



**T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KESON TİPİ VE L TİPİ
RIHTIM YAPILARININ DEPREM ETKİSİ
ALTINDA TASARIMI**

**MEHMET TAŞKAFA
HİDROLİK ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Kubilay CİHAN**

KIRIKKALE-2023

Mehmet TAŞKAFI tarafından hazırlanan ‘‘KESON TİPİ VE L TİPİ RIHTIM YAPILARININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI’’ adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Hidrolik Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Kubilay CİHAN

İmza.....

Hidrolik Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Prof. Dr. Osman YILDIZ

İmza.....

Hidrolik Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Murat PINARLIK

İmza.....

Hidrolik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.

Tez Savunma Tarihi:

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Unvanı Adı SOYADI

..... Enstitü Müdürü



ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza:

Adı Soyadı:

Tarih:



ÖZET

KESON TİPİ VE L TİPİ RIHTIM YAPILARININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hidrolik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Kubilay CİHAN

Mart 2023, 308 sayfa

Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği, (2008) (DLH) yılında yürürlüğe girmiş ve Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü (AYGM) tarafından 2020 yılında yenilenerek mevcut halini almıştır. Bu yönetmelikler özellikle 1999 Marmara Depremi'nden sonra yönetmeliklerde yerini alan "Performansa Dayalı Tasarım" yöntemini göz önüne almaktadır. Bu çalışmada DLH (2008) ve AYGM (2020) yönetmeliklerine göre L tipi ve keson tipi yanaşma yapılarının farklı deprem koşullarında kaymaya ve dönmeye karşı güvenlik katsayıları hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Hesaplamalarda su derinlikleri 3, 5, 7 ve 10 m olarak seçilmiştir. Yapı genişliğinin yapı yüksekliğine oranı (B/H) 1, 1,5 ve 2 olması koşulları için stabilite hesapları yaparak B/H oranının stabilite üzerindeki etkisi incelenmiştir. Seçilen yapılar yanaşma yapıları olduğu için stabilite hesapları DLH (2008) ve AYGM (2020) yönetmelikleri için sırasıyla D1-D2 ve DD3-DD2 deprem düzeyleri göz önüne alınarak yapılmıştır. Her iki yönetmelikte de beş zemin sınıfı belirlenmiştir. Stabilite hesapları bu zemin sınıfları için yapılarak zemin sınıfının etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca AYGM (2020) yönetmeliğine göre İstanbul ve İzmir'de seçilen iki farklı nokta için DD2, DD2a ve DD3 deprem düzeyleri için stabilite hesapları yapılarak, liman yapıları için seçilmesi önerilen DD2a deprem düzeyi koşullarında ilk aşama için eşdeğer statik hesaba göre stabilite hesapları yapılmıştır. Bununla birlikte İzmir'deki nokta için ikinci aşama hesaplarında Newmark Kayan Blok yöntemine göre deplasman hesapları yapılmıştır. Sonuçlara göre, AYGM (2020)'ye göre elde edilen stabilite katsayıları, DLH (2008)'e göre elde edilen stabilite katsayılarına göre daha yüksektir. Bununla birlikte gerek kaymaya gerekse dönmeye karşı kritik k_h değerleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir. Her iki yönetmelik içinde B/H oranı arttıkça yapı stabilitesinin arttığı görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Rihtim yapıları, deprem, stabilite, Newmark kayan blok yöntemi



ABSTRACT

DESIGN OF CAISSON TYPE AND L TYPE WHALF STRUCTURES UNDER THE INFLUENCE OF EARTHQUAKE

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Hydraulics , Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Kubilay CİHAN

Mar 2023, 308 pages

Earthquake Technical Regulation on Coastal and Port Structures, Railways and Airports Construction came into force in (2008) (RPA) and was renewed in 2020 by the General Directorate of Infrastructure Investments (GDII). These regulations take into account the "Performance Based Design" method, which took its place in the regulations especially after the 1999 Marmara Earthquake. In this study, according to RPA (2008) and GDII (2020) regulations, the safety coefficients of L-type and caisson-type berthing structures against sliding and turning under different earthquake conditions were calculated and compared. In the calculations, the water depths were chosen as 3, 5, 7 and 10 m. The effect of B/H ratio on stability was investigated by making stability calculations for the conditions that the ratio of structure width to structure height (B/H) is 1, 1.5 and 2. Since the selected structures are berthing structures, stability calculations were made for RPA (2008) and GDII (2020) regulations, taking into account D1-D2 and D3-DD2 earthquake levels, respectively. In both regulations, five ground classes are determined. Stability calculations were made for these soil classes and the effect of the soil class was tried to be determined. In addition, according to the GDII (2020) regulation, stability calculations were made for DD2, DD2a and D3 earthquake levels for two different points selected in Istanbul and Izmir, and stability calculations were made according to the pseudo-static calculation for the first stage under DD2a earthquake level conditions, which is recommended to be selected for port structures. In addition, displacement calculations were made according to the Newmark Sliding Block method in the second stage calculations for the point in Izmir. According to the results, the stability coefficients of the structures according to GDII (2020) are higher than the stability coefficients obtained according to RPA (2008). However, there is no significant difference between the critical kh values against both sliding and turning. It is seen that the stability of the structure increases as the B/H ratio increases in both regulations.

Key words: Wharf structures, earthquake, stability, Newmark floating block method



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans ve tez çalışmam boyunca sahip olduğu bilgi, tecrübe ve desteği benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Kubilay CİHAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmalarım sırasında ihtiyacım olduğunda beni yalnız bırakmayan ve anlayış gösteren başta Yunus GÜN olmak üzere tüm dostlarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Hayatımın her alanında bana destek olan aileme, tez çalışmam sırasında göstermiş oldukları sabır ve anlayış için minnetlerimi sunuyor, bu tezi rahmetli büyükbabam Mehmet TAŞKAFa'ya ithaf ediyorum.





İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xxvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxxv
1. GİRİŞ	1
2. YANAŞMA YAPILARI	3
2.1. Kapalı Yanaşma Yapıları.....	3
2.1.1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarının Genel Özellikleri.....	3
2.1.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarının Tipleri ve Karakteristikleri.....	4
2.1.2.1. Keson Tipi Rıhtım Duvarları.....	5
2.1.2.2. L Tipi Rıhtım Duvarları.....	6
2.1.3. Ağırlık Tipi Rıhtım Yapılarının Sismik Davranışı.....	7
3. DLH (2008) DEPREM TEKNİK ŞARTNAMESİNE GÖRE HESAP ESASLARI	9
3.1. Deprem Düzeyleri.....	9
3.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1).....	9
3.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2).....	10
3.1.3. Deprem Düzeyi-3 (D3).....	10
3.2. Deprem Tasarım Spektrumları.....	10
3.3. Yapıların Deprem Performansı Bakımından Sınıflandırılması.....	12
3.3.1. Özel Yapılar.....	12
3.3.2. Normal Yapılar.....	12
3.3.3. Basit Yapılar.....	12
3.3.4. Önemsiz Yapılar.....	12
3.4. Tanımlanan Performans Düzeyleri.....	13
3.4.1. Minimum Hasar Performans Düzeyi (MH).....	13
3.4.2. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH).....	13
3.4.3. İleri Hasar Performans Düzeyi (İH).....	13
3.4.4. Göçme Hasarı Durumu (GH).....	13
3.5. Kıyı ve Liman Yapılarında Öngörülen Performans Hedefleri.....	14
3.6. Tasarım Yöntemleri.....	14
3.6.1. Dayanıma Göre Tasarım (DGT).....	14
3.6.2. Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım (ŞGT).....	14
3.7. Dayanıma Göre Tasarım (DGT).....	15
3.7.1. Yükler.....	15
3.7.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarında Stabilitate Tahkikleri.....	15
3.8. Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım (ŞGT).....	17
3.8.1. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yapı-Zemin Etkileşimi Analizi.....	17
3.8.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin “Kayan Blok Analizi”.....	17

4. AYGM (2020) DEPREM TEKNİK ŞARTNAMESİNE GÖRE HESAP ESASLARI	18
4.1. Deprem Tehlike Haritaları	18
4.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri	18
4.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)	18
4.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)	18
4.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2a (DD-2a).....	19
4.2.4. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)	19
4.3. Deprem Tasarım Spektrumları	19
4.3.1. Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme Katsayısı	19
4.3.2. Yerel Zemin Etki Katsayıları	19
4.3.3. Yatay Deprem Tasarım Spektrumu	20
4.3.4. Düşey Deprem Tasarım Spektrumu.....	21
4.4. Kıyı ve Liman Yapıları Önem Sınıfları	22
4.4.1. KLÖS=1: Önemli Yapılar	22
4.4.2. KLÖS=2: Normal Yapılar	23
4.4.3. KLÖS=3: Basit Yapılar	23
4.5. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Düzeyleri ve Performans Hedefleri.....	23
4.5.1. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Düzeyleri	23
4.5.2. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Hedefleri.....	24
4.6. Deprem Etkisi Altında Kıyı ve Liman Yapıları İçin İki Aşamalı Tasarım.....	24
4.6.1. Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Birinci Aşama Hesap- Tasarım - Değerlendirme	24
4.6.2. Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin İkinci Aşama Hesap - Değerlendirme - Tasarım	25
4.7. Deprem Etkisi Altında Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Birinci Aşama Hesap- Tasarım - Değerlendirme Kuralları	26
4.7.1. Deprem Etkisinin Tanımlanması ve Diğer Etkilerle Birleştirilmesi.....	26
4.7.1.1. Statik-Eşdeğer Deprem Katsayısı	26
4.7.1.2. Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi	27
4.7.2. Statik-Eşdeğer Deprem Hesabı	27
4.7.2.1. Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarlarında Statik-Eşdeğer Stabilitate Tahkikleri.....	27
4.8. Deprem Etkisi Altında Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin İkinci Aşama Hesap ve Değerlendirme Kuralları	29
4.8.1. İkinci Aşamada Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Hesap Yöntemleri	30
4.8.1.1. Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Deprem Hesabı.....	30
4.8.1.2. Kayan Blok Yöntemi ile Deprem Hesabı	31
4.8.2. İkinci Aşamada Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme	31
5. DLH (2008) - AYGM (2020) ŞARTNAMESİ ARASINDAKİ FARKLILIKLAR	32
5.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar	32
5.2. Spektral İvme Değerleri Arasındaki Farklılıklar	33
5.3. Statik-Eşdeğer Deprem Katsayısı Hesaplanmasındaki Farklılıklar.....	33
5.4. Performans Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar.....	34
5.5. Kıyı ve Liman Yapılarının Deprem Performansı Bakımından Sınıflandırılması Arasındaki Farklılıklar	34

