

..... SAHASI  
**PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ**  
**GEOTEKNİK RAPORU**

**Rapor No:** .....  
**Tarih:** .....

**İÇİNDEKİLER**

1	GİRİŞ .....	(Sayfa No)
2	İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER .....	(Sayfa No)
3	YAPI HAKKINDA BİLGİLER.....	(Sayfa No)
4	MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI .....	(Sayfa No)
5	İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI.....	(Sayfa No)
6	İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI (S.No)	
7	GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ .....	(Sayfa No)
8	DEPREMSELLİK.....	(Sayfa No)
9	YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ .....	(Sayfa No)
9.1	Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz Ve Değerlendirmeler .....	(Sayfa No)
9.1.1	Yüzeysel Temeller .....	(Sayfa No)
a)	Taşıma Gücü Analizi .....	(Sayfa No)
b)	Oturma Analizi .....	(Sayfa No)
9.1.2	Derin Temeller .....	(Sayfa No)
a)	Taşıma Gücü Analizi .....	(Sayfa No)
b)	Oturma Analizi .....	(Sayfa No)
9.2	Zemin İyileştirme Alternatifleri.....	(Sayfa No)
9.3	Önerilen Temel Sistemi.....	(Sayfa No)
9.4	Yapı Temelleri İle İlgili Diğer Hususlar .....	(Sayfa No)
10	İKSA SİSTEMLERİ - ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMESİ .....	(Sayfa No)
11	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	(Sayfa No)
12	YARARLANILAN KAYNAKLAR .....	(Sayfa No)
13	EKLER.....	(Sayfa No)

# Firma Logosu

Proje Adı: .....

İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## EK LİSTESİ:

- Ek-1 : Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
- Ek-2: Sondaj Logları
- Ek-3: Laboratuvar Deney Sonuçları Özet Tabloları

(Ayrıca sahaya ve/veya binaya özel olarak yapılan çalışmalarla ilgili ekler de burada belirtilmelidir)

## TABLO LİSTESİ:

Tablo-1: Sıvılaşma Analizi Değerlendirmeleri (Sayfa No)

(Yapılan analiz ve değerlendirmelerin kapsamına göre başka tablolar eklenebilir veya çıkartılabilir)

## ŞEKİL LİSTESİ:

Şekil-1: İdealize Zemin Kesiti (Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

Raporu hazırlayan firma ismi ve iletişim bilgileri, proje adı, sahaya ait imar bilgileri, rapor numarası ve rapor tarihi raporun ön kapağında da belirtilmelidir.

Aşağıda verilen başlıklar ve açıklamalar Geoteknik Rapor'da bulunması gereken asgari hususları içermektedir. Bunların dışında sahanın ve binanın nitelikleri itibarıyla gerek kısa gerekse uzun vadede yapı-zemin etkileşimi açısından önem arz eden özel konulara da ayrıca değinilmelidir.

## 1 GİRİŞ

Bu bölümde,

- Raporun konusu ve amacı,
- İnşaat alanının genel konumu, imar bilgileri (il, ilçe, mahalle/köy, pafta-ada-parsel vb.),
- Üstyapı mimari proje, statik proje müellifi firmaların ve Veri Raporunu hazırlayanların isimleri,
- Rapora esas alınan çalışmalar (Veri Raporu, plankote, mimari proje, halihazır vb.),
- İnşa edilecek/mevcut yapının türü ve kullanım amacı,
- İşverenle ilgili bilgiler,
- Raporla ele alınan konular hakkında bilgiler (deprensellik, zemin profili, zemin taşıma gücü, oturmalar, şev stabilitesi, temel sistemi, kazı destek sistemi vb.)

açıklanmalıdır.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 2 İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

Bu bölümde inşaat sahasının;

