

YÖNETMELİK

Bayındırlık ve İskan Bakanlığından:

**KARAYOLU YOLBOYU MÜHENDİSLİK YAPILARI İÇİN
AFET YÖNETMELİĞİ****Amaç**

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı karayolu yolboyu mühendislik yapılarının afete karşı dayanıklı olacak şekilde projelendirilmesi, imal edilmesi; mevcut yapıların ise afete karşı korunması ve güçlendirilmesini sağlayacak tedbirlerin alınması için gerekli olan temel esasların belirlenmesidir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik karayolunda bulunan köprü, tünel, dayanma yapıları, destek sistemleri, dolgu ve yarma ile yol koruma yapılarını kapsar. Açıklığı 150 metreyi aşan köprüler (asma köprüler, eğik gergin askılı köprüler ve hareketli [açılır-kapanır] baskül köprüler) özel şartnamelere göre projelendirilip inşa edilecek olup bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun ile 180 sayılı Bayındırlık ve İskan Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnameye dayanılarak hazırlanmıştır.

Uygulanacak esaslar

MADDE 4 – (1) Karayolu yolboyu mühendislik yapıları için Ek'te yer alan esaslar uygulanır.

Daha önce başlanmış işler

GEÇİCİ MADDE 1 – (1) Bu Yönetmelik yürürlüğe girdiği tarihten önce başlamış olan işlere uygulanmaz.

Yürürlük

MADDE 5 – (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 6 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Bayındırlık ve İskan Bakanı yürütür.

EK**KARAYOLU YOLBOYU MÜHENDİSLİK YAPILARININ AFETE KARŞI KORUNMASINA İLİŞKİN
ESASLAR****BİRİNCİ KISIM****Tanımlar****Tanımlar**

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmelikte geçen terimler aşağıda tanımlanmıştır.

a) Dayanma yapıları: Yol platformunun tasarım standartlarına uygun olarak yerleştirilebilmesi için yapılan destek yapılarıdır. Betonarme veya harçlı taş istinat ve iksa duvarları, donatılı toprak duvarlar, gabion duvarlar, zemin çivili duvarlar, bulonlu duvarlar, kazıklı perde duvarlar, kazıklı ankraj duvarlar vb. dir.

b) Debuşe: Yüz yıllık dönüş periyodu olan taşkın debisinin yeterli hava payı ile veya beşyüz yıl dönüş periyodu olan taşkın debisini de hava payı olmadan geçirebilecek köprü boyunca giriş altı (köprü üst yapı altı) ile tabi zeminin arasındaki alandır.

c) Destek sistemleri: Bulon, zemin çivisi, ankraj vb. donatı elemanlarına sahip destek sistemlerdir.

ç) Dolgu: Yol gabarisinin, proje düşey hat kotlarına uygun olarak yerleştirilebilmesi için doğal zemin ile yol üstyapısı arasında kalan kısımdır.

d) İdare: İş yaptıran kamu kurum ve kuruluşunu ifade eder.

e) Karayolu: Trafik için kamunun yararlanmasına açık olan arazi şeridi, köprüler ve alanlardır.

f) Koruyucu sistemler: Yapıların ayaklarını, dolgu ve yarma şevlerini v.b. diğer yapı elemanlarını olumsuz doğal şartlara karşı koruyan yapılarıdır. (pere, anroşman, iksa, koruma duvarı, şev ve hendek kaplaması, düşüm olukları vb.)

g) Köprü: Akarsu, vadi, diğer bir yol, demiryolu vb. yerlerde geçişi sağlamak üzere inşa edilen; gözlerinden her hangi birinin mesnet eksenleri arasındaki açıklığı, köprü eksenini boyunca 10 metreden büyük olan yapılarıdır. (Kemer köprülerde açıklık ölçüsü için özengi sathının en alçak seviyesindeki dik serbest açıklık esas alınır.)

ğ) Şev: Yolun doğal arazi ile bağlantısını sağlamak için yarma ve dolgularda oluşturulan eğimli yüzeydir.

h) Şev değeri: Şevlerin yatay düzlem ile yaptıkları eğimin açısı olarak, yatay/düşey düzlemlerin birbirlerine oranı olarak veya yüzde olarak belirtilen değeridir.

ı) Tünel: Yeraltında yapılacak kazı ile istenilen kesitte boşluk oluşturulması ve desteklenmesi ile inşa edilen yer altı yapısıdır. Geçici şevler oluşturarak (açık kazıdan sonra) yapının inşa edilmesi, üzerinin ve yanlarının doldurulması şeklinde yapılan yapılar aç kapa tüneli olarak tanımlanır.

i) Yarma: Üstyapı taban kotunun üzerinde kalan kazı hacmidir.

İKİNCİ KISIM**Köprüler****BİRİNCİ BÖLÜM**

Taşkından Korumaya İlişkin Hükümler

Köprü'nün taşkından korunması esasları

MADDE 2 – (1) Bir akarsu üzerinde inşa edilen köprü'nün boyutlandırılmasında (uzunluk ve yüksekliğinin seçilmesinde) köprü debuşesi; taşkın sırasında gelecek olan suyu ve suyun beraberinde getirdiği yüzen cisimleri rahatça geçirebilecek şekilde tasarlanmalıdır.

(2) Köprü'nün önemine, üzerindeki trafik yoğunluğuna, civar yerleşimlerin dağılım ve yoğunluğuna, bölgenin hidrolojik rejimine uygun bir taşkın dönüş periyodu seçilmelidir.

(3) Hidrolik köprülerin projelendirilmelerinde, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) ölçütlerine göre 100 yıllık dönüş periyodu olan taşkın debisini yeterli hava payı ile geçirecek, köprü inşaatı yerleşim birimleri içinde yapılacak ise, 500 yıl dönüş periyodu olan taşkın debisini de hava payı olmadan geçirebilecek şekilde boyutlandırma yapılmalıdır.

(4) Tasarım debisi, köprü yapılacak bölgenin yakınında yeterli veri sağlayabilecek bir akım gözlem istasyonu var ise frekans analizi yöntemi ile bulunacak veya Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından en son ölçülen "Standart Zamanlarda Gözlenen En Büyük Yağış Değerleri" verilerine göre hazırlanan Yağış-Şiddet-Süre-Tekrarlanma eğrilerinden yararlanılarak sentetik birim hidrograf yöntemi ile hesaplanacaktır.

(5) Tasarım debisi elde edildikten sonra akarsu enkesitleri ve yatak karakteristikleri belirlenerek, tasarım debisini emniyetle geçirebilecek köprü geometrisi ve boyutları belirlenecektir.

Sel ve taşkından korunmak için uyulması gereken hususlar

MADDE 3 – (1) Akarsuyun, planda olabildiğince dik veya az vevelikte, köprü uzunluğunun az olduğu yerden geçebileceği aks seçilmelidir.

(2) DSİ'nin bölgesel ölçütlerine göre 100 yıllık dönüş periyodu olan taşkın debisini geçirecek şekilde boyutlandırılan köprülerde, akarsu maksimum su seviyesi ile köprü üst yapısı altında en az 1,50 metre hava payı bırakılmalıdır. Hava payı, akarsu yatağının akış yukarısında şev kayması nedeniyle ağaçlar ve diğer nesnelerin yerlerinden ayrılıp köprü açıklığını tıkama riski olması durumunda daha büyük tutulmalıdır.

(3) Köprü yaklaşım dolguları taşkın anındaki oyulmaya karşı mutlaka tahkimat veya duvarlarla koruma altına alınmalıdır.

(4) Dere yatağında su hızının 5 m/sn'ye eşit veya bundan daha fazla olması durumunda köprü ayaklarının etrafındaki oyulmayı önlemek için tahkimat yapılmalıdır. Köprü ayakları civarında oluşacak su hızındaki artışlara ve zemin yapısına bağlı olarak gerçekleşebilecek oyulma derinliğine uygun temel tipi, boyutu ve derinliği belirlenmeli, temel çevresinde oyulmayı önleyici tedbirler alınmalıdır.

(5) Köprü ayaklarının tip ve sayısı, akarsu kesitini en az daraltacak şekilde seçilmelidir. Köprü ayakları kısa kenarı akıma dik olacak şekilde yerleştirilmeli ve mümkün olduğunca dairesel ya da su akımına karşı olan cephesi yuvarlatılmış kesitli ayaklar kullanılarak akım yaklaşım açısı kaynaklı zararlı etkiler ortadan kaldırılmalıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

Köprü'nün Depreme Karşı Tasarımı

Temel ilkeler

MADDE 4 – (1) Köprülerin değişik büyüklükteki depremlere karşı davranışında aşağıda belirtilen koşullar sağlanacaktır:

a) Köprüler büyüklüğü 7 nci maddede verilen tasarım depremine göre projelendirilecektir. Bu deprem seviyesinde köprü elemanlarında oluşacak hasar kolayca incelenip onarılabilecek yerde ve seviyede olmalıdır.

b) Bölgede gerçekleşme olasılığı bulunan en büyük depremde, köprülerde yıkılma veya göçme olmamalıdır.

c) Tüm önemli köprüler tasarım depremi oluşmasından sonra da işlevlerini sürdürmelidir.

Deprem tasarımında genel düzenleme kuralları

MADDE 5 – (1) Köprülerin üst yapılarında mümkün olduğunca süreklilik sağlanacaktır. Çevresel etkilere karşı (sıcaklık değişimiyle oluşacak uzama ve kısalma) yerleştirilecek genişleme derzleri, temellerin oturacağı farklı zemin koşullarının meydana getireceği olumsuzlukları önleyecek, (Ek-2 Tablo-5)'te belirtilen "düzenli köprü" tanımını sağlayacak ve farklı orta ayak rijitliklerinin olumsuz etkilerini en aza indirecek yerlerde düzenlenecektir.

(2) Bu Yönetmelikte kabul edilen tasarım yönteminin ana ilkesi deprem sonrasında yapı elemanlarında enerjiyi sönmüleyecek sünekliliğin sağlanması olup, 15 inci maddede bahsedilip (Ek-2 Tablo-3)'te verilen taşıyıcı sistem düzeltme katsayıları (R faktörleri) ancak bu koşulların sağlandığı durumlarda geçerlidir.

(3) Köprü taşıyıcı sisteminde deprem yüklerini taşıyan elemanlar, bu tesirlerin temel zemine kadar sürekli ve emniyetli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterli dayanım ve rijitliğe sahip olmalıdır. Bu bağlamda, köprü tipi ve geometrisi deprem davranışı açısından uygun taşıyıcı sisteme sahip olacaktır.

Köprü yeri zemin araştırmaları

MADDE 6 – (1) Yeterli nitelikte zemin raporu bulunmayan yeni köprülerin yapıma yönelik uygulama projelerine başlanmamalıdır. Köprü uygulama projeleri için yetkili deneyimli inşaat mühendisi tarafından hazırlanan jeoteknik (zemin mekaniği ve temel mühendisliği) proje raporunun proje dokümanlarına eklenmesi zorunludur.

a) Köprü tasarımında esas alınacak (Ek-1)'de verilen şekliyle, zemin araştırmaları, arazi ve laboratuvar deneylerine dayanarak hazırlanacaktır.

b) Köprülerde her bir orta ayak ve kenar ayak için en az bir temel zemin sondajı yapılmalıdır.

