksizlik Konumu (Eğim/Eğim Yönü)	C (kPa)	φ (°)	Birim Hacim Ağırlık (γ _n)	Arazi Çalışmaları	Jeolojik Birim Tanımı	Elas. Modülü (kPa)	Poisson Oranı	G.S.
1	12+350	24	2/3	250/42	63/275	150	42	22	SK-27	Orta ayrılmış, orta dayanımlı Kumtaşı	15000	0.30-035	1,65
2	24+800	18	1/1	145/35	80/342 28/25	75	30	20	SK-9, AÇ-13	Çok ayrılmış, az dayanımlı Bazalt	10000	0.30-0.40	1,56

*Çizelge içindeki bilgiler örnek olarak verilmiştir.

Zemin Yarmaların projelendirilmesi:

İncelenen zemin yarmaya ait detaylı jeoteknik bilgiler verilecek, kesitler üzerinde ayrıntılar gösterilecektir. Yeterli güvenlikte, uygun şev eğimleri analizlerle belirlenecektir.

Projede yer alan $H \leq 15m$. zemin yarmalara ait aşağıdaki bilgileri kapsayan çizelge oluşturulacaktır.

Zemin Yarmalara Ait Özet Çizelge

Yarma No	Km	H _{max} (m)	Şev Oranı	Kohezyon (kPa)	İçsel Sürtünme Açısı (°)	Birim Hacim Ağırlık(γ _n)	Arazi Çalışmaları	Zemin Tanımı	Güvenlik Sayısı
1	12+350	24	3/2	30	10	18	SK-25 AÇ-16	Az kumlu siltli KİL	1,70

*Çizelge içindeki bilgiler örnek olarak verilmiştir.

5.4.2.1.2. Dolgu Şevlerinin Modellenmesi

Bu kısımda $H \leq 8$ metre olan dolgular, proje ömrü boyunca yolun duraylı kalmasını sağlanacak şekilde uygun şev eğimiyle (genelge ve rehberler doğrultusunda) projelendirilecektir.

Projede yer alan $H \leq 8$ dolgulara ait aşağıdaki bilgileri kapsayan özet çizelge oluşturulacaktır.

Dolgulara Ait Özet Çizelge

Dolgu No	Km	H _{max} (m)	Şev Oranı Y/D	Birim Hacim Ağırlık (γ _n)	Arazi Çalışmaları	Su Durumu	Dolgu Malzemesinin Özellikleri				Taban Zeminin Özellikleri			
							C	φ	γ _{max}	C	φ	γ _n		
1	12+350	24	2/1	22	SK-25 AÇ-16	1,5m de YASS	Killi, kumlu ÇAKIL	5	35	20	KÇT	150	37	26

*Çizelge içindeki bilgiler örnek olarak verilmiştir.

Bu çerçevede hazırlanan **Kesin Proje Jeoteknik Etüt ve Raporu**, harita ve profillerle birlikte İDARE'nin onayına sunulacaktır. İDARE'nin isteği doğrultusunda rapordaki gerekli düzeltmeler yapılacaktır. Raporlar bu şartname ekinde verilen en az "Rapor Yazım Kılavuzunda" belirtilen başlıkları ve ekleri kapsayacaktır.

6. MALZEME OCAKLARI

Yol güzergahı ve yakın çevresinden temin edilerek yol yapımında kullanılan her çeşit doğal gereç, malzeme olarak tanımlanır. Bütün bu malzemelerin her birine ait belirli ve doğal yığınaklara da "OCAK" denir.

Malzeme ocaklarının değeri, malzemenin jeolojik tanımı, ocak yeri ile kullanılacağı yer arasındaki mesafe, servis yolu durumu, ocakta mevcut malzeme miktarı (rezerv), malzemenin klas durumu, ocak örtü tabakası ve kalınlığı, ocak sahasının şekli, malzemenin su içinde olma durumu, ocak sahasının ruhsat durumu ve mülkiyeti, malzemenin kalitesi ile ekonomik, teknik ve çevresel açıdan uygunluğu gibi çeşitli koşullara bağlı olarak değişir.

Malzeme ocakları etüdü, esas olarak yapımı düşünülen yolda kullanılmak üzere yukarıdaki şartlar göz önüne alınmak kaydıyla güzergaha en yakın, rezervinin güvenilirliği çeşitli metotlar kullanılarak (sondaj, jeofizik, araştırma çukuru, yüzeysel jeolojik çalışmalar) tespit edilmiş ve kullanım amacına göre en uygun malzeme sahalarını tercih maksadıyla gerçekleştirilecek bir araştırma etüdüdür.

6.1. YOL İNŞAATINDA KULLANILAN MALZEME OCAKLARI VE MALZEME KAYNAKLARI

Malzeme ocakları; taş ocakları, akarsu ocakları, sel yatakları, birikinti konileri, yamaç döküntüleri, plaj malzemeleri, teras ocakları, su ocakları vs. şekilde tabiatla doğal olarak bulunmaktadır. Bu ocaklardan alınan malzemeler dolgu malzemesi, seçme malzeme, alttemel malzemesi, temel malzemesi, asfalt mıcırı agregası, sıcak karışım agregası, beton agregası, tahkimatlar için taşlar ve yapıtaşları gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Her türlü malzeme ocağından temin edilerek yol yapım faaliyetlerinde kullanılan tüm işlenmiş ve/veya tüvenan malzemeler Y.F.Ş. (1989) 'nin ilgili bölümlerinde ifade edilen özelliklere uygun olacaktır.

6.2. MALZEME OCAKLARINDAN ALINAN NUMUNELER VE RAPORA ESAS DEĞERLENDİRMELER

Malzeme ocak etütleri incelenen güzergahın malzeme ihtiyacını eksiksiz, optimum kalitede ve maksimum ekonomi sağlayacak arazi çalışmaları yolu ile gerçekleştirilecektir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda aşağıdaki hususlara uyulması zorunludur.

- Tüm ocak malzemeleri makroskopik olarak tanımlanacak, gerekli durumlarda ayrıntılı mineralojik/petrografik analiz teknikleri de kullanılarak değerlendirmeler yapılacaktır. Bu amaçla taş ocaklarında kayacın kökeni (magmatik, tortul, başkalaşım), kökeninden ve geçirdiği jeolojik ve yapısal evrimden kaynaklanan tabaka, çatlak aralığı, çatlak açıklığı, çatlak dolgu malzemesi niteliği, rengi, dayanımı, ayrışma-bozuşma derecesi gibi yapısal ve fiziksel özellikler; kum-çakıl ocaklarında ise malzemenin genel litolojisi, homojen-heterojen-polijenik-monojenik gibi kaynağa ve kökene bağlı özellikleri, iri malzeme oranı, malzemenin tüvenan

veya işlenerek kullanılması durumundaki olası davranışı detaylı olarak irdelenecektir.

- Mevcut taş/kum-çakıl/ariyet ocağı alanlarında ocak aynasında ve ocak sahasında malzemenin varlığını ve rezervin yeterliliğini denetlemek üzere; yeni açılacak ocak sahaslarında ise malzemenin yatay ve düşey sürekliliği ve varsa örtü malzemesinin kalınlığını belirlemek üzere araştırma çukuru, sondaj ve jeofizik etüt teknikleri kullanılacaktır. Söz konusu saha araştırmaları ocağı tam temsil edecek nitelikte, sistematik sondaj ve jeofizik etütler ile numune alım kurallarına uygun şekilde açılan araştırma çukurları yolu ile gerçekleştirilecektir. Ardışık veya karışık litolojiden oluşan ocaklarında bütün litolojileri temsil edecek miktar, derinlik ve özellikle numune alınacaktır. Ocaklarının kalitesi ve teknik özellikleri; ocaklardan çeşitli usullerle ve yeterli miktarlarda alınan numunelerin laboratuvar deneyleri sonucunda ortaya çıkartılacaktır. Özellikle ariyet ocaklarında dolguların kaliteli olarak imalatını sağlamak ve bu çalışmaları yönlendirmek üzere gerekli ve yeterli seviyede laboratuvar ve arazi deneyi yapılacaktır.
- Ocak sahaslarında sahayı temsil eden tüm birimler dikkate alınarak gerek rezerv ve gerekse malzeme kalitesinin yatay ve düşey sürekliliğini denetlemek amacı sondaj çalışmaları gerçekleştirilecek ve her taş, kum-çakıl ve ariyet ocağından ayrı ayrı deneye tabi tutulmak üzere ocak sahasını karakterize edecek şekilde minimum 3 ayrı noktadan numuneler alınacaktır. Numune adeti ocağın karmaşık yapısına, boyutlarına ve kullanım amacına göre artırılacaktır. Malzeme ocaklarından alınan numunelere ayrı ayrı uygulanan tüm laboratuvar deneylerinin sonuçları raporda aynen bulunacaktır. Laboratuvar da birbirine yakın özellikte olan numunelerin birleştirilmesi söz konusu olmamalıdır. Bu konuda gerekli özen gösterilecek ve örneklerle uygulanacak deneyler laboratuvar mühendisine bizzat etüdü yapan mühendis tarafından İDAREnin onayı doğrultusunda bildirilecektir.
- Çalışma alanında araştırma programının hazırlanması amacı ile yapılacak ön etütlerde, araştırma çukurları ile düşey ve yatay olarak yeterince değerlendirilemeyeceği öngörülen lokasyonlardaki her türlü malzeme ocağında sondaj ve jeofizik etüt teknikleri kullanılarak yapılacak araştırma çalışmaları, ocak alanının morfolojik yapısı ve olası maksimum ve minimum ayna yüksekliği ve işletilebilir derinlik dikkate alınarak planlanacaktır. Söz konusu ocak araştırma planı potansiyel ocak sahaslarını tanımlayan plan ve krokiler üzerine jeolojik veriler de işlenerek İDAREnin onayına sunulacaktır.
- Taş ocaklarının işletme esnasında randımanını, kalitesini ve değişimini belirleyecek olan jeolojik yapısal unsurların (çatlak açıklığı, çatlak aralığı, çatlaklar arası dolgu durumu v.b..) belirtilmesi gereklidir. Ayrıca taş ocaklarında 1:5000 veya daha büyük ölçekli harita ve krokiler üzerinde; jeolojik formasyonların ve bozmuş kesimlerin sınırları, tabaka durumları ve gerekçesi belirtilerek önerilen işletme yönü gösterilmelidir. Bütün malzeme ocakları; ölçekli bir plan veya ölçeksiz bir kroki üzerinde gösterilecek, ayrıca gerekli görülürse uygun bir veya birkaç yönde jeolojik kesit alınacaktır.
- Elek analizi deneyinin daima malzemenin 3" den %100 geçtiği şekliyle yapılması sağlanacaktır ve 3" üzeri malzeme miktarı etüdü yapan mühendisin gözlemiyle belirlenip yazılacaktır.

- Ariyet ocaklarında malzemenin sökülebilirlik açısından klas durumu, dolguda sıkıştırıldıktan sonra kendini tutabileceği şev değeri ($H_{dolgu} > 8m$. olan dolgularda stabilite analizleri ile desteklenerek belirlenecektir) ile hacimsel değişimi veren sıkışma/kabarma oranları belirtilmelidir.
- Her türlü malzeme ocağında ocak işletmesi sürecinde, özellikle yüksek işletme aynaları ile karşılaşılması olası lokasyonlarda veya yüksek aynalardan oluşan mevcut ocak sahalarında, ocak aynasının duraylılığını değerlendirilerek, gerekiyorsa optimum ayna yüksekliği ve optimum ayna işletme şevi yapılacak kinematik ve analitik stabilite analizleri yolu ile belirlenecektir. Bu amaçla yapılacak çalışmalar sonucunda işletme sürecine ışık tutacak düzeyde bir öneri işletme planı hazırlanacak ve ocak çalışmasına yön verilecektir.
- Ocak sahaları krokilendirilerek ruhsat ve kamulaştırma çalışmalarına ışık tutacak şekilde 1:25000 ölçekli haritalar üzerinde ulusal koordinat sistemine göre yerleştirilecek ve sahanın mülkiyeti hakkında bilgi verilerek, olası malzeme/pasa depolama yerleri belirlenip, maksimum ekonomiyi sağlayacak şekilde kamulaştırma, geçici işgal v.b. durumlar değerlendirilerek, konkasör ve plent tesisleri için lokasyon önerilerinde bulunulacaktır.
- Birden fazla kullanım amacına uygun olan ocak yerlerinde rezerv açısından kullanım öncelikleri belirtilmelidir. Rezerv tespitinde hacimsel hesaplamalar ocağın mümkün olan en yakın geometrik modele benzeşimi yapılarak belirlenmelidir.
- Su temin edilecek yerlerde (dere yatakları, kaynak, kuyu, v.b..) işletme mevsimi boyunca su bulunacağı yöre halkının bilgileri ve meteorolojik verilerle desteklenmelidir.
- Ocak sahasının ve konkasör şantiyesinin işletme esnasında çevreye olabilecek olumsuz etkileri hakkında görüşler belirtilmelidir.

6.3. MALZEME OCAKLARI RAPORU

Malzeme ocakları raporu asgari aşağıdaki başlıkları içerecek şekilde hazırlanacaktır.

- Kapak
- Yer Gösterim Haritası
- Malzeme Ocakları Gösterim Haritası
- İçindekiler

GİRİŞ

- Proje ve Etüdün Amacı
- Projenin Yeri
- Projenin Özellikleri
- Çalışma Yöntemi ve Süresi

MALZEME OCAKLARI

(Bu kısımda Malzeme Ocakları Özet Tablosu adı altında etüt edilen yol, proje v.b. için kaç adet malzeme ocağı öngörüldüğü belirtilecek ve malzeme ocakları türleri (taş kum-çakıl, ariyet, su, v.b.), kullanım yerleri ve rezervlerine sayısal olarak belirtilecektir.)

- **XXX Taş/Kum-Çakıl/Ariyet Ocağı**
- **Km. mevkii,**
- **Malzemenin cinsi,**
- **Rezervi** (*Görünür rezerv, muhtemel ek rezerv ve toplam rezerv belirtilecektir. Malzeme ocakları itinererinde belirtilen rezerv her zaman görünür rezerv olacaktır. Varsa muhtemel ek rezerv olarak belirtilen kaynak için öngörülen gerekçeler mutlaka belirtilecektir.*)
- **Servis yolu durumu,**
- **Yola (veya projeye) mesafesi,**
- **Ocak hakkında detay bilgi;**
 - Ocak yeri ve servis yolu durumu,
 - Rezerv,
 - Malzemenin cinsi, yapısal durum ve jeoteknik irdeleme,
 - Mülkiyeti ve Ruhsat Durumu,
 - İşletme koşulları,
 - Ocak malzemesinin kullanılacağı yerler (*Malzeme ocağından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçlarının olumlu veya olumsuzluğu hakkında çok kısa bilgi verilerek buna göre ocak malzemesinin hangi işlerde nasıl (elenerek, kırılarak, elek üstü kırılarak v.b.) kullanılacağı belirtilmelidir.*)

6.4. SONUÇ VE ÖNERİLER

(Bu kısım; deneyler sonucunda saptanan, kayacın petrografik, fiziksel, kimyasal, mekanik ve teknolojik özellikleri ışığında değerlendirilecektir. Bu bölümde proje için kaç adet malzeme ocağı verildiği, etüt sonuçları vb belirtilecektir. Ayrıca projede yer alacak ocakların kullanım öncelikleri, tavsiyeler ve öncelikler belirtilecektir.)

KAYNAKÇA

EKLER (*Her bir ocak için*);

- Malzeme ocakları özet tablosu
- Özellikle taş ocakları için üzerinde jeolojik durum işaretlenmiş öneri işletme planı
- Ölçekli bir plan veya ölçeksiz bir kroki ve jeolojik kesit
- Ocağın Fotoğraflar
- Malzeme Ocakları İtinereri (*Ekteki formata uygun olarak*)
- laboratuvar Föyleri

7. SONDAJ ÇALIŞMALARI

7.1. GİRİŞ

Sondaj çalışmaları yol bileşenlerinin; yarma / dolgu, tünel, viyadük, köprü, alt geçit, üst geçit, menfez, dayanma yapıları, heyelan, zayıf zemin geçişleri v.b. ile bina gibi yapı temellerinin projelendirilebilmesi amacıyla yapılacak jeoteknik amaçlı sondaj kuyularının açılması işidir.

Jeoteknik amaçlı açılacak sondajlar kayalarda ve diyajenezi tamamlamamış çökellerde (tortul zeminlerde) dönel sistemle karotlu, zeminlerde ise sulu veya susuz dönel sistem veya çakma sondaj metotlarından bir veya bir kaçının birlikte kullanılması şeklinde gerçekleştirilecektir.

Jeoteknik amaçlı sondaj kuyusu açımı, sondaj kuyuları içerisinde proje ve kontrol mühendisinin uygun gördüğü derinlik ve sayıda yerinde (in-situ) deneyleri; Standart Penetrasyon Testi, Veyn, Presiyometre, Basınçlı Su Testi, Konik Penetrasyon Testi, v.b. yapmak, uygun görülen sayı ve sıklıkta laboratuvar deneyleri için gerekli örselenmiş/örselenmemiş numuneleri almak ve kuyu içine ölçüm ekipmanları; inklinometre, ekstansometre, piyezometre v.b. yerleştirmek amacıyla yapılacaktır.

Sondajlar kaya / zeminlerin litolojik ve yapısal özelliklerini, yatay ve düşey doğrultudaki değişimlerini, süreksizliklerin sıklığı, ara uzaklığı, süreksizlik yüzeylerinin pürüzlülüğü, dolgu durumu, geçirgenliği ve yeraltı su durumu ile mühendislik parametreleri gibi bilgileri toplamak amacıyla yapılacaktır.

İhale kapsamında bulunan sondaj çalışmalarında; bu işle ilgili yeterli miktardaki makinelerin, ekipmanların ve işçiliğin temini, ikmali ve işletmesi bu şartname esaslarına göre olacaktır.

7.2. GENEL KAPSAM

7.2.1. İDARENİN YETKİLERİ

Onaylı sondaj iş programında yer alan sondaj kuyuları arazinin topografik veya jeoteknik özellikleri nedeniyle İDARE tarafından revize edilebilir. İDARE gerekli değişiklikleri yaparak iş miktarını eksiltebilir veya arttırabilir.

Sondaj işleri İDARENİN uygun gördüğü " Teknik Şartname" ve metotlar ile yapılacaktır.

Sondaj işlerinde İDAREce istenecek değişiklik ve ek işler proje ve inşaat programında gecikmelere sebebiyet vermeyecek şekilde müteahhit tarafından yürütülecektir. İşe başlamadan önce İDARENİN onayına sunulan sondaj işlerinde kullanılacak makine ve ekipman listesindeki her çeşit aletin sayı ve kapasiteleri İDAREce yeterli görülmez ise İDARE bunların değiştirilmesini müteahhitten isteyebilecektir. Müteahhit bu istekleri, işlerin bitimini uzatmayacak bir sürede temin edecektir.

7.2.2. MÜTEAHHİDİN SORUMLULUĞU

1. Sondaj çalışmalarına sondaj iş programı onaylanmadan kesinlikle başlanmayacaktır.
2. Sondaj çalışmalarının proje iş programı süresinde yapılabilmesi için yeter sayıda sondaj makine ve ekipmanı işyerinde bulundurulacaktır. Sondaj işinde kullanılacak makine sayısını kontrol mühendisi ve sondajları gerçekleştirecek olan sondaj mühendisi işin süresi, iklim koşulları v.b. etkenleri dikkate alınarak belirleyecektir.
3. Onaylı iş programı haricinde gerekli görülen makul sayıdaki ilave sondaj çalışmaları için kontrol mühendisi ile proje sorumlusu arasında tutanak düzenlenecek, aksi durumda ilave sondaj iş programı hazırlanıp İDARENİN onayına sunulacaktır.
4. Sondajlardaki yerinde deneyler, enstürmantasyon, yer altı suyu ölçümleri, numune alma v.b. çalışmalar Eurocode 7: Jeoteknik Tasarım, Bölüm-3, Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım kurallarına uygun olarak yapılacaktır.
5. Yapılan bütün sondajlara kot ve koordinat verilecektir.
6. Sondajlar proje ve kontrol mühendisinin uygun gördüğü yerlerde açılacaktır.
7. Tüm proje aşamalarında yapılan sondajlara ait bilgiler detaylı olarak etüt pafta ve profillerinde gösterilecektir.
8. Kayalarda, kontrol mühendisinin aksine bir talimatı olmadıkça tüm sondajlarda karotlu sondaj çalışması yapılacaktır.
9. Karotlu sondaj çalışmalarında manevra boyları maksimum karot yüzdesi elde edilecek şekilde düzenlenecektir. Yüzde 70' in altındaki karot yüzdeleri kabul edilmeyecektir. Bu kesimlere ait metrajlara kayada karotsuz sondaj açım bedeli ödenecektir.
10. Sondaja mutlaka ağızlık borusu çakılarak başlanacaktır.
11. Derin sondajlar hariç; sondaj derinliği $H_s \leq 40$ m. olan tüm sondaj kuyularına, kuyu tabanından yukarıya doğru en az 3-4 metresi delikli olmak üzere çapı minimum 5 cm olan PVC boru yerleştirilecektir.
12. Bütün sondajların kuyu ağızları 40x40x15 cm. ebatlarında betonlanarak sondaj numarası yazılacak ve kuyu ağızları ilerde gerekli ölçümler yapılacak şekilde kapatılacaktır. Derin sondajlar kuyu bitiminde sondaj takımı kuyudan çekilmeden kontrol mühendisine tutanakla teslim edilecektir.
13. Alınan numunelerden laboratuvar çalışması için gerekli olanlar kontrol mühendisinin uygun gördüğü zaman ve sıklıkta ilgili laboratuvara nakledilecektir.
14. Alınan karot numuneleri usulüne uygun sandıklanarak sondaj çalışmaları tamamlanıp tasdik edilene kadar müteahhit firma tarafından usulüne uygun olarak muhafaza edilecek ve iş bitiminde kontrol mühendisinin uygun gördüğü İDAREye ait en yakın işyerine tutanakla teslim edecektir.
15. Sondaj çalışmalarının başında mutlaka sorumlu bir sondaj mühendisi bulundurulacaktır.
16. Kuyu inşası tamamlanan sondajların logları kuyu bitiminden en geç 15 gün içinde kontrol mühendisine teslim edilecektir.
17. Sondaj logu en az şartname ekinde verilen örnek log üzerindeki bilgileri kapsayacaktır.
18. Yapılış amacına hizmet etmeyen ve yeterli derinliğe inilmeyen sondajlar eksik kabul edilecek, İDARE bu sondajların yerine yenilerinin yapılmasını isteyecektir.
19. Sondaj raporları en az; T.A.D.B. "Sondaj Raporu Yazım Tekniği" ndeki bilgileri içerecek ve 6 nüsha olarak düzenlenip İDAREye teslim edilecektir.

7.2.3. SONDAJ EKİBİ

Sondaj ekibi; bir sondaj mühendisi, bir sondör ve iki sondaj işçisinden oluşur.

7.2.4. SONDAJ MAKİNASI VE YARDIMCI EKİPMANLAR

Müteahhit işi zamanında bitirecek kapasite ve sayıda aşağıda belirtilen özelliklere sahip makine, ekipman ve yedek parçaları ile deney aletlerini iş yerinde bulunduracaktır. İşe başlamadan önce ekipman listesini İDAREnin onayına sunacaktır.

İşin özelliğine uygun derinlik ve çapta, her eğim ve doğrultuda, her türlü jeolojik formasyonda minimum 120.6mm çapında, karot çapı en az 54.7 mm. olmak üzere en az 100m. derinlik kapasiteli jeoteknik amaçlı sondaj kuyusu açmaya uygun makineler kullanılacaktır. İDARE, işin özelliğine göre gerekli gördüğünde karot çapını büyütülebilir veya küçültülebilir. Ancak bu durum gerekçeli bir tutanakla kayıt altına alınmalıdır.

İDARE, tünel sondajları gibi daha derin sondajlar için makine kapasitesi konusunda özel belirlemeler yapabilir.

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.

Sondaj kuyusunun su ihtiyacını iş saatleri süresince sağlamak için arazöz veya en az 3 ton su kapasiteli su tankı gerektiğinde kullanılacaktır.

Kullanılacak olan kesiciler, karotiyerler, tijler, muhafaza boruları ve diğer yardımcı ekipmanlar mevcut sondaj standartlarına uygun olacak ve şartnamede belirtilen işin özelliğine uygun çap ve derinliklerde çalışabilecek kapasitede olacaktır.

Kullanılacak karotiyerler sondaj yapılan birimin özelliğine göre tek tüplü veya çift tüplü oynar başlıklı veya karniyarık karotiyerler olacaktır. Bu karotiyerlerin tipi ve çapı işin özelliğine uygun olarak kontrol mühendisi tarafından belirlenecektir.

Örselenmemiş numuneler mümkün ölçüde minimum 3 1/2" çapında soğuk çekme çelikten yapılmış ince cidarlı tüplerle veya gelişmiş (pistonlu, denison, v.b.) numune alıcılarla alınacaktır. Tüpler deforme olmamış, ince cidarlı, temiz, yağlı ve minimum 70 cm. boyunda ve kesici uçları İDARE 'ce belirlenen şartları sağlayacak özellikte olmalıdır.

7.2.5. KUYU İÇİNDE YAPILACAK DENEYLER

Açılacak sondaj kuyularında projelendirme için gerekli deneyler sondaj iş programında belirtilecektir. Bu deneyler Eurocode 7: Jeoteknik Tasarım, Bölüm-3, Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım kurallarına uygun olarak yapılacaktır.

Deneyler, İDARENİN / Kontrol Mühendisinin aksi bir talimatı olmadığı sürece aşağıdaki sıklıkta yapılacaktır.

<u>Deneyin Adı</u>	<u>Deney Sıklığı</u>
Standart Penetrasyon Testi (SPT)	1,5 m. de bir adet
Vane	1 m. de bir adet
Presiyometre	1 m. de bir adet
Basınçlı Su Testi (BST)	2 m. de bir adet
Konik Penetrasyon Testi (CPT)	1,5 m. de bir adet

NOT: Yapılacak tüm deneyler için İDARENİN onayı alınacaktır. İDARE bu deneylerin dışında uygun gördüğü deneyleri istediği standarda göre yaptırabilir.

7.2.6. NUMUNE ALMA, ETİKETLEME VE NAKİL

Numuneler Eurocode 7: Jeoteknik Tasarım, Bölüm-3, Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım kurallarına uygun olarak alınacak, etiketlenecek ve nakledilecektir.

7.2.7. ZEMİN-KAYA TANIMLAMALARI

Zemin-kaya tanımlamalarında eldeki olanaklar ölçüsünde Türk Standartları TS-1500, TS 6108'e uyulacaktır. Türk Standartlarının yetersiz olduğu yerlerde BS, DIN, ASTM, AASHTO v.b. yabancı standartlar veya İDARENİN teknik talimatlarına uygun sınıflamalar yapılacaktır.

7.2.8. SONDAJ RAPORU YAZIMI

Sondaj rapor yazımı TADB "Rapor Yazım Kuralları" standardına uygun olarak aşağıdaki şekilde gerçekleştirilecektir.