- Yeri ve ulaşım durumu,
- Yüzölçümü, boyutları, köşelerin kot ve koordinatları, kenar uzunlukları,
- Topoğrafyası, en yüksek ve en düşük kotlar, eğim durumu,
- Sahanın etrafında yer alan yapıların (toplam kat adedi, bodrum kat adedi, inşaat alanına uzaklıklarını gösteren kroki şeklinde bir yerleşim planı) ve yolların özellikleri,
- Varsa çevredeki altyapılar ile ilgili bilgiler (konumları, etüt alanına uzaklıkları vb.)
- Günümüze kadar ne amaçla kullanıldığı (dolgu sahası, hafriyat veya çöp döküm sahası, taş ocağı, eski yapı temelleri vb.),
- Halihazırdaki yapılaşma (altyapı/üstyapı tesisleri) durumu,

açıklanmalıdır.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 3 YAPI HAKKINDA BİLGİLER

Bu bölümde sahada inşa edilecek/mevcut yapının,

- Taşıyıcı sistemi, bodrum ve normal kat adetleri,
- Mimari projedeki boyutları (mimari kesitler ve ilgili planlar rapor ekinde verilmeli),
- Varsa diğer belirgin özellikleri veya farklılıkları, özel durumları,
- Yapının kullanım amacı (konut, işyeri, hastane vb.),
- Oturum alanı ve biliniyorsa toplam inşaat alanı,
- Oturum alanındaki en düşük ve en yüksek kotlar,
- Oturum alanındaki topoğrafik eğim,
- Bina Kullanım Sınıfı (BKS), Bina Önem Katsayısı, Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) vb.
- Yapı temelinin etkileyecek yüklerin yaklaşık değerleri (minimum, maksimum ve ortalama temel taban gerilmeleri),

açıklanmalıdır. Ayrıca vaziyet planı ve yeteri kadar temsili kesit çizimi de şekil olarak bu bölümde verilmelidir.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 4 MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Bu bölümde Zemin ve Temel Etüt kategorisi belirtilerek, mevcut "Zemin ve Temel Etüdü Veri Raporu" kapsamında yapılmış olan arazi ve laboratuvar araştırma çalışmalarının tarihi, kapsamı ve sonuçları (sondaj ve araştırma çukuru sayı ve derinlikleri, yerinde (in-situ) deney, numune türleri ve sayıları, laboratuvar deneyleri, jeofizik çalışmalar vb.), hangi araştırmanın ne amaçla yapıldığı özet olarak verilmelidir.

## 5 İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Bu bölümde, mevcut "Zemin ve Temel Etüdü Veri Raporu" kapsamındaki çalışmaların nitelik ve/veya nicelik bakımından inşaat alanını yeterince temsil etmemesi veya inşa edilecek yapı hakkında yeterli veriyi sağlamaması halinde ilave zemin araştırmaları yapılacaktır. Yeni yapılmış olan zemin araştırmalarının (sondaj, araştırma çukuru, jeofizik araştırmalar vb.), arazi ve laboratuvar deneylerinin, görsel incelemelerin amacı, kapsamı ve sonuçları hakkında özet bilgi ve detayları ekte verilmelidir.

## 6 İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI

Bu bölümde inşaat sahasında yapılan tüm zemin araştırmalarının sonuçlarından yararlanılarak belirlenen zemin/kaya birimlerinin tanımlamaları, tabaka kalınlıkları, indeks ve mühendislik özellikleri ve idealize zemin profili (arazi zemin modeli/zemin kesitleri üzerinde parametreler işlenmiş şekilde) verilmelidir.

Sahada karşılaşılan her farklı zemin tabakası için ayrı bir alt başlık açılmalı ve paragrafın sonunda temel zemini olarak uygun olup olmadığı hakkında değerlendirme yapılmalıdır.

Sahadaki zeminin yapısına göre inşaat alanını bölgelere ayırmak suretiyle birden fazla idealize zemin profili ve zemin kesitleri (tercihen birbirine dik iki doğrultuda, en az birer adet olmak üzere toplam en az iki adet) belirlenebilir. Belirlenen idealize zemin profilleri ve zemin kesitleri sondaj noktalarının kot ve ara mesafeleri dikkate alınmak suretiyle ölçekli çizimler halinde rapor ekinde verilmelidir. Zemin kesitlerinde bina sınırı ve temel alt kotu gösterilmelidir.