Tasarım depremi

MADDE 7 – (1) Köprü yerinin depremselliğini olasılık yöntemiyle belirlemek amacıyla hazırlanmış olan ve tasarıma esas alınacak yerel ivme katsayıları uzmanlar tarafından hazırlanmış deprem ivme haritaları kullanılarak belirlenecek ve idare tarafından onaylanacaktır.

(2) Yerel ivme katsayısı olarak 50 yıllık köprü ömrü içinde bir kere gerçekleşme olasılığı %10'u geçmeyen 475 yıl dönüş periyotlu deprem büyüklüğü için hazırlanmış değerler kullanılacaktır.

(3) Köprü kalıcılığının öneminin, yurt savunması veya başka nedenlerle artması halinde yapı ömrünün uzatılması

ya da depremde hasar oluşma riskinin azaltılması istenirse olasılık kurallarına göre bu değerler uzmanlarca belirlenecektir. Köprü yerinin bilinen aktif fay hatlarına yakın olması ya da temel zemininde beklenenden daha uzun süreli depremlerin oluşması olası ise, yetkili uzmanların önerisi ve idarenin onayı ile verilen ivme katsayıları arttırılacaktır.

Köprü önem sınıflaması

MADDE 8 – (1) Köprülerin toplumsal fayda, güvenlik ve savunma gibi faktörleri idarelerce dikkate alınarak, önemli köprüler (I) ve diğer köprüler (II) şeklinde belirlenen gruplara göre köprü önem sınıflaması (ÖS) sınıflandırılması yapılacaktır.

Deprem davranış kategorisi

MADDE 9 – (1) Her köprü, ivme katsayısı (A) ile önem sınıflaması değerlerine bağlı olarak (Ek-2 Tablo-2)'de A, B, C, D ile gösterilen dört deprem davranış kategorisinden (DDK) birine göre sınıflandırılacak ve minimum hesap ve tasarım gereklilikleri belirlenen bu deprem davranış kategorisine bağlı olarak düzenlenecektir.

Zemin etki katsayısı

MADDE 10 – (1) Zemin şartlarının köprü davranışına etkisini yansıtacak olan zemin etki katsayısı (S), (Ek-1 Tablo-1)'den alınacaktır.

Hareketli yük katılımı

MADDE 11 – (1) Köprülerin deprem tasarımında normal koşullarda taşıt ve yaya yüklerinin atalet kuvvetleri göz önüne alınmayacaktır. Ancak trafiğin çok yoğun olduğu şehir içi köprülerinde idarenin onayı ile hareketli yüklerin %20'si kadarı tasarıma dahil edilebilir.

Hidrodinamik etki

MADDE 12 – (1) Köprü tasarımında orta ayakların su içinde kalan kısımlarına etki edecek hidrodinamik yükler deprem tasarımına ayrıca dahil edilecektir.

Deprem analiz yöntemi ve seçimi

MADDE 13 – (1) Tek açıklıklı köprüler için detaylı bir deprem hesabı yapılmayabilir. Ancak köprü üstyapısı ile kenar ayakların bağlantıları, her iki doğrultuda (boyuna ve enine) kenar ayak üzerindeki düşey mesnet reaksiyonlarının ivme katsayısı ile çarpılmasıyla bulunan kuvvetleri taşıyacak biçimde projelendirilecektir. Ayrıca üst yapının mesnetlere oturma mesafelerinde de bu Yönetmelik hükümlerine uyulacaktır.

(2) Açıklık sayısı birden fazla olan köprüler için uygulanması gereken hesap yöntemi (Ek-2 Tablo-4)'te verilmiştir. Bu tabloda deprem davranış kategorisi (DDK), köprü açıklık sayısı ve köprünün düzenli olup olmamasına bağlı olarak belirlenecek hesap yöntemi köprü tasarımında uygulanabilecek basit hesap yöntemidir. Tasarımcı isterse daha farklı bir yöntem uygulayabilir. Tasarım yöntemleri basitten karmaşığa doğru aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- a) Eşdeğer statik deprem yöntemi
- b) Tek modlu spektral yöntemi
- c) Çok modlu spektral yöntemi
- ç) Zaman tanım alanı yöntemi

(3) Deprem davranış kategorisi (DDK) A sınıfına giren köprülerde özel bir deprem tasarımı gerekmemekle (Tablo-4) birlikte kenar ayak stabilitesi, deprem takozları projelendirilmesi, yeterli giriş oturma boylarının ve diğer minimum proje gerekliliklerinin yerine getirilmesi şarttır.

Deprem elastik tepki katsayısı

MADDE 14 – (1) Deprem etkilerinin elastik hesabında kullanılacak deprem yükünü tanımlayan deprem elastik tepki katsayısı (Cs) (Ek-3)'te belirtilen yöntem ve formüller kullanılarak hesaplanacaktır.

Taşıyıcı sistem düzeltme katsayıları

MADDE 15 – (1) Deprem davranış kategorisi (DDK) B, C ve D sınıfına giren köprülerin, köprü elemanları ve bağlantılarının tasarımında kullanılacak deprem yükleri, elastik tesirlerin uygun taşıyıcı sistem düzeltme katsayılarına (R) bölünmesi ile hesaplanacaktır. Çeşitli köprü elemanlarına ait (R) değerleri (Ek-2 Tablo-3)'te verilmiştir.

Elastik tesirler ve yer değiştirmeler

MADDE 16 – (1) Deprem davranış kategorisi (DDK) B, C veya D sınıfına giren köprülerde, elastik tesirler ve yer değiştirmeler, (Ek-2 Tablo-4)'te tanımlanan hesap yöntemi kullanılarak ve birbirine dik iki eksen boyunca birbirinden bağımsız olarak belirlenecektir. Kurbdaki köprülerde boyuna eksen, kenar ayak ortalarını birleştiren doğrultu olarak alınabilir. Ancak daha kritik doğrultuların olabileceği durumlar araştırılmalıdır.

Enine ve boyuna deprem tesirlerinin birleştirilmesi

MADDE 17 – (1) Deprem hareketi yönünün belirsizliği nedeniyle birbirinden bağımsız olarak hesaplanan boyuna ve enine deprem kuvvetlerinin birleştirilmesi gereklidir. Birbirine dik yönlerdeki elastik deprem kuvvetleri için hesaplanan tesirler iki yükleme durumunu oluşturmak üzere aşağıdaki gibi birleştirilecektir.

a) Yükleme durumu 1: Ele alınan köprü elemanı için, eksenlerden biri doğrultusundaki elastik deprem kuvvetleri ve momentlerin mutlak değerinin % 100'üne, aynı elemana ait olmak üzere diğer eksen doğrultusundaki elastik deprem kuvveti ve momentlerin mutlak değerlerinin % 30'u eklenmek suretiyle hesaplanacaktır.

b) Yükleme durumu 2: Yükleme durumu 1'deki esaslar, doğrultular değiştirilerek aynen uygulanacaktır.

(2) Tasarıma esas elastik tesirlerin hesaplanmasında 15 inci maddede verilen R faktörleri deprem davranış kategorisi (DDK) C ve D sınıfına giren köprülerde sadece depremden kaynaklanan eğilme momenti tesirlerine uygulanacak, eksenel kuvvetlere, kesme kuvvetlerine ve diğer zati yüklerden kaynaklanan eğilme momentlerine uygulanmayacaktır. Kolon ve perdelerden temellere geçen eğilme momentleri hesabında elastik yöntem kullanıldığında deprem davranış kategorisi (DDK) B sınıfına giren köprülerde R değeri (Ek-2 Tablo-3)'te verilen değer yarısı (R/2), C ve D sınıfına giren köprülerde R=1 alınacaktır. Ancak istenildiğinde, kolon ve perde alt uçlarının pekleşmeli moment kapasiteleri ve buna karşılık gelen kesme, moment ve eksenel kuvvet tesirleri temel ve kazık tasarımlarında kullanılabilir.

Minimum oturma boyları

MADDE 18 – (1) Tek açıklıklı ve çok açıklıklı köprülerde, depremde köprü üst yapısının aşağıya düşmesini önlemek için giriş oturma boyu (Ek-3)'te belirtilen bağıntılar ile hesaplanacak değerden az olmayacaktır. Giriş oturma

boyu, mesnetlenmenin en kısa mesafesi göz önüne alınarak belirlenecek olup, sadece üst yapının süreksiz olduğu kenar ve orta ayaklarda bu koşullar aranacaktır. Üst yapının sürekliliği, açıklıklar arasında sürekliliği sağlayan döşeme elemanının tasarımı ilkelerine göre belirlenecektir.

(2) Köprü ayaklarının üzerine deprem takozları yapılarak kirişlerin enine ve boyuna yönde aşırı deplasmanına engel olunacaktır. Özellikle C ve D sınıfına giren köprülerde genişleme derzlerinde ayrıca düşmeyi önleyici ilave tedbirler alınacaktır.

Köprülerin deprem tasarımıyla ilgili hüküm bulunmayan haller

MADDE 19 – (1) Köprülerin deprem tasarımı bu Yönetmelikte yer almayan konular ve tasarım-hesap ayrıntıları için, ulusal şartnameler hazırlanıncaya kadar idarenin belirleyeceği uluslararası şartnameler esas alınacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Mevcut Köprülerin Durumu

Onarım ve deprem takviye projelendirme esasları

MADDE 20 – (1) Mevcut köprülerin güçlendirilmesiyle dış tesirlerin oluşturabileceği hasarları belirli bir sınırdan tutup köprüünün onarılabilecek seviyede kalması sağlanacaktır. Yapının deprem esnasındaki davranışını değiştirebilecek fazladan ve gereksiz güçlendirme yapılmayacaktır.

(2) Yapının önemi, maliyeti, geriye kalan ekonomik ömrü de göz önüne alınarak yapılacak güçlendirmenin faydasına ve etkinliğine göre güçlendirilecek köprüler idare tarafından belirlenecektir.

Ön değerlendirme ve öncelik sıralaması

MADDE 21 – (1) Ön değerlendirme ve öncelik sıralama işleminde köprülerin önemi ve güçlendirme ihtiyacı dikkate alınmak suretiyle dış tesirlerin oluşturabileceği risk sıralaması yapılarak güçlendirmede takip edilecek öncelik sırası belirlenecektir. Hangi düzeyde güçlendirme yapılacağına idare tarafından karar verilecektir.

Detaylı inceleme

MADDE 22 – (1) Detaylı inceleme aşamasında, ilk önce mevcut köprü uygulama projeleri ve uygulama proje hesap raporları temin edilecektir. Mevcut projelerin bulunmadığı hallerde, köprüünün ve yapısal detaylarının rölevesi yerinde çıkarılacaktır.

Güçlendirme yönteminin tespit edilmesi

MADDE 23 – (1) Köprüünün sorunlu elemanları ve güçlendirme yöntemleri, hesaplar yoluyla detaylı olarak tespit edilerek, güçlendirme yapılacak her eleman ve güçlendirme metodu belirlenecektir. Yetersizlik görülen durumlara ilişkin uygulanabilecek güçlendirme seçenekleri belirlenip yapı açısından uygulanabilirlik ve maliyet açısından kıyaslamalar incelenerek teknik ve ekonomik optimizasyon sonucu en uygun çözüm belirlenecektir.

Zemin raporu alma zorunluluğu

MADDE 24 – (1) Güçlendirme yapılacak köprülere ait mevcut zemin raporları temin edilecektir. Raporların eksikliği veya yetersizliği durumunda; yeni yapılacak köprüler için hazırlanacak (Ek-1)'de tarif edilen şekilde yeni jeoteknik proje raporu hazırlanacaktır.