- KAPAK
- Yer Gösterim Haritası
- Güzergah Gösterim Haritası

1 - GİRİŞ

- a- Proje ve Sondajın Amacı
- b- Projenin Yeri
- c- Projenin Özellikleri
- d- Çalışma Yöntemi ve Süresi

2 - GENEL JEOLJİ

- a- Stratigrafi
- b- Yapısal Jeoloji ve Tektonik
- c- Depremsellik

3 - ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

4 - SONUÇ VE ÖNERİLER

5 - EKLER

- 1- Sondaj Logları
- 2- Jeolojik Harita
- 3- SPT Grafikleri ve Jeolojik Kesit
- 4- Laboratuvar Föyleri
- 5- Detay Sondajlar İçin Plankote

7.3. SONDAJ YERLERİNİN, SAYISININ VE DERİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Sondajlar yol bileşenlerinin; yarma, dolgu, tünel, viyadük, köprü, altgeçit, üstgeçit, menfez, dayanma yapıları, heyelan, zayıf zemin geçişi v.b. ile bina gibi yapı temellerinin projelendirileceği alandaki jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki jeolojik-jeoteknik özelliklerini en iyi ortaya çıkaracak yerlerde ve derinliklerde yapılacaktır.

Sondaj çalışmaları koridor, elverişlilik, ön proje ve kesin proje jeolojik-jeoteknik etütleri aşamalarında, bunların şartname kriterlerinde belirtilen amaçları doğrultusunda sayı ve yerleri belirlenerek yapılacaktır.

Bu çalışmaların yapılması kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

7.3.1. YARMA SONDAJLARI

Yarma sondajları $h \geq 5$ m. olan yarmalarda en yüksek yarma şevinin (1/1 oranında) araziye kestiği yerden 5-10 m. geride yol kırmızı kotunun 5 m. altına inecek şekilde planlanacaktır.

7.3.2. DOLGU SONDAJLARI :

Dolgularda sondaj dolgunun üzerinde inşa edileceği taban zemininin özelliklerine göre belirlenecektir. Dolgu yüksekliği $h \geq 5$ m. olan dolgularda sondaj yapılacaktır. Tüm dolgu sondajları 10 m. den daha az olmayacaktır.

- a) Sondaj derinliği killi, siltli, ince taneli $SPT-N \leq 10$ zeminlerde dolgu yüksekliğinin 3 katı olarak yapılacaktır. Ancak sondaj derinliği 50 metreyi geçmeyecektir.
- b) Sondaj killi siltli ince taneli zeminde ve $10 \leq SPT-N \leq 20$ ise sondaj derinliği dolgu yüksekliğinin 1.5 katı olacaktır.
- c) Sondaj a ve b maddelerinde belirtilen zemin koşullarında ilerlerken; 4 kez arka arkaya $SPT-N \geq 20$ koşulunu sağlaması halinde, ya da zeminin değişip iri taneli kum-çakıl, blok, kaya v.b. zeminlere girilmesi durumunda, 4 kez arka arkaya $SPT-N \geq 30$ koşulunu sağlaması halinde sondaja son verilecektir.
- d) Dolgu taban zemininin kum, çakıl ve bloklu malzemedan oluştuğu ortamlarda dolgu yüksekliği kadar veya dolgunun çok yüksek olması halinde ($h \geq 20$ m.) 20 m. yapılacaktır.

- e) Dolgu taban zemininin kil, silt, kum, çakıl, blok tabakalarından oluştuğu ortamlarda ise sondaj derinliği dolgu yüksekliğinin 1,5 katı olacaktır. Ancak dolgu yüksekliğinin fazla olması halinde ($h \geq 20$ m.) 30 m. olacaktır.
- f) Kaya ortamlarda ise aktif fay, karstik boşluk v.b. süreksizlikler için araştırma gerekmiyorsa sondaj derinliği 10 m. olacaktır.
- g) Üstte alüvyon, altta kaya bir birimin olması halinde sondaj derinliği 10 m. den az olmamak koşulu ile kaya içerisinde 5 m. ilerlenip sondaja son verilecektir.

Kontrol mühendisinin gerekli görmesi halinde sondaj derinlikleri değiştirilebilir.

7.3.3. VİYADÜK SONDAJLARI

Viyadük sondajları viyadük yapılması planlanan alanda viyadüğün uzunluğuna ve yüksekliğine bağlı olarak yapılmalıdır.

İlk yapılacak iki sondaj; lokasyonları İDARE'den onay almak şartı ile belirlenmiş pilot sondaj olarak kabul edilip derinlikleri kaya ortamlarda 30 m., zeminlerde 60 m. olarak yapılmalıdır. 30 m. derinlikten önce kayaya girildiğinde sondaj derinliği 30 m. den az olmamak koşulu ile kaya içinde 7.5 m. karotlu olarak ilerlenip sondaj bitirilmelidir.

Diğer sondajlar 7.3.4. Köprü, Altgeçit, Üstgeçit Sondaj kriterleri göz önüne alınarak yapılacaktır.

7.3.4. KÖPRÜ, ALTGEÇİT, ÜSTGEÇİT SONDAJLARI :

Köprü sondajlarında; olası temel yerleri belirlenerek jeolojik istiflenme, tektonik durum, yapısal özellikler v.b. etmenlere bağlı olarak sondajlar yapılacaktır. Sondajlar; altgeçit ve üstgeçitlerde en düşük proje kotundan köprülerde ise talveg kotundan itibaren yapılacaktır.

- a) Kaya ortama girildiği andan itibaren sondaj derinliği 10 m. den az olmamak koşulu ile kayada 5 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir. Ancak fay, kırık, karstik boşluk v.b. yapısal unsurların araştırılması durumunda kontrol mühendisinin onayı alınarak arttırılabilecektir.
- b) Sıkışma potansiyeli yüksek, taşıma gücü zayıf ($SPT-N < 10$) olan zeminlerde 40 m. yapılacaktır.
- c) $10 \leq SPT-N \leq 20$ olan zemine girildiği andan itibaren sondaj derinliği 40 m. den az olmamak koşulu ile bu ortamda 10 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.
- d) Molozlu, bloklı bir ortama girildiği andan itibaren sondaj derinliği 15 m. den az olmamak koşulu ile molozlu, bloklı ortamda 7,5 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.
- e) $20 < SPT-N < 40$ olan kil, silt, kum ve çakıllı bir zemine girildiği andan itibaren sondaj derinliği 30 m. den az olmamak koşulu ile bu zeminde 10 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.
- f) $SPT-N \geq 40$ olan kil, silt, kum ve çakıllı bir zemine girildiği andan itibaren sondaj derinliği 20 m. den az olmamak koşulu ile bu zeminde 7,5 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.

- g) Açıklığı ve/veya ayak yüksekliği 40 metreden fazla olan köprüler için mutlaka özel sondaj programı hazırlanıp derinlikleri onaylatılacaktır.

Not: SPT-N değeri ağırlıklı ortalama değerdir.

7.3.5. TÜNEL SONDAJLARI

Tünel sondajları tünel yerindeki jeolojik-jeoteknik etütlerle belirlenen zayıf zonlarda (fay, birim kontağı v.b.), kaya kütle sınıflamasına veri toplamak amacı ile tünel giriş-çıkış portallarında, giriş çıkış yarma şevlerinde, değişen her jeolojik birimde ve gerekli görülen diğer yerlerde planlanacaktır.

Bu sondajlar tünel kırmızı kotunun 20 m. altına inecek şekilde tamamı karotlu olarak yapılacaktır.

7.3.6. HEYELAN SONDAJLARI :

Heyelanlarda sondaj; heyelanın tipi, konumu, jeolojik yapı ve büyüklüğüne bağlı olarak kontrol mühendisinin görüşleri doğrultusunda uygun sayı ve derinliklerde jeoteknik parametreleri ortaya çıkaracak metotlar kullanılarak gerçekleştirilecektir.

Sondajlar jeolojik yapıyı, heyelan sınırlarını yeraltısuyu ve değişimini kayma yüzeyi derinliği ile kayma yüzeyinde mobilize olan dayanım parametrelerini belirleyecek yer ve derinliklerde olmalıdır.

Heyelanlarda sondaj derinliklerini jeolojik yapı ve kayma yüzeyi denetler. Sondaj derinlikleri kayma yüzeyinin 10 m. altına kadar devam edecektir.

7.3.7. ZAYIF ZEMİN SONDAJLARI

Yer altı suyunun yüzeye çok yakın olduğu, taşıma gücü ve oturma probleminin beklendiği zayıf zemin geçişlerinde (SPT-N \leq 8) 10 m. den az ve 30 m. den fazla olmamak koşulu ile SPT-N >8 olan ortamda 5 m. ilerleyene kadar sondaj yapılacaktır. Sondajın herhangi bir seviyesinde kaya ile karşılaşılması durumunda kaya içerisinde 5 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.

7.3.8. MALZEME OCAKLARI SONDAJLARI

Taş ocaklarında; kamulaştırma, projenin malzeme ihtiyacı v.b. kriterler dikkate alınarak öngörülen işletme derinliğinin 5 m. altına kadar en az 3 adet sondaj yapılacaktır.

Olası ocak derinliğinin 5 metreden büyük olduğu kum-çakıl ve dolgu (ariyet) ocaklarında ocağın dağılımını ortaya çıkarmak için uygun ve ekonomik işletme derinliğinin 2 metre altına inecek şekilde en az 3 adet sondaj yapılacaktır. Kaya ortamlarla karşılaşılması durumunda 2 m. ilerlenerek sondaja son verilecektir.

8. JEOFİZİK HİZMETLER

8.1. GİRİŞ

Jeofizik; yerin jeolojik yapısını matematik ve fizik ilkelerin yardımıyla fiziksel yöntemleri kullanarak inceleyen bir bilim dalıdır.

Jeofizik çalışmalar; yol bileşenlerinin; yarma, dolgu, tünel, viyadük, köprü, heyelan alanları, zayıf zemin geçişleri, her tip bina v.b yapı temellerinin projelendirilmesi amacıyla yapılacak jeoteknik amaçlı jeofizik çalışmaları ile malzeme ocakları ve su araştırmalarında yapılmaktadır.

Gerek proje aşamalarında ve gerekse yapım safhasındaki bazı mühendislik problemlerinin çözümü için, mühendislik jeofiziği dediğimiz uygulamalı jeofiziğin jeoelektrik, sismik, mikrotremör, gravite, manyetik, v.b tekniklerine ihtiyaç vardır. Çalışmanın özelliğine göre jeofizik yöntemlerden biri veya birkaçı birden uygulanabilmektedir.

Karayollarındaki mühendislik problemlerinde jeofiziğin başlıca uygulama alanları:

- Ana kaya derinlik ve devamlılığının araştırılması,
- Jeolojik stratigrafinin ortaya çıkartılması,
- Çeşitli mühendislik yapılarında, hasara ve zarara yol açabilecek yüzeyde tespit edilemeyen örtülü fayların ve diğer tektonik bozuklukların veya yüzeyde görülen izinin devamlılığının araştırılması,
- Kayaçlardaki bozuşma zonları, killi, serpantinleşmenin yoğun olduğu kesimlerin ve karstik yapıların bulunması,
- Bataklık kesimlerdeki kum-silt-kil gibi örtü tabakasının kalınlığının bulunması,
- Heyelanlı kesimlerde, kayma yüzeyi derinliğinin veya hareketli formasyonun araştırılması,
- Belirli sahalardaki kil, kum, çakıl ve kaya gibi inşaat malzemelerinin devamlılığı , rezervinin araştırılması,
- Zeminlerin yerinde (in-situ) dinamik elastisite parametrelerinin bulunması,
- Zeminlerin sismisitesinin bulunması,
- Köprü, viyadük, tünel gibi büyük sanat yapılarının inşaat alanlarında jeolojik stratigrafisi, dinamik elastisite sabitleri ile sismisite parametrelerinin bulunması,

Jeofizik çalışmalar; karayolu yapımında karşılaşılan yukarıda belirtilen v.b problemlerde; proje ve kontrol mühendisinin uygun gördüğü derinlik, sayıda ve yerde yapılır. Amaca yönelik hangi jeofizik yöntemin kullanılarak problemin çözüleceği önceden jeofizik mühendisleri tarafından belirlenir.

Yukarıdaki mühendislik problemlerinin çözümü amacı ile karşılabilecek özel hallerde, şartnamede belirtilen jeofizik yöntemlerin dışında diğer jeofizik yöntemler ve uygulamalar (sismik yansıma, yer radarı, SP, manyetik, çoklu elektrot (multi electrode) özdirenç uygulamaları v.b) yapılması istenebilecektir.

İhale kapsamında bulunan jeofizik çalışmalarında; bu işle ilgili yeterli miktardaki alet, ekipman ve işçiliğin temini bu şartname esaslarına göre yapılacaktır.

8.2. GENEL KAPSAM İDARENİN YETKİLERİ

Jeofizik çalışma iş programında yer alan uygulamalı jeofizik yöntemleri, jeofizik çalışma noktaları arazinin topografik veya jeoteknik özellikleri nedeniyle İDARE tarafından revize edilebilir. İDARE gerekli değişiklikleri yaparak iş miktarını eksiltebilir veya arttırabilir.

Jeofizik çalışmalar İDARENİN uygun gördüğü “Teknik Şartname” ve metotlar ile yapılacaktır.

Jeofizik çalışmalarda İDAREce istenecek değişiklikler ve ek işler proje ve inşaat programında gecikmelere sebebiyet vermeyecek şekilde müteahhit tarafından yürütülecektir. İşe başlamadan önce İDARENİN onayına sunulan veya iş sırasında jeofizik çalışmalarda kullanılacak alet ve ekipman listesindeki her çeşit aletin sayı ve kapasiteleri İDAREce yeterli görülmez ise İDARE bunların değiştirilmesini müteahhitten isteyebilecektir. Müteahhit bu istekleri işlerin bitimini uzatmayacak bir sürede temin edecektir.

8.3. MÜTEAHHİDİN SORUMLULUĞU

- Jeofizik çalışmalara jeofizik iş programı onaylanmadan kesinlikle başlanmayacaktır.
- Jeofizik çalışmaların proje iş programı süresince yapılabilmesi için yeterli sayıda jeofizik alet ve ekipmanı işyerinde bulunduracaktır.
- Jeofizik çalışmada kullanılacak alet ve ekipmanın uygunluğu kontrol mühendisi ve jeofizik çalışmaları yürütecek jeofizik mühendisi kararı ile işin süresi, iklim şartları v.b etkenler dikkate alınarak belirlenecektir.
- Onaylı iş programı haricinde gerekli görülen makul sayıdaki **(toplam jeofizik iş hacminin %10' u)** ilave jeofizik çalışmalar için kontrol mühendisi ile proje sorumlusu arasında tutanak düzenlenecek, aksi durumda ilave jeofizik çalışma programı hazırlanıp İDARENİN onayına sunulacaktır.
- Jeofizik projelerinin arazi çalışmaları İDARENİN belirleyeceği bir jeofizik mühendisi tarafından bir tutanakla teslim alınacaktır.
- Yapılan bütün jeofizik çalışma noktaları, profil ve doğrultularına kot –koordinat verilecektir.
- Jeofizik çalışmalar proje ve kontrol mühendisinin uygun gördüğü yer ve doğrultularda yapılacaktır.
- Tüm proje aşamalarında yapılan jeofizik çalışmalara ait bilgiler detaylı olarak etüt paftasında ve profillerde gösterilecektir.
- Jeofizik çalışmalarda belirlenen derinliğe inilmesi gerekmektedir. Topografik koşullar v.b nedenleri ile inilemiyorsa bu belirtilecek ve kontrol mühendisinin onayı alınacaktır.
- Minimum öz direnç tayini için alınan numuneler kontrol mühendisinin uygun gördüğü yer, zaman ve sıklıkta alınıp laboratuvara iletilecektir.
- Jeofizik çalışmaların başında mutlaka sorumlu bir jeofizik mühendisi bulundurulacaktır.
- Jeofizik çalışmalarda ölçülen ve kaydedilen jeofizik kayıtlar ve sayısal veriler teslim edilmek üzere saklanacaktır.
- Yapılış amacına hizmet etmeyen yeterli derinliğe inilemeyen jeofizik çalışma noktaları veya hatları eksik kabul edilecek. İDARE bu jeofizik çalışma noktalarının yeniden yapılmasını isteyebilecektir.

- Jeofizik çalışma raporları en az; T.A.D.B. “ Jeofizik Raporu Yazım Tekniği”ndeki bilgileri içerecek ve 6 nüsha olarak düzenlenip İDAREye teslim edilecektir.

8.4. JEOFİZİK EKİBİ

Bir jeofizik ekibi; 1 jeofizik mühendisi, 1 alet operatörü, 4 düz işçi ve gerekli diğer personelden oluşur. Patlayıcı maddelerle çalışılması durumunda bir ateşleyici de ekibe katılır.

Jeofizik mühendisi; çalışmada uygulanacak jeofizik yöntemle ilgili olarak fiilen 3 yıl çalışmış olacaktır.

İDARE onaylı mühendisinin veya diğer elemanların teknik yeterliliğini ve konulardaki deneyimini iş başında değerlendirerek değişmesini isteyebilir.

8.5. ÇALIŞMALARDA KULLANILAN JEOFİZİK YÖNTEMLER

8.5.1. ELEKTRİK ÖZDİRENÇ YÖNTEMLERİ:

Yer katmanlarının elektrik akımının geçmesine gösterdikleri direnci ölçmeyi esas alan tekniklerdir. Elde edilen değere görünür öz direnç adı verilir ve ohm metre cinsinden ifade edilir.

8.5.2. SİSMİK KIRILMA YÖNTEMİ:

Sismik kırılma çalışmalarıında amaç; V_p boyuna dalga hızı ve V_s enine dalga hızı değerlerinin ölçülerek zemin ve kayaların elastik parametrelerinin (poisson oranı, dinamik elastisite modülü, shear modülü, bulk modülü v.b) elde edilmesi, zemin ve kayaların cins ve dağılımı, yeraltı su seviyesi, fay, kırık, çatlak, ayrışma durumu hakkında bilgilerin sağlanması ve zeminlerin hakim titreşim periyotlarının belirlenmesidir.

Sismik kırılma çalışmalarıında atışlar karşılıklı olarak yapılacaktır. S dalga hızı ölçümlerinde polariteye dikkat edilecektir.

8.5.3. MİKROTREMÖR YÖNTEMİ:

Mikro titreşim ölçümleri; belirlenen çalışma alanı içerisindeki noktalarda günün sakin zamanında titreşim hareketinin (yatay ve düşey) belirli süre için kaydedilmesidir (ölçümlerde trafik, sanayi, rüzgar v.b gürültülerinin olmadığı zamanlar tercih edilmelidir). Bu yöntemde titreşim algılayıcılar (sismometreler) ve kayıtçı cihaz (sismograf) kullanılır.

Kayıt almak için herhangi bir yapay titreşim kaynağı kullanılmaz. Doğrudan yer kürenin cisim ve yüzey dalgalarından oluşan yerin doğal titreşimleri kaydedilir.

8.5.4. LABORATUVARDA MALZEME ÖRNEĞİNİN ÖZDİRENCİNİN ÖLÇÜLMESİ YÖNTEMİ:

Deney düzeneğinde uygun şartlar oluşturularak hazırlanan numunenin öz direncinin ölçülmesi yöntemidir.

8.6. ÇALIŞMALARDA KULLANILAN JEOFİZİK ALET VE EKİPMANLAR

8.6.1. ELEKTRİK ÖZDİRENÇ ALETLERİ:

İki elektrot aracılığıyla yere, doğru akım ya da alternatif akım vererek, yerde oluşan gerilim farklarını diğer iki elektrot aracılığıyla ölçebilen aygıtlardır.

Araştırmalarda kullanılacak elektrik öz direnç aygıtlarının nüfuz (penetrasyon) derinlikleri en az 200 metre olmalıdır. Ancak tünel etütlerinde İDARE penetrasyon derinliğini özel olarak belirleyecektir.

8.6.2. SİSMİK ALETLERİ:

Yapay yollardan elde edilen elastik dalgaları jeofonlar aracılığıyla algılayabilen ve uygun ortamlara kaydedebilen aygıtlardır.

Jeofizik araştırmalarda kullanılacak sismik aygıtlar; en az 12 kanallı, sinyal biriktirmeli, ilk varış zamanlarını sayısal olarak verebilen, kazanç düzeyleri sayısal olarak tanımlanabilen türde olmalıdırlar. Sismik izler kağıt üzerinde gösterilebilmeli ve bilgisayar ortamında da kaydedilebilmelidir. Sismik aygıt, patlayıcı madde, ağırlık düşürme ve darbe gibi güç kaynaklarıyla kayıt alabilecek kapasitede olmalıdır. Sismik dalganın oluşturulma anını belirlemek için kullanılan tetikleyici muntazam çalışmalıdır. Patlayıcı maddeleri ateşlemede kullanılan kapsüller gecikme zamanı bilinen türde olmalıdır.

Sismik kırılma yöntemi için uygun yapıdaki frekansa sahip P ve S jeofonları kullanılacaktır. V_p hızı ölçümlerinde dikey, V_s hızı ölçümlerinde yatay jeofonlar kullanılacaktır.

Sismik çalışmalarda genellikle enerji kaynağı olarak dinamit, ağırlık düşürme ve zemine yerleştirilen plaka üzerine yapılan çekiç darbeleri kullanılmaktadır. Araştırma derinliğine ve cihazın özelliğine göre bunlardan birisi kontrol mühendisinin görüşü alınarak kullanılacaktır. V_s dalga hızı ölçümlerinde 2.5-3 m. uzunluğunda 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 yöntemlerde kullanılabilir.

8.6.3. MİKROTREMÖR ALETLERİ:

Mikro titreşimlerin partikül hızlarını algılayarak 0.1 sn ile 10 sn arasında veri alabilecek, geniş bantlı sismometreler kullanılmalıdır . Mikro titreşimleri üç bileşenli (iki yatay, bir düşey) olarak kaydedebilmelidir. Kayıt süresi en az 5 dakika olmalıdır. Veriler bilgisayar ortamında işlenebilir ve görüntülenebilir olmalıdır. Cihaz sayısal sismograf olarak çalışabilmeli ve yüksek dinamik aralığına sahip olmalıdır. Ayrıca sensör dinamik düzeyi 140 dB, sayılaştırıcı dinamiği 129 dB olmalıdır. Düşey ve yatay bileşen algılayıcılarının duyarlılıkları 340 V/ (m/sec)' den yüksek, kuplaj etkileri giderilmiş ve 1 Hz' den 100 Hz' e kadar partikül hızında tam düz tepki fonksiyonu verebilmelidir.

8.6.4. LABORATUVARDA MALZEME ÖRNEĞİNİN ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ALETLERİ:

Numunenin saf su karışımının 20° C' deki rezistivitesinin ölçülmesinde kullanılan aygıtlardır. Kullanılan alet, düşük akım verebilen (20 - 0.1 mA), ölçüm duyarlılığı 0.001 düzeyinde olmalıdır. Ölçüm düzeneğinde paslanmaz plaka veya çerçeve elektrotlar kullanılmalıdır. Ölçüm kutusu yalıtkan olmalıdır. Ölçüm yapılan kutunun boyutları en fazla 35x20x20 cm olmalıdır.

8.7. UYGULAMALARDA GENEL ESASLAR

8.7.1. PLANLAMA:

Jeofizik uygulamalar için arazi çalışmalarının taslak planı önceden hazırlanarak İDARENİN onayına sunulacaktır. Plan onaylandıktan sonra jeofizik uygulamaya başlanacaktır. İDARE çalışmalarının her aşamasında jeofizik uygulamada değişiklik yapılmasını isteyebilir.

8.7.2. ELEKTRİK ÖZDİRENÇ UYGULAMALARI:

"Jeofizik Hizmetlerin Yapılışı" başlığı altındaki her bölüm için yerelektrik (jeoelektrik) sondajları yapılacaktır. Yerelektrik sondajları arasındaki uzaklıklar 50 metreyi geçmeyecektir.

Özel durumlarda kontrol mühendisinin onayı alınarak bu mesafe arttırılabilir veya azaltılabilir. Uygulamalarda yerelektrik sondajları için uygun elektrot dizilimleri kullanılacaktır.

8.7.3. SİSMİK KIRILMA UYGULAMALARI:

Jeofon aralıkları en az 3 metre en çok 15 metre alınmalı ve her serimde karşılıklı atışlar yapılmalıdır. S dalgası kaydı yapılırken polariteye dikkat edilmelidir.

8.7.4. MİKROTREMÖR UYGULAMALARI:

Her noktada mikro titreşimler en az 5 dakika süre ile kaydedilmeli ve üç bileşenli (doğu-batı, kuzey-güney ve düşey yönlü) olmalıdır. Bu titreşimlere Spektral oran yöntemleri uygulanarak karakteristik spektrum grafiği bulunmalı ve baskın periyotlar ile büyültme faktörleri hesaplanmalıdır.

8.7.5. LABORATUVARDA ÖZDİRENÇ TAYİNİ UYGULAMALARI:

Dolgularda, kuru ortamda ve su içerisindeki yapılarda kullanılacak malzemenin 20°C bir saatlik saf su karışımının öz direncidir.

8.8. JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI

8.8.1. YARMALARDA JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI:

Yarmalarda jeofizik uygulamanın amacı, yarmanın jeolojik yapısını ortaya koymaktır.

Sismik kırılma ve elektrik özdirenç uygulamaları, **topografik koşullar uygun ise büyük yarmalarda yarma başlangıcının 50 metre öncesi ile yarma çıkışının 50 metre sonrası** arasında yapılmalıdır. Araştırma derinliği yarma yüksekliğinin 1.5 misli olmalıdır. Tektonizma etkisi gözlenmişse araştırma derinliği artırılmalıdır.

Çalışmalar, eksende boy kesit, kritik görülen kesimlerde de en kesit üzerinde yapılmalıdır. Ölçü noktalarının boy ve en kesit üzerinde olmasına dikkat edilmelidir. En kesit sayısı yarmanın jeolojik özelliklerini tümüyle ortaya koyacak sayıda olmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Yarmanın jeolojik özelliklerini ortaya koyacak uygun özdirenç yöntemi seçilecektir. Gerektiğinde büyük yarmalarda seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama da yapılmalıdır. Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

8.8.2. DOLGULARDA JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI:

Dolgularda jeofizik araştırmanın amacı, dolgunun oturacağı zeminin jeolojik yapısını ortaya çıkarmak ve dinamik elastisite sabitlerini saptamaktır.

Sismik ve elektrik özdirenç çalışmaları, **topografik koşullar uygun ise büyük dolgularda dolgu başlangıcının 50 metre öncesi ile dolgu bitiminin 50 metre sonrası arasında yol eksenini** boyunca yapılmalıdır. Uygun görülen yerlerde en kesitler alınmalıdır.

Jeofizik araştırmalarda inilecek derinlik dolgu yüksekliğinin 1.5 katı olmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

Dolgularda P ve S dalga hızları ölçülmelidir. Sismik hızlar ve katman kalınlıkları bulunmalı, dinamik elastisite sabitleri hesaplanmalıdır.

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Dolgunun oturacağı zeminin jeolojik yapısını ortaya çıkaracak uygun özdirenç yöntemi seçilmelidir. Gerektiğinde seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama da yapılmalıdır. Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

8.8.3. GÜZERGAH BOYU JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI:

Yol güzergahı boyunca jeolojik yapıyı ortaya çıkarmak amacıyla jeofizik araştırmalar yapılır. Jeofizik araştırmalar, jeolojik yapıya uygun aralıklarla güzergah boyunca olmalıdır ve gerekli görülen kesimlerde en kesitler alınmalıdır. Jeofizik veriler kırmızı kotun altında en az 10 metre derinlikten veri elde edecek şekilde yapılmalıdır.

İDAREce istendiğinde, kırmızı kota yakın fay, dayk gibi jeolojik yapıların, kırık, çatlak, boşluk araştırmalarında jeoradar çalışmaları yapılmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

Sismik kırılma çalışmalarında, güzergah üzerindeki kritik kesimlerde P dalga hızı ölçülmelidir. serimlerde kısa ofset tercih edilmelidir.