Bu bölümde, inşaat alanı için yapılan jeolojik değerlendirmeler ile arazi ve laboratuvar çalışmaları bir süzgeçten geçirilerek yazılmalı, gerektiği takdirde kullanılan korelasyonlar rapor içerisine konulmalıdır.

Sondaj kuyularında yapılan periyodik yeraltı su seviyesi ölçümlerinin sonuçları da tarih ve sondaj numaralarına göre hazırlanmış ayrı bir tablo halinde düzenlenerek bu bölümde bir alt başlık açılarak verilmelidir.

İnceleme alanının yüzey suyundan etkilenip etkilenmediği, yeraltı ve yüzey sularının drene edilebilme koşulları ile drenajın yapıldığı yerlerin tespiti, yeraltı suyunun drene edilmesi durumunda olası seviye düşümünün çevrede neden olacağı etkiler ile yapının korunması için alınması gereken önlemler belirlenmelidir.

## 7 GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Taşıma gücü, oturma, sıvılaşma, drenaj boyu, şev stabilitesi, yanal toprak itkileri gibi geoteknik analizlerde kullanılacak zemin/kaya parametreleri farklı yöntemlerle belirlenerek

tasarımda kullanılacak değerler seçilmelidir. Farklı yöntemlerle belirlenen zemin parametreleri tablo halinde verilmelidir (Tablo -\*). Bu parametre seçiminde örselenmiş ve örselenmemiş numunelerden elde edilen laboratuvar ile arazi deney sonuçları birlikte yorumlanmalıdır. Mukavemet ve konsolidasyon laboratuvar deneylerinin, örselenmemiş numuneler üzerinde yapılması şarttır. Yükleme hızı, drenaj durumu, uygulama ve zemin özellikleri göz önünde bulundurularak drenajlı (uzun dönem) ve drenajsız (kısa dönem) zemin kayma dayanımı parametrelerinden gerekenler değerlendirilerek belirlenmelidir.

Geoteknik analizlerde kullanılacak olan parametrelerin hangi deneylerden yararlanılarak elde edildiği, deney sonuçları ve seçilen değerlerin verildiği bir tablo halinde özetlenecektir. Bunun için örnek bir tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo -.....: Geoteknik Parametre Tayini Özet Tablosu

Drenajsız Kayma Mukavemeti ( $c_u$ ) [kPa]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	Üç Eksenli Basınç Deneyi (UU)	Serbest Basınç Deneyi	..... Deneyi	Arazi Kanatlı Kesici (Veyn) Deneyi	Koni Penetrasyon (CPT) Deneyi	Presiyometre Deneyi	..... Deneyi	
	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Seçilen $c_u$ Değeri <sup>(2)</sup>
İçsel Sürtünme Açısı ( $\phi$ ) [derece]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	Üç Eksenli Basınç Deneyi (CU - CD)	Kesme Kutusu Deneyi	..... Deneyi	Koni Penetrasyon (CPT) Deneyi	Presiyometre Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	
	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Seçilen $\phi$ Değeri <sup>(2)</sup>
..... (...) [.....]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	
	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Min: ..... Max: ..... Ort.: .....	Seçilen .... Değeri <sup>(2)</sup>

(1) Her farklı birim için her bir deneyden elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler ayrı ayrı verilmelidir.  
(2) Birimi temsil eden karakteristik değerlerin nasıl seçileceği, her bir deneyin avantajları, dezavantajları ve deney koşulları da gözönünde bulundurulmak suretiyle ilgili mühendislerin inisiyatifindedir.

## 8 DEPREMSELLİK

Bu bölümde,

- Etüt sahasının Türkiye Deprem Tehlike Haritası esas alınarak belirlenen deprem yer hareketine ilişkin veriler (Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ )) belirtilmelidir. Bu katsayılar deprem yer hareketi düzeylerine göre ayrı ayrı (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) tespit edilmeli ve tablolaştırılmalıdır.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfları ve Yerel Zemin Etki Katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ) belirlenir. Bunlara bağlı olarak da kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{Ds}$ ) ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) belirlenmelidir.
- ZF yerel zemin sınıfı için yapılan çalışmalar, sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren çalışmalar kapsamında olup, tasarım gözetim ve kontrolü hizmetine tabidir.