(2) Yeterli nitelikte zemin raporu bulunmayan köprülerin güçlendirme proje çalışmalarına başlanmayacaktır. Gerektiğinde ilave temel zemin sondaj çalışmaları, arazi ve laboratuvar deneyleri yapılacaktır.

Teknik muayene veya hasar/arıza tespit raporlarının olmaması

MADDE 25 – (1) Köprü teknik muayene veya hasar/arıza tespit raporlarının olmaması durumunda (Ek-4)'te belirtilenlere göre köprüdeki mevcut hasar veya arızalar; köprü elemanları bazında yerinde teker gözle, elle ve gerekli durumlarda aletsel gözlem ve ölçümlerle detaylı incelenecek ve köprüdeki mevcut hasarlar belgelenecek bir rapor haline getirilecektir.

Ön inceleme sonucu yapılacak iş ve işlemler

MADDE 26 – (1) Ön inceleme neticesinde güçlendirilme ivediliğine göre sıraları belirlenen köprüler içinde birinci öncelikli köprüden başlayarak yapı elemanındaki sorunun ve nasıl çözümleneceğinin araştırması yapılacaktır.

(2) Bu değerlendirmeler sonucunda güçlendirme yapılacak yapı elemanları tespit edilecektir. Söz konusu yapı elemanları aşağıdakilerdir.

- Üst yapı elemanları (ana kirişler, enleme kirişleri, tabliye)
- Mesnet bantları, oturma boyları, mesnetler, deprem takozları
- Kolonlar ve başlık kirişleri
- Temeller

(3) Köprüünün, fay hattı yanında olması, heyelan veya zemin sıvılaşma riski olan bölgede bulunması durumlarında özel tedbirler alınacaktır.

Güçlendirme detay projeleri

MADDE 27 – (1) Detaylı inceleme sonucunda elde edilen veriler dikkate alınarak güçlendirme projeleri hazırlanacak ve bu projelerde her bir yapı elemanının güçlendirilmesine ait tüm uygulama detay, hesap ve çizimleri ayrı ayrı düzenlenecektir. Projelerde tüm sistem detayları, inşa yöntemleri ve gerekli teknik açıklamalar ile birlikte verilecektir.

Güçlendirme projelerinde farklı ölçüt ve kaynaklar kullanılması

MADDE 28 – (1) Köprü güçlendirme projelerinin hesapları için bu Yönetmelikte belirtilen ölçütlerin dışında başka ölçüt ve kaynaklar, idarenin onayı ile kullanılabilir.

ÜÇÜNCÜ KISIM

Tüneller

BİRİNCİ BÖLÜM

Genel Bilgiler

Tünellerin özellikleri

MADDE 29 – (1) Tüneller gömülü yapılar olup, zemin/kaya ortamı ile birlikte hareket etmeleri ve deprem yer hareketinin büyüklüğünün yüzeyden itibaren derinliğe bağlı olarak azalması nedeniyle deprem sırasında yerüstü yapılarına göre daha iyi davranış göstermektedirler.

(2) Tünellerin deprem sırasında hasar görmelerinin nedenleri aşağıdakilerdir.

- Depremden dolayı oluşan sarsıntı
- Tüneli aktif bir fayın kesmesi
- Özellikle portal bölgelerinde heyelan ve zemin sıvılaşması

Tünellerin depreme karşı asgari dayanıklılık ölçütleri

MADDE 30 – (1) Tüneller küçük ve orta şiddette depremlerde önemli bir hasar olmaksızın hizmet vereceklerdir. Yüksek şiddetli depremlerde ve tüneli kesen fay hareketinde göçük oluşmadan hasar meydana gelebilecektir. Gerekli iyileştirme yapıldıktan sonra tünel trafiğe hizmet verecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

Yeni Yapılacak Tüneller İçin Deprem Projelendirmesinin Yapılması

Zemin/kaya tanımlamasına yönelik araştırma çalışmalarının yapılması

MADDE 31 – (1) Koridor ve elverişlilik etüdü aşamalarında idare tarafından aksi belirtilmediği takdirde gözlemsel olarak yapılacak çalışmalarda olası tünel hatları ile ilgili olarak 1/25000 ölçekte ve tanımlanacak genişlikteki alanda jeolojik, hidrojeolojik, mühendislik jeolojisi, mühendislik jeofiziği ve mühendislik sismolojisi etüt ve değerlendirmeleri yapılacaktır.

(2) Bu etüt ve değerlendirmeler fay (aktif, ölü, normal, yanal atımlı, ters) gibi ana süreksizliklerin haritalanmasını, güncel tektonik açısından araştırmaları, aktif ve potansiyel heyelan sahalarının ve sıvılaşma riski taşıyan alanların belirlenmesini ve tünel hattına olan etkilerinin değerlendirilmesini içerecektir.

(3) Yapılan etüt ve değerlendirmeler sonucunda statik ve depremsellik açısından en az risk taşıyan geçki seçilecektir. Bu geçki içindeki seçeneklerin 1/5000 ölçekte ön projeleri (etüt, araştırma ve proje çalışmaları) yapılacaktır. Ön proje çalışmalarına veri sağlamak amacıyla detaylandırılacak yüzey jeolojisi çalışmalarının yanı sıra depremsel araştırma ve hendek açımı, sondaj, jeofizik etüt, arazi ve laboratuvar deneylerini içeren araştırma programı hazırlanacaktır.

(4) Sondajlar tünel portallerinde, tünel üzerinde sığ örtü kalınlığı olan bölgelerde, zayıf zonlarda (fay, birim kantağı v.b.), derin kırılma, sık eklem ve ayrışma potansiyeli olan birimlerde, değişen jeolojik birimlerde ve tünel çevresinin kaya kütle davranışını belirlemeye yönelik gerekli görülen yerlerde ve tünel kırmızı kotunun 20 metre altına incek şekilde sorumlu mühendisin belirleyeceği derinliklerde karotlu olarak yapılacaktır.

(5) Ayrıca tünellerde yapılması planlanan sondajlarda (kaya) tünel seviyesini de içine alacak şekilde basınçlı su testi (BST) deneyleri de yapılacaktır.

Kesin proje çalışmalarına başlanması

MADDE 32 – (1) Ön proje araştırma ve proje çalışmaları sonucunda kesinleştirilecek tünel hattı üzerinde 1/1000-1/2000 ölçekte kesin proje çalışmalarına geçilecektir. Ön proje araştırmalarında tam olarak aydınlatılamayan noktalarda ek araştırma programı hazırlanarak uygulanacaktır.

Deprem tanımlamasına yönelik zemin/kaya parametreleri

MADDE 33 – (1) Deprem tanımlamasına yönelik zemin/kaya parametreleri; boyuna dalga hızı (P), makaslama (kayma) dalga hızı (S), rayleigh dalga hızı (R) değerleridir.

(2) Bu değerlerin tünel kotunda sebep olduğu hususlar, zemin dane hızı ve ivmeler, dalgaların yayılma hızları, dinamik kayma modülü ile elastisite modülüdür. Bu değerler sahada yapılacak jeofizik yöntemlerden sismik ve sismoloji çalışmaları ile saptanacaktır. Sahaya özel çalışmalar olmaması durumunda ampirik yaklaşımlar ve kabuller kullanılacaktır.

Deprem tanımlamaya yönelik çalışmalarının yapılması

MADDE 34 – (1) Olasılık-istatistik hesaplarına dayanan deprem tehlike analiz yöntemleri kullanılarak tasarım depreminin magnitudü, tasarım depremi dönüş periyodu, yüzeydeki maksimum deprem ivmesi ve tünelin deprem merkezine mesafesi belirlenecektir.

(2) Olasılık-istatistik hesaplarına dayanan jeofizik deprem tehlike analizlerinde kullanılmak üzere tünel derinliğindeki yer hareketinin zaman tarihçeleri belirlenecektir.

(3) Fay atımı ile ilgili olarak ampirik yaklaşımlar veya arazi hendek açımı çalışma ve değerlendirmeleri kullanılarak deplasman miktarı ve etki zonu belirlenecektir.

Deprem risk tipinin belirlenmesi ve proje çalışmalarının yapılması

MADDE 35 – (1) Yapılan tüm etüt ve araştırma çalışmaları sonucuna göre belirlenen jeolojik birimler, süreksizlikler (eklem, tabakalanma, çatlak), ayrışma zonları-dereceleri, fay, kıvrım ve bunların tünel kazısı üzerine etkileri göz önüne alınarak mühendislik jeolojisi modeli oluşturulacaktır.

(2) Tünelin yer aldığı kaya/zemin ortamına ait geomekanik parametreler tespit edilecektir. Tünel kesiti, örtü kalınlığı, oluşturulan jeolojik model ve araştırma çalışmaları verileri değerlendirilerek tünel kazısı destek aşamasında öngörülen kaya kütle davranışı dikkate alınarak geoteknik model oluşturulacak, statik yükleme koşulları dikkate alınarak analitik ve nümerik analizler yapılacaktır.

(3) Belirlenecek deprem risk tipine göre oluşacak ilave yükleme ve deformasyonlar da dikkate alınarak tünelin deprem projesi hazırlanacaktır.

Deprem için hesaplamaların yapılması

MADDE 36 – (1) Tünel eksenine boyunca oluşan ekstenel ve büyük deformasyonların ve tünel enkesitinde oluşan ovalleşme ve yana yatma şeklindeki deformasyonların değerlendirilmesi analitik yaklaşımlar (basitleştirilmiş veya kapalı-form çözümler) ve nümerik analizler metodu olmak üzere iki seviyede yapılacaktır. Öncelikle basitleştirilmiş yöntemler kullanılacak, yeterli olmadığı durumlarda nümerik analizler yapılacaktır.

(2) Nümerik analizler zemin içinde açılan ve tünel boyunca zemin koşullarının belirgin ölçüde değiştiği tünellerde yapılacaktır.

(3) Tünel derinliğindeki yer hareketinin yer yüzeyindeki oranı özel arazi değerlendirmesine göre düşük değer belirlenmediyse (Ek-9 Tablo-6)'dan alınacaktır. Özel arazi değerlendirmesi bulunmadığında maksimum yer hareketinin tahmini için zemin/kaya tipine göre maksimum yer hareketinin maksimum yer ivmesine oranı (Ek-9 Tablo-7)'den alınacaktır.

(4) Deprem nedeniyle tünelde oluşan gerilme ve yüklemeler statik gerilme ve yükler de dikkate alınarak hesaplanacaktır.

Fay kırılması için hesaplamaların yapılması

MADDE 37 – (1) Fay kırılması durumunda tünelin davranışını etkileyen unsurlar (fay atım yönünün tünel eksenine göre konumu, atım miktarı ve jeolojik yapıya göre etki zone) ve bunların tünele etkisi, ampirik temelli formülasyonlar ve analitik yaklaşımlar kullanılarak belirlenecektir.

Heyelan ve sivilaşma için hesaplamaların yapılması

MADDE 38 – (1) Heyelan nedeniyle şev hareketi veya sivilaşma beklenen kesimlerde, tasarım depremi sırasında oluşabilecek hareket tipi ve miktarına göre değerlendirme yapılacaktır. Heyelan ve sivilaşma nedeniyle oluşabilecek ilave yükler belirlenecektir.

(2) Deprem yükleri de göz önüne alınacak şekilde şev ve portal yapı tasarımları yapılacaktır.