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Elektrik sondaj noktaları topografik koşulların elverdiği ölçüde güzergah eksenini üzerinde alınmalı ve eksen kazıklarına bağlanmalıdır. Kritik görülen kesimlerde, eksene dik doğrultularda en kesit çalışmaları yapılmalıdır. Güzergah boyunun jeolojik yapısını ortaya çıkaracak uygun özdirenç yöntemi seçilmelidir. Gerektiğinde seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama da yapılmalıdır.

Topografik koşullar uygun ise çatlaklı ve boşluk içeren jeolojik birimler üzerinde anizotropi çalışması yapılmalı ve kırmızı kotun altına inilmelidir. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

8.8.4. KARADAKİ KÖPRÜ VE VİYADÜK AYAK YERLERİNDE JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI:

Köprü ve viyadük ayaklarının oturacağı yerler ve ayakların oluşturabileceği yüklerin yayıldığı alan araştırma konusudur. Viyadükler için deprensellik çalışmaları ile sismik risk değerlendirmeleri yapılır. Her iki çalışma sadece köprü ayaklarının oturacağı noktaları değil aynı zamanda köprü ayağının meydana getirebileceği yüklerin

yayıldığı sahaları da kapsamaludur ve inilecek derinlik, ortamın jeolojisini belirleyecek şekilde olmakla birlikte en az 50 metre olmalıdır.

İDAREce istendiğinde, ana kaya ve boşluk araştırmalarında jeoradar çalışmaları yapılmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

Sismik kırılma çalışmalarında jeofon serimleri birbirini izleyecek biçiminde olmalıdır. Jeolojik yapı ortaya çıkartılmalı ve ortama ait dinamik elastisite sabitleri ile zemin hakim titreşim periyodu hesaplanmalıdır.

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Viyadük ve köprü ayak yerlerinin oturacağı zeminin jeolojik yapısını ortaya çıkaracak özdirenç yöntemi seçilmelidir. Elektrik sondaj noktaları sismik serimler üzerine denk gelecek biçimde seçilmelidir. Gerekliğinde seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama da yapılmalıdır.

Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

Mikrotremör Çalışmaları:

Viyadük veya köprü ayak yerlerini kapsayacak şekilde belirlenen çalışma koridoru içerisindeki noktalarda mikrotremör kayıtları alınarak her noktanın karakteristik spektrumu periyot grafiği bulunarak baskın periyotlar tespit edilmelidir .

8.8.5. TÜNEL GÜZERGAHLARINDA JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR:

Tünel güzergahı boyunca yapılan jeofizik araştırmaların amacı, jeolojik birimlerin, altere kesimlerin, fay zonlarının ve çatlak sistemlerinin belirlenmesidir. Tünel çalışmaları sırasında yeraltı suyu seviyesinin ve yeraltı suyu hareketlerini engelleyen geçirimsiz katmanların konumlarının bilinmesi de gerekmektedir.

Jeofizik çalışmalar, tünel girişinin 50 metre öncesi ile tünel çıkışının 50 metre sonrası arasında yapılmalıdır. topografik koşullar uygun ise çalışmalar tünel ekseninde ve tünel eksenine paralel, eksenin sağında ve solundaki hatlarda yapılmalıdır. Gerekli görülen yerlerde tünel güzergah eksenine dik en kesitler alınmalıdır.

Jeofizik çalışmaların derinliği tünel kırmızı kotunun 25 metre altından bilgi alınacak şekilde yapılmalıdır.

İDAREce istendiğinde, açılmakta olan tünel içlerinde kırık, çatlak, boşluk gibi süreksizliklerin araştırılmasında jeoradar çalışmaları yapılmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

Tünel için yapılan sismik kırılma çalışmalarında eklemeli serilimler yapılmalı, ofset mesafesi gereksinime göre ayarlanmalıdır. Sismik hızlar, katman kalınlıkları ve dinamik elastisite sabitleri hesaplanmalıdır.

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

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

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Tünel güzergahı boyunca ve gerekli görülen yerlerde alınan en kesitlerde uygun özdirenç yöntemi seçilerek elektrik sondajlar yapılmalıdır. Gerektiğinde dipol- dipol elektrot dizilimi ve diğer dizilimlerden elde edilen veriler kullanılarak eksenler boyunca görünür özdirenç derinliğine değişimi haritası çizilmeli ya da seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama yapılmalıdır. Gerekli görülen yerlerde anizotropi çalışması yapılarak çatlak sistemlerinin konumları araştırılmalıdır.

Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

8.8.6. HEYELANLARDA JEOFİZİK ARAŞTIRMALAR:

Heyelanlarda yapılan jeofizik araştırmalarda kayma yüzeyi, yeraltı su seviyesi ile ayrılmış-bozmuş birimlerin durumu belirlenmeye çalışılır. Duraylı ve sağlam olarak kabul edilen birimlerin sismik hızlarının ölçümü de heyelanlarda jeofizik araştırmaların konusudur.

Jeofizik araştırmalar sırasında elektrik sondaj ve sismik kırılma yapılacak profiller, heyelan eksenini boyunca alınmalı ve çalışma alanında duraylı olan kesimde görülen gerilme çatlaklarını da kapsayacak biçimde ilk kopma aynasının 50 metre ilerisi ile heyelan topuğunun 50 metre sonrası araştırılmalıdır. Gerekli görülen yerlerde boy kesite dik doğrultularda da jeofizik çalışma yapılmalıdır.

Heyelan üzerinde iki ya da daha çok boy kesitte çalışma yapılabildiği durumlarda heyelan eden kütlenin hacmi de hesaplanmalıdır.

Topografik koşullar uygun ise jeofizik çalışma derinliği, heyelan kayma yüzeyinin en az 20 metre altından bilgi alınacak şekilde yapılmalıdır.

Sismik Kırılma Çalışmaları:

Belirlenen doğrultulardaki serimlerde P dalga hızları ölçülmelidir. Kaya zeminlerde jeofon dizilim yönünün eğer gözlemsel olarak saptanabilmişse, tabakaların dalım yönüne uygun, kırık ve çatlak sistemleri yönüne dik olması sağlanacaktır.

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları :

Heyelanın jeolojik yapısını ortaya çıkaracak uygun özdirenç yöntemi seçilmelidir. Gerekliğinde dipol- dipol elektrot dizilimi ile ölçülen görünür özdirençler kullanılarak, görünür özdirençin derinliğine değişimi haritaları hazırlanmalı ya da seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama yapılmalıdır.

Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır.

8.8.7. MALZEME OCAKLARINDA JEOFİZİK HİZMETLERİN YAPILIŞI:

Malzeme ocaklarında yapılacak jeofizik araştırmalarının amacı, ocaklardan alınabilecek malzemenin miktarını, devamlılığını ve bozmuş kısımlarını belirlemektir. Açılımlar ocak işletim kotununun 20 m altına inecek şekilde planlanmalıdır.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Ocak sahasında, aralarındaki uzaklık 50 metreyi geçmeyecek biçimde birbirine paralel ve dik konumdaki profillerden bir ağ oluşturularak, bu ağ üzerinde elektrik sondajlar yapılmalıdır. Bütün elektrik sondaj noktalarının kotlandırılması yapılmalı ve topografya çıkarılmalıdır.

Elektrik sondaj derinlikleri çalışma öncesi belirlenen malzeme kalınlığını saptayabilecek biçimde seçilmelidir. Topografik koşulların uygun olmadığı durumlarda elektrik sondaj derinliği koşullara göre belirlenebilir.

Gerekliğinde kot farklarının olmadığı ya da çok az olduğu profillerde görünür özdirençin profil boyunca değişimi grafikleri belli derinlikler için çizilmeli ya da seçilen derinlikler için sabit elektrot aralıklarıyla profil tarama yapılmalıdır. Granüler malzeme ocaklarında killi seviyeler, su bulunduran kesimler, taşlaşmış (iyi çimentolanmış) kesimler araştırılmalıdır. Jeofizik çalışmalar sonucunda malzemenin devamlılığı, ortalama kalınlığı, uzanım yönü, hacmi ve uygun ayna yeri belirtilmelidir.

Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır

Sismik Çalışmalar:

Taş ocağı çalışmalarında kaya kalitesini belirlemek için sismik kırılma P dalga hızı kaydı yapılmalıdır.

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

Sismik bulguların temiz, kırılma noktalarının kesin olarak belirlemeye uygun olmasına dikkat edilecek, tüm kanallarda kırılma dalgası sağlanacaktır.

8.8.8. YERALTI SUYU JEOFİZİK ARAŞTIRMALARI:

Yeraltı suyu araştırmalarında jeofizik çalışmalar; karayolu yapımı ve işletmesi sırasında gerekli olan suyun sağlanması amacıyla yapılır. Bu çalışmalarda elektrik özdirenç çalışmaları genellikle yeterli olmaktadır. Jeofizik çalışmalarda yeraltı suyu taşıma olasılığı olan birim ya da katmanların konumları araştırılmalıdır. Kayaçlardaki kırık sistemleri ile akifer özelliği gösteren katmanlar araştırma konusudur.

Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Araştırmalarda Schlumberger ve gerekirse Wenner elektrot dizilimi kullanılmalıdır. Yerelektrik sondaj noktaları akiferin konumuna ve arazi yapısına uygun hatlar üzerinde bulunmalıdır. Jeoelektrik sondaj verilerinden elde edilen gerçek özdirençlerden akiferin yeri ve derinliği hakkında bilgi sahibi olunmalıdır.

Açılımlar topografyaya uygun olarak yapılacaktır. Tabakalı zemin ve kayalarda, elektrot açılım yönünün eğer saptanabilmişse tabakaların doğrultusuna uygun olması sağlanacaktır

8.8.9. LABORATUVARDA MALZEME ÖRNEĞİNİN ÖZDİRENÇ TAYİNİ ÇALIŞMALARI:

10 mm' lik elekten elenen malzeme üç eşit tabaka halinde ölçüm kutusuna yerleştirilir. Her bir tabaka yerleştirildikten sonra tokmakla en az 30 darbe ile sıkıştırılır. Numunenin üst yüzeyi spatula ile düzeltilir.

Soğutulan saf su numunenin üzerini kaplayacak şekilde kutuya konur. Termometre yerleştirilir. Özdirenci ve sıcaklığı ölçülerek kaydedilir. Bir saatlik numune su karışımının, 20°C' deki özdirenci, uygun bağıntılar kullanılarak hesaplanır.

"Jeofizik Hizmetlerin Yapılışı" bölümünde bulunmayan jeoteknik sorunlarla karşılaşıldığında, yapılacak jeofizik araştırmanın esasları KGM tarafından belirlenecektir.

8.9. JEOFİZİK VERİLERİN KAYDI VE DEĞERLENDİRMESİ

8.9.1. Elektrik Özdirenç Çalışmaları:

Log-log kağıdına çizilmiş olan görünür özdirencin derinliğine değişimi eğrisi, kuramsal eğrileri içeren abaklar ve/veya bilgisayar programları aracılığıyla değerlendirilmelidir. Kullanılan bilgisayar programı ve aletin özellikleri belirtilmelidir. Değerlendirme sonucu hesaplanan katman kalınlıkları ve gerçek özdirençler, özdirenç eğrisinin altına işlenerek elektrik sondaj logları elde edilmelidir. Elektrik sondaj logunda kalınlıklar metre, gerçek özdirençler ohmmetre cinsinden verilmelidir; ayrıca ayırt edilen jeofizik birimlere karşılık gelen jeolojik birimlerin adları ve işaretleri de, yerinde yapılmış mekanik sondaj,

araştırma çukuru ya da izlenebilen yüzlek vermiş birimlerden elde edilen veriler ile karşılaştırılarak elektrik sondaj loguna işlenmelidir. Elde edilen elektrik sondaj logları bütün bir hat boyunca tamamlandığında jeofizik kesitlerin çizimi yapılmalıdır.

Gerekliyse; istenilen profillerde görünür özdirençin derinliğine düşey değişimi haritaları ve yeterli ölçü alınabilmişse görünür özdirençin derinliğine yatay değişimi haritaları da çizilmelidir.

Elektrik sondaj noktalarının kot ve koordinatları plankote üzerine işlenmelidir.

8.9.2 Sismik Kırılma Çalışmaları:

Sismik kırılma çalışmalarında ilk varış zamanları kullanılarak zaman- uzaklık diyagramları çizilmeli ve uygun formüller kullanılarak sismik hızlar ile kalınlıklar hesaplanmalıdır. Sismik kırılma kayıtlarının değerlendirilmesinde bilgisayar programları da kullanılabilir. Kullanılan aletin ve hesaplamalarda bilgisayar kullanıldığında hangi programın kullanıldığı ve özellikleri belirtilmelidir. Hesaplanan kalınlık ve ortalama hızlar kullanılarak, ölçü alınan profiller boyunca sismik kesitler hazırlanmalı ve hesaplanan dinamik elastisite sabitleri kesitlere işlenmelidir. Kesitlerde jeolojik isimlendirme yapılmalıdır. Sismik profillerin kot, koordinat ve doğrultuları plankote üzerine işlenmelidir.

8.9.3. Mikrotremör Çalışmaları:

Her noktada mikro titreşimler en az 5 dakika süre ile üç bileşenli (doğu-batı, kuzey-güney ve düşey yönlü) kaydedilmelidir. Verilere spektral oran yöntemleri uygulanarak karakteristik spektrum grafiği bulunmalı ve baskın periyotlar tespit edilmelidir. Çalışmalar sırasında kullanılan sismograf, sismometre ve bilgisayar programları belirtilmelidir. Mikrotremör kayıtlarının değerlendirilmesinde kullanılan program ve yöntemlerin özelliklerinden bahsedilmelidir.

Çalışmanın sonucunda, çalışma alanını temsil edecek sayıda alınan veriler zaman ve frekans ortamında ayrı ayrı sunulmalıdır. Ölçü noktalarına ait hız ve büyültme spektrumları verilmelidir. Yöntem ile alansal bir tanımlama yapılacaksa ölçüm noktalarındaki değerler konturlanarak harita v.b üstüne işlenmelidir.

8.10. JEOFİZİK RAPORLAR VE TESLİMİ:

Jeofizik araştırmalar tamamlandıktan sonra;

- Özdirenç ölçü karneleri ile log- log kağıdına işlenmiş bilgiler
- Sismik kırılma kayıtları ile yol- zaman diyagramları
- Mikrotremör sayısal kayıtları
- Laboratuvar föylerinin birer örneği
- Gerçek özdirenç kesitleri
- İşin özelliğine göre özdirençin yatay ve düşey görünür özdirençin derinliğine yatay ve düşey değişimi haritaları
- Sismik kırılma değerlendirme sonucu bulunan sismik kesitler (jeofizik özdirenç ve sismik kesitlere jeolojik veriler işaretlenmelidir)

- Özdirenç verileri ile sismik kırılma değerlendirmesinde kullanılan bilgisayar programlarının özellikleri ile ölçü alınan ölçü aletlerini özellikleri
- Jeofizik raporlarında bir yer gösterim haritası, çalışma alanını ve ölçü noktaları ile serimleri gösteren bir plankote ya da proje bulunmalıdır.
- Jeofizik raporların sonuç kısmında jeofizik verilerin yorumları bulunmalıdır.

Yukarıda belirtilenler jeofizik raporları ile birlikte mutlaka verilecektir.

Çizelge-1: Tabaka kalınlığına göre değişik sınıflandırmalar

Kayaç tanımı	Tabaka kalınlığı (cm)	
	Deere (1963)	Londra Müh. Jeo. Grubu
Çok kalın tabakalı	> 300	> 200
Kalın tabakalı	300 – 100	200 – 60
Orta tabakalı	100 – 30	60 – 20
İnce tabakalı	30 – 5	20 – 2
Çok ince tabakalı	< 5	6 – 2
Laminalı (tortul)	-	2 – 0,6
İnce laminalı (tortul)	-	< 0,6

Çizelge-2: Süreksizlik sıklığına göre kayaç tanımlaması (Şekercioğlu, 1998)

Ortalama süreksizlik sıklığı (m ⁻¹)	Kayaç tanımı
< 1	Masif
1 – 3	Az çatlaklı – kırıklı
3 – 10	Kırıklı
10 – 50	Çok çatlaklı – kırıklı
> 50	Parçalanmış

Çizelge-3: Çatlak ara uzaklığına göre sınıflandırmalar (Şekercioğlu, 1998)

Kayaç tanımı	Çatlak ara uzaklığı (cm)	
	Deere (1963)	İngiltere
Çok seyrek çatlaklı (katı)	> 300	> 200
Seyrek çatlaklı (masif)	300 – 100	200 – 60
Orta çatlaklı (bloklu)	100 – 30	60 – 20
Sık çatlaklı (çatlaklı)	30 – 5	20 – 2
Çok sık çatlaklı (kırılmış ezilmiş)	< 5	6 – 2
Fevkalade sık çatlaklı	-	< 2

Çizelge-4: Süreksizlik açıklığına göre kayaçların tanımlanması

(Şekercioğlu, 1998)

Süreksizlik aralığı (dolgu, damar, fay kalınlığı) (mm)	Tanım
> 200	Çok geniş aralıklı
60 – 200	Geniş aralıklı
20 – 60	Orta genişlikte aralıklı
6 – 20	Orta derecede aralıklı
2 – 6	Dar aralıklı
0 – 2	Çok dar aralıklı
0	Sıkı

Çizelge-5: Süreksizlik yüzeylerinin saha gözlemlerine göre pürüzlülük açısından Sınıflandırılması (Piteau, 1970)

Yüzey Pürüzlülüğü	Yüzeyi Sahada Tanıma
Düz	Dokunulduğunda pürüzsüzdür. Kayma izi bulunabilir.
Hafif pürüzlü	Yüzeyde girinti ve çıkıntılar açıkça görülür ve hissedilir.
Orta pürüzlü	Yüzeyde pürüzler açıkça görülür ve aşındırıcı görünüştedir.
Pürüzlü	İri pürüzler görülebilir. Çıkıntılar ve yüksek açılı (dik basamaklı) basamaklar belirgindir.
Çok pürüzlü	Dik basamaklar ve çıkıntılar vardır.

Çizelge-6: Süreksizliklerin devamlılığının tanımlanması (Şekercioğlu, 1998)

Süreksizlik izinin Ölçülen uzunluğu (m)	Tanımlama
> 1	Çok düşük devamlılık
1 – 3	Düşük devamlılık
3 – 10	Orta devamlılık
10 – 20	Yüksek devamlılık
> 20	Çok yüksek devamlılık

Çizelge-7: Kayaçların kaya kalitesine (RQD) göre sınıflandırılması (Şekercioğlu, 1998)

RQD	Kayaç Tanımı
100 – 90	Çok iyi kaliteli
90 – 75	İyi kaliteli
75 – 50	Orta kaliteli
50 – 25	Kötü kaliteli
25 >	Çok kötü kaliteli

Çizelge-8: Süreksizlik yüzeylerinin tek eksenli sıkışma dayanımına ve arazi tanımlamalarına göre sınıflandırılması (ISRM, 1981)

Simge	Kayaç sınıfı	Tanımlama	Tek eksenli basınç dayanımı, σ_c MPa
R0	Aşırı derecede zayıf kayaç	Kayacın yüzeyinde tırnak ile çentik oluşturulabilir.	0,25 – 1,0
R1	Çok zayıf kayaç	Jeolog çekiciyle sert bir darbeye ufalanan kayaç çakı ile doğranabilir.	1,0 – 5,0
R2	Zayıf kayaç	Kayaç çakı ile güçlükle doğranır. Jeolog çekici ile yapılacak sert bir darbe kayacın yüzeyinde iz bırakır.	5,0 - 25
R3	Orta derecede sağlam kayaç	Kayaç çakı ile doğranamaz. Kayaç örneği jeolog çekici ile yapılacak tek ve sert bir darbeye kırılabilir.	25 - 50
R4	Sağlam kayaç	Kayaç örneğinin kırılabilmesi için, jeolog çekici ile birden fazla darbenin uygulanması gerekir.	50 - 100
R5	Çok sağlam kayaç	Kayaç örneğinin kırılabilmesi için, jeolog çekici ile çok sayıda darbe gerekir.	100 - 250
R6	Aşırı derecede sağlam kayaç	Kayaç örneği jeolog çekici ile sadece yontulabilir.	> 250

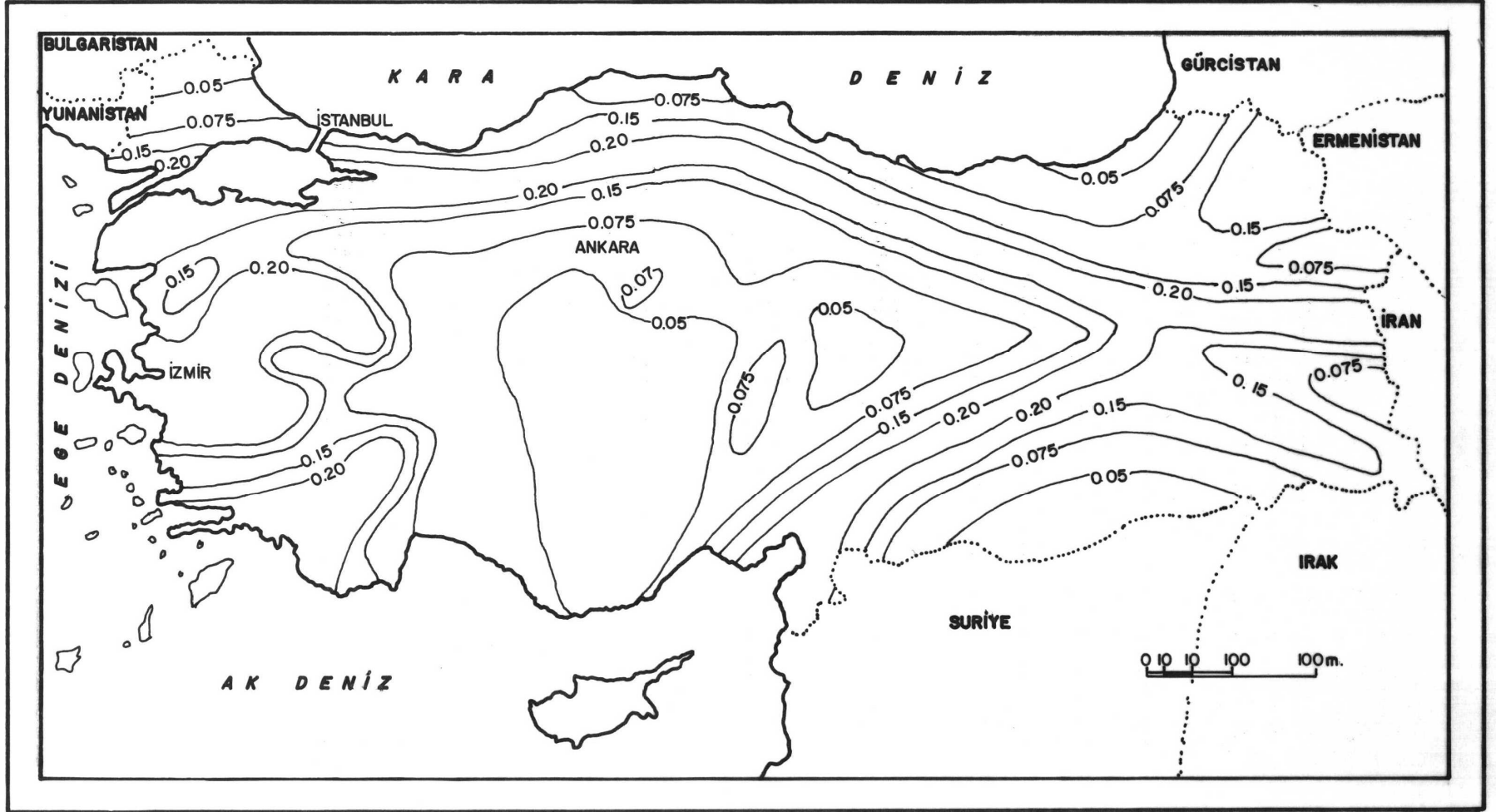
Çizelge:9 Zemin ve kayaların yaklaşık sıkışma kabarma değerleri

ÇOK SERT KAYA		K= %25-30
SERT KAYA		K= %15-25
YUMUŞAK KAYA		K= %5-15
KÜSKÜ		S=K - K=%5
ZEMİN	GW-SW-GP-SP	S=K - S=%5
	GM-SM-GC-SC	S= % 5-15
	ML-CL	S= %15-25
	MH-CH	S= %25-30

Çizelge-10 arazi gözlemleri ile kayaçların ayrışmaya göre sınıflandırılması

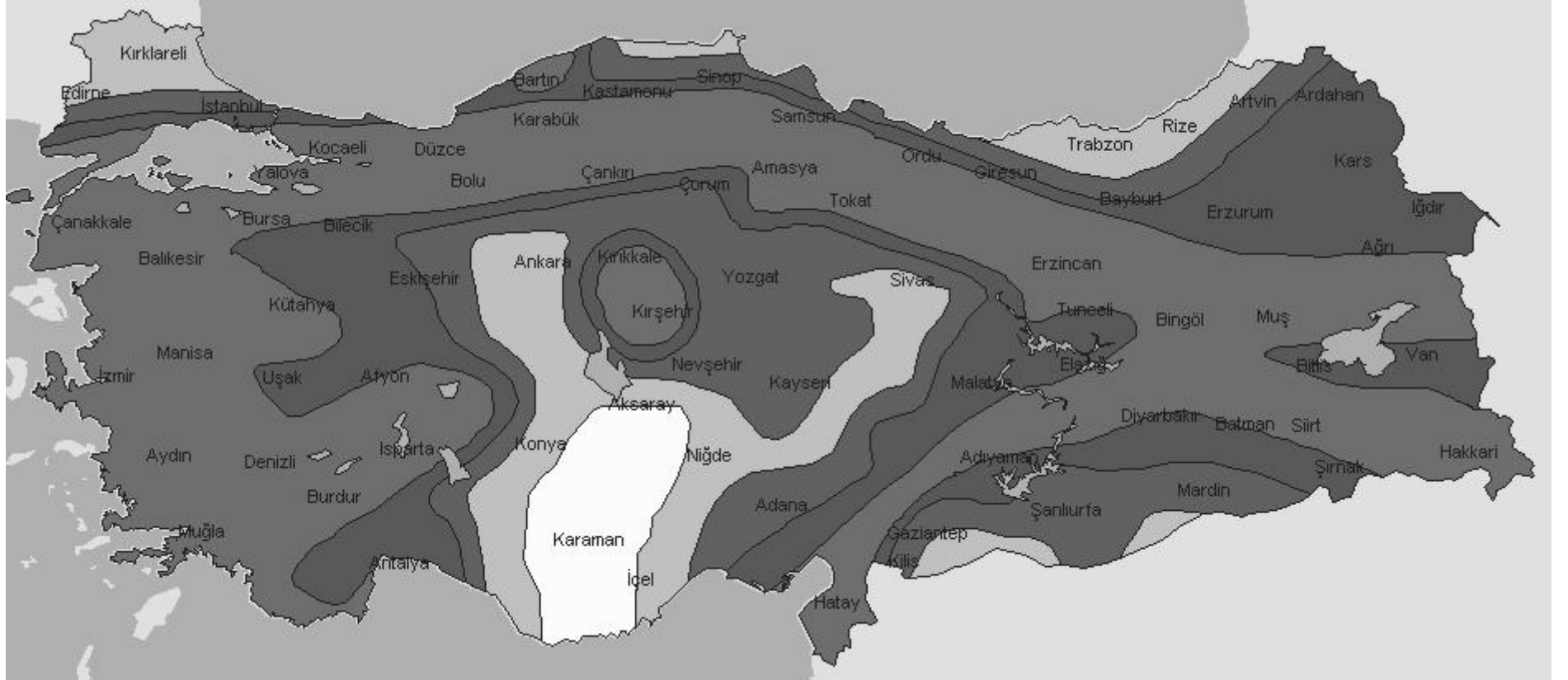
<u>BOZUŞMA DERECESESİ</u>	<u>SEMBOL</u>	<u>TANIM ÖZELLİKLERİ</u>	<u>MÜHENDİSİK ÖZELLİKLERİ</u>
<u>AYRIŞMAMIS</u> (Taze Kaya)	I	Gözle görülür bozuşma ve renk değişimi yok. Çatlak yüzeylerinde boyanma olabilir. Jeolog çekiciyle vurulunca ses verir.	Basınç kalkması ya da patlamadan dolayı müstakil bloklar olabilir. Tünel ve shaftlarda bazen destekleme gerekebilir.
AZ (HAFİF) AYRIŞMIŞ	II	Ayrışma renk değişikliği şeklinde kaya içine ilerlemiştir. Kaya direnci taze kayaya yakındır. Kaya oranı % 90'dan fazladır.	Kazılar patlayıcı madde ile yapılır. Beton baraj temelleri için uygundur. Açık çatlaklar boyunca geçirimlidir. Beton agregası için şüpheli görülür.
ORTA DERECEDE AYRIŞMIŞ	III	Ayrışma kaya içine doğru ilerlemiş olup, renk değişimi mevcuttur. Karotlar elle kırılmayabilir. Çakı ile çizilmeyebilir. Kaya oranı % 50-% 90 arasında değişir.	Patlayıcı madde kullanmadan kazılması zordur. Dozer izlerinde kırılmalar görülür. Toprak ve ufak beton baraj temelleri için uygundur. Yarı geçirimli malzeme olarak kullanılabilir. Çatlaklara dikkat edilmek koşulu ile duraylı şevler açılabilir.
YÜKSEK DERECEDE (ÇOK) AYRIŞMIŞ	IV	Minerallerin bir çoğu bozuşmuş, numuneler el ile kırılabilir veya çakı ile traşlanabilir. Kütlede kaba daneler var. Kristal doku belirsizleşmekte ancak yapı yerindedir. Kaya oranı % 50'den azdır.	Patlayıcı madde kullanmadan kazılabilir. Büyük yapı temelleri için sorun yaratabilir. Sebatsız büyük bloklar görülebilir.
TAMAMEN AYRIŞMIŞ	V	Ayrışma sonucu kaya tamamen parçalanmıştır. Mineraller zemine dönüşmüş, ancak kayanın dokusu hala tanınabilir. Numuneler kolayca elle ufalanabilir. Renk değişmiştir. Seyrek olarak küçük ana parçaları bulunabilir.	Patlayıcı madde kullanılmadan ve elle kazılabilir. Büyük yapı temelleri için uygun değildir. Dolgu baraj temeli ve malzemesi olabilir. Erozyondan korunmalıdır.
REZİDÜEL ZEMİN (Toprak)	VI	Kayacın tekstürü (dokusu) tanınmaz. Bitki kökü ve humus içeren yüzey seviyesidir. Büyük hacimsel değişme mevcuttur.	Temel ve Şevler için duraysızdır.