- Zemin sıvılaşmasının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılacak zemin araştırma çalışmaları en az, standart penetrasyon deneyi (SPT) ve/veya koni penetrasyon deneyinin (CPT) yapımına ek olarak, ilgili zemin tabakalarındaki dane çapı dağılımı, su muhtevası ve Atterberg limit değerlerinin belirlenmesini içermelidir.
- Zemin sıvılaşma değerlendirmesinin SPT sonuçları kullanılarak yapılmasına dayanan genel kabul görmüş bir yöntem veya "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği"nde önerilen yöntem kullanılabilir. Değerlendirmenin CPT veya kayma dalgası hızına göre yapılması durumunda aynı şekilde uygulamada genel kabul gören yöntemler kullanılabilir.
- Zemin sıvılaşması değerlendirmesinde sıvılaşma tetiklenmesi riski yanında, sıvılaşma sonrası zemin mukavemeti ve rijitlik kaybı ile temel zemininde oluşabilecek yer değiştirmelerin dikkate alınması gereklidir.

## 9 YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ

### 9.1 Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz Ve Değerlendirmeler

#### 9.1.1 Yüzeysel Temeller

Temellerin, üzerindeki yapıları güvenle taşıyabilmeleri için taşıma gücü ve oturma kriterlerinin her ikisinin birden sağlanması gerekir.

##### a) Taşıma Gücü Analizi

Bu bölümde yapı, yüzeysel temel sistemine göre irdelenmeli, sırasıyla tekil, mütemadi ve radye temel tipleri için yapılacak ön hesaplara göre uygun temel tipi belirlenerek, bu temele ait temel taşıma gücü karakteristik dayanımı ( $q_k$ ) ve temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_d$ ) değerleri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen esaslara göre hesaplanmalıdır. Hesap adımları detaylı olarak gösterilmelidir. Önerilen temel sistemi için hesaplanan temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_d$ ), üstyapıdan dolayı temel seviyesinde etkiyen düşey yük ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basıncı ( $q_o$ ) ile karşılaştırılarak taşıma gücü açısından önerilen temel sisteminin uygunluğu teyit edilmelidir. Eğer yüzeysel temel sistemi için taşıma gücü yeterli güvenliği sağlayamıyor ise, derin temel sistemi veya zemin iyileştirme yöntemleri önerilmelidir.

Ayrıca; yüzeysel temellerin yatayda kaymaya karşı gelen tasarım dayanımları hesaplanarak, statik ve depremi içeren yüklenme durumlarındaki tasarım etkilerini karşıladığı gösterilmelidir.

Kaya kütesine oturan sığ temellerin tasarımında:

- Yapı için izin verilen oturma değeri, kaya kütesinin deformasyon özellikleri ve dayanımı,
- Temel altında fay zonu, erime boşlukları ve zayıf tabakaların olup olmadığı,
- Süreksizliklerin varlığı ve özellikleri (dolgu, devamlılık, aralık, ayrışma vb.),
- Kayanın ayrışma, alterasyon ve süreksizlik derecesi,
- Kaya kütesinin doğal durumunun, yeraltı yapıları, şevlere yakınlık gibi sebeplerle orselenme durumu, dikkate alınmalıdır.

Kaya kütleleri için izin verilen taşıma gücü TS EN 1997-1'de (Eurocode 7) verilen yöntemlere göre hesaplanmalıdır. Çok ayrışmış, çok zayıf kaya kütlelerinde presiyometre deneyinde limit basınç elde edilebiliyorsa, kabul görmüş yarı teorik yöntem ile net limit basınç değerlerinden taşıma gücü bulunabilir. Kaya birimlerinin farklı jeolojik özellikleri dikkate

alınarak uluslararası standartlarda belirtilen sayısal, amprik ve/veya yarı amprik yaklaşımlarla da taşıma gücü hesabı yapılabilir.

Karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya kütleleri söz konusu olduğunda ve/veya yapı yükleri nispeten yüksek olan riskli projelerde ileri sayısal analiz yöntemleri kullanılmalıdır.

## b) Oturma Analizi

Taşıma gücü açısından uygun görülen yüzeysel temellerin, temel tabanından zemine aktarılan net yükler altındaki oturmaları bu bölümde belirlenmelidir. Belirlenen bu oturmalar değişik temel tipi ve yapılar için ulusal ve uluslararası şartnamelerde belirtilen izin verilebilir oturma limitleri ile karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırma yapılırken, yapı kullanım koşullarından kaynaklı özel sınırlamalar da dikkate alınmalı, maksimum toplam ve farklı oturma değerleri yüzeysel temeller için izin verilen değerlerin altında olduğu gösterilmelidir.

Oturma analizlerinin sonuçlarına göre, temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_t$ ) değeri yeniden değerlendirilmeli ve gerekirse oturma kriterlerini sağlayacak şekilde düzenleme yapılmalıdır.

Kaya kütlelerinde oturma mekanizması, süreksizlik ve kaya malzemesinin özellikleri tarafından belirlenir. Elastisite eşitlikleri ile oturma hesaplanırken seçilen deformasyon modülünün kaya kütlelerini temsil ettiğinden emin olunmalıdır.

Bununla birlikte homojen ve izotrop yapıda olmayan, erime ve yeraltı boşlukları (örneğin maden galerileri) içeren, süreksizliklerin eğimli, tabaka kalınlıkları ve özelliklerinin değişken olduğu, ayrık fay ve makaslama zonu içeren ve krip davranışı gösteren karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya birimlerinde elastisite teorisi eşitlikleri ile oturma hesaplarının yapılması uygun değildir. Bu türde karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya kütleleri söz konusu olduğunda ve yapı yükleri nispeten yüksek olan riskli projelerde sonlu elemanlar, sonlu farklar, ayrık elemanlar gibi sayısal analiz yöntemleri ile deformasyon analizleri yapılmalıdır.

## 9.1.2 Derin Temeller

Üstyapıdan gelen yüklerin yüzeysel temellerle gerek taşıma gücü gerekse oturmalar bakımından yeterli güvenlikle taşınmaması halinde derin temel veya zemin iyileştirme yöntemlerine başvurulmalıdır. Taşıma gücü ve oturma analizlerinde kullanılan zemin parametrelerinin belirlenmesinde, arazi deneylerinin ve örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonuçlarından yararlanılmalıdır. Seçilen derin temel sisteminin taşıma gücü ve oturma kriterlerinin ikisini birden sağlaması gerekmektedir.

Projelendirme sırasında derin temel elemanlarına gelecek üstyapı yüklerinin eleman sayısına ve yerleşimine göre değişebileceği, bu sürecin statik proje müellifi ile eş zamanlı yapılacak çalışmalarla yürütülmesi gerektiği belirtilmelidir.

## a) Taşıma Gücü Analizi

Derin temel taşıma gücü analizleri yapılırken öncelikle sahadaki zemin ve çevre koşullarına en uygun derin temel elemanı tipi (yerinde dökme betonarme fore kazık, prekast betonarme çakma kazık, prekast çelik kazık, betonla doldurulmuş çelik boru kazık, deplasman kazığı vb.) belirlenmelidir.

Seçilen derin temel elemanı için düşey (eksenel) ve yanal taşıma gücü analizleri hem statik hem de deprem durumu için;

- Zemin ve temel özellikleri kullanılarak yapılan teorik hesaplamalar,
- Kazık yükleme deneyleri (statik ve/veya dinamik),
- Dinamik kazık çakma formülleri,

yaklaşımlarından en az birine göre yapılmalıdır. Bu yaklaşımlar sonucunda Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde belirtilen karakteristik çevre sürtünmesi ( $Q_{ks}$ ), karakteristik uç direnci ( $Q_{ku}$ ), karakteristik toplam kazık taşıma gücü ( $Q_{ktv}$ ) ve kazık düşey tasarım dayanımı ( $Q_{tv}$ ) değerleri öncelikle tek bir derin temel elemanı için elde edilecektir. Bu değerler, literatüre dayanan ve genel kabul görmüş bağıntılar yardımıyla hesaplanacaktır.