(3) Dikdörtgen kesit olarak imal edilen aç-kapa tünellerde yana yatma şeklindeki deformasyonlar için analiz yapılırken statik yüklere ilave olarak duvar ve tavandaki dinamik toprak basınçları göz önüne alınacak şekilde tasarım yapılacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Mevcut Tüneller İçin Deprem Değerlendirmesinin Yapılması ve Güçlendirme Projelerinin Hazırlanması

Gözlem

MADDE 39 – (1) Tasarım depremi sırasında riskli davranış olasılığı olan tüneller; deprem etkisi, jeolojik durum, tünel projesi, yapımı ve mevcut durum dikkate alınarak belirlenecektir.

(2) Tasarım depremi sırasında tünelin beklenen davranış gösterdiği durumlarda ilave değerlendirme yapılmayacaktır. Tünelin beklenen davranış göstermeme durumu söz konusu olduğunda deprem sırasındaki tünel davranışı ile ilgili ek değerlendirmeler yapılacaktır.

(3) Tünelin deprem sırasında riskli davranış gösterdiği açıkça belirlendiğinde güçlendirme projesi hazırlanacaktır.

(4) Deprem yoğunluğu, fay kırılması, heyelan ve sivilaşma dikkate alınarak deprem etki değerlendirmesi yapılacaktır.

(5) Deprem yoğunluğu; maksimum yer hızı, maksimum yer deplasmanı ve hareketin süresi ile değerlendirilecektir. Gözlem aşamasında yüzeydeki maksimum yer ivmesi yer sarsıntısı için bir indeks olarak kullanılacaktır.

(6) Detaylı değerlendirme için tünel derinliğindeki yer hareketleri ve respons spektrumları tahmin edilecektir. Ayrıca aktif faylara yakın bölgede yer alan tünellerde (yaklaşık 15 km) yakın fay etkisi dikkate alınacaktır.

(7) Aktif bir fay hattının tüneli kesmesi durumunda orta ve yüksek büyüklükteki depremler esnasında tünellerde kesme deplasmanları oluşması nedeniyle meydana gelecek deformasyonlar değerlendirilecektir.

(8) Portal bölgelerinde ve tünelin düşük örtü kalınlığı olan bölgelerinde statik durumda heyelan riskinin bulunması veya statik olarak dengedeki bir heyelanın yer sarsıntısı ile aktif hale gelme durumu dikkate alınarak değerlendirme yapılacaktır.

(9) Yeraltı su tablasının altında yer alan tünellerde tünel etrafında gevşek ve orta sıkılıkta kohezyonsuz zemin (kum, silt, çakıl) olması durumunda sivilaşma potansiyeli değerlendirilecektir.

(10) Olumsuz jeolojik koşulların (tüneli kesen zayıflık düzlemleri içeren kayalar, açık veya ayrılmış dolgulu çok gelişmiş çatlaklar içeren kayalar) mevcut tünel projesinde ve yapımında dikkate alınıp alınmadıkları kontrol edilecektir.

(11) Mevcut tünel projesinde deprem yüklemesi ve davranışının dikkate alınıp alınmadığı, tünel kaplamasının ve destek sisteminin özellikleri (kaplama tipi, kaplama/destek sistemi ve kaya arasındaki kontak derecesi), kaplama/destek sistemi açısından tünelin statik stabilitesi, kaplama/destek sisteminin mevcut durumu, betondaki çatlakların derecesi, betonun ve çeliğin zamanla yıpranması durumları değerlendirilecektir.

(12) Kazı tünellerinde yer hareketinden dolayı deprem değerlendirmesi gerekli olup olmadığının kaplama/destek sistemi, jeolojik koşullar ve yer hareketine göre belirlenmesinde (Ek-9 Tablo-8) kullanılacaktır.

(13) Aç-kapa tünellerde bölgenin depremselliğine bağlı olarak mevcut projelerde yüklemesi ve deformasyonların dikkate alınıp alınmadığı kontrol edilecektir.

Değerlendirme

MADDE 40 – (1) Yer sarsıntısı nedeniyle tünelde oluşan deformasyon tipi, gerilme ve yüklemeler, statik gerilme ve yükler de dikkate alınarak değerlendirme yapılacaktır.

(2) Fay kırılması durumunda tünelin davranışını belirleyen unsurlar (fay atım yönünün tünel eksenine göre konumu, atım miktarı ve jeolojik yapıya göre etki zone) değerlendirilecektir.

(3) Heyelan nedeniyle şev hareketi veya sivilaşma beklenen kesimlerde tasarım depremi sırasında oluşabilecek hareket tipi ve miktarına göre değerlendirme yapılacaktır.

Güçlendirme projesinin hazırlanması

MADDE 41 – (1) Yüksek şiddetli yer sarsıntılarında düktil ve dayanımlı kaplama elde etmek için kaplama betonu donatılacaktır. Kaplama betonu ve arkasındaki ortam arasında boşluk olması ve iyi temas sağlanmaması durumunda bu durum jeofizik yöntemler ve karot alımı ile tespit edilecek ve kontak enjeksiyonu yapılacaktır.

(2) Zayıf zeminlerde ilk desteklemeden sonra prekast beton segmanlar ile yapılan desteklemede özel çevresel derzler tasarlanacaktır.

(3) Aç-kapa tünellerde deprem durumunda artan yüklemesi koşullarına göre donatılacaktır.

(4) Fay kırılması nedeniyle yapılacak güçlendirme aktif fayı kesen ve deplasmana maruz kalacak tünel hattı

boyunca deplasman değeri ve deplasmanın yayıldığı bölge genişliğine bağlı olarak belirlenecektir. Sınırlı bölgede yüksek miktarda deplasman oluşması durumu için bu bölgede tünel kesitinde genişletme yapılacaktır. Genişletme miktarı fay atımı sonucunda oluşan deplasman nedeniyle tünelin kapanmayacağı ve iyileştirme yapıldıktan sonra trafiğe açılacağı şekilde olacaktır. Genişletme yapılacak bölgenin uzunluğu fay deplasman miktarına ve karayolunda izin verilebilir kurp yarıçapına göre belirlenecektir.

(5) Genişletme yapılan tünellerde iç kaplama arkası boşluklu beton gibi malzemeler ile doldurulacaktır. Fay atımının düşük ve geniş alana yayılı olduğu durumlarda kaplama düktil derzler ile dökülecektir.

(6) Heyelan ve sıvılaşmaya neden olabilecek zemin stabil hale getirilecektir. Kesin çözüm elde edilememesi durumunda hat değişikliğine gidilecektir.

(7) Potansiyel heyelan bölgesinde yapılan portal yapısı ve kazı tüneli birleşiminde harekete izin verecek derz oluşturulacaktır.

(8) Sıvılaşmanın etkisinin lokal su basıncı şeklinde olması durumunda, lokal su basıncını gidermek veya düşürmek yönünde gerekli inceleme yapıp önlemler alınacak, tünel duvarları yanal basınca göre güçlendirilecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Tünellerde Yangına Karşı Alınacak Tedbirler

Yangına karşı alınacak tedbirler

MADDE 42 – (1) Tünellerde yangına karşı alınacak tedbirler (yapısal ve donanım olarak) konusunda tünellerin güvenlik gereksinimlerine ilişkin proje ölçütleri komisyon raporu, karayolu tüneli uygulama projesi şartnamesi ve uluslararası standartlar temel alınacaktır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tünellerde Sele Karşı Alınacak Tedbirler

Sele karşı alınacak tedbirler

MADDE 43 – (1) Tünel portal bölgelerinde meydana gelebilecek yağmur suyu, kar suyu ve sele karşı portal yapısı ve tünelin korunabilmesi için gerekli havza ve hidrolik hesaplamalar yapılarak drenaj yapıları projelendirilecektir.

DÖRDÜNCÜ KISIM

Dayanma (İstinat) Yapıları ve Destek Sistemleri İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

BİRİNCİ BÖLÜM

Genel Bilgiler

Temel ilkeler

MADDE 44 – (1) Dayanma (istinat) yapıları ve destek sistemlerinin depreme dayanıklı olarak projelendirilmesinde aşağıda belirtilen minimum şartlar sağlanmalıdır.

a) Dayanma (istinat) yapıları ve destek sistemleri küçük ve orta şiddetteki depremlere önemli bir hasar almaksızın ve elastik sınırlar içinde kalacak biçimde dayanmalıdır.

b) Büyük depremlerden kaynaklanan sarsıntılar yapıların ve destek sistemlerinin işlevini yerine getirmesine engel olmamalı, meydana gelebilecek hasarlar kolayca onarılabilmelidir.

(2) Dayanma yapıları ve destek sistemleri için hesap kesitinin seçiminde değişen zemin/kaya koşulları ile yükseklik ve geometri esas alınacaktır. Yüksekliğin değişken olması durumunda iki hesap yüksekliği arasındaki fark 2 metreden fazla olmayacaktır.

(3) Sondajlar, yol bileşenlerinin projelendirileceği alandaki jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki jeoteknik özelliklerini en iyi ortaya çıkaracak yerlerde ve derinliklerde; jeofizik ölçüm noktaları da aynı şekilde yol bileşenlerinin projelendirileceği alandaki birimlerin jeoteknik-deprem mühendisliği özelliklerini en iyi ortaya çıkaracak yerlerde ve araştırma derinliklerinde yapılacaktır.

(4) Sondaj, jeofizik etütler, araştırma çukuru, laboratuvar deneyleri ve sonuçları verilecek, tasarıma esas parametre seçimlerinin nasıl yapıldığı ayrıntılı olarak belirtilecek, zemin tanımlaması, zemin dinamiği, geometri ve tasarıma esas parametreler idealize zemin profili üzerinde gösterilecektir.

(5) Tektonik ve deprem etkisinin önemli olduğu yapı yerlerinde sismik/sismolojik araştırmalar ile saptanan zemin hakim titreşim periyodu-zemin büyütmesi ve hendek vb. çalışmalar yapılarak yapıların etkileri irdelenecektir.

(6) Yüzeyde tespit edilemeyen örtülü fayların ve diğer tektonik bozuklukların veya yüzeyden görülen fay izinin devamlılığı jeofizik etütler yapılarak araştırılacaktır.

(7) Heyelanlı kesimlerde heyelanın mekanizması, jeolojik birimlerin dağılımı, yapısal durumu, yer altı suyu koşulları, ayrışma-bozuşma derecesi ve kayma sebepleri ortaya konularak kayma yüzeyi derinliği ve kayma mekanizması belirlenecektir.

(8) Jeolojik birimlerin yerinde (in-situ) dinamik elastisite parametrelerinin saptanması için sismik kırılma yöntemi kullanılacaktır.

(9) Proje sahasının deprensellik (sismisite) hesapları yapılacaktır.

(10) Büyük sanat yapılarının jeolojik stratigrafisi, dinamik elastisite sabitleri ile deprensellik parametreleri bulunacaktır.

(11) Deprem durumu tasarımına esas deprem ivme katsayısı yürürlükte bulunan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası üzerindeki bilgilerden temin edilecektir.

Hesap kuralları

MADDE 45 – (1) Hesaplarda dayanma yapısı arkasına yapılacak geri dolgu malzemesi özellikleri, geometrisi (parametreler, yükseklik vb.), dayanma yapısı arkasındaki ilave yükler (trafik yükü, mevcut yapılar vb.), temel zeminin

özellikleri, su seviyeleri, dayanma yapısı önündeki kazı oyulma ve erozyon, don etkisi, dayanma yapısı arkası drenaj malzemesi özellikleri dikkate alınacaktır.