Little, 1969, Ulusay, R., 1989, K.G.M. Şev Pr. Reh., 1989 (K.G.M. Jeolojik Hizmetler Şubesi Müdürlüğüne hazırlanmıştır, Şubat 1993)



STABİLİTE ANALİZLERİNDE KULLANILACAK YATAY DEPREM KATSAYILARI

TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI



- 1. Derece
- 2. Derece
- 3. Derece
- 4. Derece
- 5. Derece

KAYA KÜTLE TANIMLAMASI VERİ TABLOSU

GENEL BİLGİ

Sıra No	<input type="text"/>	Yeri	<input type="text"/>	Tarih	<input type="text"/>	Yapı	<input type="text"/>	Lokasyon türü	<input type="text"/>	Koordinatlar	<input type="text"/>	Enlem	<input type="text"/>	Boylam	<input type="text"/>	Yükseklik	<input type="text"/>																																																																																																											
										1. Koordinatlar yardımıyla 2. Kilometre 3. Harita/kroki/fotoğraf üzerinde																																																																																																																		
Lokasyon Türü	<input type="text"/>	Lokasyon alanı	<input type="text"/>	Süreksizlik verileri sayfa	<input type="text"/>	Kroki	<input type="text"/>	Fotoğraf	<input type="text"/>	Arazi Deneyleri	<input type="text"/>	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td><td style="width: 10%;"><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> <tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr> </table>						<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																																																																											
1. Doğal yüzlek		1. > 10 m ²		1. Doğal yüzlek		1. > 10 m ²		1. Doğal yüzlek		1. > 10 m ²		1. Doğal yüzlek		1. > 10 m ²		1. Doğal yüzlek																																																																																																												
2. İnşaat kazısı		2. 5-10 m ²		2. İnşaat kazısı		2. 5-10 m ²		2. İnşaat kazısı		2. 5-10 m ²		2. İnşaat kazısı		2. 5-10 m ²		2. İnşaat kazısı																																																																																																												
3. Araştırma çukuru		3. 1-5 m ²		3. Araştırma çukuru		3. 1-5 m ²		3. Araştırma çukuru		3. 1-5 m ²		3. Araştırma çukuru		3. 1-5 m ²		3. Araştırma çukuru																																																																																																												
4. Hendek		4. <1 m ²		4. Hendek		4. <1 m ²		4. Hendek		4. <1 m ²		4. Hendek		4. <1 m ²		4. Hendek																																																																																																												
5. Çukur				5. Çukur				5. Çukur				5. Çukur				5. Çukur																																																																																																												
6. Galeri				6. Galeri				6. Galeri				6. Galeri				6. Galeri																																																																																																												

KAYA KÜTLESİ HAKKINDA BİLGİLER

Renk	<input type="text"/>	Tane boyutu	<input type="text"/>	Basınç dayanımı	<input type="text"/>	Basınç dayanımını bulma metodu	<input type="text"/>	Kaya Türü	<input type="text"/>
1. Açık	1. Pembemsi	1. Pembe	1. Çok kaba (>60 mm)	1. Çok dayanımlı (>100 MPa)	1. Ölçülmüş	Açıklamalar			
2. Koyu	2. Kırmızısı	2. Kırmızı	2. Kaba (2-60 mm)	2. Dayanımlı (50-100 MPa)	2. Değerlendirilmiş				
3. Sarımsı	3. Sarı	3. Orta (60 µm-2 mm)	3. Orta dayanımlı (12,5-50 MPa)						
4. Kahvemsi	4. Kahverengi	4. İnce (2 µm-60 µm)	4. Orta zayıf (5-12,5 MPa)						
5. Zeytini	5. Zeytin Yeşili	5. Çok ince (< 2 µm)	5. Zayıf (1,25-5 MPa)						
6. Yeşilimsi	6. yeşil		6. Çok zayıf/sert (600-1250 kPa)						
7. Mavimsi	7. Mavi		7. Çok katı (300-600 kPa)						
8. Grimsi	8. Beyaz		8. Katı (150-300 kPa)						
	9. Gri		9. Sıkı (80-150 kPa)						
	10. Siyah		10. Yumuşak (40-80 kPa)						

KAYA KÜTLESİ HAKKINDA BİLGİLER

Yapısı	<input type="text"/>	Blok boyutu	<input type="text"/>	Bozuşma durumu	<input type="text"/>	Ana süreksiz	<input type="text"/>
1. Bloklı	1. Çok büyük (>8 m ³)	1. Taze	Açıklamalar				
2. Düzlemsel	2. Büyük (0,2-8 m ³)	2. Az bozuşmuş					
3. Sütünlü	3. Orta (0,008-0,2 m ³)	3. Orta derecede bozuşmuş					
	4. Küçük (0,0002-0,008 m ³)	4. Çok bozuşmuş					
	5. Çok küçük (< 0,0002 m ³)	5. Tamamen bozuşmuş					
		6. Residüel zemin					

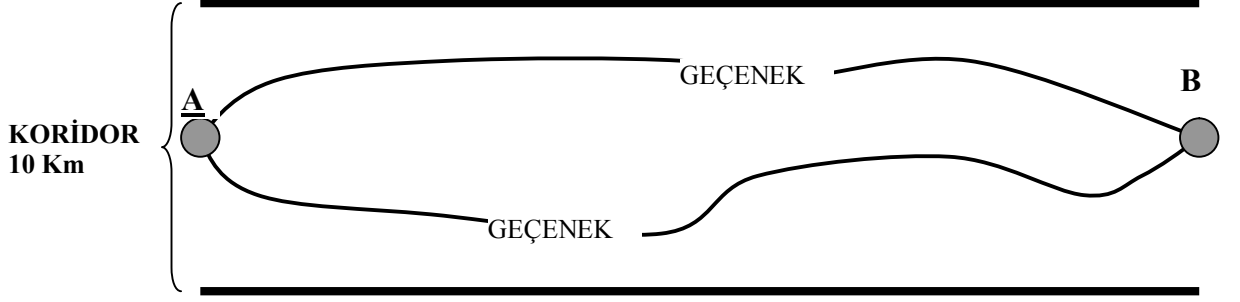
HAT BOYUNCA SÜREKSİZLİK VERİ ÇALIŞMALARI

Hat	Hattın yönü	Hattın uzunluğu	Açıklık	Açıklamalar
Hat 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hat 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hat 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Süreksizlik açıklık 1. Açın geniş(>2m) 4. Orta geniş(60-200mm) 7. Çok dar(<6mm)
 2. Çok geniş(600mm-2m) 5. Orta dar (20-60 mm)
 3. Geniş (200-600 mm) 6. Dar (6-20 mm)

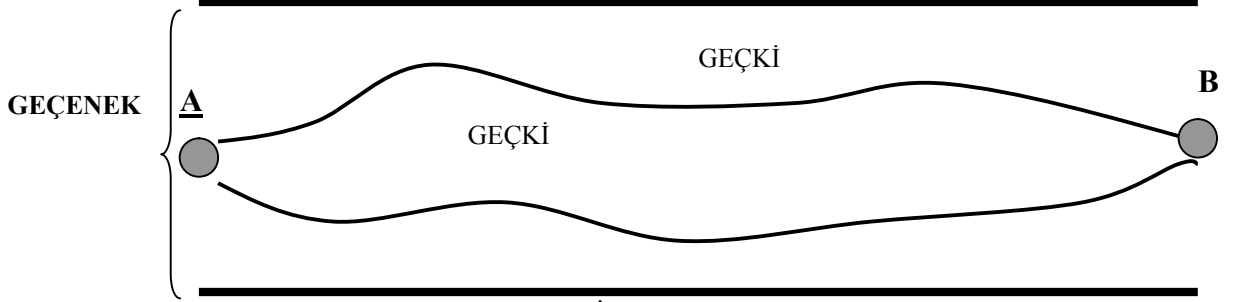
TANIMLAR

KORİDOR



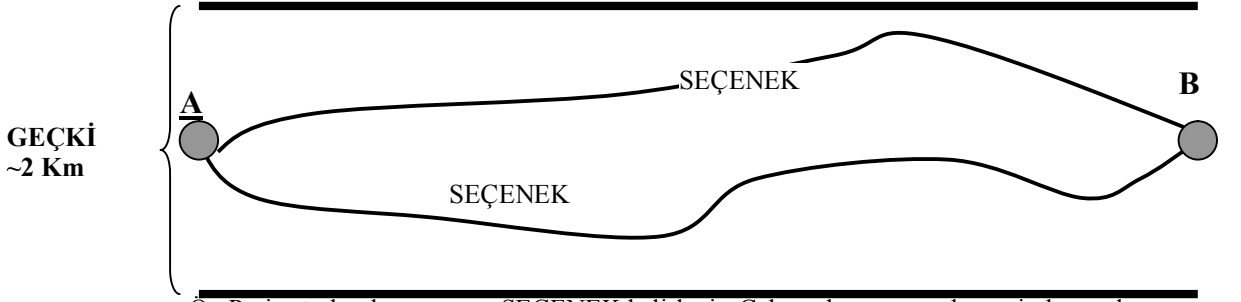
Koridor etüdünde un uygun **GEÇENEK** belirlenir. Çalışmalar o geçenek üzerinde yapılır.

ELVERİŞLİLİK



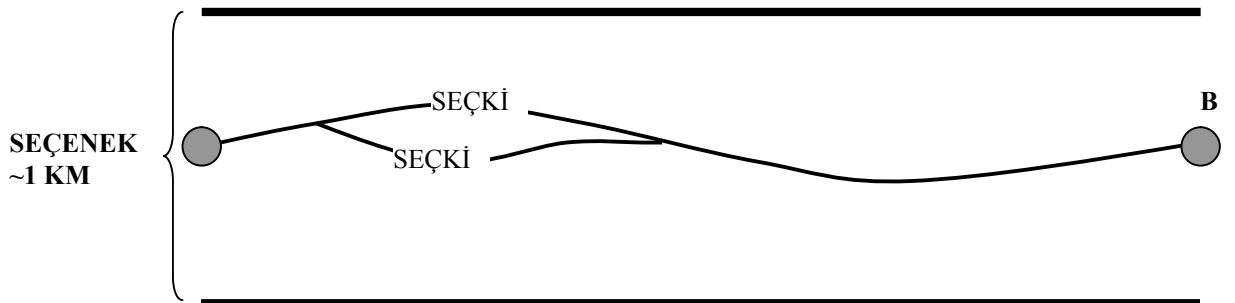
Elverişlilik etüdünde en uygun **GEÇKİ** belirlenir. Çalışmalar o geçki üzerinde yapılır.

ÖN PROJE



Ön Proje etüdünde en uygun **SEÇENEK** belirlenir. Çalışmalar o seçenek üzerinde yapılır.

KESİN PROJE



Kesin Proje etüdünde en uygun **SEÇKİ** (Yapım Hattı 0.3 Km) belirlenir. Bu SEÇKİ'nin Kesin Projesi hazırlanır.

KORİDOR ETÜTLERİ

Koridor etütleri 2 aşamada yapılır.

1. Aşamada En uygun **GEÇENEK** belirlenir.
2. Aşamada (Elverişlilik)en uygun **GEÇKİ** belirlenir.

Koridor etütlerinin 1. Aşamasının yapılmaması durumunda verilen şeritsel alan **GEÇENEK** kabul edilir, en uygun **GEÇKİ** bulunur.

ÖN PROJE ETÜTLERİ

Koridor/Elverişlilik etüt çalışmaları sonucu belirlenen/tespit edilen GEÇKİ esas alınıp, bu GEÇKİ içerisindeki **SEÇENEKLER** çalışılır. En uygun **SEÇENEK** belirlenip bu seçeneğin ön projesi hazırlanacaktır.

KESİN PROJE ETÜTLERİ

Ön projesi yapılmış seçenek içerisindeki varyant/ripaj v.b. alternatif hatlar değerlendirilerek en uygun **SEÇKİ** (Yapım Hattı) belirlenip kesin projesi yapılacaktır.

JEOLOJİK-JEOTEKNİK ETÜTLER **RAPOR YAZIM KILAVUZU**

Koridor, Elverişlilik, Ön Proje ve Kesin Proje Jeolojik – Jeoteknik Etütleri: T.A.D.B. Şartnamesinin ilgili kısımlarında belirtildiği içerikte en az aşağıdaki başlıkları kapsayacak şekilde raporlandırılacaktır.

Kapak
İçindekiler
Yer Gösterim Haritası
Güzergah Gösterim Haritası

1. GİRİŞ

- 1.1. Etüdün Amacı
- 1.2. Güzergahın (koridor/geçenek/geçki/seçenek/seçki) Yeri ve Özellikleri

2. JEOLJİ

- 2.1. Genel Jeoloji
- 2.2. Jeomorfoloji
- 2.3. Stratigrafi
- 2.4. Yapısal Jeoloji ve Tektonizma
- 2.5. Depremsellik

3. HİDROJEOLJİ

4. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

5. JEOTEKNİK

6. SONUÇ

7. MALZEME OCAKLARI

8. JEOFİZİK

9. SONDAJ

Kaynakça

10. EKLER

- Ek-1 Jeoteknik Araştırma Programı
- Ek-2 Laboratuvar Deney Föyleri
- Ek-3 Malzeme Ocakları İtinereri
- Ek-4 Ön Üstyapı Dizayn İtinereri
- Ek-5 Jeolojik-Jeoteknik Harita ve Profil
- Ek-6 Analiz Çıktıları
- Ek-7 Tasarım Paftaları

GEOTEKNİK
(ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ)
PROJE RAPORU

Genel

Jeolojik-Jeoteknik Rapor İDARE'ce onaylandıktan sonra, Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği konularını kapsayan **Geoteknik (Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği) Etüt Raporu** oluşturulacak olup, Geoteknik Proje Raporları gerekmesi halinde hazırlanacaktır.

Güzergah üzerinde herhangi bir kritik kesim bulunmaması durumunda, Geoteknik (Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği) Etüt Raporu'nda sadece yarma, dolgu, tutucu yapı v.b. yapılara ait Tablo-1, Tablo-2, Tablo-3, Tablo-4, Tablo-6,Tablo-7 verilecek, kritik kesimlerin bulunmadığı belirtilecek ve onaylı Jeolojik-Jeoteknik Raporla birlikte sunulacaktır.

Güzergah üzerinde kritik kesim bulunması durumunda ise, Geoteknik (Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği) Etüt Raporu; yarma-dolgu şev stabilitesi, taşıma gücü, oturma, heyelan, zayıf zemin geçişleri, köprü-viyadük temelleri, menfezler, dayanma yapıları v.b. gibi geoteknik çözüm gerektiren problemlerli kesimlerin listeleri (Tablo-1, Tablo-2, Tablo-3, Tablo-4, Tablo-6,Tablo-7), jeolojik birimleri gösteren plan-profil ve kritik enkesitleri, geoteknik tasarıma yönelik değerlendirmeleri içerecek şekilde hazırlanacak ve onaylı Jeolojik-Jeoteknik Raporla birlikte sunulacaktır.

Sunulan Geoteknik Etüt Raporunun değerlendirilmesi sırasında, gerektiğinde Zemin Mekaniği ve Tüneller Şubesi Müdürlüğü'nce yerinde inceleme yapılarak, Geoteknik Proje Raporu hazırlanacak kesimlere karar verilecek, gerekirse ilave araştırma çalışmaları istenecek ve bu kesimlerin her biri için Geoteknik Proje Raporları hazırlanacaktır.

A. GEOTEKNİK (ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ) ÖN PROJE RAPORU

A.1. GİRİŞ

Bu şartname, en uygun geçki seçeneğinin tespit edilerek yapım hattının kesinleştirilmesini, yolun kısa ve uzun dönemde emniyetli bir şekilde hizmet vermesini, kesin projeye taban teşkil edecek gerekli geoteknik projelerin hazırlanması için göz önüne alınacak geoteknik proje kriterlerinin belirlenmesini sağlamaya yönelik olarak, Geoteknik Etüt Raporundaki değerlendirmeler ışığında, geoteknik proje çalışması gerektiren yol yapıları için, Zemin Mekaniği Mühendisi tarafından idealize zemin profilinin hazırlanması, geoteknik parametre seçimleri, yapı temelleri-zemin ilişkisinin belirlenmesi v.b çalışmalarını kapsamaktadır.

Bu çalışma sırasında, Zemin Mekaniği Mühendisi, geçki seçenekleri üzerinde yeralan her türlü kritik kesim ve kritik yapıya (zayıf sıkışabilir zemin üzerine oturan yol ve yol yapılarından dolayı oturma, taşıma gücü problemi olan kesimler, potansiyel heyelanlı alanlar, viyadük, köprü geçişleri v.b.) ait temel zeminleri için, 1/5000 ölçekli Ön Proje aşamasında yapılan jeolojik, hidrojeolojik, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik etütler ile arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verileri esas alacaktır.

Geoteknik Ön Proje Raporu ve Proje Paftaları bu şartnamede belirtilen geoteknik kriterler doğrultusunda hazırlanacaktır.

Tünellerle ilgili jeoteknik çalışma ve projelerin hazırlanması bu şartname kapsamı dışında tutulmuştur.

Ancak İDARE'ce istenmesi halinde detay hesaplar "Geoteknik (Zemin Mekaniği Ve Temel Mühendisliği) Kesin Proje Raporu Teknik Şartnamesi" nde verilen kriterlere uygun olarak yapılacaktır.

A.2. GEOTEKNİK (ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ) ÖN PROJE RAPORUNUN GENEL KAPSAMI

Geoteknik Ön Proje Raporu, geçki seçeneklerinin geometrileri ile ilgili özet bilgiler ile başlayacaktır. Seçenekler üzerindeki yarma, dolgu, zayıf zemin geçişleri, sanat yapısı v.b. her türlü yol yapısı için jeolojik-jeoteknik ön projede yapılan tüm arazi ve laboratuvar araştırmaları ve sonuçlarının işlendiği paftalar hazırlanıp İDARE'ye sunulacaktır.

Her bir yol yapısının temel zeminleri ile ilgili araştırma çalışmalarının yorum ve değerlendirmeleri (idealize zemin profili, geoteknik parametre seçimi v.b.) incelendiği bölümün başında yer alacaktır.

Yapılan araştırma çalışmaları (arazi ve laboratuvar deneyleri, yüzey jeolojisi çalışmaları) sonucunda, tasarımda kullanılacak parametreler, zemin / kaya birimlerinin homojen veya heterojen dağılımı, yer altı suyu durumu, yükleme koşulları (kazı veya ilave yük v.b.), zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak seçilecek ve bu seçimin nasıl yapıldığı (yarma, dolgu, zayıf zemin geçişleri, sanat yapısı v.b.) ilgili bölümün başında ayrı ayrı belirtilecektir. Parametre seçiminde kullanılan kaynaklar belirtilecek ve kaynakların ilgili sayfalarının

fotokopileri raporda yer alacaktır. Benzer zemin koşullarındaki benzer yapılar için yapılmış çalışmalardan da tecrübe olarak yararlanılabilecektir.

İdealize zemin profili üzerinde değişen zemin özelliklerini yansıtan geoteknik zemin parametreleri yol yapısının özelliğine göre işlenecek ve tasarım hesaplarında kullanılan parametreler ile çelişki göstermeyecektir.

Yarma, dolgu, zayıf zemin geçişleri, sanat yapısı v.b. yol yapılarının temel zeminleri için ayrı bölümler halinde verilen geoteknik ön proje hesapları ve çalışmaları, seçeneğin teke indirilmesinde karar verilebilecek şekilde, gerekli bilgileri ve çizimleri içeren proje paftalarıyla birlikte verilecektir.

Geoteknik Ön Proje Raporu, yarmalar, dolgular, zayıf zemin geçişleri, sanat yapıları için ayrı başlıklarda, plan-profilleri ve asgari aşağıda açıklanan bilgileri içerecek şekilde Zemin Mekaniği Mühendisince hazırlanacak ve imzalanacaktır.

Heyelan raporları ayrı rapor şeklinde Bölüm 7'de açıklandığı gibi hazırlanacaktır.

A.3. DOLGU ŞEVLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Dolgular, proje ömrü boyunca yolun stabil kalması ve tolerans dışı oturmaların oluşmaması sağlanacak şekilde projelendirilecektir.

Yamaçlarda ve karışık (miks) kesitlerde oluşturulacak dolgular ve teşkil edilecek kademelerin tasarımında, Yollar Fenni Şartnamesi ve yürürlükteki genelgelerde belirtilen esaslar göz önüne alınacaktır.

Proje boyunca yer alan dolgulara ait tablo; kilometre, maksimum şev yüksekliği, yapılan araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru v.b.), dolgu malzemesi cinsi, dolgu malzemesinin nereden temin edildiği (yarma no/ariyet adı), taban zemininin özellikleri, şev oranı bilgilerini içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo.1)

Seçeneğin teke indirilmesinde etkili olacak kritik kesimlerde yeralan dolgular ve/veya yüksek dolgular için idealize edilen kesitlerde şev tasarımına yönelik olarak stabilite analizi veya taşıma gücü ve oturma hesapları (oturma miktarı, oturma süresi) yapılacaktır.

$H_{dolgu} < 8$ m olan dolgularda genel değerlendirmeler ile yürürlükteki genelgeler kullanılarak dolgu şevi tasarımı yapılır.

Yüksekliği $H_{dolgu} \geq 8$ m olan dolgularda, tul boyunca şev oranlarını değiştirebilecek yükseklikler ile değişen/değişmeyen taban zemin özellikleri göz önüne alınarak idealize edilecek farklı kesitler için şev tasarımına yönelik olarak stabilite analizi, gerektiğinde taşıma gücü ve oturma hesapları (oturma miktarı, oturma süresi) yapılacaktır.

Dolgu taban zemini ve/veya kullanılan dolgu malzemesinin sorunlu olduğu kritik zemin koşullarında, $H_{dolgu} < 8$ m olsa dahi detaylı etüt, stabilite analizi ve/veya taşıma gücü ve oturma hesabı yapılacaktır.

Deprem durumu analizi $H > 8$ m olan dolgu yükseklikleri için yapılacaktır. Deprem durumu analizi kritik zemin koşullarında yükseklik şartı aranmaksızın yapılacaktır.

$H_{dolgu} > 10$ m olan dolgularda genel olarak, 10 m'de bir 5 m genişliğinde palyeler ile tasarım göz önüne alınacaktır.

Dolguların plan, profili 1/5000 ölçekli, enkesitleri 1/500 ölçekli olarak hazırlanacak, plan profil ve enkesitler üzerinde zemin koşulları, sondaj, araştırma çukuru yerleri işlenecektir.

A.3.1. DOLGU TEMEL ZEMİNİ ÜZERİNDE YAPILMASI GEREKLİ LABORATUVAR ZEMİN DENEYLERİ

A.3.1.1. LABORATUVAR DENEYLERİ (GENEL)

Fiziksel özelliklerin tayinine ve sınıflandırmaya yönelik olarak;

- Su içeriği (w_n)
- Birim hacim ağırlık (γ_n)
- Elek analizi
- Atterberg limitleri

Kayma dayanımı parametreleri (c , ϕ) tayinine yönelik olarak;

- Serbest basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
- Üç eksenli basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
 - Kısa dönem stabilite analizi için; UU (Konsolidasyonsuz-Drenajsız)
 - Uzun dönem stabilite analizi için; CU (Konsolidasyonlu-Drenajsız) (gerekirse)
- Kesme kutusu deneyi (ince taneli çakıllı, kumlu, siltli KİL v.b. zeminler için)
- Laboratuvar veyn deneyi

Sıkışabilir zeminler için sıkışma özelliklerinin tespitine yönelik olarak;

- Tabii boşluk oranı (e_o)
- Hacimsel sıkışma katsayısı (m_v)
- Konsolidasyon katsayısı (c_v)
- Sıkışma indisi (cc)
- Yeniden sıkışma indisi (cr)
- OCR'nin tespiti

A.3.1.2. LABORATUVAR DENEYLERİ (ÖZEL):

Taşıma gücü düşük, sıkışabilir killi ($SPT-N < 15$ olan veya düşey dren projelendirmesi öngörülen) zayıf zeminler için;

- Laboratuvar deneyleri :
 - Yatay konsolidasyon deneyi (3.1.1'e ilave olarak),
 - Uzun dönem stabilite için; CU (Konsolidasyonlu-Drenajsız) (gerekirse)
- Arazi Deneyleri :
 - CPT , arazi veyn (gerekirse)

Bu deneylere ilave olarak, projenin gerekli gördüğü ve İDARE'nin de onayladığı diğer deneyler de yaptırılacaktır.

A.3.1.3. DOLGU MALZEMESİ DENEYLERİ

Dolgu malzemesinde Yollar Fenni Şartnamesi'nin (YFŞ) ilgili kısmındaki kriterlerin sağlanması için gerekli her türlü deney yaptırılacaktır.