5.6. Performans Hedefleri Arasındaki Farklılıklar	35
5.7. Tasarım Yöntemleri Arasındaki Farklılıklar.....	35
6. YANAŞMA YAPILARI HESAP ESASLARI	37
6.1. Yapıya Etkiyen Yükler	37
6.1.1. Sabit Yükler	37
6.1.2. Hareketli Yükler	37
6.1.3. Düzgün Yayılı Yükler.....	38
6.1.4. Deprem Yükü.....	38
6.1.5. Gemi Bağlama Kuvveti	38
6.1.6. Deprem Etkisi Altında Statik-Eşdeğer Zemin ve Su Basınçları	38
6.1.6.1. Tamamen Kuruda Olan Zemin Tabakalarında Zemin Basıncı	39
6.1.6.2. Su Düzeyinin Altında Olan Zemin Tabakalarında Zemin Basıncı	40
6.1.6.3. Kohezyonsuz Zeminlerde Aktif ve Pasif Basınç Katsayıları.....	41
6.1.6.4. Statik-Eşdeğer Dinamik Su Basıncı.....	42
7. L TİPİ YANAŞMA YAPISININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA	
TASARIMI	43
7.1. DLH (2008) 'e Göre L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı.....	43
7.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1)'e Göre Tasarım	43
7.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2)'ye Göre Tasarım	54
7.2. AYGGM (2020)'ye Göre L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı.....	58
7.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)'e Göre Tasarım	58
7.2.1.1. Deprem Yer Hareketi	58
7.2.1.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	59
7.2.1.3. Tasarım	60
7.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)'ye Göre Tasarım	70
7.2.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	70
7.2.2.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	70
7.2.2.3. Tasarım	72
7.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)'e Göre Tasarım	74
7.2.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	74
7.2.3.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	74
7.2.3.3. Tasarım	76
8. KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA	
TASARIMI	79
8.1. DLH (2008)'e Göre Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı.....	79
8.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1)'e Göre Tasarım	79
8.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2)'ye Göre Tasarım	95
8.2. AYGGM (2020)'ye Göre Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı.....	98
8.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)'e Göre Tasarım	98
8.2.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	98
8.2.1.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	99
8.2.1.3. Tasarım	101
8.2.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	115
8.2.2.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	115
8.2.2.3. Tasarım	117
8.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)'e Göre Tasarım	118
8.2.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	118
8.2.3.2. Performansa Göre Tasarım Esasları.....	118
8.2.3.3. Tasarım	119

9. FARKLI BOYUTLARA SAHİP L TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ	121
9.1. D1-DD3 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım	121
9.1.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım	133
9.1.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım	138
9.1.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım	143
9.2. D2-DD2 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım	147
9.2.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım	159
9.2.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım	164
9.2.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım	169
10. FARKLI BOYUTLARA SAHİP KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ	174
10.1. D1-DD3 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım	174
10.1.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım	186
10.1.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım	191
10.1.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım	196
10.2. D2-DD2 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım	200
10.2.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım	212
10.2.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım	217
10.2.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım	222
11. AYG (2020) DEPREM ŞARTNAMESİNE GÖRE FARKLI KOORDİNATLARA SAHİP BÖLGELERDE L TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ	227
11.1. L Tipi Yanaşma Yapısının İstanbul'a Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı	227
11.2. L Tipi Yanaşma Yapısının İzmir'e Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı	233
11.3. İzmir Bölgesi L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımında AYG (2020)'de Verilen Sınır Değerlerin Sağlanması İçin Gerekli Boyutların Elde Edilmesi	238
12. AYG (2020) DEPREM ŞARTNAMESİNE GÖRE FARKLI KOORDİNATLARA SAHİP BÖLGELERDE KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ	241
12.1. Keson Tipi Yanaşma Yapısının İstanbul'a Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı	241
12.2. Keson Tipi Yanaşma Yapısının İzmir'e Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı	247
12.3. İzmir Bölgesi Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımında AYG (2020)'de Verilen Sınır Değerlerin Sağlanması İçin Gerekli Boyutların Elde Edilmesi	252
13. NEWMARK KAYAN BLOK YÖNTEMİ İLE YER DEĞİŞTİRME HESAPLAMA	255
13.1. Kritik İvmenin Belirlenmesi	256
13.2. L Tipi ve Keson Tipi Yapıların Newmark Kayan Blok Yöntemi ile Yer Değiştirmelerinin Hesaplanması	257
14. SONUÇLAR	261
KAYNAKLAR	266
ÖZGEÇMİŞ	269









ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

3.1. Kısa Periyot Zemin Katsayısı F_a	11
3.2. 1.0 s Periyodu Zemin Katsayısı F_v	12
3.3. Çeşitli Deprem Düzeylerinde Hedeflenen Performans Düzeyleri.....	14
3.4. Ağırlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtım Duvarlarına Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri.....	15
3.5. Kazıklı İskele ve Rıhtımlara Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri.....	15
3.6. Ağırlık Tipi Duvarlarda Taban Sürtünme Katsayıları.....	16
3.7. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Performans Limitleri.....	17
4.1. Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları.....	20
4.2. 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları.....	20
4.3. Ağırlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	24
4.4. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri.....	26
4.5. Yüzeysel Temeller İle Zemin Arasındaki Sürtünme Katsayısı.....	28
4.6. Yüzeysel Temeller İçin Dayanım Katsayıları.....	28
4.7. İkinci Aşama İçin Kalıcı Yer Değiştirme / Şekil Değiştirme Kapasiteleri.....	31
5.1. DLH (2008) deprem düzeyleri.....	32
5.2. AYGGM (2020) deprem yer hareketi düzeyleri	33
5.3. Spektral ivme değerleri hesaplanmasındaki farklılıklar.....	33
5.4. Statik-eşdeğer deprem katsayısı hesaplanmasındaki farklılıklar	34
5.5. Performans düzeyleri arasındaki farklılıklar.....	34
5.6. Yapı önem sınıfları arasındaki farklılıklar.....	35
5.7. DLH (2008) performans hedefleri	35
5.8. AYGGM (2020) performans hedefleri	35
5.9. DLH (2008) tasarım yöntemleri.....	36
5.10. AYGGM (2020) tasarım yöntemleri.....	36
6.1. Malzeme Hesap Ağırlıkları.....	37
7.1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarına Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri	44
7.2. Kısa Periyot Zemin Katsayısı F_a	44
7.3. L Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları.....	54
7.4. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarına Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri	55
7.5. Kısa Periyot Zemin Katsayısı F_a	55
7.6. L Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları.....	57
7.7. DD1 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları	58
7.8. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS).....	59
7.9. Ağırlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	60
7.10. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri.....	60
7.11. L Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları.....	69
7.12. DD2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları.....	70



7.13. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS).....	71
7.14. Ağrlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	71
7.15. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri	72
7.16. L Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	74
7.17. DD3 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları.....	74
7.18. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS).....	75
7.19. Ağrlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	75
7.20. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri	76
7.21. L Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	78
8.1. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarlarına Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri	80
8.2. Kısa Periyot Zemin Katsayısı F_a	80
8.3. Keson Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	95
8.4. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarlarına Çeşitli Deprem Düzeylerinde Uygulanacak Tasarım Yöntemleri	95
8.5. Kısa Periyot Zemin Katsayısı F_a	96
8.6. Keson Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	98
8.7. DD1 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları.....	99
8.8. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)	100
8.9. Ağrlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	100
8.10. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri	101
8.11. Keson Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	114
8.12. DD2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları	115
8.13. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)	116
8.14. Ağrlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	116
8.15. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri	117
8.16. Keson Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	117
8.17. DD3 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Spektral İvme Katsayıları.....	118
8.18. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)	118
8.19. Ağrlık Tipi ve Palplanşlı Rıhtımlar İçin Performans Hedefleri.....	119
8.20. Ağrlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Etkisi Altında Hesap ve Değerlendirme Yöntemleri	119
8.21. Keson Tipi Yanaşma Yapısında Etkili Kuvvetler ve Güvenlik Katsayıları	120
9.1. DLH (2008)'e Göre Tasarım Hesap Özeti.....	121
9.2. AYGGM (2020)'ye Göre Tasarım Hesap Özeti.....	127
9.3. DLH (2008)'e Göre Tasarım Hesap Özeti.....	147
9.4. AYGGM (2020)'ye Göre Tasarım Hesap Özeti.....	153
10.1. DLH (2008)'e Göre Tasarım Hesap Özeti.....	174
10.2. AYGGM (2020)'ye Göre Tasarım Hesap Özeti.....	180
10.3. DLH (2008)'e Göre Tasarım Hesap Özeti.....	200
10.4. AYGGM (2020)'ye Göre Tasarım Hesap Özeti.....	206
11.1. İstanbul İçin Tasarım Hesap Özeti.....	227
11.2. İzmir İçin Tasarım Hesap Özeti.....	233
11.3. DD2 Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değiştirme.....	239