(2) Dayanma yapıları için kayma, devrilme ve taban basıncı irdelemesi ($q_{max} < q_{em}$, $q_{min} > 0$) statik durumda emniyetli taşıma gücü hesabı, oturma hesabı, stabilite analizi (kazı durumu ve yapım sonrası), donatı hesabı (betonarme duvarlarda) yapılacaktır.

(3) Statik ve deprem durumunda toprakarme duvarlar için yukarıda belirtilen irdelemelere ve dış stabilite irdelemelerine ek olarak iç stabilite (sıyırılma, kopma vb.) irdelemeleri de yapılacaktır.

(4) Aktif ve pasif basınç toprak itkisi katsayıları Mononobe-Okabe formülleri kullanılarak belirlenecektir.

(5) Dayanma yapıları için yapılan irdelemelerde gerekli güvenlik sayıları (GS) (Ek-9 Tablo-9)'da verilmiştir.

(6) Bulon, zemin çivisi, ankraj gibi destek sistemleri için genel olarak izlenecek yöntem aşağıda belirtilmektedir.

a) Desteksiz şevlin kayma dairesinin/düzleminin belirlenmesi; belirlenen bu kayma yüzeyi esas alınarak sığ yüzeyler için stabilite analizlerinin yapılması, derin kayma düzlemleri için statik ve deprem koşulunda stabilite analizlerinin yapılması, kopma ve sıyırılma irdelemeleri ile ankrajlarda ayrıca kök boyu hesabının yapılması gerekmektedir.

b) $a = \text{"Depremsellik katsayısı"}$ ve $A = \text{"İvme katsayısı"}$ iken;

Sığ yüzeyler için $a = (1.45-A)*A$

Derin kayma düzlemleri için $a = A/2$

alınmalıdır.

(7) Destek sistemleri için yapılan analizlerde gerekli güvenlik sayıları (GS) (Ek-9 Tablo-10)'da verilmiştir.

BEŞİNCİ KISIM

Dolgu ve Yarmalar

Temel ilkeler

MADDE 46 – (1) 44 üncü maddenin üç, dört, beş, altı, yedi, sekiz, dokuz ve onbirinci fıkralarında belirtilen şartlar bu kısım için de geçerli temel ilkelerdir.

(2) Proje ömrü boyunca dolgu ve yarma şevlerinin stabil kalması ve tolerans dışı oturma-ötelemelerin oluşmaması sağlanacaktır. Gerekli görülmesi halinde dolgu ve yarma şevleri ek tedbirler göz önüne alınarak projelendirilecektir.

(3) Şevlerin jeolojik stratigrafisi, dinamik elastisite sabitleri ile depremsellik parametreleri bulunacaktır.

Dolgu şevlerinin tasarımı

MADDE 47 – (1) Gerekli laboratuvar zemin deneyleri (Ek-5)'te belirtilmiştir.

(2) Hesap kuralları aşağıdadır.

a) Deprem durumu için gerekli depremsellik katsayısı (a), yer ivme katsayısının (A) yarısı olarak alınacaktır.

b) Yüksekliği 8 metreden büyük olan dolgular için deprem durumu analizi yapılacaktır.

c) Dolgu şevleri için dış stabilite güvenlik sayıları ölçütleri (Ek-9 Tablo-11)'de belirtilmiştir.

ç) Dolgu şevleri için iç stabilite güvenlik sayıları ölçütleri (Ek-9 Tablo-12)'de belirtilmiştir.

Yarma şevlerinin tasarımı

MADDE 48 – (1) Yarmaların değerlendirilmesi için gerekli deneyler (Ek-6)'da belirtilmiştir.

(2) Hesap kuralları aşağıdadır.

a) Deprem durumu için gerekli depremsellik katsayısı (a), yer ivme katsayısının (A) yarısı olarak alınacaktır.

b) Yüksekliği 15 metreden büyük olan yarmalar için deprem durumu analizi yapılacaktır.

c) Yarma şevleri için güvenlik sayıları ölçütleri (Ek-9 Tablo-13)'de belirtilmiştir.

ç) On beş metre ve daha yüksek yarmalarda genel olarak kademeli şev teşkili göz önüne alınacaktır.

ALTINCI KISIM

Kıyı Koruma Yapıları

Kıyı koruma yapılarının tasarım ve uygulamasında gözetilecek hususlar

MADDE 49 – (1) Kıyı koruma yapılarının tasarım ve uygulamalarında 3348 sayılı Ulaştırma Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanununun; Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğünün (DLH) Görevlerinin belirtildiği 9 uncu maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi uyarınca DLH tarafından düzenlenecek Yönetmelik hükümlerine uyulacaktır.

YEDİNCİ KISIM

Heyelanlar

Temel ilkeler

MADDE 50 – (1) Dördüncü kısımda düzenlenmiş bulunan temel ilkelerdeki 44 üncü maddenin onbirinci fıkrasında belirtilen şartlar bu kısım için de geçerli temel ilkelerdir.

(2) Şevlerin, proje ömrü boyunca stabil kalması ve tolerans dışı oturma-ötelemelerin oluşmaması sağlanacak, gerekli görülmesi halinde şevler ek tedbirler alınarak projelendirilecektir.

(3) Heyelan önleme geoteknik raporları her bir heyelan için ayrı raporlar halinde düzenlenecek olup, jeolojik-jeofizik değerlendirmeler jeoloji mühendisi ve jeofizik mühendisi tarafından; sayısal çözümlerini içeren geoteknik değerlendirmeler ise deneyimli inşaat mühendisi tarafından yapılacaktır.

Ön değerlendirme

MADDE 51 – (1) Projelendirmede aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

a) Heyelanın etkilediği yol kesiminin dolgu, yarma, karışık kesitle olup olmadığı belirtilecektir.

b) Heyelanlı alanı gösterir plankote ve enkesitler çıkarılacaktır. Plankote ve enkesitler üzerinde (Ek-7)'deki elemanlar gösterilecektir.

c) 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 kütlelin özellikleri, hareketin hızı (ilk hareketten sonra hareketin devam edip etmediği, ilk hareket sonrası çatlak ve yarıkların genişliği, derinliği, yeni çatlakların oluşup oluşmadığı vb.), hareketlerin tipi, (akma, kayma, düşme, devrilme, tekrarlı, tekil, karmaşık, dairesel, düzlemsel, kamasal vb. bilgiler), araştırma çalışmaları (sondaj, araştırma çukuru, inklinometre, jeofizik izleme, laboratuvar çalışmaları vb.), fotoğraflar raporda yer alacaktır.

Heyelan etütlerinde gerekli laboratuvar deneyleri

MADDE 52 – (1) Heyelan etütlerinde fiziksel özelliklerinin ve kayma dayanım parametrelerinin tayinine yönelik yapılması gerekli laboratuvar deneyleri (Ek-8)'de belirtilmiştir.

Sayısal çözümleme

MADDE 53 – (1) Çözümüne yönelik sayısal çözümlemelerde gerekli büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları sonuçları göz önüne alınarak izlenecek yöntem aşağıda belirtilmektedir.

a) Kayma öncesi geometri ve kayma koşulları göz önüne alınarak geri analizle kayma yüzeyi boyunca rezidüel kayma dayanımı parametreleri belirlenecek, geri analizinde güvenlik sayısı $GS < 1$ esas alınacaktır.

b) 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.

c) Çözüm geometrisi için statik durum (kısa dönem, uzun dönem) deprem durumu ve gerekiyorsa kazı durumu için kısa dönem stabilite analizleri yapılacaktır. Rezidüel (Direk kesme) parametrelerin kullanılması durumunda çözüm için statik durumda $GS \geq 1.30$, deprem durumunda $GS \geq 1.10$ 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.

ç) Yapılan hesaplarda heyelan ana eksen (en kritik kesit) esas alınacak, değişen zemin koşulları ve değişen kayma dairesi derinliği için proje optimizasyonuna yönelik olarak gerekirse diğer (yan) kesitlerde de çalışma yapılacaktır.

d) Çözümün alternatifli verilmesi halinde alternatifler arası maliyet karşılaştırması yapılacaktır.

e) Çözümüne ait uygulamaya yönelik her türlü plan, profil, enkesit ve detay paftaları rapor ekinde sunulacaktır.

Karayolunda heyelanların oluşturacağı zarar ve tehlikelerden korunmak için alınması gereken önlemler

MADDE 54 – (1) Karayolunda heyelanların oluşturacağı zarar ve tehlikelerden korunmak için alınması gereken önlemler aşağıdadır.

a) Heyelanların başta gelen faktörlerinden olan yer altı suyu kontrol altına alınarak suyun drenajı sağlanmalıdır. Buna ait yer üstü ve yer altı drenaj sistemleri ile heyelanların önüne geçecek uygulamalarla yolun stabilitesi sağlanmalıdır.

b) Heyelandan sonra gerekirse güzergah tamamen değiştirilmeli, heyelanlı kesim temizlenmeli, köprü ile geçiş sağlanmalı, gevşek malzeme çimento enjeksiyonu ile stabilize edilmelidir.

c) Destekleme aşağıdaki biçimlerde yapılabilir.

1) Kaya ile, etekteki gevşek malzemenin çimento enjeksiyonu ile stabilize edilmesi.

2) Kimyasal metotlarla stabilizasyon.

3) Kazı, drenaj, kırmızı kotun kaldırılması.

4) Eteklerde drenaj.

5) İksa (beton, çelik).

6) İstinat duvarı (kâgir veya beton).

7) Kazık çakma (çelik, beton).

8) Ankraj çubukları ile şevin tutturulması (şevler üzerine çakılan çubukların birbirine bağlanması).

ç) Mukavemet ile kuvvet arasındaki oranın yeniden değerlendirilmesi; drenaj, (yüzey drenajı, yatay drenler, tünel veya galeri açma, çatlakların ve eklem yüzeylerinin tecrit edilmesi), şev eteğinin temizlenmesi, hafif dolgu (dolgu kalınlığının mümkün olduğu kadar az olması) gibi önlemlerden biri veya birkaçı bir arada uygulanmalıdır.

SEKİZİNCİ KISIM

Zeminlerin Sıvılaşması

Zeminlerin sıvılaşmasının tanımı

MADDE 55 – (1) Sıvılaşma olayı, suya doygun ince taneli kum ve silt gibi tabakaların deprem titreşimleri sırasında boşluk suyu basıncı (U) değerinin artması ile efektif yanal gerilmenin ($\sigma'_h = \sigma_h - U$) sıfır olması sonucu tabakanın sıvı gibi davranarak yüzeye çıkmasıdır.

Sıvılaşma ölçütleri

MADDE 56 – (1) İnce kum, siltli kum veya killi kum tabakalarını içeren bir zeminin sıvılaşma olasılığının bulunup bulunmadığını saptayabilmek için arazi ve laboratuvar deneylerinin bir arada kullanıldığı çeşitli ölçütler ve ampirik formüllerden yararlanılacaktır.

(2) Bu ölçütlerden en önemlileri eşik ivme ölçütlerinden, periyodik kayma gerilmesi, kayma (Shear) dalgası hızı ve sıvılaşma indeksi kriteri tespit edilmelidir. Yardımcı kriterler olarak da rölatif sıklık oranı, boşluk basıncının artış oranı, granülometrik değerlendirme, standart penetrasyon ve ivme kriteri, sismik S dalgası tespitleri yapılmalıdır.