A.3.2. DOLGULARIN TOPTAN GÖÇMEYE KARŞI STABİLİTESİ (DIŞ STABİLİTE)

Dolgularda toptan göçmeye karşı taban zemininden ve dolgudan geçen en kritik kayma göz önüne alınarak şev oranı belirlenir. Stabilite analizleri dolgunun ve/veya taban zemininin şev oranını değiştirecek farklı kritik kesitleri için yapılacaktır. Emniyetli ve ekonomik bakımdan uygun şev oranı, kaymalara karşı ilave önlemlerin etkisi de göz önüne alınarak stabilite analizlerinde incelenecektir. Stabilite analizi sonuçları, kritik enkesit üzerinde idealize zemin profilini, dolgu ve taban zeminine ait zemin/kaya parametrelerini, su durumunu, kayma dairesini/yüzeyini, minimum güvenlik sayılarını v.s. gösterecek şekilde raporda yer almalıdır (Şekil-1).

Dış stabilite analizine ek olarak, toptan göçme olabilecek zayıf zemin koşulu ile karşılaşılması durumunda, dolgu taban zemin kalınlığı (H_z) dikkate alınarak;

- $H_z > B/2$ ise stabilite analizlerine ilave olarak taşıma gücü analizi yapılacaktır.
- $H_z < B/2$ ise sadece stabilite analizi yeterli olacaktır.

Burada;

H_z = zemin (alüvyon) kalınlığı

B = dolgu taban genişliği

Toptan göçme için yapılan kısa dönem stabilite analizlerinde, hızlı deneylerden (UU) elden edilen drenajsız kayma dayanımı parametreleri (c_u, ϕ_u), uzun dönem stabilite analizleri için ise efektif parametreler (c', ϕ') kullanılır. Şev stabilite analizlerinde esas alınacak güvenlik sayıları aşağıdaki tabloda verilen değerlere uyacaktır.

Dolgu Şevleri İçin Dış Stabilite Güvenlik Sayıları Kriterleri

KULLANILAN PARAMETRE CİNSİ	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ	EFEKTİF KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ
ŞARTLAR		
KISA DÖNEM (STATİK)	1.3	-
UZUN DÖNEM (STATİK)	-	1.5
UZUN DÖNEM (DEPREM)	-	1.1

Deprem durumu için yapılan stabilite analizlerinde gerekli ivme katsayısı Şekil-2 üzerinden alınacaktır.

Bu bölüm kapsamında, köprü yaklaşım dolguları da, kenar ayak temellerine etkisi göz önüne alınarak, taşıma gücü ve oturma problemi açısından ayrıca incelenecektir. Problem

tespit edilirse çözüm önerisi verilecektir. Seçeneğin teke indirilmesi için İDARE tarafından istenmesi halinde çözüme ait hesaplar da verilecektir.

A.3.3. DOLGULARIN İÇ STABİLİTESİ

Dolgunun içinden geçen kaymalara karşı stabilitesi için dolgu şev oranlarının uygunluğu, dolgu içinde kalan kayma daireleri göz önüne alınıp, dolgu içi oturma olmadığı kabul edilerek, güvenlik sayıları statik durumda $GS \geq 1.5$, sismik durumda $GS \geq 1.1$ olacak şekilde analizlerle kontrol edilir. İç stabilite analizlerinde sadece dolgu malzemesinin kayma dayanımı parametreleri dikkate alınır.

Bu durum dışında özel bir problem varsa kesin proje aşamasında incelenerek çözümlenir.

Dolgu Şevleri İçin İç Stabilite Güvenlik Sayıları Kriterleri

PARAMETRELER	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ
KOŞULLAR	
STATİK	1.5
SİSMİK	1.1

Kritik zemin koşulları nedeni ile aşırı yatık veya maliyeti yüksek kamulaştırmaya neden olan şev oranları gerektiren dolguların, dere, nehir, deniz kıyısı geçişleri gibi özel durumlarda ve heyelanlı alanlarda yapılacak dolguların teşkilinde; tutucu yapı (duvar, gabiyon v.b.), donatılı toprak dolgu veya destek dolgusu v.b. gibi özel önlemler gerekmesi durumunda, bu önlemlere ilişkin gerekçeler ve ön değerlendirmeler raporda yer alacaktır.

A.3.4. DOLGU TABAN ZEMİNİNDE OTURMA KRİTERLERİ

Yol dolguları için esnek üstyapı yapıldıktan sonra oluşabilecek ilave oturma miktarı toleransı, uzun tulde homojen devam eden zemin üzerindeki dolgularda 10 cm, köprü yaklaşım dolgularında ise 5 cm dir. Boyuna yönde farklı oturma miktarı toleransı uzun tuldeki dolgularda 1/500, köprü yaklaşım dolgularında ise 1/200 olacaktır.

Dolgu taban zeminindeki maksimum oturma miktarı hesapları, kohezyonsuz zeminler için elastik oturma (ani oturma), değişen dolgu yükseklikleri için zamana bağlı oturma problemi beklenen zemin koşullarında ise konsolidasyon oturması olarak hesaplanacaktır. Konsolidasyon oturması için aşırı konsolidasyon oranının (OCR) dikkate alındığı uygun formülasyonlar kullanılacaktır.

Konsolidasyon oturması söz konusu olan kesimlerde oturma süresi hesaplanacaktır.

A.3.5. ÖZEL ÇÖZÜMLER

İDARE'ce istendiği takdirde, seçeneğin teke indirilmesi için gerekli Özel Çözüm çalışmaları yapılacaktır.

Yolun trafiğe açılış tarihine göre, hesaplanan oturmaların kabul edilebilir sınırların üzerinde çıkması ve bu oturmaların uzun sürede gerçekleşmesinin söz konusu olması durumunda, oturmaları hızlandırmak amacıyla sürşarj, yer değiştirme, düşey dren v.b yöntemlere ait ön değerlendirmeler; ilave olarak stabilite problemi olması durumunda ise, kademeli inşaat, zemin iyileştirme, drenaj, enjeksiyon v.b yöntemlere ait ön değerlendirmeler ve çözüm önerileri raporda alternatifli olarak verilecektir.

Kademeli inşaat yönteminin uygulanması durumunda kademeler için yapılacak stabilite analizinde İDARE'ce değiştirilmedikçe, güvenlik sayısı $GS \geq 1.2$ sağlanmalıdır. Yukarıda belirtilen yöntemlere ait projelendirme kriterleri, ilgili başlıklarda açıklanmaktadır.

Şev eteğinin dayanma yapısı ile tutulması durumunda, dayanma yapısına (betonarme veya harçlı istinat duvarı, toprakarme duvar, gabiyon duvar v.b.) ait ön değerlendirmeler raporda yer alacaktır.

Dolgu tabanında zayıf zeminle karşılaşılması durumunda madde 5'de belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.

Özel çözümler için dolgu yüksekliği ve zayıf zemin kalınlığı dikkate alınarak en kritik kesitte çalışma yapılmasının yanı sıra, azalan dolgu yüksekliği ve zayıf zemin kalınlığı için ilave kesitlerde de değerlendirme yapılacaktır.

A.4. YARMA ŞEVLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Yarmalar, proje ömrü boyunca yolun stabil kalmasını sağlayacak şev oranları ve gerekli olması halinde ilave tedbirler göz önüne alınarak seçeneğın teke indirilmesi amacına yönelik kritik kesimler için projelendirilecektir.

Projede yer alacak yarmalara ait bilgileri kapsayan bir tablo oluşturulacaktır. Bu tablo (kilometre, maksimum şev yüksekliği, kullanılan araştırma çalışmaları, sondaj, AÇ v.s) yarma zemini koşullarının tanımı, şev oranı v.b bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo-2).

Geoteknik rapor kapsamında, söz konusu tabloda yer alan yarmalar şev tepesinden ölçülen maksimum yarma yüksekliklerine göre üç ayrı kategoride incelenecektir.

1. $H \leq 3$ m olan yarmalar, yüzey etütleri, drenaj, trafik v.b. etkenlere göre projelendirilecektir.
2. $3 < H < 15$ m olan yarmalarda özel problem yoksa, KGM şev projelendirme rehberine göre projelendirilecektir.
3. $H \geq 15$ m olan yarmalar ile Geoteknik Etüt Raporunun incelenmesi sırasında özel problem bulunduğu tespit edilen her yükseklikteki yarmalar geoteknik çalışmalara ve analizlere dayandırılarak projelendirilecektir.

Analizlerde kullanılacak zemin parametrelerinin doğru bir şekilde seçilebilmesi için, yeterli sayıda örselenmemiş numune üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçları, arazi deney sonuçları ve jeolojik-jeoteknik raporda belirtilen hususlar kullanılacaktır.

H \geq 15 m olan yarmalarda genel olarak, 10 m'de bir 5 m genişliğinde palyeler ile tasarım göz önüne alınacaktır. Zemin/kaya koşulları dikkate alınarak, palyesiz yarma yüksekliği artırılabilir. Ayrıca, kamulaştırma, yapılaşma ve topografya v.b. nedenlerle kısıtlamaların bulunması halinde şev kademe yükseklikleri özel olarak tasarlanabilir.

Zemin içinde veya zemin davranışına yakın davranış gösteren ayrılmış kayalar zemin mekaniği prensiplerine göre; kaya yarmalar kaya mekaniği prensiplerine göre değerlendirilecektir.

A.4.1. YARMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GEREKLİ LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Fiziksel özelliklerin tayinine yönelik olarak;

- Su içeriği (w_n)
- Birim hacim ağırlık (γ_n)
- Elek analizi
- Atterberg limitleri

Kayma dayanımı parametrelerinin tayinine yönelik olarak;

- Üç eksenli basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
 - Kısa dönem için; UU
 - Uzun dönem için; CU
- Direk kesme deneyi (kum, seyrek ince çakıllı zeminler için)
- Serbest basınç deneyi (suya doymuş kil, silt zeminler için)
- Veyn deneyi (suya doymuş kil, silt, zeminler için)

Yarma tabanında şişme özelliklerinin tayinine yönelik olarak (gerektiğinde);

- Şişme basıncı deneyi
- Şişme yüzdesinin tayini
- Tek eksenli basınç deneyi (kaya birimler için)

A.4.2. YARMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GEREKLİ ARAZİ ÇALIŞMALARI

- Tek eksenli basınç deneyi (kaya birimler için)
- Presiyometre (kaya birimler için)

A.4.3. STABİLİTE ANALİZLERİ

Stabilite analizleri, zemin/kaya özelliği göz önüne alınarak dairesel, düzlemsel veya kamasal kayma düzlemlerinde kısa dönem, uzun dönem ve deprem durumları için yarmanın en kritik kesitinde yapılmalıdır. Stabilite analizi sonuçları, kritik enkesit üzerinde idealize zemin profilini, yarma zeminine ait zemin/kaya parametrelerini, su durumunu, kayma dairesini/yüzeyini, minimum güvenlik sayılarını v.s. gösterecek şekilde raporda yer alacaktır. (Şekil-3)

Stabilite analizleri sonucunda uygun şev oranı ve şevde kaymaya karşı alınacak önlemler belirlenmelidir.

Deprem analizi için gerekli ivme katsayısı Şekil-2 üzerinden alınacaktır. Yarma şev stabilite analizlerinde aşağıda verilen güvenlik sayılarına uyulacaktır.

Yarma Şevleri İçin Güvenlik Sayıları Kriterleri

	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ	EFEKTİF PARAMETRELER
Uzun dönem (statik)		1.5
Uzun dönem (deprem)		1.1
Kısa dönem (statik)	1.5	-
Sanat yapısı temeli içeren yamaç için	2.0	-

$H \geq 15$ m olan yarmaların plan ve profili 1/5000 ölçekli, en kesitleri 1/500 ölçekli hazırlanacaktır. Plan üzerinde sondaj ve araştırma çukuru yerleri gösterilecektir.

A.4.4. KORUMA VE DESTEKLEME SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Yarma şevlerinin; yapılaşma, kamulaştırma, zemin/kaya koşulları v.b. nedenlere bağlı olarak desteksiz olarak yapılamaması durumu raporda gösterilecek ve sırasıyla aşağıda belirtilen önlemlerin ön değerlendirmesi yapılacaktır.

- Şev eteğinde destek dolgusu
- İksa duvarı (Bkz. B/6.1.4)
- Destek sistemi;
 - Püskürtme beton
 - Donatılı püskürtme beton
 - Bulonlar (Bkz. B/6.1.4)
 - Zemin çivileri (Bkz. B/6.1.4)
 - Ankrajlar v.b. (Bkz. B/6.1.4)
- Drenaj (tek başına veya yukarıdaki çözümlerle birlikte)

Destek sistemlerinin projelendirmesinde, çalışma yapılacak kesitin ilgili kesimin en kritik kesiti olması gerekmektedir.

Zemin/kaya yüzeyinde, sığ lokal kayma ve kopmaları önlemek amacıyla daha çok korumaya yönelik, püskürtme beton, donatılı püskürtme beton, v.b. önlemler dikkate alınacaktır.

Yarmada üstyapı tabanında şişen malzeme ile karşılaşılması durumunda madde B/5.3'de belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

A.5. ZAYIF ZEMİN GEÇİŞLERİ

Geoteknik Ön Proje raporu aşamasında aşağıda tariflenen zayıf zemin geçişleri tespit edilerek çözüm önerileri yer alacaktır. Zayıf zeminler;

- YFŞ'nin **Dolgular** kısmında verilen şartlara uygun olmayan bütün kazı malzemeleri,
- Yol üst yapısını ve yol yapılarını (dolgu, yarma, köprü, viyadük, v.b.) hizmet ömrü süresince problem çıkarmadan emniyetli ve ekonomik bir şekilde taşıyamayan zeminlerdir.
- YASS'nin yüksek olduğu killi, siltli, organik madde içeren zeminler, gevşek ince kumlu alüvyon zeminler ve kontrolsüz şekilde oluşturulmuş yapay dolgulardır.

Kesin Proje aşamasında zayıf zemin geçişleri çözüm önerileri detaylı olarak incelenecektir.

A.5.1. ZAYIF ZEMİNLERİN TESPİT EDİLMESİ

Zayıf zeminler, genellikle enine ve boyuna yol eğiminin az olduğu, yüzey göllenmelerinin olduğu, yer altı ve yüzey sularının dışarjının uzun tulde gerçekleştiği ova geçişlerinde bulunmaktadır. Zayıf zeminler aşağıda belirtildiği şekilde incelenecektir.

Geoteknik Ön Proje için yapılan araştırma çalışmalarına göre (sondaj, araştırma çukuru, yüzey jeolojisi) yol ve yol yapıları altında yer alan zayıf zeminlerin öncelikle;

- Niteliği (CL, CH, OH)
- Kalınlığı
- Zamana bağlı oturma özellikleri
- Stabiliteleri etkileyecek kayma dayanım parametreleri
- Şişme potansiyeli

belirlenecektir.

Zayıf zemin tabakasının kaldırılıp atılamayacak kalınlıklarda olması, kazı stabilitesi problemi, su altında çalışma zorluğu, uzun tulde kübaj artışı v.b. durumlarda, madde B/5.4'de açıklanan ileri iyileştirme yöntemleri düşünülmeli ve kullanılacak yöntem raporda önerilmelidir.

Proje aşamasında, yarma veya dolgu tabanında veya sanat yapısı temelleri altında yer alan sığ kalınlıkta zayıf zeminler görülmesi halinde ise;

- Kazı ile sıyırma
- Yerine yeni malzeme koyma
- Drenaj
- Geosentetik veya geogrid ile destekleme

v.b. öneriler raporda yer alacaktır.

Yeraltı suyu seviyesinin sığ ve yüzeye yakın olması durumunda, yolu su etkisinden korumak için, yol tabanında (dolgu veya yarma) öncelikle drenaj şiltesi teşkil edilmesi önerilmelidir.

A.5.2. YERALTI SUYU OLMAMASI, YÜZEYDE GÖLLENME NEDENİYLE TAŞIMA GÜCÜ ZAYIF ZEMİN BULUNMASI DURUMU

Taşıma gücü yetersizliklerini önlemek amacıyla zayıf zeminin sıyrılması ve kazılan kısımda "Serbest Drenaj Malzemesi" kullanılması önerilmelidir. Dolgu malzemesi granüler nitelikte geçirimsiz ise, serbest drenaj malzemesi kullanılması gerekli olmayacaktır.

A.5.3. YARMA TABANLARINDA ŞİŞME ÖZELLİĞİ OLAN ZEMİN BULUNMASI DURUMU

Yarma tabanında şişme özelliği olan zemin olması durumunda, zeminin şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerleri kullanılarak şişme miktarları belirlenmelidir. Su seviyesinin üstyapı taban seviyesine en fazla 1.5 m yaklaşmasına izin verecek drenaj tedbirleri (borulu hendek drenajı v.b.) düşünülmelidir.

A.5.4. ZAYIF ZEMİN GEÇİŞLERİNDE İLERİ ZEMİN İYİLEŞTİRMELERİ

Zayıf zemin kalınlığının fazla olduğu, sığ kazı veya iyileştirme tabakası teşkili ile çözülemeyen durumlarda ileri zemin iyileştirmesi tek başına veya sığ zemin iyileştirmesi ile birlikte değerlendirilmelidir. İleri zemin iyileştirme yöntemleri dolgu, köprü yaklaşım dolgusu taban zemini, köprü temeli zeminleri için söz konusu olup, esas olarak oturmaların hızlandırılması, azaltılması, taşıma gücünün artırılması, şev stabilitesinin artırılması için gereklidir.

Ön proje aşamasında zemin iyileştirmesi için kullanılacak enkesit, ilgili kesimin en kritik kesiti olmalıdır.

Zemin iyileştirme projelerinde sırasına göre aşağıdaki alternatif uygulamaların ön değerlendirmesi yapılmalı, yaklaşık uygulama metrajları ölçeğin izin verdiği oranda verilmelidir.

- Ön yükleme ve sürşarj
- Kademeli yükleme
- Düşey drenler
- Geosentetikler
- Taş kolonlar
- Temel enjeksiyonu

Yol ve yol yapısının inşasından önce zeminin önceden yüklenmesi **Ön Yükleme**; zemini daimi olarak etkileyecek yapı yükünün üzerine ilave olarak ekstra yükleme yapılması **Sürşarj Yükleme** olup, her iki durumda da yükleme öncesi ve sonrası zeminde oluşacak oturmaların miktarı ve süreleri hesaplanacak, yol veya yol yapısına olan etkisi gösterilecektir.

Kademeli Yükleme ise, zeminin taşıyabileceği yükseklikteki dolgunun aşamalı inşaa edilmesi olup, her aşamada belirli dolgu yüksekliği altında zemin oturmalarının tamamlanıp, kayma dayanımının istenen değere ulaşmasından sonra, dolgunun proje kotuna yükseltilmesi şeklinde yapılan projelendirilmedir.

Düşey dren ve taş kolon hesaplarında yolun trafiğe açılma süresi dikkate alınmalıdır. Düşey dren ön değerlendirmeleri yapılmalıdır.

A.6. SANAT YAPILARININ TEMELLERİ

Ön proje aşamasında, sanat yapılarına ait temellerin (viyadük, köprü, alt geçit, üstgeçit, dayanma yapıları, menfez v.b.) zemin-yapı ilişkileri (taşıma gücü, oturma, stabilite v.b.) incelenip, temel tipi seçimi ve ön boyutlandırmaya esas değerlendirmeler yapılacaktır.

Projede yer alacak sanat yapılarına ait tablo, kilometre, araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru), sanat yapısı tipi, temel tipi, zemin/kaya cinsi v.b. bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo-3, Tablo-4)

Her bir sanat yapısı için öncelikle 3.1.1 ve gerekirse B/3.1.2. maddesindeki deneyler yapılacak, plan ve idealize zemin profili çıkarılacak, jeolojik profil ve enkesitler üzerinde sondaj ve araştırma verileri işlenecek, temelin oturacağı yaklaşık kotlar belirtilecektir.

A.6.1. SANAT YAPILARININ TEMELLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Sanat yapısı temellerinin taşıma kapasitesi (sığ/derin temel) statik ve sismik durum için ön boyutlandırmaya göre verilecektir. Oturma problemi beklenen sanat yapıları için bu probleme ilişkin değerlendirmeler ve kesin proje aşaması için öneriler raporda yer alacaktır.

A.6.1.1. YÜZEYSEL TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Temel taban seviyesine temel genişliğinin iki katı (2B) mesafedeki derinlik, geoteknik (c, ϕ , γ v.b.) olarak tanımlanacaktır. D_f (temel derinliği), B (temel genişliği), L (temel uzunluğu) göz önüne alınarak taşıma gücü hesapları yapılacaktır.

Statik durum için güvenlik sayısı $GS=3.0$ alınarak emniyetli taşıma gücü bulunur. Statik yüklere göre tanımlanan zemin emniyet gerilmesi ve kazıklı temellerde kazığın yatay ve eksenel yükler için emniyetli taşıma yükü, deprem durumunda en fazla %50 arttırılabilir.

A.6.1.2. DERİN TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Yüzeysel temel sistemiyle güvenli taşıma gücü elde edilememesi veya başka yöntemlerle (malzeme yer değiştirme v.b.) ekonomik çözüm bulunamaması durumunda derin temel değerlendirilecektir.

Kazık başlık kotu ve kazık derinliklerini gösteren zemin profili çıkarılacak, sondaj verilerinin (RQD, SPT değerleri, YASS ve zemin tabakalaşması, v.b.) yanı sıra varsa presiyometre değerleri, temel zemini özellikleri, parametreleri ve jeolojik bilgiler bu profil üzerinde gösterilecektir.

Hesaplarda kullanılan parametreler, her tabaka için enkesit üzerinde gösterilecektir. (Şekil-4 ve Şekil-5)

A.6.1.3. DAYANMA (İSTİNAT) YAPILARI VE DESTEK SİSTEMLERİ

Dayanma yapısı tipleri;

- Papuçlu veya papuçsuz betonarme duvarlar
- Harçlı taş (ağırlık) duvarlar
- Gabiyon duvarlar
- Toprakarme duvarlar
- Kazıklı perde duvarlar
- Ankrajlı kazıklı perde duvarlar v.b.

olarak sıralanabilmektedir. Bu bölüm yukarıda belirtilen dayanma yapılarına ilave olarak bulon, zemin çivisi, ankraj v.b. donatı elemanlarına sahip destek sistemlerini de kapsamaktadır.

Projede yer alacak dayanma yapılarına ve destek sistemlerine ait tablolar, kilometre, araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru), duvar yüksekliği, duvar tipi, zemin/kaya cinsi v.b. bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır (Tablo-6, Tablo-7).

Dayanma yapıları ve destek sistemlerine ait geoteknik değerlendirmeler, yapılan araştırma çalışmaları (sondaj, araştırma çukuru, laboratuvar deneyleri v.b.), geoteknik ön değerlendirmeleri, sistem seçim gerekçelerini gösterir planları, dayanma yapıları ve jeolojiyi gösterir boykesit, enkesit ve ölçeğin izin verdiği oranda yaklaşık metrajları içerecektir.

A.7. HEYELANLAR

Güzergahta yer alan aktif ve potansiyel heyelanlar belirlenecek, ön projesi hazırlanacaktır. Jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler jeoloji mühendisi tarafından, sayısal çözümler ve değerlendirmeler Zemin Mekaniği Mühendisi tarafından yapılacaktır.

İDARE'nin onayı alınarak Heyelan Etüdü ve Önleme Projesinin yapılıp yapılmayacağına karar verilecektir.

A.7.1. HEYELANLARA AİT ÖN DEĞERLENDİRME

Projelendirmede aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

1. Heyelanın etkilediği yol kesiminin dolgu, yarma, karışık kesitte olup olmadığı belirtilecektir.
2. Heyelanlı alanı gösterir plankote ve enkesitler çıkarılacaktır.

Plankote Üzerinde;

- Heyelan sınırları (taç, ayna, yan ayna, topuk)
- Çatlaklar
- Taze bitkisel alanlar
- Su kaynakları, göllenmeler, su sızıntıları, çeşmeler v.b.
- Yapılan araştırma çalışmaları
- Jeolojik yapı, litoloji, ayrışma bozuşma zonları

- Koordinatlar, km ve istasyonlar
- Mevcut yapılaşma (bina, kanalizasyon v.b.)
- Enkesit aksları gösterilecektir.
- Kayma öncesi durum

Enkesitlerde;

- Kayma öncesi geometri
- Mevcut geometri
- Kayma düzlemi
- Çatlaklar (boyutlarıyla), ayna, topuk
- Yapılan araştırma çalışmaları
- İşlenebilecek diğer deformasyonlar (mevcut yoldaki deformasyonlar v.b.)
- Jeolojik yapı, litoloji, yass gösterilecektir.

Plankote ve enkesitlerde jeolojik yapıya ait farklı birimler boyama veya lejantla gösterilecektir.

3. Heyelanın oluş zamanı, mevsim koşulları, oluş nedeni, mevcut drenaj sistemlerinin çalışıp çalışmadığı, çalışıyorsa deformasyon olup olmadığı, heyelanın boyutları (uzunluk, genişlik, derinlik), heyelanlı kütlelerin ve harekete katılmayan kütlelerin özellikleri, hareketin hızı (ilk hareketten sonra hareketin devam edip etmediği, ilk hareket sonrası çatlak ve yarıkların genişliği, derinliği, yeni çatlakların oluşup oluşmadığı v.b.), hareketin tipi, (akma, kayma, düşme, devrilme, tekrarlı, tekil, karmaşık, dairesel, düzlemsel, kamasal v.b.) bilgiler, araştırma çalışmaları (sondaj, araştırma çukuru, inklinometre, laboratuvar çalışmaları v.b.), fotoğraflar raporda verilecektir.

B. GEOTEKNİK (ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ) KESİN PROJE RAPORU

B.1. GİRİŞ

Bu şartname, İDARE'ce onaylanmış olan karayolu güzergahları için 1/1000-1/2000 ölçekli kesin proje aşamasında yapılan jeolojik, hidrojeolojik, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik etütler ile arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin Zemin Mekaniği Mühendisi tarafından esas alınarak, yol ve yol yapılarının (yarma, dolgu, tünel, sanat yapıları v.b.) temel zeminlerinin geoteknik açıdan değerlendirilmesini (tasarımda kullanılacak idealize zemin profilinin hazırlanması, geoteknik parametre seçimleri, yapı temelleri-zemin ilişkisinin belirlenmesi v.b), kısa ve uzun dönemde yolun emniyetli bir şekilde hizmet etmesini sağlamak üzere gerekli geoteknik projelerin hazırlanması sırasında yapılacak çalışmaları ve göz önüne alınması gerekli geoteknik proje kriterlerini kapsamaktadır.

Geoteknik Kesin Proje Raporu ve Proje Paftaları bu şartnamede belirtilen geoteknik kriterler doğrultusunda hazırlanacaktır.

Tünellerle ilgili jeoteknik çalışma ve projelerin hazırlanması bu şartname kapsamı dışında tutulmuştur.

B.2. GEOTEKNİK (ZEMİN MEKANİĞİ VE TEMEL MÜHENDİSLİĞİ) KESİN PROJE RAPORUNUN GENEL KAPSAMI

Geoteknik Kesin Proje Raporunun kapsamı; Geoteknik Ön Proje ve/veya Geoteknik Etüt Raporlarının değerlendirilmesi sonucu kesinleşen güzergah üzerindeki projelendirilmesi gerekli bulunan yarma, dolgu, zayıf zemin geçişleri, heyelan, sanat yapısı v.b. yol yapılarının her biri için ayrı geoteknik değerlendirmeleri, tasarım hesaplarını, karar verilen çözüm yöntemini ve yapım sırasında kolaylıkla uygulanabilecek şekilde gerekli bilgiler (boyutlar, metraj v.s.) ve çizimlerden oluşan uygulama paftalarını içerir.

Heyelan raporları ayrı rapor şeklinde Bölüm 7'de açıklandığı gibi hazırlanacaktır.