11.4. DD2a Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değişirme	239
11.5. DD3 Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değişirme	239
12.1. İstanbul İçin Tasarım Hesap Özeti.....	241
12.2. İzmir İçin Tasarım Hesap Özeti.....	247
12.3. DD2 Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değişirme	252
12.4. DD2a Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değişirme	253
12.5. DD3 Deprem Yer Hareketi Düzeyine Göre Tasarımda Yapı Boyutunu Değişirme	253
13.1. L Tipi Yanaşma Yapısına Ait Eşdeğer Statik Analiz ve Newmark Kayan Blok Yöntemi Sonuçları.....	259
13.2. Keson Tipi Yanaşma Yapısına Ait Eşdeğer Statik Analiz ve Newmark Kayan Blok Yöntemi Sonuçları.....	259
14.1. B/H=1 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	261
14.2. B/H=1.5 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	261
14.3. B/H=2 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	262
14.4. B/H=1 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	262
14.5. B/H=1.5 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	262
14.6. B/H=2 Koşulunda Kritik kh Değerleri.....	263



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Üç bölmeli keson rıhtım yapısı (Thoresen, 2015).....	5
2.2. L elemanları (Thoresen, 2015).....	6
2.3. L duvarları inşaatı (Thoresen, 2015).....	7
2.4. Sağlam temel üzerinde ağırlık tipi rıhtım duvarının deformasyon / hasar modları (Pianc, 2001).....	7
2.5. Gevşek kumlu temel üzerinde ağırlık tipi rıhtım duvarının deformasyon / hasar modları (Pianc, 2001).....	8
3.1. Deprem tasarım spektrum eğrisi (DLH,2008).....	11
4.1. Yatay deprem tasarım spektrum eğrisi (AYGM, 2020).....	21
4.2. Düşey deprem tasarım spektrum eğrisi (AYGM, 2020).....	22
4.3. Beton ve zemin kütleleri (AYGM, 2020).....	29
4.4. Duvar kütlesi (AYGM, 2020).....	29
7.1. L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler.....	43
7.2. L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler.....	58
8.1. Keson tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler.....	79
8.2. Keson tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler.....	98
9.1. B ve H değerleri.....	121
9.2. A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	134
9.3. B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	134
9.4. C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	135
9.5. D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	135
9.6. E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	135
9.7. A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	136
9.8. B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	137
9.9. C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	137
9.10. D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	137
9.11. E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	138
9.12. A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	139
9.13. B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	139
9.14. C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	139
9.15. D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	140
9.16. E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	140
9.17. A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	141
9.18. B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	141
9.19. C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	142
9.20. D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	142
9.21. E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	142
9.22. A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	143
9.23. B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	144
9.24. C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	144
9.25. D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	144
9.26. E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	145
9.27. A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	146
9.28. B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları.....	146







11.7. ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	231
11.8. ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	232
11.9. ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	232
11.10. ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	232
11.11. ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	234
11.12. ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	235
11.13. ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	235
11.14. ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	235
11.15. ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	236
11.16. ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	236
11.17. ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	237
11.18. ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	237
11.19. ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	237
11.20. ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	238
12.1. ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	243
12.2. ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	243
12.3. ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	244
12.4. ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	244
12.5. ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	244
12.6. ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	245
12.7. ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	245
12.8. ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	246
12.9. ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	246
12.10. ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	246
12.11. ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları	248
12.12. ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	249
12.13. ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	249
12.14. ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	249
12.15. ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları.....	250
12.16. ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	250
12.17. ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	251
12.18. ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	251
12.19. ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	251
12.20. ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları	252
13.1. a) Potansiyel heyelan ve b) Eğimli düzlem üzerinde sükunetteki blok arasındaki benzerlik (Kayabalı, 2003).....	255
13.2. Gerçek deprem yer hareketinde kalıcı şev yer değiştirmelerinin gelişmesi (Wilson ve Keefer, 1985)	256
13.3. Sisteme etkileyen yükler	256
13.4. 1999-Kocaeli deprem kaydı ile bu deprem kaydı kullanılarak elde edilen ivme kaydı (ZC zemin sınıfı için)	257
13.5. Ortalama eşleştirilmiş spektrum ve hedef spektrumu	258
13.6. L tipi yavaşma yapısına ait Newmark kayan blok analizinin çıktıları (Zemin sınıfı ZC, B/H=2 ve su derinliği 10 m).....	258
13.7. L tipi yavaşma yapısı için Fsk ve yer değiştirme	260



SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER DİZİNİ

α	: Duvar-zemin ara kesitinin düşeyle aktif veya pasif basınç tarafına doğru yaptığı açı
B	: Baba yükü
β	: Aktif veya pasif basınç tarafındaki zemin yüzeyinin yatayla yukarıya doğru yaptığı şev açısı
D_M	: Yapı kütesine etkiyen eşdeğer deprem yükü simgesi
δ	: Temel tabanı ile zemin arasındaki sürtünme açısı
F_α	: Kısa periyot zemin katsayısı
F_v	: 1.0 s periyodu zemin katsayısı
F_{sd}	: Devrilmeye karşı güvenlik faktörü
F_{sk}	: Kaymaya karşı güvenlik faktörü
F_S	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
γ_j	: Kumun kuru birim hacim ağırlığı
γ_{sj}	: Suyu doymuş kumun birim hacim ağırlığı
γ_{bj}	: Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı
γ_w	: Suyun birim hacim ağırlığı
φ_i	: İçsel sürtünme açısı
k_h	: Statik-eşdeğer yatay deprem katsayısı (kuruda)
k'_h	: Statik-eşdeğer yatay deprem katsayısı (su altında)
$K_{ai,d}$: Dinamik aktif basınç katsayısı
$K_{pi,d}$: Dinamik pasif basınç katsayısı
$K_{ai,t}$: Toplam aktif basınç katsayısı
$K_{pi,t}$: Toplam pasif basınç katsayısı
$K_{ai,s}$: Statik aktif basınç katsayısı
$K_{pi,s}$: Statik pasif basınç katsayısı
M_d	: Toplam devrilme momenti
P	: Yapıya etkiyen toplam yatay yük
P_v	: Düşey toprak basıncı (kN/m)
P_h	: Yatay toprak basıncı (kN/m)
$P_{ai,d}$: Dinamik aktif zemin basıncı
$P_{pi,d}$: Dinamik pasif zemin basıncı
$P_{ai,s}$: Statik aktif zemin basıncı
$P_{pi,s}$: Statik pasif zemin basıncı
$P_{w,d}$: Statik-eşdeğer dinamik su basıncı (kN/m ²)
q_0	: Düzgün yayılı ek hareketli yük (sürşarj)
S_S	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
S_{MS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_{M1}	: 1.0 saniye periyot için düşey tasarım spektral ivme katsayısı
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için düşey tasarım spektral ivme katsayısı



$S_{ae}(T)$: Yatay doğrusal elastik tasarım spektral ivmesi
$S_{aeV}(T)$: Düşey elastik tasarım spektral ivmesi
S_D	: Dinamik su basıncı simgesi
S_K	: Suyun kaldırma kuvveti simgesi
T_L	: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu
V_n	: Betonarme kesitin nominal kesme kuvveti kapasitesi (kN)
W	: Yapıya etkiyen toplam düşey yük
Z_S	: Zemin kütleline ilişkin statik zemin basıncı simgesi
Z_D	: Zemin kütleline ilişkin dinamik zemin basıncı simgesi
Z_{SQ}	: Ek düzgün yayılı hareketli yükten (sürşarj) oluşan statik zemin basıncı simgesi
Z_{DQ}	: Ek düzgün yayılı hareketli yükten (sürşarj) oluşan dinamik zemin basıncı simgesi

KISALTMALAR DİZİNİ

AYGM	: Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği (2020)
DGT	: Dayanıma Göre Tasarım
DLH	: Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği (2008)
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfları
GH	: Göçme Hasarı
GÖ	: Göçmenin Önlenmesi
İH	: İleri Hasar
KH	: Kontrollü Hasar
KK	: Kesintisiz Kullanım
KLÖS	: Kıyı ve Liman Yapıları Önem Sınıfı
MH	: Minimum Hasar
PIANC	: Seismic Design Guidelines for Port Structures
SH	: Sınırlı Hasar
ŞGT	: Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım



1. GİRİŞ

Günümüzde deniz yollarının kullanımı turizm, ticaret amaçlı yolcu taşımacılığı ve denizcilikte oldukça yaygın hale gelmiştir. Bu açıdan dünya çapında limanlar inşa etmek için önemli bir bütçe gereklidir. Bu nedenle denizden dolayı oluşabilecek ve liman için fiziksel tehdit oluşturan her türlü tehlikeye karşı kıyı yapılarını koruma önlemleri alınmaktadır. Yüksel ve Çevik (2010), alınan bu önlemlerin kıyı bölgelerinde dalgakıranlar ve kıyı şeridi boyunca rıhtım duvarları inşa etmek olduğunu belirtmişlerdir. Bu yapıların asıl görevi kıyıların şiddetli dalga hareketlerine karşı stabilitesini sağlamaktır. Aynı zamanda limanlar ve çevresindeki yapılar için de güvenlik sağlarlar.

Limanlar, gemilerin dalga, akıntı, fırtına ve buz gibi dış etkilere karşı korunduğu, bütün ihtiyaçlarının görüldüğü, yolcu ve yük transferinde gerekli bütün hizmetlerin sağlandığı, inşa ve tamir edildikleri, denizin korunmuş su alanlarıdır. Limanlar kuruluşları bakımından doğal, yapay ve yarı doğal olarak sınıflara ayrılabilir. Coğrafi olarak deniz kıyısında bulunan limanlar, nehir limanları, ada limanları veya kıyı gölü limanları şeklinde adlandırılabilir. Ayrıca limanlar aralarında askeri limanlar, ticaret limanları, yat limanları, balıkçı limanları, petrol limanları gibi gördükleri hizmete bağlı olarak ayrılırlar.