Sıvılaşma riskini azaltıcı önlemler

MADDE 57 – (1) Sıvılaşma potansiyeli yüksek olan bir zeminde sıvılaşma riskini azaltabilmek için yerine ve durumuna göre çimento veya kireç ile stabilizasyon, kazık çakılarak temel yüklerinin sıvılaşma potansiyeli olmayan zemin tabakalarına aktarılması, taş ve kum kazıklar ile stabilizasyon, vibroflasyon, yüzeysel veya dinamik kompaksiyon gibi önlemlerden biri veya birkaçı bir arada uygulanmalıdır.

DOKUZUNCU KISIM

Çığ ve Kaya Düşmesinden Korunma

Alınması gerekli tedbirler ve dikkat edilecek kriterler

MADDE 58 – (1) Karayolu inşaatının yapıldığı ve yapılacağı bir arazide yolu oluşturan unsurların (yol gövdesi,

köprüler, tüneller ve diğer sanat yapıları) çığ afetine karşı korunması için alınması gereken tedbirler ve yeni yapılacak yollarda dikkat edilmesi gereken ölçütler aşağıdadır.

a) Topografik açıdan rakımı 1000 metre ve üzerinde olan 35 dereceden daha dik açığa sahip, rüzgar altı olan çıplak yamaçlarda çığ önleme ve azaltma teknikleri uygulanacaktır.

b) Çığdan korunma çalışmalarının ilk basamağı olarak haritalama yapılacaktır. Çığ risk haritalarıyla, çığın sahip olduğu fiziksel özelliklere bağlı olarak, çığın etkilediği alanlardaki yapılara önleyici kurallar ve sınırlamalar getirecektir.

c) Çığ haritaları çığ alanlarını gösteren topografik bazı haritalardır. Bu haritalarda olmuş ve olası çığ alanları, akma hatları ve çığ önlem yapıları işaretlenecektir. Çığın meydana geldiği veya gelebileceği tespit edilen bu alanlar, hava fotoğrafı ve uydu görüntüleri yorumları ile arazi gözlemlerinin, yerel halktan edinilen bilgiler ışığında hazırlanan "çığ anket formları" ile beraber değerlendirilmeleri sonucu belirlenecektir.

ç) Çığ haritalarının yapımında kullanılan hava fotoğraflarının ölçeği 1/25000 ile 1/35000 arasında değişirken, altlık olarak kullanılan topografik haritaların ölçeği 1/25000'dir. Tüm bu çalışmaların ışığında elde edilen veriler harita üzerine işlendikten sonra, bütün bilgiler coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılarak sorgulanmak ve istenilen ölçekte basılmak üzere bilgisayar ortamına aktarılır. Çığ haritalarının hazırlanmasından sonra büyük ölçekte (1/5000 veya daha büyük) çığ risk haritaları o bölge için hazırlanacaktır.

d) Çığ risk haritalarındaki sınırlara karar verilirken; çığın tekrarlama periyodu, çarpma basınçları, çığ patikalarının (çığ akış hattı) genişleme ihtimali, yeni çığ patikalarının oluşma olasılığı ve çalışmanın yapıldığı bölgede yaşayan insanlar ile yapılan görüşmeler esas alınacaktır.

e) Çığ risk haritalarında çığdan etkilenme derecelerine bağlı olarak riskli alanlar 4 farklı renk ile gösterilmektedir.

1) Kırmızı: Çığın dönüşüm periyodunun 30 yıldan daha az ve çarpma basıncının 30 ton/m²'den fazla olduğu yerlerdir. Bu yerlerde herhangi bir bina veya yapının inşa edilmesi yasaklanmıştır.

2) Mavi: Dönüşüm periyodunun 30 ile 300 yıl arasında olduğu ve çarpma basıncı 3 ton/m²'nin altında olan yerlerdir. Bu bölgedeki yapılara ancak ilave teknik önlemler ve inşa teknikleri kullanıldığında sınırlı olarak izin verilmektedir.

3) Beyaz: Güvenli alanlardır. Herhangi bir çığ tehlikesi yoktur. Her türlü yapılaşmaya kanunlar çerçevesinde açıktır.

4) Turuncu: Çığ dışındaki diğer afetleri (kaya düşmesi, sel, heyelan) temsil etmektedir. Bu afetlerin etki alanları genel hatları ile çizilmekte ve konunun uzmanlarına referans bilgi olma özelliği taşımaktadır.

Çığ riski olan yerlerde uyulması gereken kurallar

MADDE 59 – (1) Çığ riski olan bölgelerde, arazi kullanımında, yolların inşasında ve korunma yapılarında uygulanması gereken kurallar aşağıdadır.

a) Çığ akış hızları, akış yükseklikleri ve durma mesafeleri kullanılan modeller yardımıyla hesaplanacaktır.

b) Yapılaşma için kritik değer olan çığ çarpma basıncının sınırı 30 kPa/m²'lik (kilo paskal) olarak saptanacaktır. Seçilen noktalarda hali hazırda bulunan yapılara veya yapılması öngörülen önlem yapılarına (saptırma duvarı, tünel, çığ barajları, istinat duvarı vb.) gelen dinamik basınç ve kuvvetler, hesaplar yöntemiyle tahmin edilmelidir.

c) Tüm hesaplamalar akım miktarının tahminine dayanmalıdır.

(2) Modellerle hesap yöntemi; durma bölgesinde yer alan herhangi bir yapıya gelecek olan basınç, kesme kuvveti, tasarlanan durdurma yapılarının kar yüzeyinden itibaren olması gereken yükseklikleri vb. çığ önleme yapıları ve yapılaşmada uygulanması gerekli kurallar ortaya konacak olup, bu hesaplamalar tahmine dayanan kabullerle oluşturulan parametrelerin kullanımıyla yapılacaktır.

(3) Bu modellerin yardımı ile yapılaşma yasağı uygulanacak veya uygun inşaat teknikleri ile yapılaşmaya açık bırakılacak alanların zonlanması çığların tekrarlama periyotları göz önüne alınarak (Ek-10 Şekil-1)'deki gibi yapılacaktır.

Çığ riski olan bölgelerde yapılacak yollarda dikkat edilmesi gereken ölçütler

MADDE 60 – (1) Çığ riski olan bölgelerde yapılacak yollarda dikkat edilmesi gereken ölçütler aşağıdadır.

a) Yolların, çığların durma mesafesinin dışından geçirmesi için gerekli titizlik gösterilmelidir. Yolun çığın akış hattının üstünde olması halinde ve kısa yamaçların olduğu yerlerde, yol dolgu gövdesi yükseltilmiş olmalıdır.

b) Sürekli çığ olaylarına neden olabileceği düşünülerek yolların uzun ve dik yamaçlardan geçirilmemesine dikkat edilmelidir.

c) Yolu etkileyen çığlar küçük ise (kısa yamaçlardan geliyorsa) yolun çığın geldiği tarafına geniş ve derin hendekler açılmalıdır.

ç) Eğer gelen çığlar büyük ise ve yolun güzergahında da değişiklik yapmak mümkün değilse, birkaç çeşit çığ önlem türü beraber kullanılmalıdır.

Karayolunda kaya düşmesi, şev kayması ve erozyona karşı alınması gereken önlemler

MADDE 61 – (1) Karayolunda kaya düşmesi, şev kayması ve erozyona karşı alınması gereken önlemler aşağıdadır.

a) Yarma ve dolgu şevleri topografyaya uyacak şekilde mümkün olduğunca yatırılmalı ve yuvarlatılmalıdır.

b) Kaya düşmesi, şev kayması ve erozyona karşı şev yüzeylerinin bitki örtüsü ile kaplanması sağlanmalıdır.

c) Şev eteği altına düşme ve kaymaları tutacak, istinat duvarı, iksa, çelik tel kafes yapılar gibi tutucu yapılar teşkil edilmelidir.

ç) Zemin cinsi kademelendirme yapmaya uygun şevlerde proje kriterlerine göre kademelendirmeler yapılmalıdır.

d) Çok dik ve yüksek şevlerde kaya düşmesi ve şev kopmalarını önlemek için çelik ankrajlarla güçlendirilen tel ağlar kullanılmalıdır.

e) Kayalık şevlerde, şev yüzeyine beton püskürtmek suretiyle kaplama yapılmalıdır.

Ekleri için [Tıklayınız](#)

YÖNETMELİK

Bayındırlık ve İskan Bakanlığından:

ALT YAPILAR İÇİN AFET YÖNETMELİĞİ**BİRİNCİ BÖLÜM****Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar****Amaç**

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı, içme suyu ve kanalizasyon şebeke ve arıtmalarını içeren altyapı tesislerinin doğal afetlere dayanıklı olarak tasarımı ve mühendislik hesapları ile malzeme seçimi, yapımı, işletilmesi, bakım ve onarımı için gerekli asgari şartlara dair usul ve esasları belirlemektir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, içme suyu ve kanalizasyon şebeke ve arıtmalarını içeren altyapı tesislerinin etüt, planlama, proje, inşaat ve işletme süreçlerini kapsar.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik, 15/5/1959 tarihli ve 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanuna ve 13/12/1989 tarihli ve 180 sayılı Bayındırlık ve İskan Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnameye dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- Altyapı tesisi: Kanalizasyon ve içme suyu şebeke ve arıtmalarını,
- Muhtemel deprem: Tesisin tasarlanan hizmet süresi içerisinde meydana gelmesi olası deprem olup 50 yıllık zaman aralığı içerisinde %50 olasılıkla meydana gelebilecek, 72 yıl dönüş periyotlu bir deprem büyüklüğünü,
- Maksimum deprem: 50 yıllık zaman aralığı içerisinde %10 olasılıkla meydana gelebilecek, 475 yıl dönüş periyotlu bir deprem büyüklüğünü,
- Sinai imalat: Depo, kaptaj, atık su ve içme suyu arıtma tesisleri, terfi merkezi, vantuz, tahliye, baca vb. tesislere ait imalatları,
- Borulu imalat: İçme suyu isale ve şebeke hatları ile atık su ve yağmur suyu ana kolektör ve şebeke hatlarına ait imalatları,
- TSE standartları: Türk Standartları Enstitüsünce yürürlüğe konulmuş standartları, ifade eder.

İKİNCİ BÖLÜM**Etüt ve Planlama****Yönetmelik, standart ve şartnameler**

MADDE 5 – (1) Altyapı tesisi yapılacak alanların etüt ve planlaması, konuyla ilgili düzenlemeler ile bu düzenlemelerde belirtilmeyen hususlarda öncelikle TSE standartları esas alınmak kaydı ile ilgili AB düzenlemelerine uygun olarak yapılır.

Etüt çalışmaları

MADDE 6 – (1) Etüt çalışmaları kapsamında aşağıdaki hususlar incelenir.

- Coğrafi durum,
- Sosyoekonomik durum,
- Mevcut tesislerin durumu,
- Harita ve imar durumu,
- Enerji tesislerinin durumu,
- Nüfus ve yerleşim durumu,
- İçme suyu temini durumu,
- Atık su ve yağmur suyu hatlarının deşarjı.

Planlama çalışmaları

MADDE 7 – (1) Planlama çalışmaları kapsamında aşağıdaki hususlar incelenir.