İdealize zemin profili üzerinde değişen zemin özelliklerini yansıtan geoteknik zemin parametreleri, yol yapısının özelliğine göre işlenecek ve tasarım hesaplarında kullanılan parametreler ile çelişki göstermeyecektir.

Yapılan araştırma çalışmaları (arazi ve laboratuvar deneyleri, yüzey jeolojisi çalışmaları) sonucunda, tasarımda kullanılacak parametreler, zemin / kaya birimlerinin homojen veya heterojen dağılımı, yer altı suyu durumu, yükleme koşulları (kazı veya ilave yük v.b.), zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak seçilecek ve bu seçimin nasıl yapıldığı (yarma, dolgu, zayıf zemin geçişleri, sanat yapısı v.b.) ilgili bölümün başında ayrı ayrı belirtilecektir. Parametre seçiminde kullanılan kaynaklar belirtilecek ve kaynakların ilgili sayfalarının fotokopileri raporda yer alacaktır. Benzer zemin koşullarındaki benzer yapılar için yapılmış çalışmalardan da tecrübe olarak yararlanılabilecektir.

Geoteknik Kesin Proje Raporu, dolgular, yarmalar, zayıf zemin geçişleri, sanat yapılarının temel zeminleri ve temel sistemleri ile gözlem projesi olarak ayrı başlıklarda, plan-profilleri

ve asgari aşağıda açıklanan bilgileri içerecek şekilde Zemin Mekaniği Mühendisince hazırlanacak ve imzalanacaktır.

B.3. DOLGU ŞEVLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Dolgular, proje ömrü boyunca yolun stabil kalması ve tolerans dışı oturmaların oluşmaması sağlanacak şekilde projelendirilecektir.

Yamaçlarda ve karışık (miks) kesitlerde oluşturulacak dolgular ve teşkil edilecek kademelerin tasarımında, Yollar Fenni Şartnamesi ve yürürlükteki genelgelerde belirtilen esaslar göz önüne alınacaktır.

Proje boyunca yeralan dolgulara ait tablo; kilometre, maksimum şev yüksekliği, yapılan araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru v.b.) dolgu malzemesi cinsi, dolgu malzemenin nereden temin edildiği (yarma no/ariyet adı), taban zemininin özellikleri, şev oranı bilgilerini içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo.1)

$H_{dolgu} < 8$ m olan dolgularda genel değerlendirmeler ile ve yürürlükteki genelgeler kullanılarak dolgu şevi tasarımı yapılır.

Yüksekliği $H_{dolgu} \geq 8$ m olan dolgularda, tul boyunca şev oranlarını değiştirebilecek yükseklikler ile değişen/değişmeyen taban zemin özellikleri göz önüne alınarak idealize edilecek farklı kesitler için şev tasarımına yönelik olarak stabilite analizi, gerektiğinde taşıma gücü ve oturma hesapları (oturma miktarı, oturma süresi) yapılacaktır.

Dolgu taban zemini ve/veya kullanılan dolgu malzemesinin sorunlu olduğu kritik zemin koşullarında $H_{dolgu} < 8$ m olsa dahi detaylı etüt, stabilite analizi veya taşıma gücü ve oturma hesabı yapılacaktır.

Deprem durumu analizi $H > 8$ m olan dolgu yükseklikleri için yapılacaktır. Deprem durumu analizi kritik zemin koşullarında yükseklik şartı aranmaksızın yapılacaktır.

$H_{dolgu} > 10$ m olan dolgularda genel olarak, 10 m'de bir 5 m genişliğinde palyeler ile tasarım göz önüne alınacaktır.

Dolguların plan, profili 1/1000-1/2000 ölçekli ölçekli, enkesitleri 1/200-1/300 ölçekli olarak hazırlanacak, plan profil ve enkesitler üzerinde zemin koşulları, sondaj, araştırma çukuru yerleri işlenecektir.

B.3.1. DOLGU TEMEL ZEMİNİ ÜZERİNDE YAPILMASI GEREKLİ LABORATUVAR ZEMİN DENEYLERİ

B.3.1.1. LABORATUVAR DENEYLERİ (GENEL)

Fiziksel özelliklerin tayinine ve sınıflandırmaya yönelik olarak;

- Su içeriği (w_n)
- Birim hacim ağırlık (γ_n)
- Elek analizi
- Atterberg limitleri

Kayma dayanımı parametreleri (c, ϕ) tayinine yönelik olarak;

- Serbest basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
- Üç eksenli basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
 - Kısa dönem stabilite analizi için; UU (Konsolidasyonsuz-Drenajsız)
 - Uzun dönem stabilite analizi için; CU (Konsolidasyonlu-Drenajsız) (gerekirse)
- Kesme kutusu deneyi (ince taneli çakıllı, kumlu, siltli KİL v.b. zeminler için)
- Laboratuvar veyn deneyi

Sıkışabilir zeminler için sıkışma özelliklerinin tespitine yönelik olarak;

- Tabii boşluk oranı (eo)
- Hacimsel sıkışma katsayısı (mv)
- Konsolidasyon katsayısı (cv)
- Sıkışma indisi (cc)
- Yeniden sıkışma indisi (cr)
- OCR'nin tespiti

B.3.1.2. LABORATUVAR DENEYLERİ (ÖZEL)

Taşıma gücü düşük, sıkışabilir killi (SPT<15 veya düşey dren projelendirmesi öngörülmesi halinde) Zayıf Zeminler İçin;

- Laboratuvar deneyleri :
 - Yatay konsolidasyon deneyi (3.1.1'e ilave olarak),
 - Uzun dönem stabilite için; CU (Konsolidasyonlu-Drenajsız) (gerekirse)
- Arazi Deneyleri :
 - CPT , arazi veyn (gerekirse)

Bu deneylere ilave olarak projenin gerekli gördüğü İDARE'ce onaylanan diğer deneyler de yaptırılacaktır.

B.3.1.3. DOLGU MALZEMESİ DENEYLERİ

Dolgu malzemesinde YFŞ'nin ilgili kısmındaki kriterlerin sağlanması için gerekli her türlü deney yaptırılacaktır.

B.3.2. DOLGULARIN TOPTAN GÖÇMEYE KARŞI STABİLİTESİ (DIŞ STABİLİTE)

Dolgularda toptan göçmeye karşı taban zemininden ve dolgudan geçen en kritik kaymalar göz önüne alınarak şev oranı belirlenir. Stabilite analizleri dolgunun ve/veya taban zemininin şev oranını değiştirecek farklı kritik kesitleri için yapılacaktır. Emniyetli ve ekonomik bakımdan uygun şev oranı, kaymalara karşı ilave önlemlerin etkisi de göz önüne alınarak stabilite analizlerinde incelenecektir. Stabilite analizi sonuçları, kritik enkesit üzerinde idealize zemin profilini, dolgu ve taban zeminine ait zemin/kaya parametrelerini, su durumunu, kayma dairesini/yüzeyini, minimum güvenlik sayılarını v.s. gösterecek şekilde raporda yer almalıdır (Şekil-1).

Dış stabilite analizine ek olarak, toptan göçme olabilecek zayıf zemin koşulu ile karşılaştırılması durumunda, dolgu taban zemini kalınlığı (H_z) dikkate alınarak;

- $H_z > B/2$ ise stabilite analizlerine ilave olarak taşıma gücü analizi yapılacaktır.
- $H_z < B/2$ ise sadece stabilite analizi yeterli olacaktır.

Burada;

H_z = zemin (alüvyon) kalınlığı

B = dolgu taban genişliği

Toptan göçme için yapılan kısa dönem stabilite analizlerinde, hızlı deneylerden (UU) elden edilen drenajsız kayma dayanımı parametreleri (c_u, ϕ_u), uzun dönem stabilite analizleri için ise efektif parametreler (c', ϕ') kullanılır. Şev stabilite analizlerinde esas alınacak güvenlik sayıları aşağıdaki tabloda verilen değerlere uyacaktır.

Dolgu Şevleri İçin Dış Stabilite Güvenlik Sayıları Kriterleri

KULLANILAN PARAMETRE CİNSİ	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ	EFEKTİF KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ
ŞARTLAR		
KISA DÖNEM (STATİK)	1.3	-
UZUN DÖNEM (STATİK)	-	1.5
UZUN DÖNEM (DEPREM)	-	1.1

Deprem durumu için yapılan stabilite analizlerinde gerekli ivme katsayısı Şekil-2 üzerinden alınacaktır.

Bu bölüm kapsamında, köprü yaklaşım dolguları da, kenar ayak temellerine etkisi göz önüne alınarak, taşıma gücü ve oturma problemi açısından ayrıca incelenecektir. Problem tespit edilirse çözüme ait hesaplar ve uygulama kolaylığı sağlayacak şekilde hazırlanan paftalar da verilecektir.

B.3.3. DOLGULARIN İÇ STABİLİTESİ:

Dolgunun içinden geçen kaymalara karşı stabilitesi için dolgu şev oranlarının uygunluğu, dolgu içinde kalan kayma daireleri göz önüne alınıp, dolgu içi oturma olmadığı kabul edilerek, güvenlik sayıları statik durumda $GS \geq 1.5$, sismik durumda $GS \geq 1.1$ olacak şekilde analizlerle kontrol edilir. İç stabilite analizlerinde sadece dolgu malzemesinin kayma dayanımı parametreleri dikkate alınır.

Bu durum dışında özel bir problem varsa incelenerek çözümlenir.

Dolgu Şevleri İçin İç Stabilite Güvenlik Sayıları Kriterleri

PARAMETRELER	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ
KOŞULLAR	
STATİK	1.5
SİSMİK	1.1

Dolgu malzemesi şartnamesine uymayan malzemelerin kullanılabilmesi için gerekli iyileştirme tedbirleri, bir optimizasyon çalışması sonucunda belirlenir.

Kritik zemin koşulları nedeni ile aşırı yatık veya maliyeti yüksek kamulaştırmaya neden olan şev oranları gerektiren dolguların, dere, nehir, deniz kıyısı geçişleri gibi özel durumlarda ve heyelanlı alanlarda yapılacak dolguların teşkilinde; tutucu yapı (duvar, gabiyon v.b.), donatılı toprak dolgu veya destek dolgusu v.b. gibi özel önlemler gerekmesi durumunda, bu önlemlere ilişkin gerekçeler ve değerlendirmeler yapıp, bu doğrultuda İDARE'nin onayı alınarak, uygun ve ekonomik çözümün kesin projeleri, uygulama paftaları ile birlikte hazırlanacaktır.

B.3.4. DOLGU TABAN ZEMİNİNDE OTURMA KRİTERLERİ

Yol dolguları için esnek üstyapı yapıldıktan sonra oluşabilecek ilave oturma miktarı toleransı, uzun tulde homojen devam eden zemin üzerindeki dolgularda 10 cm, köprü yaklaşım dolgularında ise 5 cm dir. Boyuna yönde farklı oturma miktarı toleransı uzun tuldeki dolgularda 1/500, köprü yaklaşım dolgularında ise 1/200 olacaktır.

Dolgu taban zeminindeki maksimum oturma miktarı hesapları, kohezyonsuz zeminler için elastik oturma (ani oturma), değişen dolgu yükseklikleri için zamana bağlı oturma problemi beklenen zemin koşullarında ise konsolidasyon oturması olarak hesaplanacaktır. Konsolidasyon oturması için aşırı konsolidasyon oranının (OCR) dikkate alındığı uygun formülasyonlar kullanılacaktır.

Konsolidasyon oturması söz konusu olan kesimlerde oturma süresi hesabı yapılacaktır.

B.3.5. ÖZEL ÇÖZÜMLER:

Yolun trafiğe açılması tarihi dikkate alındığında, oluşacak oturmaların kabul edilebilir sınırların üzerinde olması ve bu oturmaların uzun sürede gerçekleşmesi durumunda, oturmaları hızlandırmak amacıyla sürşarj, yer değiştirme, düşey dren v.b çözüm yöntemlerine ait değerlendirmeler; ilave olarak stabilite problemi olması durumunda ise, kademeli inşaat, zemin iyileştirmesi, drenaj, enjeksiyon v.b çözüm önerileri alternatifli olarak çalışılacak, yeterli güvenliği veren en ekonomik çözüm alternatifi önerilecek ve İDARE'nin onayı ile hesap detayları raporda verilecektir.

Kademeli inşaat yönteminin uygulanması durumunda kademeler için yapılacak stabilite analizinde İDARE'ce değiştirilmedikçe, güvenlik sayısı $GS \geq 1.2$ sağlanmalıdır. Yukarıda belirtilen yöntemlere ait projelendirme kriterleri, ilgili başlıklarda açıklanmaktadır.

Şev eteğinin dayanma yapısı ile tutulması durumunda, dayanma yapısına (betonarme veya harçlı istinat duvarı, toprakarme duvar, gabiyon duvar v.b.) ait değerlendirmeler ve detay hesaplar, madde 6.1.d'ye uygun olarak yapılarak raporda yer alacaktır.

Dolgu tabanında zayıf zeminle karşılaşılması durumunda madde 5'de belirtilen hususlar dikkate alınmalıdır.

Özel çözümler için dolgu yüksekliği ve zayıf zemin kalınlığı dikkate alınarak en kritik kesitte çalışma yapılmasının yanı sıra, azalan dolgu yüksekliği ve zayıf zemin kalınlığı için ilave kesitlerde de değerlendirme yapılarak çözüm optimize edilecektir.

B.4. YARMA ŞEVLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Yarmalar proje ömrü boyunca yolun stabil kalmasını sağlayacak şev oranları ve gerekli olması halinde ilave tedbirler göz önüne alınarak projelendirilmelidir.

Projede yer alacak yarmalara ait bilgileri kapsayan tablo oluşturulacak, bu tablo (kilometre, maksimum şev yüksekliği, kullanılan araştırma çalışmaları (sondaj, AÇ v.s) yarma zemin koşullarının tanımı, şev eğimi v.b içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo-2).

Geoteknik rapor kapsamında, söz konusu tabloda yer alan yarmalar şev tepesinden ölçülen maksimum yarma yüksekliklerine göre 3 ayrı kategoride incelenecektir.

1. $H \leq 3$ m olan yarmalar, yüzey etütleri, drenaj, trafik v.b. etkenlere göre projelendirilecektir.
2. $3 < H < 15$ m olan yarmalarda özel problem yoksa, KGM şev projelendirme rehberine göre projelendirilecektir.
3. $H \geq 15$ m olan yarmalar ile Geoteknik Etüt Raporunun incelenmesi sırasında özel problem bulunduğu tespit edilen her yükseklikteki yarmalar geoteknik çalışmalara ve analizlere dayandırılarak projelendirilecektir.

Analizlerde kullanılacak zemin parametrelerinin doğru bir şekilde seçilebilmesi için, yeterli sayıda örselenmemiş numune üzerinde yapılan laboratuvar deney sonuçları, arazi deney sonuçları ve jeolojik-jeoteknik raporda belirtilen hususlar kullanılacaktır.

$H \geq 15$ m olan yarmalarda genel olarak, 10 m'de bir 5 m genişliğinde palyeler ile tasarım göz önüne alınacaktır. Zemin/kaya koşulları dikkate alınarak, palyesiz yarma yüksekliği artırılabilir. Ayrıca, kamulaştırma, yapılaşma ve topografya v.b. nedenlerle kısıtlamaların bulunması halinde şev kademe yükseklikleri özel olarak projelendirilecektir.

Zemin içinde veya zemin davranışına yakın davranış gösteren ayrılmış kayalar zemin mekaniği prensiplerine göre; kaya yarmalar kaya mekaniği prensiplerine göre değerlendirilecektir.

B.4.1. YARMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GEREKLİ LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Fiziksel özelliklerin tayinine yönelik olarak;

- Su içeriği (w_n)
- Birim hacim ağırlık (γ_n)
- Elek analizi
- Atterberg limitleri

Kayma dayanımı parametreleri tayinine yönelik olarak;

- - Üç eksenli basınç deneyi (ince taneli kil, silt v.b. zeminler için)
 - Kısa dönem için; UU
 - Uzun dönem için; CU
- Direk kesme deneyi (kum, seyrek ince çakıllı zeminler için)
- Serbest Basınç Deneyi (suya doymuş kil, silt zeminler için)
- Veyn Deneyi (suya doymuş kil, silt, zeminler için)
- Yarma tabanında şişme özelliklerinin tayinine yönelik olarak (gerektiğinde şişme basıncı deneyi ve şişme yüzdesinin tayini)
- Tek Eksenli basınç deneyi (kaya birimler için)

B.4.2. YARMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GEREKLİ ARAZİ ÇALIŞMALARI

- Tek Eksenli Basınç Deneyi (kaya birimler için)
- Presiyometre (kaya birimler için)

B.4.3. STABİLİTE ANALİZLERİ

Stabilite analizleri, zemin/kaya özelliği göz önüne alınarak dairesel, düzlemsel veya kamasal kayma düzlemlerinde kısa dönem, uzun dönem ve deprem durumları için yarmanın en kritik kesitinde yapılmalıdır. Stabilite analizi sonuçları, kritik enkesit üzerinde idealize zemin profilini, yarma zeminine ait zemin/kaya parametrelerini, su durumunu, kayma dairesini/yüzeyini, minimum güvenlik sayılarını v.s. gösterecek şekilde raporda yer alacaktır. (Şekil-3)

Stabilite analizleri sonucunda uygun şev oranı ve şevde kaymaya karşı alınacak önlemler belirlenmelidir.

Deprem analizi için gerekli ivme katsayısı Şekil-2 üzerinden alınacaktır. Yarma şev stabilite analizlerinde aşağıda verilen güvenlik sayılarına uyulacaktır.

Yarma Şevleri İçin Güvenlik Sayıları Kriterleri

	DRENAJSIZ KAYMA DAYANIMI PARAMETRELERİ	EFEKTİF PARAMETRELER
Uzun dönem (statik)		1.5
Uzun dönem (deprem)		1.1
Kısa dönem (statik)	1.5	-
Sanat yapısı temeli içeren yamaç için	2.0	-

- H > 15 m olan yarmaların plan, profil (1/1000-1/2000 ölçekli) ve en kesitleri (1/200-1/300 ölçekli) hazırlanacaktır. Plan üzerinde sondaj ve araştırma çukuru yerleri gösterilecektir.

B.4.4. KORUMA VE DESTEKLEME SİSTEMLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Yarma şevlerinin; yapılaşma, kamulaştırma, zemin/kaya koşulları v.b. nedenlerle desteksiz olarak yapılamaması durumu raporda gösterilecek ve sırasıyla aşağıda belirtilen önlemlerin ön değerlendirmesi yapılacaktır.

- Şev eteğinde destek dolgusu
- İksa duvarı (Bkz.6.1.4)
- Destek sistemi;
 - Püskürtme beton
 - Donatılı püskürtme beton
 - Bulonlar (Bkz.6.1.4)
 - Zemin çivileri (Bkz.6.1.4)
 - Ankrajlar v.b. (Bkz.6.1.4)
- Drenaj (tek başına veya yukarıdaki çözümlerle birlikte)

Destek sistemlerinin projelendirmesinde, çalışma yapılacak kesitin ilgili kesimin en kritik kesiti olması gerekmektedir. Bu çalışma, aynı kesimde değişen zemin ve yükleme koşulları farklı olan kesitler için de yapılmalı ve proje paftaları hazırlanmalıdır. Proje paftaları, yerleşim plan-profil, enkesit ve detay paftalarını içermelidir.

Drenaj projesine ait (yatay dren, borulu hendek drenajı, kaplamalı hendekler v.b.) proje paftaları ve gerekirse hesap ve değerlendirmeler verilmelidir.

Zemin/kaya yüzeyinde, sığ lokal kayma ve kopmaları önlemek amacıyla daha çok korumaya yönelik, püskürtme beton, donatılı püskürtme beton, v.b. önlemler dikkate alınacaktır. Bu önlemlerin hangi koşullarda uygulanacağına dair kriterler raporda yer alacak ve yapım aşamasında projeye uygunluğun teyidi için gerektiğinde ilave çalışmalar (jeolojik haritalama, fotoğraflar v.b.) İDARE'ce istenebilecektir.

B.5. ZAYIF ZEMİN GEÇİŞLERİ

- YFŞ'nin **Dolgular** kısmında verilen şartlara uygun olmayan bütün kazı malzemeleri,
- Yol üst yapısını ve yol yapılarını (dolgu, yarma, köprü, viyadük, v.b.) hizmet ömrü süresince problem çıkarmadan emniyetli ve ekonomik bir şekilde taşıyamayan zeminler,
- YASS'nin yüksek olduğu killi, siltli, organik madde içeren zeminler, gevşek ince kumlu alüvyon zeminler ve kontrolsüz şekilde oluşturulmuş yapay dolgular,

Geoteknik Ön Proje raporu aşamasında tespit edilerek çözüm önerileri getirilen ve Geoteknik Kesin Proje kapsamında projelendirilmesi gereken zayıf zemin geçişleri olarak tariflenmektedir.

B.5.1. ZAYIF ZEMİNLERİN TESPİT EDİLMESİ

Zayıf zeminler, genellikle enine ve boyuna yol eğiminin az olduğu, yüzey göllenmelerinin olduğu, yer altı ve yüzey sularının deşarjının uzun tulde gerçekleştiği ova geçişlerinde bulunmaktadır. Zayıf zeminler aşağıda bahsedildiği şekilde incelenecektir.

Geoteknik Kesin Proje için yapılan araştırma çalışmalarına göre (sondaj, araştırma çukuru, yüzey jeolojisi) yol ve yol yapıları altında yer alacak zayıf zeminlerin öncelikle;

- Niteliği (CL, CH, OH),
- Kalınlığı,
- Zamana bağlı oturma özellikleri,
- Stabiliteleri etkileyecek kayma dayanım parametreleri,
- Şişme potansiyeli

belirlenecektir.

Zayıf zemin tabakasının kaldırılıp atılamayacak kalınlıklarda olması, kazı stabilitesi problemi, su altında çalışma zorluğu, uzun tulde kübaj artışı v.b. durumlarda, madde 5.4'de açıklanan ileri iyileştirme yöntemleri projelendirilecektir.

Proje aşamasında, yarma veya dolgu tabanında veya sanat yapısı temelleri altında yer alan sığ kalınlıkta zayıf zeminler görülmesi halinde ise;

- Kazı ile sıyırma,
- Yerine yeni malzeme koyma,
- Drenaj,
- Geosentetik veya geogrid ile destekleme

v.b. öneriler boyutlandırılarak raporda yer almalıdır.

Yeraltı suyu seviyesinin sığ ve yüzeye yakın olması durumunda, yolu su etkisinden korumak için, yol tabanında (dolgu veya yarma) öncelikle drenaj şiltesi teşkil edilmesi önerilecektir. Drenaj amaçlı teşkil edilecek şilte veya drenaj malzemesinin aşağıdaki kriterleri sağlaması gereklidir.

Filtrasyon Kriteri:

Drenajı sağlanan zemin tanelerinin drenaj malzemesini tıkamaması amacına yönelik olarak konulmuş bir kriterdir. Buna göre;

$$\begin{aligned} D_{15F} &\leq 5 D_{85Z} & (D_{60Z} / D_{10Z} \leq 1.5 \text{ ise } D_{15F} &\leq 6 D_{85Z}) \\ D_{15F} &\leq 20 D_{15Z} & (D_{60Z} / D_{10Z} \geq 4 \text{ ise } D_{15F} &\leq 40 D_{15Z}) \\ D_{50F} &\leq 25 D_{50Z} \end{aligned}$$

Burada;

F: Filtre Malzemesi

Z: Tabii Zemin Malzemesi

Permeabilite Kriteri :

Drenaj malzemesinin suyu geçirebilme özelliğini belirten bir kriterdir.

$$D_{15F} \geq 5 D_{15Z} \quad \text{kullanılabilecektir.}$$

Drenaj malzemesinin temininde, ekonomik olup olmaması göz önüne alınarak, aşağıda belirtilen seçeneklerinden birinin YFŞ'deki kriterler de göz önüne alınarak kullanılması önerilecektir.

- YFŞ'de gradasyonu verilen ince ve kaba filtre malzemeler,
- YFŞ'de gradasyonu verilen kum şilte kullanılarak,
- Kum şiltenin ekonomik olmaması halinde, drenaj malzemesi ve zeminin dane boyutu dağılımları tespit edilip, buna göre, yukarıda verilen filtrasyon ve permeabilite kriterlerini sağlayan ekonomik drenaj malzemesi,
- Proje sınırları içinde veya yakınında yeterli doğal ince malzemenin bulunmaması durumunda, ince filtre malzemesi yerine drenaj amaçlı örgüsüz TİP-A geotekstil, kaba filtre malzemesi yerine aşağıda gradasyonları verilen Tip-I veya Tip-II malzeme,
- Ekonomik doğal malzemenin bulunmaması halinde (yüksek plastisiteli kil bulunan bölgelerde) kaba filtre malzemesi olarak kırmataş kullanılacak ise, etrafına (ince filtre malzemesi yerine) drenaj amaçlı örgüsüz TİP-B geotekstil kullanılacaktır.

DRENAJ AMAÇLI GEOTEKSTİL TİPLERİ VE İSTENEN ÖZELLİKLER:

DENEY ADI	Drenaj Amaçlı Geotekstil Tipi	
	TİP-A	TİP-B
Dar mesnetli çekme dayanımı (N)	450	900
Kopma uzaması (%)	50-80	50-80
Delinmeye karşı dayanım (N)	300	600
Permeabilite (lt/m ² /sn)	80	80
Permitivite (sn ⁻¹)	1	1
Görünür göz açıklığı (µm) (maks.)	150	150

TİP-A geotekstil ile kullanılacak filtre malzemesi gradasyonları:

TİP-I

Elek (mm)	Geçen Malzeme %'si
2 1/2" (63 mm)	100
1 1/2" (37.5 mm)	85-100
3/4" (20 mm)	0-25
3/8"(10 mm)	0-5

TİP-II

Elek (mm)	Geçen Malzeme %'si
3" (74 mm)	100
1 1/2" (37.5 mm)	70-100
3/4" (20 mm)	40-100
3/8"(10 mm)	20-70
No.4 (5 mm)	0-40
No.8 (2.5 mm)	0-12
No.200 (0.074 mm)	0-3

B.5.2. YERALTı SUYU OLMAMASI, YÜZEYDE GÖLLENME NEDENİYLE TAŞIMA GÜCÜ ZAYIF ZEMİN OLMASI DURUMU

Taşıma gücü yetersizliklerini önlemek amacıyla zayıf zeminin sıyrılması ve kazılan kısımda "Serbest Drenaj Malzemesi" kullanımı önerilecektir. Dolgu malzemesi granüler nitelikli geçirimli ise, serbest drenaj malzemesi kullanılması gerekli olmayacaktır.

SERBEST DRENAJ MALZEMESİ GRADASYONU

Elek (mm)	Geçen Malzeme %'si
3" (76 mm)	100
1 1/2" (38 mm)	70-100
3/4" (19 mm)	40-100
3/8" (9.5 mm)	20-70
No:4 (4.75 mm)	0-40
No:8 (2.38 mm)	0-12
No:200 (0.074 mm)	0-3

B.5.3. YARMA TABANLARINDA ŞİŞME ÖZELLİĞİ OLAN ZEMİN BULUNMASI DURUMU

Yarma tabanında şişme özelliği olan zemin bulunması durumunda, zeminin şişme yüzdesi ve şişme basıncı değerleri kullanılarak şişme miktarları belirlenecektir. Su seviyesinin üstyapı taban seviyesine en fazla 1.5 m yaklaşmasına izin verecek drenaj tedbirleri (borulu hendek drenajı v.b.) projelendirilmelidir.