Hasanoğlu (1999), yeni yapılacak veya var olup da geliştirilecek bir limanın planlamasına başlarken dikkat edilmesi gereken en önemli faktörleri optimum ekonomi, optimum emniyet ve optimum estetik olarak belirtmiştir. Liman planlamasına; yer seçimi (yer araştırması, zemin araştırması), liman boyutlarının ve hizmetlerinin belirlenmesi (liman trafiği, gemilerin tip ve boyutları, yanaşma yeri gereksinimleri), genel liman taslağı şeklinde üç ana fazda gerçekleştirilmektedir.

Yanaşma yerleri bir limanın içyapı elemanlarından biridir. Limanlarda gemilerin yanaşma yerlerini oluşturmak amacıyla genellikle orijinal kıyı çizgisinden ileride bir duvar inşa edilir. Bu yapıya rıhtım duvar adı verilir. Birçok tipte rıhtım yapıları söz konusudur. Depremler, rıhtımlar üzerinde büyük hasarlara sebep verebilirler. Rıhtımlar tasarlanırken deprem etkisi göz önüne alınarak tasarımların yapılması gerekmektedir.

Türkiye’de özellikle 1999 Kocaeli depreminden sonra Kıyı Yapılarının tasarımında kullanılacak deprem yönetmeliklerinde değişiklikler yapılmıştır. Performansa dayalı tasarımı temel alan Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği, (DLH, 2008) yılında kullanılmaya başlanmıştır. 2020 yılında bu şartname revize edilerek mevcut haliyle yürürlüktedir.

Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Teknik Şartnamesinin amacı, deprem etkisi göz önünde bulundurularak yeni yapılacak kıyı ve liman yapılarının tasarımı ile hâlihazırda bulunan yapıların performans durumlarının değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımı için gerekli şartları ve minimum koşulları belirlemektir (Topsoy, 2016).

Bu tezde aynı koşullar altında ağırlık tipi yavaşma yapılarından L tipi ve keson tipi yavaşma yapılarının stabiliteyi 2008 ve 2020 yılında yürürlüğe giren her iki şartname göre belirlemek ve karşılaştırmaktır. Bu karşılaştırmalar yapılarken spektral ivme değerleri, zemin tipleri ve özellikleri, deprem sınıfları aynı kabul edilmiş ve üç farklı yapı boyutu için stabilite hesapları yapılmıştır.

Tez çalışması on üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde çalışmanın içeriği tanımlanırken, ikinci bölümde yavaşma yapıları hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde DLH (2008) Deprem Teknik Şartnamesine Göre Hesap Esasları, dördüncü bölümde AYG (2020) Deprem Teknik Şartnamesine Göre Hesap Esasları, altıncı bölümde DLH (2008) ile AYG (2020) Deprem Teknik Şartnameleri arasındaki farklılıklar ele alınmıştır. Yedinci bölümde L tipi yavaşma yapısının deprem etkisi altında tasarımı, sekizinci bölümde de keson tipi yavaşma yapısının deprem etkisi altında tasarımına yer verilmiştir. Dokuzuncu bölümde L tipi yavaşma yapısının B/H koşulunun değiştirilmesine bağlı olarak tasarımı, onuncu bölümde keson tipi yavaşma yapısının B/H koşulunun değiştirilmesine bağlı olarak tasarımı bulunmaktadır. On birinci ve on ikinci bölümlerde sırasıyla farklı illerde tasarımı yapılan L tipi ve keson tipi yavaşma yapılarının stabilite durumlarına yer verilmiştir. On üçüncü bölümde ise Newmark kayan blok yöntemi ile yer değiştirme hesaplama çalışması yapılmıştır.

2. YANAŞMA YAPILARI

Limanların su alanında yer alan yapıları iki başlıkta inceleyebiliriz. Bunlar; i) korunaklı su alanı oluşturmayı sağlayan dalgakıranlar ii) gemilerin yükleme-boşaltma işlemlerini güvenli bir şekilde yapmasını sağlayan yanaşma yerleri.

Yüksel ve Çevik, (2010), yanaşma yapılarını, limanın bütünlüğünü korumak ve koruma sağlamak için bir limanın parçası olarak inşa edilen deniz yapıları olarak tanımlamışlardır. Dayanıklılıkları, yapım kolaylıkları ve derin deniz tabanı seviyelerine ulaşma kapasiteleri nedeniyle yanaşma yapıları en yaygın yapı türleridir. Yanaşma yapıları yapısal olarak deniz ile etkileşimleri ve dış yükler açısından stabiliteyi bakımından genelde kapalı ve açık yapılar olmak üzere sınıflandırılmaktadır.

2.1. Kapalı Yanaşma Yapıları

Yüksel ve Çevik (2010), kapalı yanaşma veya rıhtım yapılarının deniz etkilerini ön yüzeyleri ile karşılayan ve arka taraflarına geçirmeyen yapılar olduğunu söylemişlerdir. Bu yapılar stabiliteyi açısından ise iki ana gruba ayrılmaktadırlar.

a) Ağırlık Tipi Rıhtım Yapıları

Duvar biçiminde olan yapı kendi ölü ağırlığı ve taban sürtünmesi ile kendisine etki eden yatay ve düşey yüklere karşı koyarlar.

b) Palplanş Rıhtım Yapısı Kazık ya da özel imal edilmiş elemanların çakılması ile yapılan bu tip duvarların yüzeyleri yapıya etki eden herhangi bir yatay yüke karşı dayanabilmesi için yeterince uygun değildir. Bunun içinde genellikle rıhtım gerisinde istinat duvarı ya da ana kayaya bağlanırlar.

2.1.1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarının Genel Özellikleri

Ağırlık tipi yanaşma yapıları stabiliteyi ağırlıkları ile sağlayan yanaşma yapılarıdır. Bloklu, L tipi ve keson gibi tipleri bulunmaktadır. Genel olarak sağlam zemin üzerine inşa edilmektedirler. Uzun ekonomik ömre sahip olmalarının yanında bakım

masrafları düşüktür. Beton elemanlar halinde tasarlanmaktadır (Yüksel ve Çevik, 2010).

Yüksel ve Çevik, (2010), ağırlık tipi rıhtım duvarların karakteristikleri aşağıdaki gibi özetlemiştir:

- 1) Duvarlar için başlıca kullanılan malzeme sağlam ve dayanıklı betondur.
- 2) Uygulanması ve uygulama sırasındaki hasarların önlenmesi açısından kolay olan prekast beton elemanlar kullanılmaktadır.
- 3) Toprak basıncı ve kalıcı su basıncı, su derinliği ile artar. Bu nedenle büyük yatay kuvvetlere dayanması için ağır elemanlar kullanılmalıdır. Buna bağlı olarak yapı, taşıma kapasitesi zayıf yumuşak zemin üzerinde oluşturulduğunda temelin güçlendirilmesi önerilir.
- 4) Deprem olduğunda yapı, diğer yapı türleriyle kıyaslandığında daha büyük olmalıdır, çünkü yapıya etkiyen sismik kuvvet duvarın kütlesiyle orantılıdır.
- 5) Keson blok gibi prekast beton elemanlar için yüzen vinç ve römorkör gibi deniz ekipmanları gereklidir. Buna göre kısa süreli ve küçük çapta olan inşaatlarda, yukarıda bahsedilen olanakların bulunmaması durumunda, ağırlık tipi rıhtım duvarları ekonomik olmayacaktır. Ancak artan su derinliğine göre yerinde dökme, L tipi, blok ve keson sırasıyla ekonomik olmaktadır.
- 6) Bu tip rıhtım duvarlarını su derinliğinin tasarım su derinliğinden daha sığ olduğu yerlerde yapmak ekonomik değildir. Çünkü tasarım su derinliğine ulaşmak için tarama yapmak gerekir. Bu durumda yapının stabilitesi bozulacaktır.
- 7) Bu tip yapılar yumuşak temel üzerine yapılırsa yumuşak zeminin konsolidasyonundan kaynaklanan oturma uzun sürer ve yapıya zarar verir. Bu problem için önlem almak gereklidir (Yüksel ve Çevik, 2010).

2.1.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarının Tipleri ve Karakteristikleri

Goda (1999), ağırlık tipi rıhtım yapılarının duvar tiplerine ve uygulama yöntemlerine göre keson tipi, L tipi, sandık blok tipi, blok tipi, yerinde dökme tipi ve perfore beton blok tipi olmak üzere 6 şekilde sınıflandırıldığından bahsetmiştir. Bu çalışmada sadece L tipi ve keson tipi ağırlık yapıları hakkında bilgi verilecektir.

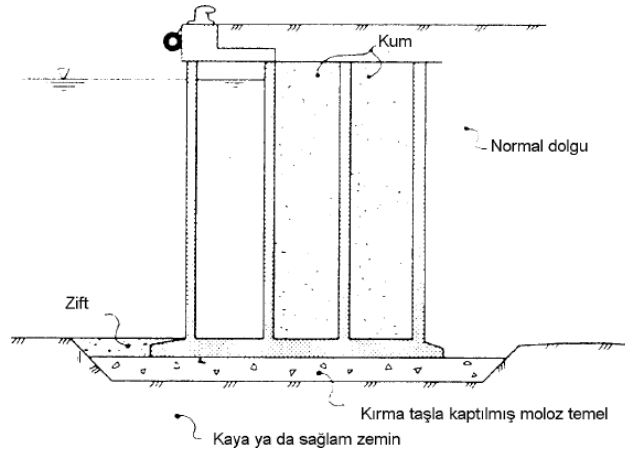
2.1.2.1. Keson Tipi Rıhtım Duvarları

Kuru alanda inşa edilen kesonlar yerleştirilecekleri alana yüzdürülerek götürülür ve içine kum, çakıl gibi malzeme doldurularak yerleştirilirler.