Elde edilen kazık düşey tasarım dayanımının ( $Q_{tv}$ ) üstyapıdan kazığa etkiyen düşey tasarım kuvvetinden ( $P_{tv}$ ) büyük olduğu gösterilmeli, uç direncinin ancak çevre sürtünme direnci aşıldıktan ve belirli bir miktar oturma gerçekleştikten sonra mobilize olmaya başlayacağı dikkate alınmalıdır.

Zemin veya yükleme koşullarının gerektirmesi halinde veya yeni dolguların içinden geçen kazık sistemlerinde negatif çevre sürtünmesi etkisi dikkate alınmalıdır.

Toplam kazık taşıma gücü belirlenirken grup davranışının devreye girmesi halinde; tek bir kazığın davranışı ile kazık grubu davranışının farklı olabileceği dikkate alınarak grup etkisi hesapları yapılmalıdır.

Kaya birimlerine soketlenen kazıklarda uç direnci ve çevre sürtünmesi arasındaki yük paylaşımının kaya birim içindeki kazık soket boyuna bağlı olarak değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Deprem Tasarım Sınıfı, DTS = 1, 1a, 2, 2a olan binaların kazıklı temellerinde, her bina altında en az 1 adet ve proje sahasında kullanılan kazıkların %1'inden az olmamak üzere en az 2 adet statik yükleme deneyi yapılarak tasarım kabullerinin yerinde doğrulanması gerektiği belirtilmelidir. Özellikle killi birimlerdeki sürtünme kazıklarında deprem tasarım sınıfından bağımsız olarak yeterli sayıda yükleme deneyi yapılması önerilir. Deney sırasında çevre sürtünmesi ve uç direnci ile taşınan yükleri ayrı ayrı tespit edebilecek şekilde deney kazığı içinde gerekli ölçüm sistemleri düzeneği kurulması, ayrıca; kazık bütünlük testleri (jeofizik yöntemler), özellikle jet kazıklarda tam boy karot alımı ile imalatın yerinde gerçekçi olarak denetlenmesine ilişkin görüşler belirtilmelidir.

Gerekmesi halinde deprem etkisi altında "yapı - kazık - zemin etkileşimi" hesapları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen esaslar doğrultusunda yapılacak olup, bu hesaplar tasarım gözetim ve kontrolü hizmetine tabidir.

## b) Oturma Analizi

Taşıma gücü açısından yeterli bulunan derin temel elemanının ve kazık grubunun üstyapıdan kazığa etkiyen düşey tasarım kuvveti ( $P_{tv}$ ) altında yapacağı oturma bu bölümde belirlenmelidir. Oturmalar belirlenirken literatüre girmiş ve genel kabul görmüş bağıntılar kullanılmalıdır. Elde edilen oturma değerlerinin, uluslararası şartnamelerde kazıklı temeller için verilen izin verilebilir oturma değerleri ile yapının kullanım koşullarının gerektirdiği sınırlamaların altında kaldığı gösterilmelidir.

Oturma analizlerinin sonuçlarına göre bir önceki bölümde verilen kazık düşey tasarım dayanımı ( $Q_{tv}$ ) değeri yeniden değerlendirilmeli ve gerekirse oturma kriterlerini sağlayacak şekilde azaltılmalıdır.



## 9.2 Zemin İyileştirme Alternatifleri

Yüzeysel temel sistemlerinin üstyapı yüklerini karşılamaya yeterli gelmemesi ve/veya sınırlama riski nedeniyle zemin iyileştirme yapılmasının önerilmesi durumunda, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirlenen esaslar dikkate alınarak, sahadaki zemin koşullarına en uygun zemin iyileştirme yöntemleri bu bölümde belirtilmelidir. Tasarımı yapacak mühendisin sistem seçimine ışık tutmak amacıyla önerilen her yöntemin avantajları ve dezavantajlarına kısaca değinilmelidir.