B.5.4. ZAYIF ZEMİN GEÇİŞLERİNDE İLERİ ZEMİN İYİLEŞTİRMELERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Zayıf zemin kalınlığının fazla olduğu, sığ kazı veya iyileştirme tabakası teşkili ile çözülemeyen durumlarda ileri zemin iyileştirmesi tek başına veya sığ zemin iyileştirmesi ile birlikte projelendirilecektir. İleri zemin iyileştirme yöntemleri dolgu, köprü yaklaşım dolgusu taban zemini, köprü temeli zeminleri için söz konusu olup, esas olarak oturmaların hızlandırılması, azaltılması, taşıma gücünün artırılması, şev stabilitesinin artırılması için gereklidir.

Projelendirilecek zemin iyileştirmesi için kullanılacak enkesit ilgili kesimin en kritik kesiti olmalı, değişen zemin ve yük koşullarına göre farklı kesitler için de hesap yapılmalıdır.

Zemin iyileştirme projelerinde sırasına göre aşağıdaki alternatif uygulamaların ön değerlendirmesi yapılmalı, yaklaşık uygulama metrajları ölçeğin izin verdiği oranda verilmelidir.

- Ön yükleme ve sürşarj
- Kademeli yükleme
- Düşey drenler
- Geosentetikler
- Taş kolonlar
- Temel enjeksiyonu

Yol ve yol yapısının inşasından önce zeminin önceden yüklenmesi **Ön Yükleme**; zemini daimi olarak etkileyecek yapı yükünün üzerine ilave olarak ekstra yükleme yapılması **Sürşarj Yükleme** olup, her iki durumda da yükleme öncesi ve sonrası zeminde oluşacak oturmaların miktarı ve süreleri hesaplanacak, yol veya yol yapısına olan etkisi gösterilecektir.

Kademeli Yükleme ise, zeminin taşıyabileceği yükseklikteki dolgunun aşamalı inşa edilmesi olup, her aşamada belirli dolgu yüksekliği altında zemin oturmalarının tamamlanıp, kayma dayanımının istenen değere ulaşmasından sonra, dolgunun proje kotuna yükseltilmesi şeklinde yapılan projelendirmedir.

Oturma miktarı ölçüm sistemi detayları raporda yeralacaktır.

Kademeli yükleme önerilmesi halinde her kademe için stabilite analizi veya taşıma gücü hesapları yapılacak, inşaat kademeleri stabilite analizlerinde güvenlik sayısı statik durumda $GS \geq 1.2$ sağlanacaktır. Gerektiğinde zemin parametrelerindeki iyileşmenin belirlenmesi için kademeler sonrası araştırma çalışması önerilebilecektir.

Düşey dren ve taş kolon hesaplarında yolun trafiğe açılma süresi dikkate alınacak, düşey dren paterni (yerleşimi, aralığı, boyu v.b.) verilecek ve uygulama paftaları hazırlanacaktır.

Düşey dren projesi (kum dren, bant dren v.b.) alternatifli olarak yapılacak ve metrajları raporda yer alacaktır.

Zemin enjeksiyonu ve jet-grout önerilmesi halinde, istenilen nitelikte iyileştirmenin sağlanabilmesi için, gerekli enjeksiyon tipi ve basıncı, pompa debisi, geri çekme hızı, dönme hızı, enjeksiyon ekipmanı tipi, çimento dayanımı, su/çimento oranı v.b. enjeksiyon uygulamasına özgü parametreler, teknik ve ekonomik açıdan en uygun yöntem ve ekipmanın seçilmesi sağlanarak, raporda yer alacaktır. Bu yöntemler için projede öngörülen parametrelerin kontrolü amacıyla yapılacak deneme uygulamasına ait kriterler raporda verilecektir.

B.6. SANAT YAPILARININ TEMELLERİ

Sanat yapılarına ait temellerin (viyadük, köprü, alt geçit, üstgeçit, dayanma yapıları, menfez v.b.) her biri için zemin-yapı ilişkileri (taşıma gücü, oturma, stabilite v.b.) incelenip, temel tipi seçimi ve ön boyutlandırma dikkate alınarak proje ömrü boyunca stabil kalmasını sağlayacak şekilde projelendirilecektir.

Projede yer alacak sanat yapılarına ait tablo, kilometre, araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru), sanat yapısı tipi, temel tipi, zemin/kaya cinsi v.b. bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır. (Tablo-3, Tablo-4)

Her bir sanat yapısı için öncelikle 3.1.1 ve gerekirse B/3.1.2. maddesindeki deneyler yapılacak, plan ve idealize zemin profili çıkarılacak, jeolojik profil ve enkesitler üzerinde sondaj ve araştırma verileri işlenecek, temelin oturacağı yaklaşık kotlar belirtilecektir.

Projelendirmede ayrıca aşağıdaki kriterler göz önüne alınacaktır:

- Akarsu içerisinde yer alacak temellerde olası oyulma derinliği
- Don penetrasyon derinliği
- Çözümlerin maliyeti

Geoteknik projelendirmede; yapı temeli altındaki zemin veya zemin tabakaları, yapıdan temel aracılığı ile iletilen gerilmeleri yeterli (kabul edilebilir ve genellikle statik durumda 3 alınan bir güvenlik sayısını sağlayan) güvenlikle taşıyacak kapasitede olması, özellikle farklı oturmaların yapı stabilitesini bozmayacak sınırlar içinde kalması gerekmektedir.

Ayrıca aşağıda belirtilen hususlar göz önüne alınacaktır:

- Önemli düşey gerilme azalmasının söz konusu olduğu durumlarda, (yarmaya oturan temeller için) zemin kabarması incelenecektir.
- Stabilite problemi olabilecek temel kazıları için (yamaca oturan temeller) kazı stabilitesi analizi yapılacaktır.
- Birbirine yakın temeller için temel kazısı etkileşimleri incelenecektir.
- Zayıf / sıkışabilir zeminler için madde 5'de belirtilen hususlar göz önüne alınacaktır.
- Yapım aşaması ve/veya sonrasında olası YASS seviyesi, projelendirme aşamasında belirlenecek, yapım aşaması için gerekli öneriler raporda yer alacaktır.
- Temel kazıları ve imalatı sırasında (komşu) çevre yapıların etkilenip, etkilenmeyeceği araştırılacak ve projelendirme buna göre yönlendirilecektir.
- Sıvılaşma riski olabilecek yerlerde sıvılaşma hesapları yapılacaktır.

B.6.1. SANAT YAPILARININ TEMELLERİNİN PROJELENDİRİLMESİ

Sanat yapısı temelleri için taşıma kapasitesi (sığ/derin temel) ile oturma miktarları ve süresi göz önüne alınarak uygun temel sistemi önerilecektir.

Taşıma gücü ile ilgili olarak; üstyapıdan gelen yükler ve momentler belirlenerek, bu değerler tablo halinde geoteknik raporda verilecektir. Bu yüklere bağlı olarak statik ve dinamik yükleme durumu için taşıma gücü hesapları yapılarak uygun temel tipi tespit edilecektir.

B.6.1.1. YÜZEYSEL TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Temel taban seviyesine (temel genişliğinin iki katı) 2B mesafedeki derinlik, geoteknik (c, ϕ , γ v.b.) olarak tanımlanmalıdır. Bu temel üzerine ait üstyapıdan gelen yükler N (normal kuvvet M) (moment) ve D_f (temel derinliği), B(temel genişliği), L(temel uzunluğu) göz önüne alınarak taşıma gücü hesapları yapılmalı ve temele gelen yüklerle zeminin taşıma kapasitesi karşılaştırılmalıdır. (Tablo-5)

Statik durum için güvenlik sayısı $GS=3.0$ alınarak emniyetli taşıma gücü bulunur. Statik yüklere göre tanımlanan zemin emniyet gerilmesi ve kazıklı temellerde kazığın yatay ve eksenel yükler için emniyetli taşıma yükü, deprem durumunda en fazla %50 arttırılabilir.

Kenar ayaklarda ve istinat duvarlarında devrilme, kayma tahkikleri yapılmalı ve temel altında oluşan gerilmeler belirlenmeli ve maksimum gerilme emniyetli taşıma gücü ile karşılaştırılmalıdır.

B.6.1.2. DERİN TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Yüzeysel temel sistemiyle güvenli taşıma gücü elde edilememesi veya başka yöntemlerle (malzeme yer değiştirme v.b) ekonomik çözüm olmaması durumunda derin temel değerlendirilecektir.

Kazık başlık kotu ve kazık derinliklerini de gösteren zemin profili çıkarılacaktır. Sondaj verileri (RQD, SPT değerleri, YASS ve zemin tabakalaşması) varsa presiyometre değerleri temel zemini özellikleri, parametreleri ve jeolojik bilgiler bu profil üzerinde gösterilecektir.

Üstyapıdan kazığa gelen servis yükleri tablo halinde verilecektir. Grup etkisi de dikkate alınarak bir kazığın taşıyacağı kapasite belirlenecektir. Hesaplarda kullanılan parametreler, her tabaka için enkesit üzerinde gösterilecektir.(Şekil-4 ve Şekil-5)

Kenar ayaklarda yaklaşım dolguları altında oluşacak oturma miktarları ve süreleri hesaplanacaktır. Yaklaşım dolguları altında oluşacak oturmalar tamamlanmadan kenar ayak kazıklarının imalatı söz konusu ise negatif sürtünme kuvveti hesaplanacaktır.

Oturmalar tamamlandıktan sonra derin temel yapılacaksa, yapım aşaması raporda verilecektir. Bu durumda kenar ayak kazık kapasite hesaplarında negatif sürtünme kuvveti göz önüne alınmayacaktır.

B.6.1.3. OTURMA HESAPLARI

Yüzeysel temel altında oluşacak oturmalar hesaplanacaktır.

Temel sisteminin kazıklı (sürtünme kazığı, kayaya soketli olmayan) olması durumunda da oturma hesapları yapılacaktır.

Oturma hesaplarında aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

- Oturma hesapları sonucu bulunan değerler kesin olmayıp, bir yaklaşım olarak değerlendirilecektir. Bu toplam oturma miktarı için olduğu kadar, oturma-zaman ilişkisi için de geçerlidir.
- Oturma hesaplarında göz önüne alınacak derinlik olarak; efektif gerilme artışının, jeolojik efektif yükün % 20'sine eşit olduğu derinlik veya temelden aktarılan gerilmelerin % 10'una düştüğü derinlik yada temel genişliğinin 1.5 - 2.0 katı olarak alınabilir. Ancak bu kriter geniş ve az yük taşıyan temeller için azaltılmalı, çok yumuşak zeminler için artırılmalıdır.
- İzin verilen toplam ve farklı oturmalar, yapının özelliklerine (viyadük, köprü, menfez v.b.) göre projede yapı mühendislerinin görüşleri alınarak önerilecektir.
- Farklı oturmalar, yüklerin dağılımı ve zemindeki değişim göz önüne alınarak hesaplanacak, bu oturmaların üst yapıya zarar vermeyeceği gösterilecek, farklı yapılar için verilen oturma toleransları dikkate alınacaktır.

B.6.1.4. DAYANMA (İSTİNAT) YAPILARI VE DESTEK SİSTEMLERİ

Dayanma yapısı tipleri;

- Papuçlu veya papuçsuz betonarme duvarlar
- Harçlı taş (ağırlık) duvarlar
- Gabiyon duvarlar
- Toprakarme duvarlar
- Kazıklı perde duvarlar
- Ankrajlı kazıklı perde duvarlar v.b.

olarak sıralanabilmektedir. Bu bölüm yukarıda belirtilen dayanma yapılarına ilave olarak bulon, zemin çivisi, ankraj v.b. donatı elemanlarına sahip destek sistemlerini de kapsamaktadır.

Projede yer alacak dayanma yapılarına ve destek sistemlerine ait tablolar, kilometre, araştırma çalışması (sondaj, araştırma çukuru), duvar yüksekliği, duvar tipi, zemin/kaya cinsi v.b. bilgileri içerecek şekilde hazırlanacaktır (Tablo-6, Tablo-7).

Dayanma yapıları ve destek sistemleri için hesap kesitinin seçiminde değişen zemin/kaya koşulları, yükseklik ve geometri esas alınacaktır. Yüksekliğin değişken olması durumunda iki hesap yüksekliği arasındaki fark minimum 2 m olacaktır.

Hesaplarda aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacak ve raporda verilecektir.

- Geri dolgu malzemesi özellikleri, geometrisi (parametreler, yükseklik v.b.)
- Dayanma yapısı arkasında ilave yükler (trafik yükü, mevcut yapılar v.b.)
- Temel zemini özellikleri
- Su seviyeleri
- Dayanma yapısı önündeki kazı, oyulma ve erozyon
- Don etkisi
- Dayanma yapısı arkası drenaj malzemesi özellikleri, geometrisi

Dayanma yapıları için aşağıda belirtilen tahkikler yapılacaktır.

- Kayma tahkiki (GS statik > 1.5, GS deprem > 1.125)
- Devrilme tahkiki (GS statik > 2, GS deprem > 1.5)
- Taban basıncı tahkiki ($q_{maks} < q_{em}$, $q_{min} > 0$) statik durumda
- Emniyetli taşıma gücü hesabı
- Oturma hesabı
- Stabilite analizi (kazı durumu ve yapım sonrası)
- Kazı durumu (GS > 1.10)
- Yapım sonrası (GS > 1.5)
- Donatı hesabı (betonarme duvarlarda)

Toprakarme duvarlar için, yukarıda belirtilen ve bu yapılar için dış stabilite tahkiklerine ilave olarak iç stabilite (sıyırılma, kopma v.b.) tahkikleri de yapılacaktır.

Dayanma yapıları ve destek sistemlerine ait geoteknik raporlar, yapılan araştırma çalışmalarını (sondaj, araştırma çukuru, laboratuvar deneyleri), geoteknik değerlendirmeleri, parametre seçimlerini, hesapları içerecek ve proje paftaları (sondaj ve araştırma çukurlarını gösterir plan, sistem seçim gerekçelerini gösterir planlar, dayanma yapıları ve jeolojii gösterir boykesit, enkesit, drenaj paftaları ve detay paftalar v.b.) ve ölçeğin izin verdiği oranda yaklaşık metraj hesapları ile birlikte sunulacaktır.

Bulon, zemin çivisi, ankraj gibi destek sistemleri için; genel olarak aşağıda verilen yöntem izlenecektir.

- Desteksiz şev için kayma dairesinin/düzleminin belirlenmesi
- Belirlenen kayma yüzeyi esas alınarak; sığ yüzeyler için GS statik > 1.5; GS sismik > 1.1; $a=(1.45- a_{maks}) \times a_{maks}$ olacak şekilde stabilite analizlerinin yapılması
- Derin kayma düzlemleri için GS statik > 1.3, GS sismik > 1.1, $a = a_{maks} /2$ olacak şekilde statik ve sismik durumda stabilite analizlerinin yapılması
- Kopma ve sıyırılma tahkiklerinin yapılması
- Ankrajlarda ayrıca kök boyu hesabı yapılması

a_{maks} : maksimum yatay deprem ivmesi (Şekil-2'deki değerlerin iki katı)

Kazıklı ve ankrajlı kazıklı perde duvarlar için betonarme hesapları, başlık ve kuşaklama kirişi hesapları ve ilgili proje paftaları raporda sunulacaktır.

B.7. HEYELANLAR

İDARE'nin onayı alınarak heyelan etüdü ve önleme projesinin yapılmasına karar verilmesi halinde Araştırma Programı hazırlanarak, yol ve yol yapılarının proje ömrü boyunca stabil kalmasını sağlayacak şekilde önlem projesi hazırlanacaktır. Heyelan raporları ayrı raporlar halinde düzenlenecek olup, jeolojik-jeoteknik değerlendirmeler Jeoloji Mühendisi tarafından, sayısal çözümler ve değerlendirmeler Zemin Mekaniği Mühendisi tarafından yapılacaktır.

B.7.1. ÖN DEĞERLENDİRME

Projelendirmede aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

1. Heyelanın etkilediği yol kesiminin dolgu, yarma, karışık kesitte olup olmadığı belirtilecektir.
2. Heyelanlı alanı gösterir plankote ve enkesitler çıkarılacaktır.

Plankote Üzerinde;

- Heyelan sınırları (taç, ayna, yan ayna, topuk)
- Çatlaklar
- Taze bitkisel alanlar
- Su kaynakları, göllenmeler, su sızıntıları, çeşmeler v.b.
- Yapılan araştırma çalışmaları
- Jeolojik yapı, litoloji, ayrışma bozuşma zonları
- Koordinatlar, km ve istasyonlar
- Mevcut yapılaşma (bina, kanalizasyon v.b.)
- Enkesit aksları gösterilecektir.
- Kayma öncesi durum

Enkesitlerde;

- Kayma öncesi geometri
- Mevcut geometri
- Kayma düzlemi
- Çatlaklar (boyutlarıyla), ayna, topuk
- Yapılan araştırma çalışmaları
- İşlenebilecek diğer deformasyonlar (mevcut yoldaki deformasyonlar v.b.)
- Jeolojik yapı, litoloji, YASS gösterilecektir.

Plankote ve enkesitlerde jeolojik yapıya ait farklı birimler boyama veya lejantla gösterilecektir.

3. Heyelanın oluş zamanı, mevsim koşulları, oluş nedeni, mevcut drenaj sistemlerinin çalışıp çalışmadığı, çalışıyorsa deformasyon olup olmadığı, heyelanın boyutları (uzunluk, genişlik, derinlik), heyelanlı kütlelerin ve harekete katılmayan kütlelerin özellikleri, hareketin hızı (ilk hareketten sonra hareketin devam edip etmediği, ilk hareket sonrası çatlak ve yarıkların genişliği, derinliği, yeni çatlakların oluşup oluşmadığı v.b.), hareketin tipi, (akma, kayma, düşme, devrilme, tekrarlı, tekil, karmaşık, dairesel, düzlemsel, kamasal v.b.) bilgiler, araştırma çalışmaları (sondaj, araştırma çukuru, inklinometre, laboratuvar çalışmaları v.b.), fotoğraflar raporda verilecektir.

B.7.2. HEYELAN ETÜTLERİNDE GEREKLİ LABORATUVAR DENEYLERİ

Fiziksel özelliklerin tayinine ve sınıflandırmaya yönelik olarak;

- Su içeriği (W_n)
- Birim hacim ağırlık (γ_n)
- Elek analizi
- Atterberg limitleri

Kayma dayanımı parametrelerinin tayinine yönelik olarak;

- Direk Kesme (rezidüel) Deneyi

B.7.3. SAYISAL ÇÖZÜMLEME

Çözümüne yönelik sayısal çözümlenmelerde Kısım 7.1 ve 7.2 de sonuçları göz önüne alınarak izlenecek yöntem aşağıda belirtilmektedir.

- Kayma öncesi geometri ve kayma koşulları göz önüne alınarak geri analizle kayma yüzeyi boyunca rezidüel kayma dayanımı parametreleri belirlenecek, geri analizde güvenlik sayısı $GS < 1$ esas alınacaktır.
- Geri analizden elde edilen parametreler, araştırma çalışmaları ve laboratuvar deneyleri sonucunda bulunan parametrelerle birlikte yorumlanarak değerlendirilecek ve tasarım parametreleri belirlenecektir. Bu değerlendirmeler raporda yer alacaktır.
- Çözüm geometrisi için statik durum (kısa dönem, uzun dönem) deprem durumu ve gerekiyorsa kazı durumu için kısa dönem stabilite analizleri yapılacaktır. Rezidüel parametrelerin kullanılması durumunda çözüm için statik durumda $GS \geq 1.30$, sismik durumlarda $GS \geq 1.1$, kazı durumunda (heyelanlı alanda kalıcı düzenleme için yapılan projenin önemine, heyelanlı alan ve çevresinde yapılaşma, heyelan hızı, çalışılan mevsim koşulları, çalışma ve kazı zorluğuna göre) $GS > 1.10-1.20$ değerleri esas alınacaktır.
- Yapılan hesaplarda heyelan ana eksenini (en kritik kesit) esas alınacak, değişen zemin koşulları ve değişen kayma dairesi derinliği için proje optimizasyonuna yönelik olarak gerekirse diğer (γ_n) kesitlerde de çalışma yapılacaktır.
- Çözümün alternatifli verilmesi halinde alternatifler arası maliyet karşılaştırması yapılacaktır.
- Çözümüne ait uygulamaya yönelik her türlü plan, profil, enkesit ve detay paftaları rapor ekinde sunulacaktır.

B.8. GÖZLEM PROJESİ

Dolgu, yarma, heyelan, sanat yapıları v.b. yol ve yol yapılarının projelendirilmesi sırasında (oturma, kayma, su durumu v.b.) verilerin toplanarak projelendirmeye esas modelin çıkarılması veya projelendirme sırasında belirlenen performansın yapım sırasında ve sonrasında geçerliliğinin kontrolü amacıyla, gerektiğinde uygun gözlem projesi tipi ve süresi belirlenerek gözlem projesi hazırlanacaktır.

Gözlem projesi için, ölçümün amacı belirtilecek, ölçüm yerleri, okuma aralıkları, alet detayları verilecektir.

Gözlem sonuçları yorumlanarak değerlendirilecek, rapor haline getirilecek, buna göre, gerektiğinde yapım sırasında esas proje yönlendirilerek, revizyon yapılabilir.

NOT: Örnek Deney Sonuç Tablosu Tablo-8'de verilmektedir.

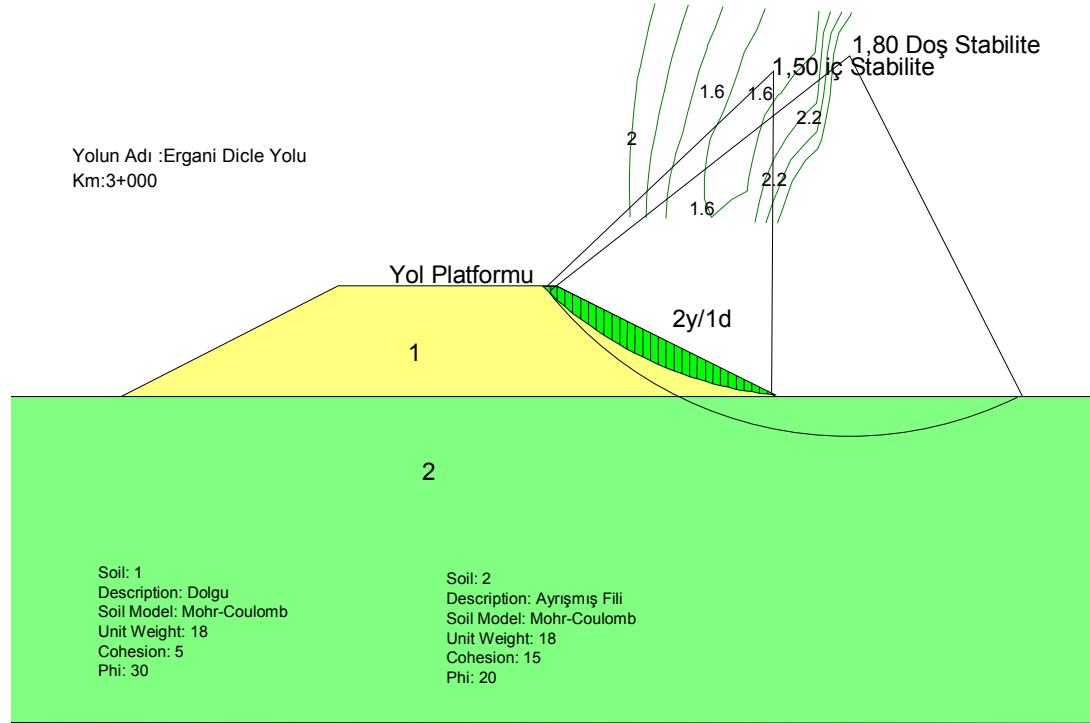
ŞEKİLLERİN LİSTESİ

- ŞEKİL 1- Dolgulara ait örnek stabilite analizi
- ŞEKİL 2- Şev stabilite hesaplarına esas yatay deprem katsayıları
- ŞEKİL 3- Yarmalara ait örnek stabilite analizi
- ŞEKİL 4- Yüzeysel ve derin temellere ait enkesit ve zemin profili
- ŞEKİL 5- Kazık servis yüklerinin belirlenmesi

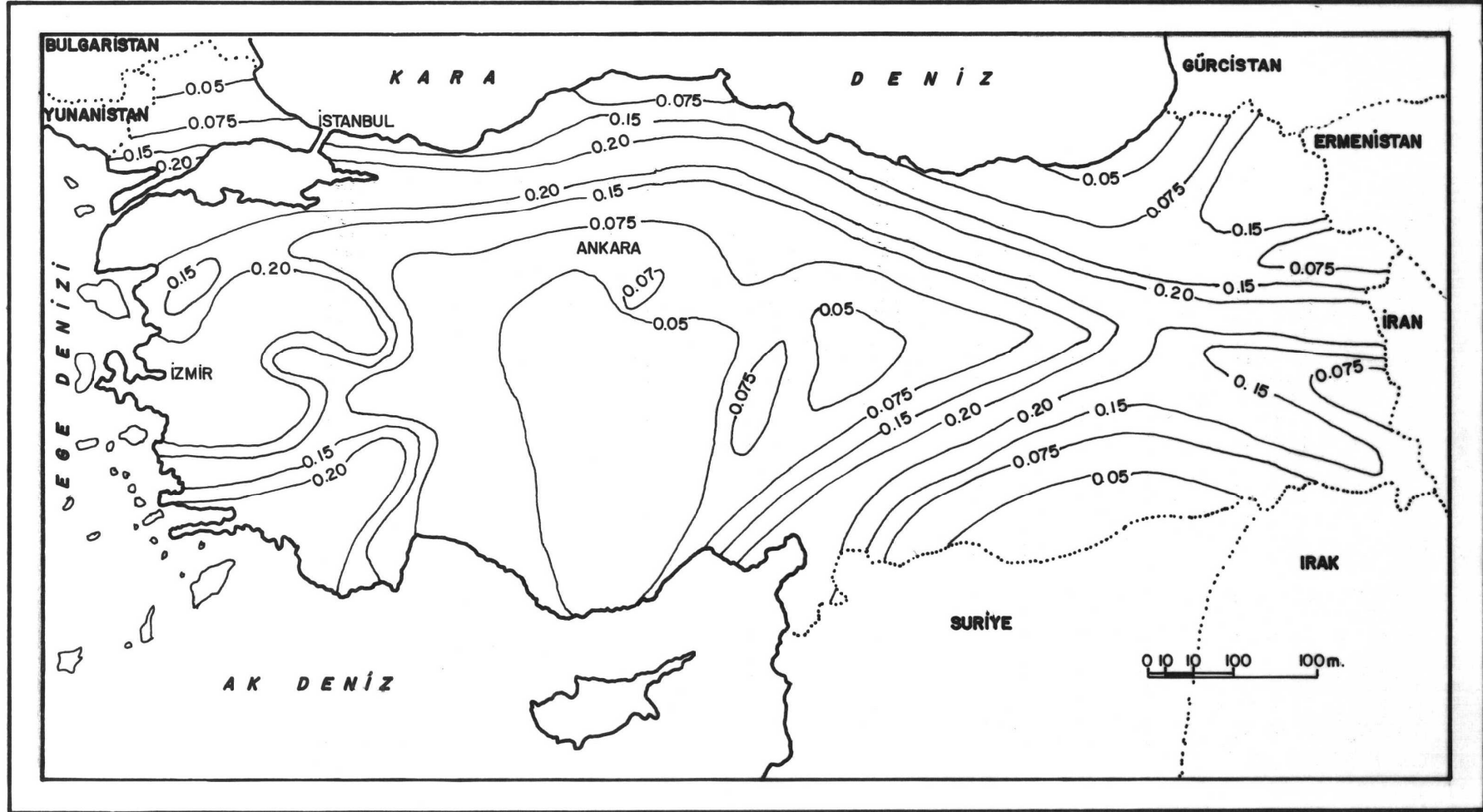
TABLULARIN LİSTESİ

- TABLO 1- Dolgu bilgileri listesi
- TABLO 2- Yarma bilgileri listesi
- TABLO 3- Büyük sanat yapıları listesi
- TABLO 4- Küçük sanat yapıları listesi
- TABLO 5- Yüzeysel temellerde oluşan yük ve gerilmeler
- TABLO 6- Dayanma yapıları listesi
- TABLO 7- Destek yapıları listesi
- TABLO 8- Örnek deney sonuç tablosu

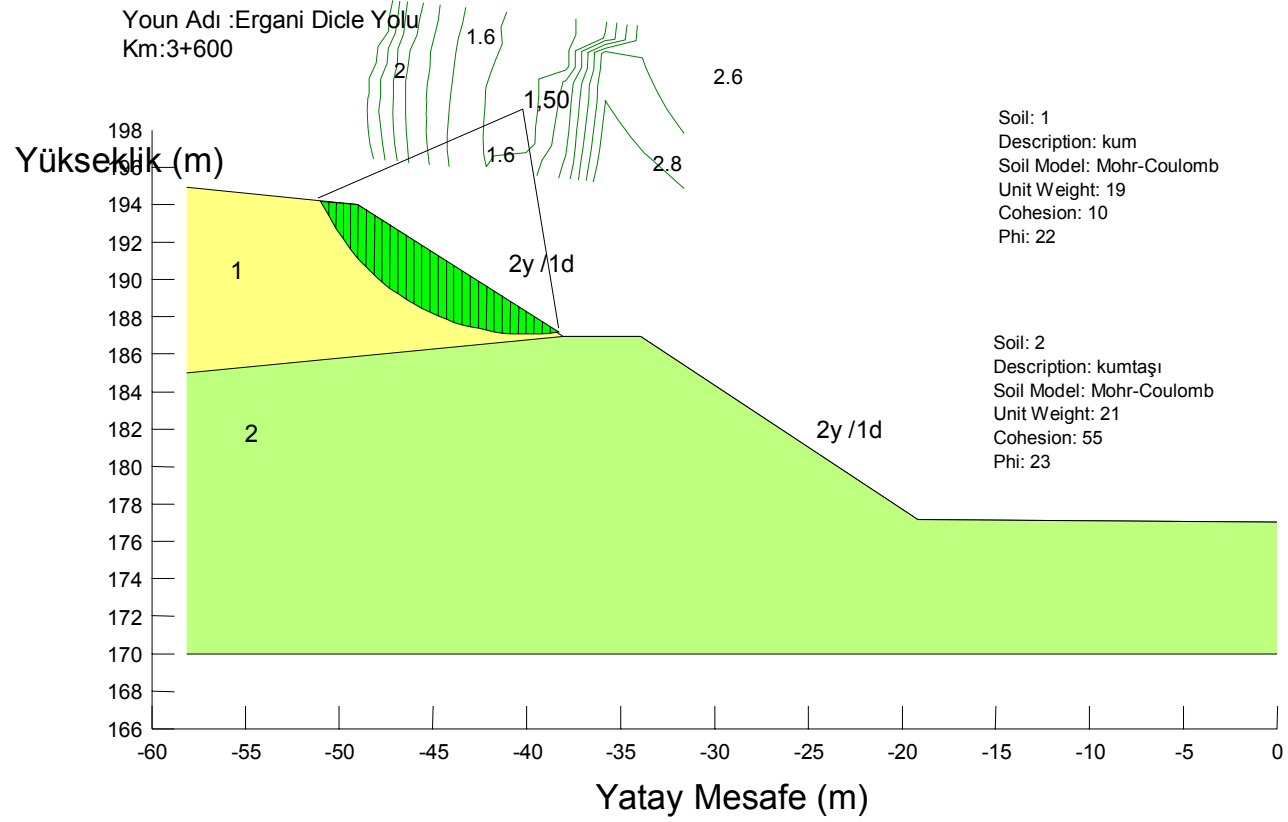
NOT: Şekil ve tablolarda yer alan bilgiler örnek olarak verilmiştir.