Şekil 2.1’de keson tipi rıhtım yapısı görülmektedir. Thoresen (2015), 30 m uzunluk, 25 m genişlik ve 20 m yükseklikten büyük keson yapıların ekonomik olmadığını belirtmiştir. Kesonlar genellikle, çakıl ya da anroşman taban malzemesi üzerine yerleştirilmektedir. Eğer, kesonun yerleştirileceği bölge dalga ve akıntıların etkisi altında ise temel malzemesinin serilmesi, kesonların, yüzdürülmeleri ve inşaat bölgesinde batırılarak yerleştirilmeleri kısa bir zaman dilimi içinde gerçekleştirilmelidir. Bu işlemlerden sonra keson bölmeleri uygun malzeme ile doldurulmalıdır. Doldurulma işleminden sonra başlık kirişi yapılarak keson yanaşma yapısı olarak hizmet vermeye başlamaktadır.

Kesonlar diğer ağırlık tipi yapılarda olduğu gibi rijit gövdesi sayesinde yüksek dayanıma sahiptir. Şantiye alanında inşa edildiği için imalatı su içinde yapılan yapılara göre daha kolaydır.

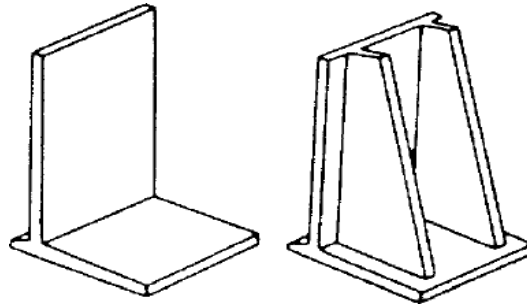
Toresen (2015), keson rıhtımlarda bloklu rıhtımlara kıyasla yapı topuğunun dış kenarındaki gerilmeyi azaltmanın daha kolay olduğunu ifade etmiştir.. Gerilme, kesonların genişliğinin artırılması ya da kesonların iki veya üç bölmeden oluşturulması, arkadaki bölmelerin Şekil 2.1’de görüldüğü gibi doldurulması ile azaltılabilmektedir.. Kesonlar, yapıları, suya indirilmeleri, yüzdürülmeleri, yerleştirilmeleri ve doldurulmaları sırasında meydana gelebilecek yüklere ve gerilmelere dayanacak şekilde tasarlanmalıdırlar.



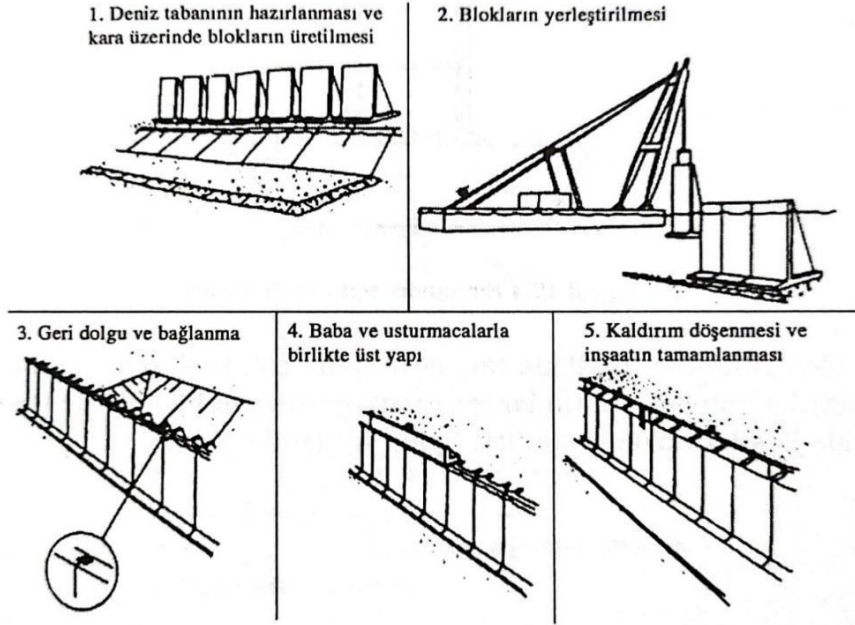
Şekil 2.1: Üç bölmeli keson rıhtım yapısı (Thoresen, 2015)

2.1.2.2. L Tipi Rıhtım Duvarları

Blok tipi yanaşma yapılarının inşasında beton bloklar yerine betonarme duvarlar kullanılabilir. Bunlar L-tipi yanaşma yapısı olarak isimlendirilmekte ve şantiyede kesonlarla aynı şekilde inşa edilmektedirler. Ancak yerleşim alanına vinçlerle taşınmakta ve yerleştirilmektedir. L tipi elemanlar yerleştirildikten sonra geri dolgu malzemesi ile desteklenmektedir. Rıhtım duvarı, L-elemanlarının deniz tabanına hazırlanmış bir çakıl ve/veya anroşman üzerine yan yana yerleştirilmesiyle yapılır. Şekil 2.2’de L elemanlar gösterilmiştir. Thoresen, (2015), payandasız duvar elemanları maksimum 7 m yükseklikte inşa edilir ve payandalı elemanların yüksekliği yaklaşık 20 m’ye kadar çıkabilmektedir. Payandalar en az 2.5 m aralıklarla (yüksekliğin 1/3 ile 2/3’ü arasında) tasarlanır (Yıldırım, 2004). L tipi elemanlarının uzunlukları mobil veya yüzer vinçlerin kapasitelerine göre 3-12 m arasında değişmektedir. Mobil vinçler 100 tona kadar kaldırma kapasitesine sahip olabilir ancak ekipmanların mevcudiyeti nedeniyle daha pratik bir sınır 30 ton civarındadır. Yüzer liman vinçleri yaklaşık 200 ton kaldırma kapasitesine sahip olabilir, ancak yaklaşık 800 ton kaldırma kapasiteli özel ağır yüzer vinçler mevcuttur. L elemanlarından oluşan yanaşma yapılarının tipik inşa düzeni Şekil 2.3’te gösterilmiştir. Thoresen (2015), L tipi duvar elemanlarının kurulumu için genel toleranslar, x, y ve z yönlerinde 50 mm sapma, 1:400 eğim ve 0,5° açısız kaymadır. Yanal toprak basıncını azaltmak için duvarın arkasına yerleştirilen dolgunun sürtünme açısının mümkün olduğu kadar büyük olması gerekir. Duvara en yakın dolgu taş veya kırma kayadan oluşmalıdır, daha arkada daha ince veya karışık dolgu kullanılabilir. Daha kaba ve daha ince kütleler arasında, daha ince malzemenin kaya dolguya girmesini önleyen bir filtre bulunmalıdır. Alçak su seviyesinin üzerinde tüm dolgu sıkıştırılmalıdır. Blokların veya elemanların yerleştirilmesi tamamlandığında, yerinde takviye yapılmadan önce duvar oturması için bir süre bırakılmalıdır.



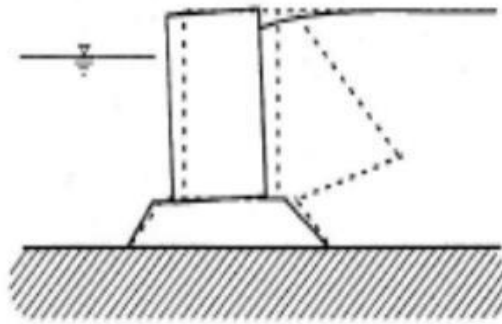
Şekil 2.2: L elemanları (Thoresen, 2015)



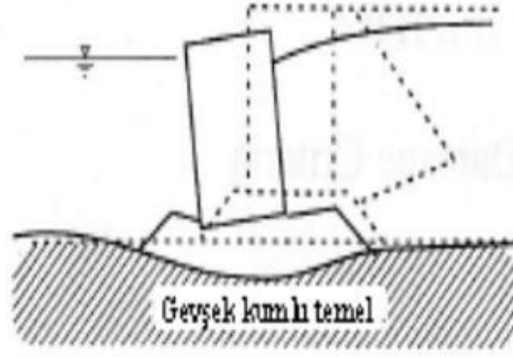
Şekil 2.3: L duvarları inşaatı (Thoresen, 2015)

2.1.3. Ağırlık Tipi Rıhtım Yapılarının Sismik Davranışı

Ağırlık tipi rıhtım yapıları (keson, L tipi, bloklü tip gibi), geri dolgudan gelen statik ve deprem durumunda oluşan dinamik yüklere ya da yapı üzerindeki hareketi yüklere karşı stabilitelerini kendi ağırlığı ve sürtünme kuvvetleri ile sağlamaktadırlar. Şekil 2.4'te sağlam temeller üzerindeki rıhtım duvarları için tipik hasarlar gösterilmektedir. Bu durumda yapı denize doğru ötelenebilir ve deniz doğru eğilebilir. Şekil 2.5'te ise gevşek dolgu veya doğal gevşek kumlu temeller üzerindeki yapılar için deprem etkisinde oluşabilecek hasar tipleri görülmektedir. Bunlar yapının denize doğru ötelenmesi, denize doğru eğilmesi ve yapı altında zeminin deformasyonuna bağlı olarak yapıda meydana gelen oturmalar.



Şekil 2.4: Sağlam temel üzerinde ağırlık tipi rıhtım duvarının deformasyon / hasar modları (Pianc, 2001)



Şekil 2.5: Gevşek kumlu temel üzerinde ağırlık tipi rıhtım duvarının deformasyon / hasar modları (Pianc, 2001)

Kavramsal tasarım düzeyinde, ağırlık tipi rıhtım duvarının stabilitesini artırmak için çeşitli seçenekler mevcut olabilir. Duvara karşı toprak basınçlarını azaltmak için, büyük içsel sürtünme açısına sahip dolgu malzemesi kullanılabilir. Bu tür kullanımlarda gevşek kum yerine kaya dolgu ve benzeri malzemeler tercih edilmelidir. Bu tür bir uygulama izlenebilirse, genel deformasyon ve sıvılaşma riski en aza indirilebilir. Rıhtım duvarının stabilitesini artırmanın başka yöntemleri, duvarın ağırlık merkezinin karaya doğru çekilmesi ve böylece karşı koyan kuvvetlerin momentinin artırılması ve yapı ile temel tabakası arasında daha yüksek bir sürtünme katsayısının sağlanması olarak önerilmektedir (Pianc, 2001). Ağırlık merkezini karaya doğru çekmek için, kesonların arka hücrelerini ağır malzemelerle doldurarak elde edilebilir.