- İçme suyu tesis ihtiyacı,
- İçme suyu arıtma tesis ihtiyacı,
- Atık su tesis ihtiyacı,
- Atık su arıtma tesis ihtiyacı,
- Yağmur suyu tesis ihtiyacı,
- Altyapı tesisinin ömrü dikkate alınarak tesisten yararlanabilecek mevcut ve gelecekteki nüfus,
- Altyapı tesisinin ömrü dikkate alınarak mevcut ve gelecekte ihtiyaç duyulacak içme suyu miktarı,
- Altyapı tesisinin performans kıstasları,
- Altyapı tesisinin bakım, onarım ve işletme parametreleri,
- Altyapı tesisinin yürürlükteki mevzuatlara uygunluğu,

1) Mevcut ve yeni yapılacak altyapı tesislerinin birlikte kullanılması durumunda her iki tesisin birlikteliğinin ekonomiklik ve işletme yönünden uygun olup olmadığı,

- i) Altyapı tesisinin ekonomik analizi,
- j) Altyapı tesisinin afet risk analizi,
- k) Altyapı tesisine ait acil durum müdahale planı.

Depremle ilgili performans hedefleri

MADDE 8 – (1) Altyapı tesislerinin depreme yönelik tasarımı ve afet duyarlılık değerlendirmesinde bu Yönetmeliğin ekinde yer alan Tablo-1 ve Tablo-2’de verilen kıstaslar esas alınacaktır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM **Jeoteknik Etüt**

Kapsam

MADDE 9 – (1) İçme suyu ve kanalizasyon alt yapı projeleri dahilinde yer alan iletim hatları ve üst yapı ünitelerinde kaya veya zemin koşullarının belirlenmesi amacıyla jeoteknik etüt çalışmaları yapılır. Bu çalışmalarda, konuyla ilgili düzenlemelerle birlikte bu Yönetmeliğin 10, 11, 12, 13 ve 14’üncü maddelerinde belirtilen şartlara uyulur.

Zemin koşullarının belirlenmesi

MADDE 10 – (1) Proje alanında daha önceden yapılmış olan topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik, jeofizik, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik çalışmalar; yapılacak detaylı arazi çalışmaları ile birlikte değerlendirilerek bölgesel ve yerel jeolojik yapı belirlenir.

İletim hatlarında yapılacak çalışmalar

MADDE 11 – (1) İçme suyu projesi kapsamında şebeke ve isale hatlarında; kanalizasyon projesi kapsamında ise şebeke, toplayıcı, kolektör ve yağmur suyu hatlarında araştırma çukuru ve sondaj açma çalışmaları yapılır.

İletim hatlarında yapılacak araştırma çukuru çalışmaları ve amacı

MADDE 12 – (1) Derinliği 1,5 metreden az olan iletim hatlarında, güzergâhta yer alan toprak zeminlerin ve ileri derecede bozunmuş kaya kütlelerinin yanal ve düşey yayılımını, araştırma çukuru derinliğinden daha sığ olması durumunda yeraltı suyu seviyesini, kazı şekli ve sınıflarını belirlemek ve örselenmiş örnek alınması amacıyla araştırma çukuru açılır.

(2) Araştırma çukuru sayısı ve dağılımı, iletim hattı güzergâhı boyunca gözlenen zeminin özelliklerine bağlı olarak belirlenir.

(3) Proje alanının jeolojik özellikleri açısından sondaja gerek görülmeyen durumlarda, derinliği 1,5 metreden fazla olan iletim hatlarında da araştırma çukuru çalışmaları uygulanır.

(4) Araştırma çukurları, boru hattının yerleştirileceği seviyenin en az 1,0 metre altına incek şekilde açılır.

İletim hatlarında yapılacak sondaj çalışmaları ve amacı

MADDE 13 – (1) Sondaj çalışmaları, iletim hattı güzergâhında yer alan birimlerin yanal ve düşey yayılımının tespiti, varsa yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesi, örselenmiş ve örselenmemiş örnek alınması ve yerinde deneylerin uygulanması amacıyla derinliği 1.5 metreden fazla olan iletim hatlarında yapılır.

(2) Sondaj sayısı, dağılımı ve derinliği alanın zemin özelliklerine göre belirlenir.

(3) Sıvılaşma riskinin yüksek olduğu güzergâhlarda, alansal veriye ihtiyaç duyulması halinde gerekli jeofizik çalışmalar yapılır.

Sınai yapılarda yapılacak çalışmalar

MADDE 14 – (1) İçme suyu projeleri kapsamında yer alan depo, terfi merkezi, su alma yapısı ve arıtma tesisi ile kanalizasyon projeleri kapsamında yer alan terfi merkezi ve atık su arıtma tesis alanlarında; örselenmiş ve örselenmemiş örnek alınması, yerinde deneylerin yapılması, zemin profillerinin oluşturulması ve varsa yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesi amacıyla sondaj çalışmaları yapılır.

(2) Sondaj yapılıp yapılmayacağı, yapılacak ise sondaj sayısı, dağılımı ve derinliği yapının boyutlarına, temel derinliğine ve yapının inşa edileceği alanın jeolojik özelliklerine göre belirlenir.

(3) Sondaja gerek duyulmayan durumlarda kaya veya zeminin yanal ve düşey yayılımını, varsa yeraltı suyu seviyesini, kazı şekli ve sınıflarını belirlemek ve örselenmiş örnek almak amacıyla araştırma çukuru açma çalışmaları yapılır.

(4) Ayaklı depo yerlerinde, (B), (C) ve (D) grubu zeminlere oturan 5000 metreküp ve üzerinde hacme sahip depo yerlerinde ve yapının boyutları göz önüne alınarak gerekli görülmesi halinde arıtma tesisi alanlarında jeofizik çalışmalar yapılır. Bu çalışmalar sonucunda, deprem anında oluşacak dinamik yatay deprem yüklerine karşı zemin davranışı, ivme spektrumları ve zemin-yapı etkileşiminin belirlenmesinde kullanılmak üzere sismik dalga hızı değerleri, zemin hakim titreşim periyodu, dinamik elastik parametreler ve zemin büyütmesi belirlenerek değerlendirilir.

(5) Jeofizik ölçü nokta sayısı, dağılımı ve araştırma derinliği yapının boyutlarına, temel derinliğine ve yapı alanının zemin özelliklerine göre belirlenir.

Yapı zemin ilişkisinin değerlendirilmesi

MADDE 15 – (1) Yapılacak arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda belirlenecek su içeriği, birim hacim ağırlığı, kıvam limitleri, konsolidasyon, şişme, dayanım parametreleri, yataklama katsayısı, zemin grubu, yerel zemin sınıfı, spektrum karakteristik periyotları, sismik dalga hızı, maksimum yatay yer ivmesi, sıvılaşma potansiyeli, şev duraylılığı gibi jeoteknik parametreler ve değerlendirmeler esas alınarak, tasarımda kullanılmak üzere jeoteknik etüt (zemin etüt) raporu hazırlanır.

(2) Jeoteknik etüt (zemin etüt) raporu bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla aşağıda verilen değerlendirmeleri içermelidir.

a) Alt yapı projelerinin uygulanacağı sahaların doğal afet riski taşıyan bölgelerde bulunması durumunda, heyelan, taşkın, çığ, kaya düşmesi, yangın gibi doğal bir afetin etkisi altında iletim hatları ve sınai yapıların afet güvenliğinin ve risk azaltıcı önlemlerin açıklanması.

b) Proje alanının afet tehlike ve riskinin, çeşitli kurum ve kuruluşlarca yapılmış, temin edilmesi mümkün olan, envanter, duyarlılık, tehlike, risk haritaları gibi üst ölçek harita ve örnek çalışmalara atıfla belirtilmiş açıklaması. Önceki çalışmaların bulunmadığı durumlarda, jeolojik-jeoteknik araştırma ve analizlere dayalı olarak gerekli veriler toplanmalı, kritik alanlarda gerekli görüldüğü takdirde, ayrıntılı çalışmalar ile doğal afet tehlike ve risk durumu 1/5.000, 1/1.000 veya 1/500 ölçekli haritalar üzerinde ortaya konulmalıdır.

c) Elde edilen veriler ışığında, güzergâh ve sınıai yapı yeri alternatiflerinin kıyaslaması.

ç) Alternatif güzergâhın tespit edilememesi durumunda uygulanabilecek zemin iyileştirme yönteminin güvenlik, maliyet ve teknik açıdan uygulanabilirlik karşılaştırmaları da yapılarak alternatifler halinde sunumu.

d) Proje alanı merkez olmak üzere sismolojik çalışmalar ve 100 km yarıçaplı bir alan dikkate alınarak deprensellik ve sismik risk analizi çalışmaları yapılarak elde edilen muhtemel deprem büyüklüğü, maksimum yatay yer ivme değeri, deprem tekrarlama periyotları ve oluşma ihtimallerine ilişkin değerlendirmeler.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM **Malzeme Seçimine İlişkin Esaslar**

Genel esaslar

MADDE 16 – (1) Afete duyarlı bölgelerde gerçekleştirilecek borulu ve sınıai imalatlarda; dinamik yükler altındaki performans, çökmeye bağlı emniyet katsayıları, aşınma direnci, ısı davranışı, kimyasallara karşı dayanımı vb. özellikler göz önüne alınarak yüksek performanslı ve zemin hareketlerine dirençli malzemeler kullanılır.

Sınıai imalatlarda kullanılacak malzemeler

MADDE 17 – (1) Sınıai imalatlarda kullanılacak çelik donatı, beton, tuğla, ahşap gibi malzemeler ile mekanik-elektrik tesisatın seçimi, konuyla ilgili düzenlemeler ile bu düzenlemelerde belirtilmeyen hususlarda öncelikle TSE standartları esas alınmak kaydı ile ilgili AB düzenlemelerine uygun olarak yapılır.

Borulu imalatlarda kullanılacak malzemeler

MADDE 18 – (1) Borulu imalatlarda kullanılacak malzemeler, kullanılan borulara ait standartlar, İller Bankası İçme Suyu ve Kullanma Suyu Boru Hatları Malzemesine Ait Teknik Şartnamesi ve bu şartnamede belirtilmeyen konularda öncelikle TSE standartları esas alınmak koşuluyla ilgili AB düzenlemelerine uygun olarak seçilir.

Boru hatları ve bağlantıları için malzeme seçim ölçütleri

MADDE 19 – (1) Afete duyarlı bölgelerde aşağıdaki esaslar göz önüne alınır.

a) Malzemeler yer hareketlerine uyum sağlayabilecek esneklikte seçilmeli; aksi durumlarda projelendirme ve inşaat aşamasında sistem esnekliği esasları göz önünde bulundurulmalıdır.

b) Bağlantı noktaları kırılma ve kopmalara karşı dayanıklı olmalıdır.

c) Ek sayısı mümkün olduğu kadar az olmalıdır.

ç) Gerekli tamiratlar hızlı ve kolay yapılabilmelidir.

d) Düğüm noktaları contalı veya füzyon kaynağı ile teşkil edilmelidir.

e) Atık su ve yağmur suyu iletim hatlarının parsel bacaları ile bağlantıları, esnek ve oturmaldan etkilenmeyecek şekilde yapılmalıdır.

f) Korozyona dayanıklı malzemeler seçilmelidir.

Birleşim noktalarında kullanılacak kırılma önleyici malzemeler

MADDE 20 – (1) Altyapı tesislerinde kullanılan boruların, afet esnasında en zayıf ve hareket ettikleri noktaları olan birleşim yerlerinden deforme oldukları gözetilerek, bu noktaların imalatına özellikle dikkat edilir. Birleşim noktalarında kullanılacak malzeme ve birleşim sistemi aşağıda belirtilenler arasından seçilir.

a) Standartlara uygun kauçuk conta,

b) Füzyon kaynağı,

c) Ekstrüzyon kaynağı,

ç) Test edilmiş alım kaynağı,

d) Flanşlı birleşim,

e) Manşonlu birleşim,

f) Geçme soket yöntemi.