Zemin iyileştirme sistemi projesinin hazırlanması Geoteknik Rapor'un kapsamı içinde olmayıp burada sadece projelendirmeye yönelik taşıma gücü değerleri ve esaslar verilecektir. Zemin iyileştirme yöntemlerinin tercih edilmesi halinde yüzeysel temeller için yukarıda bölüm 9.1.1'de verilen taşıma gücü ve oturma analizleri "iyileştirilmiş zemin profili" için de tekrarlanmalıdır.

## 9.3 Önerilen Temel Sistemi

Bu bölümde; 9.1 bölümünde verilen hesaplar ve değerlendirmeler doğrultusunda, eğer yüzeysel temel sistemi uygunsa, seçilen temel tipi (tekil, mütemadi veya radye) belirtilmelidir. Bu temel tipi için izin verilen toplam ve farklı oturmalara göre belirlenen net emniyetli taşıma gücü bu bölümde bir kez daha verilmelidir.

Yüzeysel temel sisteminin uygun olmaması durumunda, önerilecek derin temel sistemi veya zemin iyileştirme alternatifleri bu bölüm içinde yer almalıdır. Değişik alternatifler hakkında ön bilgiler (kazık veya jet-grout çapı, olası minimum derinliği vb.) verilmeli ve taşıma kapasitesine ilişkin ön analizler yapılmalıdır.

## 9.4 Yapı Temelleri İle İlgili Diğer Hususlar

Bu bölümde; temellerle ilgili olarak şişme, sınırlama, göçme, karstik boşlukların etkisi, eriyebilen jips vb. birimler, kontrolsüz yapay dolgu, drenaj, temellerin yüzmesi vb. gibi karşılaşılabilecek özel problemlere değinilmeli ve ilgili problem(ler) hakkında çözüm önerileri sunulmalıdır. Yapının yeraltı suyunun olası olumsuz etkilerinden korunması için alınacak tedbirler açıkça belirtilmelidir.

Yapı etki derinliği içerisinde yerel zemin sınıfı ZF olan zemin birimleri bulunması halinde; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen 'Sahaya Özel Araştırma, Değerlendirme ve Zemin Davranış Analizleri' yapılması gerektiği bu bölümde belirtilmelidir.

## 10 İKSA SİSTEMLERİ - ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde; yapı bodrumlarının teşkili için yapılacak temel kazılarında iksa gerekip gerekmediği belirtilmeli, iksa gerekmesi durumunda, alternatif iksa sistemleri değerlendirilmelidir. Zemin şartlarından dolayı özel bir iksa sisteminin gerekliliği halinde, bu hususa rapor içinde mutlaka yer verilmelidir (temel seviyesi üzerinde yeraltı su tablası varlığı nedeniyle kesişen kazıklı duvar veya diyafram duvar gerekliliği vb.).

İksa yerine şevli kazı önerilmesi durumunda, kazı şev eğimleri stabilite açısından değerlendirilmeli ve gerekli görülürse stabilite analizleri yapılmalıdır.

Uzun ve kısa döneme ilişkin olarak zemin cinsine uygun bir göçme modeli kabul edilerek, zemin ve/veya kaya kütlelerinin dengesi araştırılır ve şevlerin duraylılık analizleri yapılır.

Doğal ya da yapay şevlerin üzerinde ve yakınında inşa edilecek yapıların tasarım depremi etkisinde güvenliği ve servis görevliliğinin korunması için, şevin deprem yükleri ile statik yükler altında duraylı ve işlevsel kalacağı tahkik edilmesi gereklidir.

Yapısal elemanlarla destekli şevlerde (örneğin; esnek duvarlar veya kazıklarla destekli şevler, ankrajlı veya çivili şevler vb.) zemin ve yapısal elemanların görece rijitlik farklarının dikkate alındığı zemin-yapı etkileşimi analizlerinin yapılması gerekir.