Yapı ile temel arasındaki sürtünmeyi arttırmak içinse, keson duvarının altında bir asfalt veya kauçuk paspas kullanılarak elde edilebilmektedir. Pianc, (2001)'e göre bir ağırlık rıhtım duvarının yatay yer değiştirmesi ve üniform dikey oturması, yapının stabilite durumunu önemli ölçüde azaltmayabilir ve genel olarak yapısal bir bakış açısıyla kabul edilebilir. Bununla birlikte, duvarın eğilmesi artık stabiliteyi önemli ölçüde azaltabilir ve kabul edilemez bir yapısal stabilite durumuna neden olabilir.

3. DLH (2008) DEPREM TEKNİK ŞARTNAMESİNE GÖRE HESAP ESASLARI

Türkiye aktif fay hatlarının bulunduğu bir bölgede yer almaktadır. Kıyı yapılarının bazılarının bulunduğu bölgeler de deprem riski taşıyan bölgeler içinde kalmaktadır. Özellikle 1999-Kocaeli depreminde birçok kıyı yapısı hasara uğramıştır. Sümer vd. (2007), Yüksel vd. (2002) yaptıkları çalışmalarda bu hasarları ve sebeplerini sunmuşlardır. 1999-Kocaeli depreminden sonra DLH (2008) Deprem Teknik Yönetmeliği ve DLH Tasarım ve Teknik Esasları yürürlüğe konmuştur. DLH (2008) kapsamında temel tasarım ilkesi olarak “*Performansa Göre Tasarım*” esas alınmıştır. Bu yaklaşımda yapı önem sınıfları tanımlanmıştır. Ayrıca, yapıya etkiyecek deprem yükleri tanımlanan deprem düzeyleri ile belirlendiği gibi yapıda beklenen hasarlar da seçilebilmektedir.

3.1. Deprem Düzeyleri

Performansa dayalı tasarımda, tasarım deprem seviyeleri tanımlanmalı ve karşılık gelen kabul edilebilir yapısal hasar seviyeleri açıkça belirtilmelidir.

Yapının inşa edileceği bölgenin depremselliği bölgede var olan geçmiş depremlerin kayıtları ya da geçmiş depremler hakkında bilgi veren kaynaklar kullanılarak istatistiksel yöntemler ile oluşabilecek depremlerin büyüklüğü ve tekerrür periyodu tahmin edilebilmektedir. Bu kayıtlar ile bölgesel olarak oluşturulan deprem düzeyleri tanımları yönetmelik kapsamında belirtilmiştir ve tasarım esnasında uygun olan deprem düzeyi kullanılacaktır. DLH (2008)’de üç farklı deprem düzeyi tanımlanmaktadır.

3.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1)

DLH (2008)’de (D1) deprem düzeyi, 50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıl olan depremi temsil etmektedir. Bu deprem düzeyinin yapı ömrü boyunca oluşma olasılığı yüksektir.

3.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2)

DLH (2008)'de (D2) deprem düzeyi, 50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıl olan deprem düzeyini temsil etmektedir. Yapının hizmet ömrü boyunca karşılaşma olasılığı düşük olan deprem durumunu göstermektedir.

3.1.3. Deprem Düzeyi-3 (D3)

DLH (2008)'de (D3) deprem düzeyi, 50 yılda aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıl olan depremi temsil etmektedir. Yapının hizmet ömrü sürecince karşılaşabileceği en büyük depremi göstermektedir.

3.2. Deprem Tasarım Spektrumları

Topsoy (2016), deprem hareketlerinin kayıtlarına bakıldığı zaman gelişigüzel ve karmaşık sonuçların görüldüğünü belirtmiştir. Teorik olarak elde edilen bu sonuçların mühendislik hesaplarında pratik olarak kullanılabilmesi için genelleştirilerek basit bir forma getirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

D1, D2, D3 deprem düzeyleri için kısa doğal titreşim periyodu 0.2 saniye ve 1.0 saniyelik doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri S_S ve S_1 , referans olarak alınan B Zemin Sınıfı için DLH (2008) eklerinde sunulmuştur. Diğer zemin sınıfları için, aynı doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri S_{MS} ve S_{M1} Denklem 3.1 ve Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanacaktır.

$$S_{MS} = F_\alpha \times S_S \quad (3.1)$$

$$S_1 = F_v \times S_1 \quad (3.2)$$

F_α ve F_v parametreleri Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 de tanımlanmıştır. Zemin sınıfı parametresine göre spektral ivme katsayıları belirlenir. Sonrasında hâkim moda ait periyot değeri T hesaplanır. Sınır koşullarına göre Denklem 3.3, Denklem 3.4, Denklem 3.5 ve Denklem 3.6 kullanılarak Şekil 3.1'de görülen tasarım spektrum eğrisinin değerleri elde edilir. Zemine ait spektrum köşe periyotları T_0 ve T_s , uzun periyot bölgesine geçiş periyodu T_L kullanılarak hesaplanır.

$$S_{ae}(T) = 0.5 S_{MS} + 0.6 \frac{S_{MS}}{T_0} T \quad (T_0 \leq T) \quad (3.3)$$

$$S_{ae}(T) = S_{MS} \quad (T_0 \leq T \leq T_S) \quad (3.4)$$

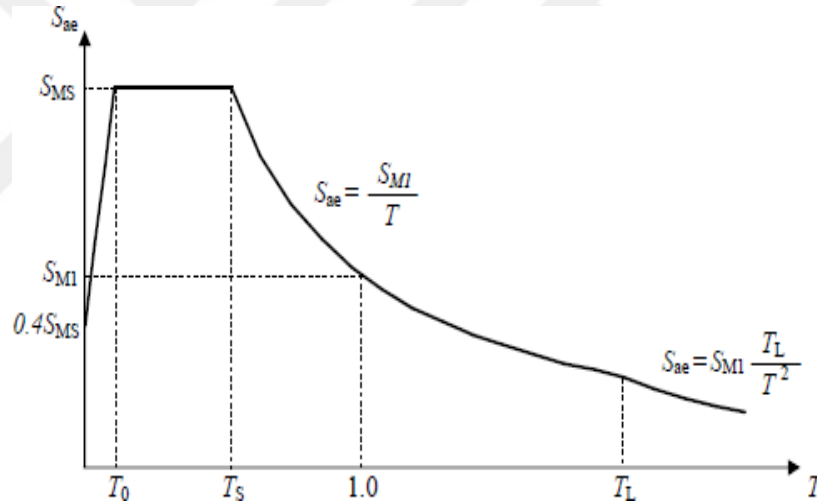
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1}}{T} \quad (T_S \leq T \leq T_L) \quad (3.5)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{M1} \times T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (3.6)$$

Uzun periyot bölgesinde geçiş periyodu $T_L = 12$ s alınacaktır. Bu durumda spektrum köşe periyotları T_S ve T_0 sırasıyla Denklem 3.7 ve Denklem 3.8'de belirtilen bağıntılar ile tanımlanır.

$$T_S = \frac{S_{M1}}{S_{MS}} \quad (3.7)$$

$$T_0 = 0.2T_S \quad (3.8)$$



Şekil 3.1: Deprem tasarım spektrum eğrisi (DLH,2008)

Çizelge 3.1: Kısa periyot zemin katsayısı F_α (DLH.2008)

Zemin Sınıfı	Kısa periyot spektral ivmesi (g) ^a				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	-b	-b	-b	-b	-b

Çizelge 3.2: 1.0 s periyodu zemin katsayısı F_v (DLH, 2008)

Zemin Sınıfı	Kısa periyod spektral ivmesi (g) ^a				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	-b	-b	-b	-b	-b

3.3. Yapıların Deprem Performansı Bakımından Sınıflandırılması

DLH (2008)'de kıyı ve liman yapıları dört sınıfa ayrılmıştır. Bu ayırım yapılırken, yapılarını inşa amaçları ve yapının önemi göz önüne alınmıştır.

3.3.1. Özel Yapılar

- Deprem sonrasında acil yardım ve kurtarma amacı ile hemen kullanılması gereken yapılar
- Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddeler ile ilgili yapılar

3.3.2. Normal Yapılar

- Can ve mal kaybının önlenmesi gereken yapılar
- Ekonomik veya sosyal bakımdan önemli olan yapılar
- Deprem sonrasında onarım ve güçlendirilmesi zor ve zaman kaybına neden olacak yapılar

3.3.3. Basit Yapılar

- Özel ve Normal sınıf yapıların dışında kalan daha az önem teşkil eden yapılar
- Önemsiz sınıftaki yapıların dışında kalan yapılar

3.3.4. Önemsiz Yapılar

- Kolaylıkla yeniden yapılabilecek olan yapılar
- İkinci dereceden hasar görmesi durumu bile can güvenliğini tehlikeye atmayan yapılar

c) Geçici yapılar

3.4. Tanımlanan Performans Düzeyleri

Kıyı yapılarının performansa bağlı tasarım yöntemine göre deprem etkisi karşısında davranışlarının belirlenebilmesi için performans düzeyleri DLH (2008)'de verilmiştir. Bu performans düzeyleri deprem durumunda yapıda oluşacak olası hasarlar göz önüne alınarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu performans düzeyleri için kabul edilebilir hasar limitleri, her bir yapı tipi veya elemanı için ayrı ayrı ve sayısal olarak tanımlanması belirtilmiştir.