Düğüm nokta teşkilinde dikkat edilecek hususlar

MADDE 21 – (1) Düğüm noktaları, sızdırmaz ve kırılmaya dayanıklı bileşim elemanları ile tesis edilir.

(2) Zorunlu olmadıkça çap değişikliği yapılmaz, manşon kullanılmaz ve fazla parça kullanılmaz.

(3) Düğüm nokta teşkilinde az bileşenli sistem tercih edilir.

(4) Zemin hareketleri neticesinde oluşabilecek deformasyonları önlemek üzere parçalara ait tespit kitle detayları, hidrolik ve betonarme hesapları ilgili düzenlemelere uygun olarak yapılır.

Depo giriş ve çıkışı ile manevra odalarındaki bağlantı hatlarında kullanılacak malzeme ve dikkat edilecek hususlar

MADDE 22 – (1) Depo giriş ve çıkışı ile manevra odalarındaki bağlantı hatlarında beton ile boru sistemi birlikte hareket edeceği için kırılma ve ezilmeler meydana geleceği gözetilerek, olası deformasyonu engellemek üzere kontak noktalarındaki boru ve ek parçalar TSE standartlarına uygun kauçuk malzeme ile sarılır.

Kullanılacak dolgu malzemesi

MADDE 23 – (1) Borulu imalatlarda dolgu malzemesi seçimi, kullanılacak boruların teknik şartname esaslarına ve İller Bankası Ferşiyat Şartnamesi esaslarına uygun olarak yapılır.

(2) Boru hatları, TS-7397 normuna uygun yataklama dolgusu üzerine oturtulduktan sonra, borunun etrafı boru tepe noktasından minimum 30 santimetre yukarıya kadar kum-ince çakıl boyutunda granüler malzeme ile doldurulur ve sıkıştırılır.

(3) Afet bölgelerinde yapılacak altyapı tesislerinde, boru hareketini engelleyerek kırılmaya neden olabilecek dolgu malzemeleri seçilmez.

(4) Kazıdan çıkan malzeme, sıkışma, şişme, agresiflik vb. açılardan uygunluğu değerlendirilmeden dolguda kullanılmaz.

BEŞİNCİ BÖLÜM **Projelendirmeye İlişkin Esaslar**

Temel esaslar

MADDE 24 – (1) Altyapı tesisleri afet duyarlılık bilgileri göz önüne alınarak projelendirilir.

(2) Projelendirme aşamasında aşağıdaki temel esaslara uyulur.

a) Altyapı projeleri, konuyla ilgili düzenlemeler ile bu düzenlemelerde belirtilmeyen hususlarda öncelikle TSE standartları esas alınmak kaydı ile ilgili AB düzenlemelerine uygun olarak hazırlanır ve uygulanır.

b) Mümkün ise alternatif içme suyu kaynağı sağlanır.

c) İçme suyu dağıtım şebekesi kapalı göz olarak tasarlanır.

ç) Acil durumda kullanılmak üzere yeraltı su kaynakları belirlenir.

d) İtfaiye ve hastanelere yedek su rezervi sağlanır.

e) İçme suyu şebekesi ana güzergâhı, alt geçit, tünel, metro, çok bodrumlu yapılar vb. su baskınına duyarlı tesislerden uzak olacak şekilde tasarlanır.

f) Arıtma tesisleri, su depoları ve ana isale güzergâhları, yeşil kuşaklar ile diğer bölgelerden ayrılır.

g) Yağmur suyu ve atık su şebekeleri birbirlerinden ayrı olarak ve zorunlu haller dışında içme suyu şebekesi ile çakışmayan güzergâhlarda düzenlenir.

ğ) Alternatif bulunması halinde ana şebeke hatları yeşil bandın altından geçirilir.

h) Su ve enerji şebekeleri planlama aşamasında koruma altına alınır.

ı) Bölgesel emniyet vana sistemi oluşturulur.

i) Bina girişlerinde, afet anında su kesici vana sistemi bulundurulur.

j) Şebeke ile konutlar arasındaki abone bağlantıları ve bağlantı parçaları esnek ve çabuk kırılmayan malzemeden seçilir.

k) Boru cinsleri, bağlantı şekli ve oluşturulacak düğüm nokta detaylarının teşkilinde kullanılacak malzemeler, uygunluğu tespit edilerek seçilir.

l) Zorunlu haller dışında yapay dolgu alanlarına boru hattı tesis edilmez.

m) Hidrolik hesaplamalarda kullanılacak taşkın periyodu tesisin önemi ve performans kıstasları göz önüne alınarak seçilir.

n) Yangın muslukları için ilgili düzenlemelerde belirlenen gerekli minimum basınç sağlanır.

o) Afet anında, depo ve terfi merkezlerinde su tahliyesinin yapılabilmesine yönelik gerekli tedbirler alınır.

ö) İçme suyu kaynakları ve barajlar çevresinde havza denetimi yapılarak, bu havzalarda afetler nedeniyle içme suyunun kirlenmesine yol açabilecek kullanımlara izin verilmez.

p) Altyapı tesislerinde afet anında devreye girmek üzere yedek enerji kaynakları bulundurulur.

r) Proje yapacak teknik elemanların, ilgili düzenlemelerde belirtilen meslek gruplarına mensup olması zorunludur.

s) Sınai ve borulu imalatlarda, proje paftalarının ölçek ve boyutları altyapı projelerine ilişkin düzenlemelerde belirtilen esaslara uygun olarak hazırlanır.

Hesaplama yöntemleri

MADDE 25 – (1) Kullanılan boru türlerine göre, içme suyu hatlarında Colebrooke-White, William-Hazzen ve Darcy-Weissbach formülleri atık su hatlarında Manning ve Kutter formülleri kullanılarak gerekli hidrolik hesaplamalar yapılır.

(2) Toprak altına dönecek boruların direnci ve çökmeye bağlı emniyet katsayıları hesaplamaları Alman Su Yönetimi, Atık Su ve Katı Atık Birliği'nin ATV-DVWK A 127 kuralları ve kullanılan borulara ilişkin standartlara göre yapılır.

ALTINCI BÖLÜM **İnşaat ve İmalata İlişkin Esaslar**

Onay

MADDE 26 – (1) Sınai ve borulu imalatlar, bu Yönetmeliğin 2, 3 ve 4 üncü maddelerinin hükümleri dikkate alınarak hazırlanan projelerin ilgili kurumlarca onaylanması sonrası yapılacaktır.

Yönetmelik, standart ve şartnameler

MADDE 27 – (1) Sınai imalatlar, 2/9/1997 tarihli ve 23098 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, TS 498, TS 499, TS 500, TS 708 standartları ve diğer ilgili standartlar ile konu hakkındaki sair düzenlemelere göre yapılır.

(2) Borulu imalatlar, İller Bankası Feriyyat Fenni Şartnamesi ve İller Bankasının boru ve bağlantı parçaları için düzenlediği teknik şartnamelerin hükümlerine göre yapılacaktır.

(3) Yukarıda anılan düzenlemelerde belirtilmeyen konularda öncelikle TSE standartları esas alınmak koşuluyla ilgili AB düzenlemeleri uygulanır.

İmalata esas hükümler

MADDE 28 – (1) Altyapı projelerine ilişkin sınai ve borulu imalatlarda aşağıdaki hükümlere uyulacaktır.

a) İmalat için gerekli olan araç ve malzeme proje esaslarına uygun olarak temin edilir.

b) Sınai ve borulu imalatlar için nakliyesi yapılacak malzemenin yükleme ve indirme işlemleri, malzemelere hasar vermeden, tekniğine uygun olarak yapılır.

c) Malzemenin nakliye sonrası muhafazası standartlara uygun olarak yapılır.

ç) Kazı, feriyyat, dolgu ve sıkıştırma işleri proje esasları doğrultusunda usulüne uygun olarak yapılır.

d) Boru feriyyatı, hendek açılması ve hendeğin dolgusunda gerekli her türlü emniyet önlemleri alınır.

YEDİNCİ BÖLÜM İşletme Hükümleri

İşletme projeleri

MADDE 29 – (1) Proje ve inşaat aşamasında imalatı tamamlanmış olan tesislere ait inşaat bitim plan ve projeleri, koordinatlı olarak sayısal ortamda idareye teslim edilir.

(2) İmalatı tamamlanmış olan tüm tesislere ait bilgiler idare tarafından koordinatlı olarak sayısal ortamda muhafaza edilir.

(3) İş bitiminde, sayısal işletme planları bir albüm haline getirilerek yetkili idarelere teslim edilir.

Bütünleşik paftalar

MADDE 30 – (1) Herhangi bir bölgede yapılan içme suyu, kanalizasyon, yağmursuyu, elektrik, doğalgaz ve telefon gibi tüm altyapı tesis inşaatlarına ilişkin bütünleşik paftalar, koordinatlı olarak 1/5000 ölçeğinde hazırlanarak işletmeciler tarafından afet koordinasyon birimine teslim edilir.

SEKİZİNCİ BÖLÜM Son Hükümler

Yürürlük

MADDE 31 – (1) Bu Yönetmelik yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 32 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Bayındırlık ve İskan Bakanı yürütür.

EK

Tablo-1 İçme ve Kullanma Suyu Tesislerinde Deprem Sonrası Performans Hedefleri

HİZMET KATEGORİSİ	MUHEMEL DEPREM	MAKSİMUM DEPREM
Yaşam güvenliği	Minimum risk	Minimum risk
Yangın söndürme	Tüm alanlarda hizmet mevcuttur.	Hasarlı durumdaki sınırlı alanların vana ile kapatılmasından sonra rezervuarların %70'i kullanılabilir durumdadır.
Kritik hizmet İçme suyu ve halk sağlığı Evsel, ticari ve endüstriyel kaynak	Kış talep oranlarında tüm alanlara sürekli tam hizmet sağlanır. Su kalitesi korunur.	Servis alanının %70'ine, kış talep miktarının %70'i oranında hizmet verilir. Merkezi yerlerde 72 saat içerisinde içme suyu temin edilir. Kaynama suyu emri istenebilir. Açıkta su temin edilmez. 7 gün içerisinde birkaç alana kış talep oranlarında tam hizmet verilir. 1 ay içerisinde tüm bölgeye kış talep oranlarında tam hizmet verilir.

Tablo-2 Atık Su Tesislerinde Deprem Sonrası Performans Hedefleri

HİZMET KATEGORİSİ	MUHEMEL DEPREM	MAKSİMUM DEPREM
Yaşam güvenliği	Minimum risk	Minimum risk
Halk sağlığı	Hidrolik akış ve dezenfeksiyon korunur.	Hidrolik akış ve dezenfeksiyon korunur.
Alıcı ortamın korunması (kurak iklim koşullarında)	Sürekli ön arıtma sağlanır. 2 hafta içerisinde arıtma sağlanır	2 hafta içerisinde ön arıtma sağlanır. 2 ay içerisinde arıtma sağlanır
Alıcı ortamın korunması (yağışlı iklim koşullarında)	2 hafta içerisinde ön arıtma sağlanır	6 ay içerisinde ön arıtma sağlanır