Deprem durumunda şevlerin duraylılığı, killi zeminlerde drenajsız kayma mukavemeti (Cu) kullanılarak toplam gerilme analizi, kumlu (kohezyonsuz) zeminlerde efektif gerilme analizi ile hesaplanmalıdır.

Kaya kütlelerinde şev yenilme mekanizması genellikle süreksizliklerin yönelimleri ve özellikleri tarafından belirlenir. Zemin ve kaya birimlerde, stabilite analizi değerlendirmelerinde tüm ilgili duraysızlık modellerinin dikkate alınması gerekir.

Çok zayıf kaya malzemesi veya çok kırıklı - parçalanmış kaya kütlelerinde, zeminlerde gözlemlendiği gibi dairesel kayma türü duraysızlık oluşabilir. Kayma düzlemi - mekanizması ayrık süreksizlikler ile kontrol ediliyorsa, süreksizliklerin makaslama dayanımı uygun deneysel yöntemler ve arazi ölçümleri ile belirlenmelidir.

Şeve yakın veya şev üzerindeki yapılarda taşıma gücüne ilaveten temel yükleri etkisinde şev stabilitesi değerlendirmeleri de dikkate alınmalıdır. Karmaşık duraysızlık türlerinin (farklı duraysızlık mekanizmalarının bir arada görüldüğü yenilme türleri) beklendiği karmaşık jeolojiye sahip kaya kütlelerinde sonlu elemanlar, sonlu farklar, ayrık elemanlar gibi sayısal analiz tekniklerinin kullanılması gereklidir.

## 11 SONUÇ VE ÖNERİLER

Rapor içerisinde detaylı olarak anlatılan etüt sahası bilgileri, inşa edilecek yapıya ait bilgiler, yapılan araştırma çalışmaları, idealize zemin profili ve mühendislik özellikleri, yeraltı suyu durumu, deprensellik bilgileri, temel zemini olmaya uygun zemin tabakaları, yapıdan beklenen performans göre önerilen temel sistemi ve/veya zemin iyileştirme yöntemleri, temel ve üstyapı statik hesaplarına esas olacak geoteknik parametreler, kazı ve iksa sistemi ile ilgili değerlendirme ve öneriler vb. hususlar bu bölümde özetlenmelidir. Ayrıca; gerekiyorsa iksa projelendirmesi, derin temel analizleri vb. hususlar için gerekli görülen/önerilen ek çalışmalara da bu bölümde değinilmelidir.

## 12 YARARLANILAN KAYNAKLAR

Rapor içeriğinde yapılan alıntılar ve atıflar ile kullanılan abak, tablo, denklem, formül, şekil, grafik vb. her türlü verinin yazar(lar)ın ad(lar)ı, yayın tarihi, yayının başlığı, numarası, sayfa numarası, yayın yeri ile birlikte, alfabetik ya da metin içerisinde geçiş sırasına göre verilmelidir.

Örneğin:

'D' harfi dipnot örneği; 'K' harfi kaynakça örneği içindir.

D: Ad Soyad (eserin bir kaç yazarı varsa, isimler arasında virgül koyularak sırası ile yazılır), Eser adı (Eserin basıldığı yer/şehir: Yayımlayan kuruluş, Yayım yılı), sayfa numarası.

K: Soyad, Ad. (eserin bir kaç yazarı varsa, isimler arasında virgül koyularak sırası ile yazılır)Eser adı. Eserin basıldığı yer/şehir: Yayımlayan kuruluş, Yayım yılı.

## 13 EKLER

Rapor metninde geçen her türlü çizim, harita, log, form, föy, çıktı, hesap tablosu, grafik, fotoğraf vb. dokümanlar, A4 boyutunda katlanmış olarak cep dosya veya ayrı klasörler içinde verilmelidir. Rapor ekleri raporun başındaki "İçindekiler" bölümünün altında her biri ayrı ayrı numaralandırılmak (EK-1, EK-2, ...) suretiyle liste halinde verilmelidir. Araştırma noktaları vaziyet planında eski ve yeni çalışmalar bir arada gösterilmelidir.