3.4.1. Minimum Hasar Performans Düzeyi (MH)

Minimum hasar performans düzeyi (MH), öngörülen kıyı yapısında hiç hasar meydana gelmemesi ya da çok sınırlı hasara izin verilmesi durumunu tanımlamaktadır. Bu durumda yapı hizmet vermeye devam eder ya da oluşan hasarlar kısa sürede giderilebilir.

3.4.2. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH)

Kontrollü hasar performans düzeyi (KH), öngörülen kıyı yapısında ileri seviyede olmayan ya da onarılabilir hasarların meydana gelmesine izin verilmesi durumunu tanımlamaktadır. Bu durumda yapı kısa süreli olarak hizmet dışı kalabilir ya da liman operasyonlarında kısa süreli aksamalar olabilir.

3.4.3. İleri Hasar Performans Düzeyi (İH)

İleri hasar performans düzeyi (İH), öngörülen kıyı yapısında deprem etkisinde ileri derecede hasarı tanımlamaktadır. Bu hasar düzeyinde yapı göçmez fakat yapı uzun süreli hizmet dışı kalabilir.

3.4.4. Göçme Hasarı Durumu (GH)

Göçme Hasar Durumu (GH) ise yapıda deprem etkisinde tam göçme hasarının oluşmasını temsil etmektedir. Yapı hizmet dışı kalır. Liman operasyonlarına devam edilemez.

3.5. Kıyı ve Liman Yapılarında Öngörülen Performans Hedefleri

Kullanım amacı, türü ve önemine göre performans sınıfları tanımlanan kıyı ve liman yapıları için hedeflenen performans düzeyleri, DLH (2008)'de deprem düzeylerine bağlı olarak Çizelge 3.3'teki gibi verilmiştir.

Çizelge 3.3: Çeşitli deprem düzeylerinde hedeflenen performans düzeyleri (DLH, 2008)

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	MH	KH
Normal	MH	KH	(İH)
Basit	KH	(İH)	-
Önemsiz	(İH)	(GH)	-

3.6. Tasarım Yöntemleri

Kıyı ve liman yapıları tasarım aşamasında kullanılmak üzere DLH (2008) kapsamında iki temel yöntem bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında yöntem olarak “Dayanıma Göre Tasarım Hesap Yöntemleri” incelenmiştir.

3.6.1. Dayanıma Göre Tasarım (DGT)

DLH (2008)'e göre dayanıma göre tasarım (DGT) yaklaşımı, elastik deprem kuvvetleri veya elastik ötesi sünek davranış dikkate alınarak azaltılan eşdeğer kuvvetler altında yapılan doğrusal elastik analize göre, sistemlerin stabilitesinin ve yapısal elemanların dayanımlarının yeterliliklerinin sağlanması esasına dayanır.

3.6.2. Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım (ŞGT)

DLH (2008)'e göre şekil Değiştirmeye Göre Tasarım (ŞGT) yaklaşımında, belirli düzeylerdeki deprem yer hareketleri altında taşıyıcı sistem elemanlarında meydana gelebilecek hasar sayısal olarak elde edilir. Bu hasarın ilgili elemanlar için kabul edilebilir hasar limitlerinin altında kalıp kalmadığı kontrol edilir. Kabul edilebilir hasar limitleri, çeşitli deprem düzeylerinde yapı için öngörülen hedef performans düzeyleri ile uyumlu şekilde tanımlanır.

Kıyı ve liman yapılarında deprem düzeyleri ve yapı sınıflarına bağlı olarak uygulanması gereken tasarım yaklaşım yöntemleri Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4: Ağırılık tipi ve palplanşlı rıhtım duvarlarına çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri (DLH, 2008)

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT/ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT/ŞGT	ŞGT
Basit	DGT	-	-
Önemsiz			-

Çizelge 3.5: Kazıklı iskele ve rıhtımlara çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri (DLH, 2008)

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT/ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT/ŞGT	ŞGT
Basit	DGT	-	-
Önemsiz			-

3.7. Dayanıma Göre Tasarım (DGT)

3.7.1. Yükler

Kıyı yapılarının deprem etkisinde tasarımında dikkate alınacak yatay ve düşey yük kombinasyonları DLH (2008)'de aşağıdaki tanımlanmıştır. Yayılı yük kombinasyonunda (D_M) yapı kütlelerine etkiyen eşdeğer deprem yükünü, (Z_S) zemin kütlelerine ilişkin statik zemin basıncını, (Z_D) zemin kütlelerine ilişkin dinamik zemin basıncını, (Z_{SQ}) ek düzgün yayılı hareketli yükten oluşan statik zemin basıncını, (Z_{DQ}) ek düzgün yayılı hareketli yükten oluşan dinamik zemin basıncını, (S_D) dinamik su basıncını, B baba yükünü ifade etmektedir. Düşey yük kombinasyonunda ise G sabit yük etkisini, (S_K) suyun kaldırma kuvvetini ifade etmektedir.

$$\text{Yatay yük kombinasyonu} = (D_M) + (Z_S) + (Z_D) + 0.5(Z_{SQ}) + 0.5(Z_{DQ}) + (S_D) + 0.5(B)$$

$$\text{Düşey yük kombinasyonu} = (G) + (S_K)$$

3.7.2. Ağırılık Tipi Rıhtım Duvarlarında Stabilite Tahkikleri

DLH (2008) deprem teknik yönetmeliğinde ağırılık tipi yapıların stabilite tahkikleri iki şekilde yapılmaktadır.

- Kaymaya karşı stabilite: Ağırılık tipi yanaşma yapısının mevcut koşullardaki kaydırmaya çalışan ve kaymaya karşı koyan kuvvet

- ii) bileşenlerine göre kaymaya karşı güvenlik katsayısı F_{sk} Denklem 3.9 ile hesaplanır:

$$F_{sk} = \frac{\mu \times W}{P} \quad (3.9)$$

Burada W ve P , göz önüne alınan bileşke düşey ve yatay yükleri, μ ise Çizelge 3.6'da gösterilen farklı yapı ve taban malzemeleri için sürtünme katsayısını temsil etmektedir.

Kaymaya karşı güvenlik katsayısı F_{sk} Minimum Hasar (MH) Performans Düzeyi için en az 1.2, Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi için ise en az 1.0 olacaktır.

Çizelge 3.6: Ağırılık tipi duvarlarda taban sürtünme katsayıları (DLH, 2008)

Sürtünen yüzeyler	Sürtünme katsayısı
Beton-beton	0.5
Beton-taban kayası	0.5
Su altı betonu-taban kayası	0.7-0.8
Beton-taş sergi	0.6
Taş dolgu-taş sergi	0.8

- iii) Ağırılık tipi yanaşma yapısının mevcut koşullarda yapıya etkileyen devirmeye çalışan kuvvetler ile devrilmeye karşı koyan kuvvetler göz önüne alınarak devrilmeye karşı güvenlik katsayısı F_{sd} Denklem 3.10 ile hesaplanır:

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} \quad (3.10)$$

e göz önüne alınan bileşke düşey yükün, duvarın deniz tarafındaki topuk ucuna olan yatay mesafesini, M_d ise toplam devrilme momentini göstermektedir.

M_d hesabında, yatay yük kombinasyonunda tanımlanan (Z_D) ve $0.5(Z_{DQ})$ yüklemelerinden gelen devrilme momentleri %50 oranında arttırılacaktır.

Devrilmeye karşı güvenlik katsayısı F_{sd} Minimum Hasar (MH) Performans Düzeyi için en az 1.3, Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi için ise en az 1.1 olacaktır.

3.8. Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım (ŞGT)

Şekil değiştirmeye göre tasarım (ŞGT), sadece Normal Sınıf ve Özel Sınıfa giren ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımların (D3) deprem düzeyi altındaki analizinde zorunludur.

3.8.1. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Yapı-Zemin Etkileşimi Analizi

DLH (2008)'e göre ağırlık tipi palplanşlı rıhtım yapılarını oluşturan yapısal elemanlarla zemin ortamını bir arada, doğrusal elastik olmayan (nonlineer) biçimde idealleştiren ve ayrıca zemin ortamının geometrik sınırsızlığını göz önüne alan üç boyutlu dinamik yapı-zemin etkileşim modelinin zaman tanım alanındaki analizi Şekil Değiştirmeye Göre Tasarım'ın belirtildiği bütün durumlar için yapılabileceği belirtilmiştir.

3.8.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin “Kayan Blok Analizi”

Ağırlık tipi yanaşma yapılarının deprem etkisinde yatay yer değiştirmelerin yaklaşık hesabı için, “kayan blok analizi” yöntemi kullanılabilir. (MH) ve (KH) performans düzeyleri için izin verilen yer değiştirme / şekil değiştirme sınırları Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7: Ağırlık tipi rıhtım duvarları için performans limitleri (DLH, 2008)

Yer değiştirme/şekil değiştirme sınırları	Performans düzeyi	
	MH	KH
Kalıcı yatay yer değiştirmenin yüksekliğe oranı (%)	< 1.5	1.5 - 5
Duvarın denize doğru kalıcı eğiklik (derece)	< 3	3 - 5
Duvar üstü ile arkası arasındaki farklı oturma (cm)	30 - 70	-
Duvar arkasında farklı oturma (cm)	3 - 10	-

4. AYGGM (2020) DEPREM TEKNİK ŞARTNAMESİNE GÖRE HESAP ESASLARI

DLH (2008) deprem teknik şartnamesi revize edilerek AYGGM (2020) deprem teknik şartnamesi halini almış ve yürürlüğe girmiştir. AYGGM (2020) deprem teknik şartnamesine göre yapılacak hesap esasları bu bölümde özetlenmiştir.

4.1. Deprem Tehlike Haritaları

AYGGM (2020)'de DD-1, DD-2 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeyleri için deprem verileri “Türkiye Deprem Haritaları ve Parametre Değerleri” ile tanımlandığı belirtilmiştir. Bu haritalara AFAD'ın internet sitesinden erişilmektedir.

4.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

AYGGM (2020)'de deprem yer hareketi düzeyleri dört seviye şeklinde bulunmaktadır.