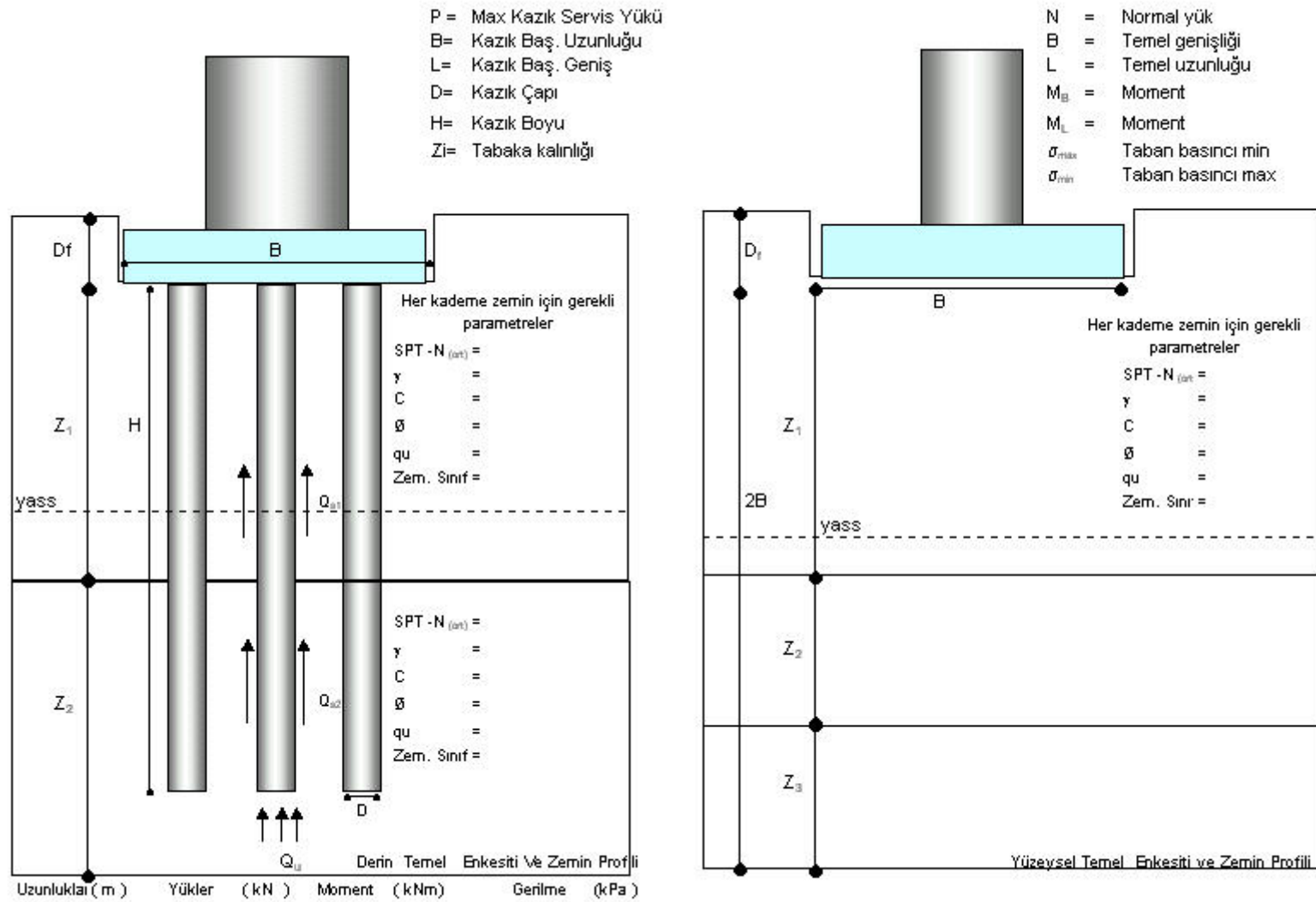
Şekil-1 Dolgulara Ait Örnek Stabilite Analizi



Şekil-2 Şev Stabilite Analizlerine Esas Yatay Deprem Katsayıları

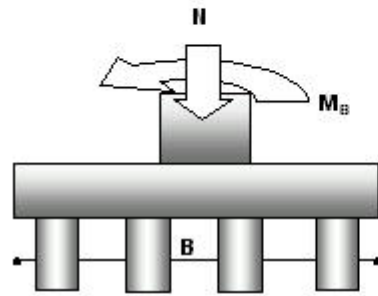


Şekil-3 Yarmalara Ait Örnek Stabilité Analizi



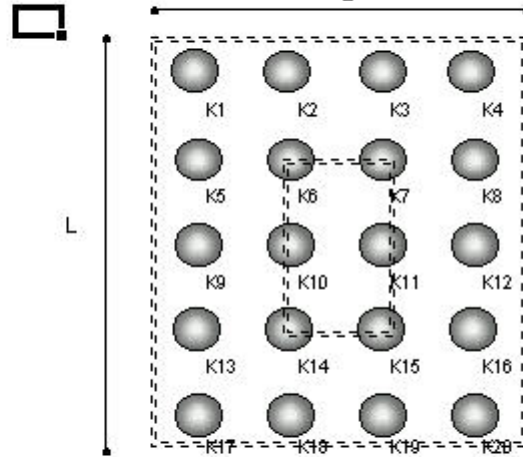
şekil-4 Yüzeysel ve Derin Temellere ait Enkesit ve Zemin Profilleri

Kazık Başlığına Gelen Yükler



$N = \dots \text{kN}$
 $B = \dots \text{m}$
 $L = \dots \text{m}$
 $M_B = \dots \text{kN-m}$
 $M_L = \dots \text{kN-m}$

Kazık Başlığı Ve Kazık Yerleşim Planı



Kazık				
No	Servis Yüğü (Statik)	Servis Yüğü (Sismik)	Boy	Çapı
K1	1000	2000	20	1.20
K2	1001	2001	20	1.20
K3	1002	2002	20	1.20
K4	1003	2003	20	1.20
K5	1004	2004	20	1.20
K6	1005	2005	20	1.20
K7	1006	2006	20	1.20
K8	1007	2007	20	1.20
K9	1008	2008	20	1.20
K10	1009	2009	20	1.20
K11	1010	2010	20	1.20
K12	1011	2011	20	1.20
K13	1012	2012	20	1.20
K14	2000	3000	20	1.20
K15	1014	2014	20	1.20
K16	1015	2015	20	1.20
K17	1016	2016	20	1.20
K18	1017	2017	20	1.20
K19	1018	2018	20	1.20
K20	1019	2019	20	1.20

Üstyapı Yüklerinden (Statik ve sismik) Dolayı Kazık Grubu içindeki Oluşan Kazık Servis Yükleri

Şekil-5 Kazık Servis Yüklerinin Belirlenmesi

Tablo:1 **DOLGU BİLGİLERİ LİSTESİ**

D. No	Km aralığı	Sondaj no Aç no	Dolgu yükseklikleri				Dolgu taban zemini	Dolgu mlz. Cinsi	Dol. Kullanılan. Mlz. Ocağı veya Yarma no	
			Mak. Yük. Km	Sol (m)	Eksen (m)	Sağ (m)				Şev Eğimi (y/d)
1	0+000 - 0+100	SK - 3	0+020	33	35	5	2y / 1d	SM	SM	Yarma 5
2	3+000 - 3+025	Aç-2	3+010	8	2	1	3y / 1d	CH	CL	Çünür any oc.

Tablo:2 **YARMA BİLGİLERİ LİSTESİ**

Y. NO	Km aralığı	Sondaj no Aç no	Yarma yükseklikleri				Eğim (y/d)	Zemin / Kaya Cinsi
			Mak. Yük. Km	Sol (m)	Eksen (m)	Sağ (m)		
1	0+000-1+000	SK - 15	0+100	34	35	25	1y / 2d	Kireçtaşı
..								

Tablo:3 **BÜYÜK SANAT YAPILARI LİSTESİ**

S. No	Km aralığı	Sondaj no Aç no	S. yapısı tipi	Temel tipi (Yüz. Kaz. Rad. Şer)	Açıklık sayısı	Temel Zemini
1	5+100 - 5+350	SK - 15	Viyadük	Kazıklı	10	CL-CH
2			Köprü	Şerit	5	
3			Altgeçit	Radye	1	
4			Üstgeçit	Yüzeysel	2	

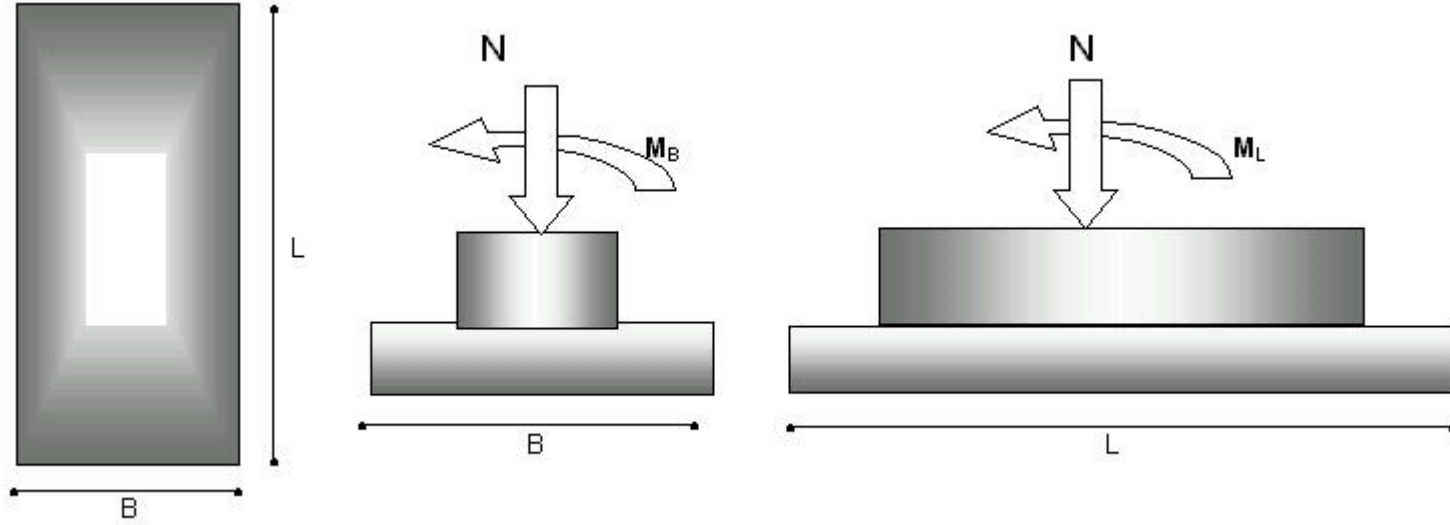
Tablo:4 **KUTU MENFEZ LİSTESİ**

M. No	Km aralığı	Sondaj no Aç no	Menfez k. Ebatları (B X H)		Açıklık sayısı	İmla yüksekliği	Taban zemini
1	3+500	Aç- 5	3	3	2	5	CL
...							

Tablo 5 : Yüzeysel Temelerde Oluşan Yük Ve Gerilmeler

AYAK NO	Temel boyutu		STATİK YÜKLEME DURUMU							SİSMİK YÜKLEME DURUMU						
	B _{En}	L _{Boy}	N	M _B max	M _B min	M _L max	M _L min	σ _{max}	σ _{min}	N	M _B max	M _B min	M _L max	M _L min	σ _{max}	σ _{min}
KA1																
P1L																
P1R																
P2L																
P2R																
...																
KA2																

Uzunluk: (m) Yükler (kN) Moment (kNm) Gerilme (kPa)



Tablo:6 **DAYANMA YAPILARI LİSTESİ**

İst. No	Km aralığı	Sondaj no Aç no	Duvar . Yük.(m)	Hamule yük.(m)	Duvar tipi	Taban zemini
1	3+000 - 3+120	SK - 15	10	3	Betonarme (BA)	Mam
2					Ağırlık	
3					Toprakarme... vs.	

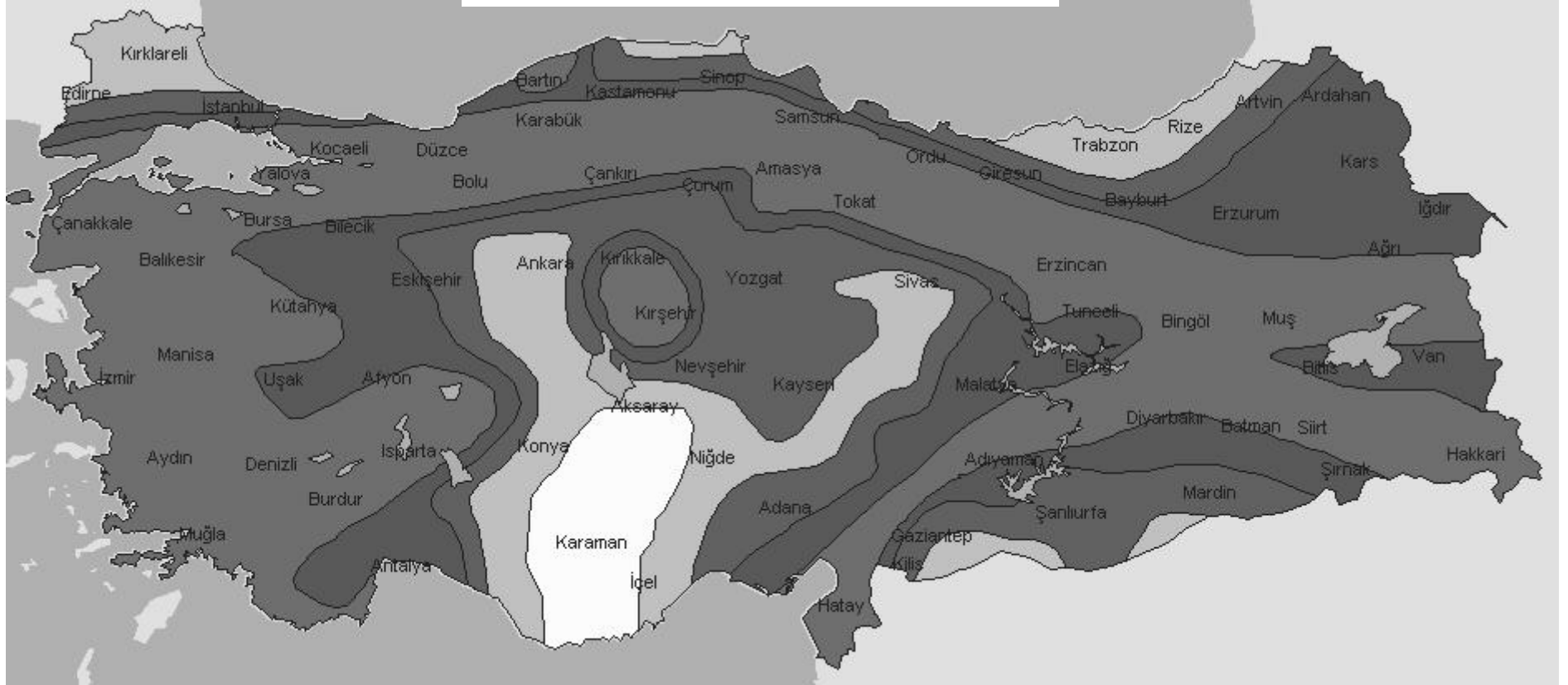
Tablo:7 **DESTEK YAPILARI LİSTESİ**

İsa No	Km aralığı	Sondaj no Aç no	Duvar . Yük.(m)	Hamule Yük.(m)	Destek Sis. Tipi	Zemin / Kaya cinsi
1	11+200 - 11+300	SK - 15	10	3	BA	Mam
...					Çivi	

TABLE 8- Örnek Deney Sonuç Tablosu

NUMUNE			W _n	γ _n	γ _s	Atterberg Limitleri			Elek Analizi (%)										Birleştirilmiş Zemin Sınıfı	Standart Penetrasyon Değeri (N)	ÜÇ EKSENLİ BASINÇ Deney Türü (UU-CU)			KESME KUTUSU Deney Türü (UU-CU-CD-Rezidüel)			SERBEST BASINÇ			Konsolidasyon Deneyi			Veyn Deneyi										
SONDAJ NO	NUMUNE NO	DERİNLİK (m)	%	t/m3	t/m3	LL	PL	PI	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	NO:4	NO:10			NO:20	NO:40	NO:60	NO:200	W _{num} (%)	C/C' (kg/cm ²)	Φ/ Φ' (derece)	W _{num} (%)	C/C'Cr (kg/cm ²)	Φ/Φ'(derece)	W _{num} (%)	q _u (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	Konsolidasyon Yataysa:Y	Düseyse:D	Şişme Basıncı (kg/cm ²)	Şişme Yüzde (%)	W _{num} (%)	q _u (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)			
SK-1	SPT-1	1.50-1.95	26			34	21	13									100	97	90	81	63	55	CL	28																			
	UD-1	2.50-3.00	39	2.088		60	19	41									100	99	98	94	82	76	CH	28	22	1.09	15																
	SPT-2	3.00-3.45	23			34	21	13										100	98	96	90	70	57	CL	33																		
	UD-2	4.50-4.95	19	2.112	2.67	34	21	13										100	98	93	82	63	55	CL	39			16	1.08	26													
	SPT-3	7.50-7.95	10	2.191		27	16	11										100	97	85	71	53	45	SC	48																		
	UD-3	9.00-9.45	14			27	16	11									100	99	94	85	75	56	48	SC	50						18	0.66 0.48	0.33 0.24	+	0.11	10							
	SPT-4	10.50-10.95	14			27	16	11								100		91	82	74	63	41	30	SC	51																		

TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI



- 1. Derece
- 2. Derece
- 3. Derece
- 4. Derece
- 5. Derece

ÜSTYAPI PROJELENDİRME RAPORU

1. ÜSTYAPI PROJELENDİRME RAPORUNA İLİŞKİN GENEL HUSUSLAR

Üstyapı Projelendirme Raporu İDARENİN kabul edeceği Üstyapı Mühendisi tarafından hazırlanarak imzalanacaktır.

Üstyapı Projelendirme Raporu diğer araştırma raporları ile birlikte eş zamanlı olarak İDAREye sunulacaktır.

Üstyapı Projelendirme raporunun hazırlanması için gerekli arazi gözlemleri, araştırma ve gözlem çukurları yerlerinin tespiti, loglarının çıkartılması, numune alınacak yerlerin belirlenmesi, deney programının hazırlanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi dahil projelendirmeye yönelik her türlü çalışma Üstyapı Mühendisi tarafından yapılacaktır.

2. YENİ YAPILACAK KESİNLEŞMİŞ YOL GÜZERGAHINDA;

Trafik yükünü üstyapı tabanı üzerine emniyetli bir şekilde iletmek üzere tabakalı bir yapı olarak inşa edilen üstyapının projelendirilmesi için gerekli ana unsurlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Üstyapı Projelendirilmesinde Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Üstyapı Şubesi Müdürlüğünce hazırlanmış olan, “Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi” nde belirtilen projelendirme ilkeleri esas alınacaktır. Ayrıca söz konusu rehberde gerektiğinde yapılabilecek değişiklikler de dikkate alınacaktır.
2. Üstyapı üzerinden proje ömrü süresince geçmesi beklenen toplam 8.2 ton standart tek dingil yükü eşdeğeri (Proje Trafiği), Ulaşım ve Maliyet Etütleri Şubesi Müdürlüğünden alınan yıllık ortalama günlük trafik (YOGT) sayım sonuçları, yıllık artış katsayıları ve Üstyapı Şubesi Müdürlüğünce belirlenmiş Taşıt Eşdeğerlik Faktörleri kullanılarak hesaplanacaktır.
3. Tabanın, üstyapı tarafından iletilen trafik yükünü, beklenenden daha fazla deformasyona maruz kalmadan taşıyabilmesi için, üstyapı tabanı elastik modülü ile orantılı bir değer olan Kaliforniya Taşıma Oranı (CBR) ve diğer üstyapı taban malzemesi özelliklerinin doğru olarak tespit edilmesi gereklidir. Bu amaçla, yapılacak deneylerin sonuçları “Toprak Deneyleri Raporu”na işlenerek Üstyapı Projelendirme Raporu kapsamında yer alacaktır.
4. Yol için tespit edilen Ariyet, Kum-Çakıl, Taş ve Su Ocakları bir malzeme ocakları listesinde belirtilecektir. Bu listede malzemelerin cinsi-kökeni, rezervi, kullanım yeri, CBR ve diğer malzeme özellikleri değerleri ile ocakların projeye olan uzaklığı yer alacak ve listeler ocak bazında hazırlanacaktır. Ayrıca malzeme ocakları bir itinere üzerinde yukarıdaki bilgilerle birlikte şematik olarak gösterilecektir.
5. Teknik ve ekonomik analiz sonucu belirlenen üstyapı tabanının taşıma gücü değerlerine göre, yol homojen kesimlere ayrılarak, gerekli ise bilgisayar programları kullanılarak, her kesimin projelendirmesi ayrı yapılacak ve İDARENİN istediği sayıda itinere üzerinde gösterilecektir.
6. Yarma malzemelerinin dolguda kullanılma durumunun incelenmesi yapılarak rapor kapsamında tablo halinde verilecektir.
7. Üstyapı tabanını etkileyecek, zayıf zemin koşullarını taşıyan yarma, düşük yükseklikte dolgu ve hemzemin geçişlerde Rehberine göre yapılacak iyileştirme çalışmaları ve bunlara ait kazıma derinlikleri ve seçme malzeme kalınlıkları belirtilecektir.
8. Üstyapı taban malzemesi olarak kullanılacak olan yarma, ariyet ocağı v.b. yerlerde açılmış tüm araştırma çukurları ve sondaj numunelerine ait deney föyleri hazırlanarak rapor içinde yer alacaktır.

9. Üstyapı projelendirmesiyle ilgili AÇ, GÇ ve sondaj logları rapor içinde yer alacak ve üstyapı taban itinereri (idalize profil) üzerine işlenecek ve rapor kapsamında sunulacaktır.

3. MEVCUT YOLDA ÜSTYAPI TAKVİYE PROJESİNİN YAPILMASI DURUMDA

Mevcut yolların takviye projelerinin hazırlanmasında, öncelikle yüzey bozuklukları gözlemleri, gerekirse defleksiyon ölçümleri, çukur ve karot çalışmaları gibi üstyapının mevcut performansını, yapısal taşıma gücünü ve malzeme özelliklerini tespit etmeye yönelik etütler yapılacaktır. Ayrıca gerekli ise, mevcut taban zemini değerlendirilecek, CBR dahil diğer malzeme özellikleri belirlenerek rapor kapsamında yeralacaktır. Mevcut yol yüzeyindeki üstyapı bozulma tipleri ve dereceleri belirlenecek (çatlak genişliği, tipi, boyu, yoğunluğu v.b.) ve bunlar kilometre bazında itinerer üzerinde detaylandırılarak gösterilecektir. Defleksiyon ölçümü yapılması durumunda da, elde edilen veriler ilgili analiz programları yardımı ile değerlendirilerek, yol homojen kesimlere ayrılacak ve takviye projesi hazırlanacaktır.

Defleksiyon ölçümünün uygun olmadığı durumlarda, mevcut üstyapı “Karayolları Esnek Üstyapı Projelendirme Rehberi”nde yer alan efektif kalınlıklar metoduna göre değerlendirilecek ve takviye kalınlıkları buna göre hesaplanacaktır. Rapor da yol yüzeyindeki bozulmaların tipleri, nedenleri ve onarım metotları açık bir şekilde yer alacaktır. Gerekli ise her türlü çatlakların yansımalarını geciktirici malzemelerin projelendirilmesi yapılacak ve rapor kapsamında hesap detaylarıyla birlikte sunulacaktır.