4.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)

AYGGM (2020)'de DD-1 deprem yer hareketi düzeyi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 (100 yılda %4) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu deprem oluşma sıklığı çok düşük olan ancak yıkıcılığı en büyük olan depremdir.

4.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)

DD-2 deprem yer hareketi düzeyi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Deprem oluşma sıklığı seyrek olarak tanımlanmakla birlikte AYGGM (2020)'de sadece *Deprem Tasarım Sınıfları*'nın tanımlanması için kullanılacağı ifade edilmektedir.

4.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2a (DD-2a)

DD-2a deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %30 (100 yılda %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 144 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu depremin oluşma olasılığı “sıkça” olarak ifade edilmektedir..

4.2.4. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)

DD-3 deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 (100 yılda %75) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu depremin oluşma olasılığı “sık” olarak ifade edilmektedir.

4.3. Deprem Tasarım Spektrumları

Deprem tasarım spektrumları, yönetmelik çerçevesinde tasarım esnasında deprem yer hareketi düzeylerine göre tanımlanmıştır.

4.3.1. Harita Spektral İvme Katsayıları ve Tasarım Spektral İvme Katsayısı

Boyutsuz spektral ivme katsayıları deprem yer hareketi düzeyleri için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kapsamında tanımlanmıştır:

- a) Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S
- b) 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı S_1

Harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 , Denklem 4.1 ve Denklem 4.2’de görüldüğü gibi tanım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} ’e dönüştürülür:

$$S_{DS} = F_S \times S_S \quad (4.1)$$

$$S_{D1} = F_1 \times S_1 \quad (4.2)$$

Kısa periyot spektral ivme katsayısı S_S ve 1.0 saniye periyot için spektral ivme katsayısı S_1 değerleri *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları*’nda tanımlanmıştır.

4.3.2. Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel zemin sınıflarına bağlı olarak yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 sırası ile Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tablolarda harita spektral ivme

katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir (AYGM, 2020).

Çizelge 4.1: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları (AYGM, 2020)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Çizelge 4.2: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları (AYGM, 2020)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.25$	$S_1 = 0.50$	$S_1 = 0.75$	$S_1 = 1.00$	$S_1 = 1.25$	$S_1 \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0

ZF yerel zemin sınıfına giren zeminler için sahaya özel zemin davranış analizleri, yapı-kazık-zemin etkileşimi hesaplarında kullanılmak üzere zaman tanım alanında doğrusal olmayan serbest zemin davranış hesabına göre yapılacaktır (AYGM, 2020).

4.3.3. Yatay Deprem Tasarım Spektrumu

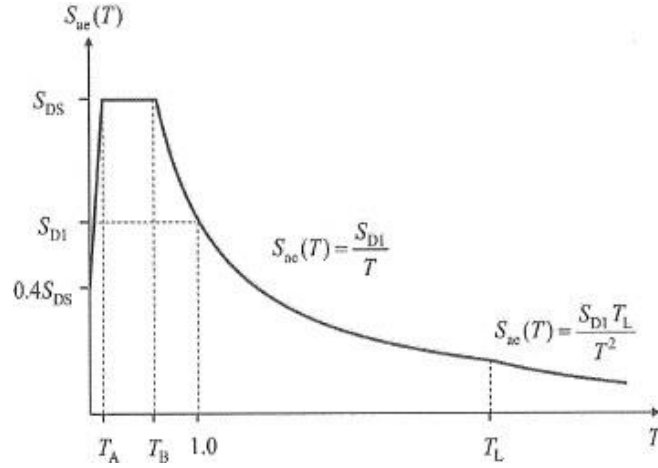
Herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay deprem tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan yatay deprem tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi cinsinden Denklem 4.3, Denklem 4.4, Denklem 4.5 ve Denklem 4.6'da tanımlanmıştır. Yatay deprem tasarım spektrum eğrisi Şekil 4.1'de görülmektedir (AYGM, 2020).

$$S_{ae}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.3)$$

$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (4.4)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (4.5)$$

$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (4.6)$$



Şekil 4.1: Yatay deprem tasarım spektrum eğrisi (AYGM, 2020)

Burada S_{DS} ve S_{D1} tasarım spektral ivme katsayılarını, T ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B Denklem 4.7 ve Denklem 4.8 ile S_{DS} ve S_{D1} 'e bağlı olarak tanımlanır (AYGM, 2020).

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4.7)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4.8)$$

4.3.4. Düşey Deprem Tasarım Spektrumu

AYGM, (2020)'ye göre herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için düşey deprem tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan düşey deprem tasarım spektral ivmeleri $S_{aeV}(T)$, yatay deprem yer hareketi için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına ve doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi cinsinden Denklem 4.9, Denklem 4.10 ve Denklem 4.11 ile tanımlanır. Düşey deprem tasarım spektrum eğrisi Şekil 4.2'de görülmektedir.

$$S_{aeV}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_{AV}}\right) S_{VS} \quad (0 \leq T \leq T_{AV}) \quad (4.9)$$

$$S_{aeV}(T) = S_{VS} \quad (T_{AV} \leq T \leq T_{BV}) \quad (4.10)$$

$$S_{aeV}(T) = S_{VS} \left(\frac{T_{BV}}{T}\right)^n \quad (T_{BV} \leq T) \quad (4.11)$$

Denklem 4.12 ve Denklem 4.13'te düşey spektrum köşe periyotları T_{AV} ve T_{BV} verilmiştir.

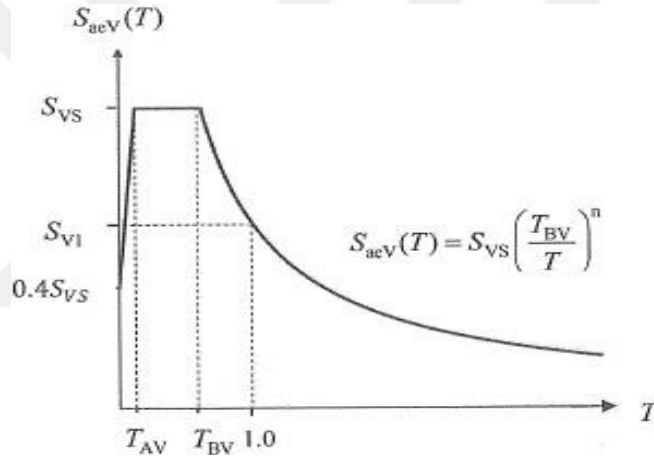
$$T_{AV} = 0.05s \quad (4.12)$$

$$T_{BV} = maks\{0.13, (0.7 - 0.67C_L)\} \quad (4.13)$$

Burada C_L terimi Denklem 4.14'te, n üssel sayısı ise Denklem 4.15'te verilmiştir.

$$C_L = 1 - \frac{S_{V1}}{S_{VS}} \quad (4.14)$$

$$n = \frac{\ln(1 - C_L)}{\ln(T_{BV})} \quad (4.15)$$



Şekil 4.2: Düşey deprem tasarım spektrum eğrisi (AYGM, 2020)

4.4. Kıyı ve Liman Yapıları Önem Sınıfları

Kıyı ve liman yapıları AYGM (2020)'de kullanım, depremde ve deprem sonrasında kendilerinden beklenen performans ve önem dereceleri bakımından üç ana sınıfa ayrılmıştır.

4.4.1. KLÖS=1: Önemli Yapılar

- Güvenlik/savunma bakımından stratejik öneme sahip yapılar
- Deprem sonrasında acil yardım ve kurtarma amacı ile hemen kullanılması gereken yapılar

c) Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddeler ile ilgili yapılar

4.4.2. KLÖS=2: Normal Yapılar

a) Deprem sonrasında onarım/güçlendirilmesi veya yeniden yapımı zor, pahalı ve zaman kaybına neden olacak yapılar

b) KLÖS=1 ve KLÖS=3 dışındaki diğer yapılar

4.4.3. KLÖS=3: Basit Yapılar

a) Depremden sonra kolaylıkla yeniden yapılabilecek yapılar

b) Şiddetli depremlerde ileri derecede hasar görmesi kabul edilebilecek yapılar

c) Yanaşma yapılmayan yapılar

d) Kıyı tahkimatları ve dalgakıranlar

4.5. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Düzeyleri ve Performans Hedefleri

4.5.1. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Düzeyleri

Kıyı ve liman yapıları için yapısal performans düzeyleri AYGM (2020)'de öngörülen deprem hasarı esas alınarak aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

a) Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi: Bu performans düzeyinde, yapı elemanlarında hiçbir yapısal hasarın oluşmadığı ya da hasarın çok küçük mertebelerde kaldığı durumu göstermektedir. Çok kısa sürede hizmet vermeye devam edebilirler.

b) Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi: Bu performans düzeyinde, yapıda sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği uğramış, diğer bir deyişle doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı durumu temsil etmektedir.. Depremden sonra yapı çok kısa sürede hizmet vermeye başlayabilir.

c) Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi: Bu performans düzeyi, yapıda çok ağır olmayan ve onarılabilecek hasarların olduğu durumu temsil etmektedir. Onarım sırasında yapı bir süre servis dışı kalabilir.

d) Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi: Bu performans düzeyi, yapıda

ileri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği göçme öncesi durumu temsil etmektedir. Yapı göçmemiştir. Acil müdahale için sınırlı da olsa kullanılabilmesi kabul edilebilir. Ancak yapının uzun dönemde kullanılması mümkün olmayabilir.

4.5.2. Kıyı ve Liman Yapıları Performans Hedefleri

Deprem etkisinde kıyı ve liman yapıları için performans hedefleri, belirli deprem yer hareketi düzeylerinde hedeflenen performans düzeylerini göstermektedir. İki aşamalı tasarım yaklaşımı esas alınarak, kıyı ve liman yapıları önem sınıfları ve deprem yer hareketi düzeylerine göre tanımlanan ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri Çizelge 4.3'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.3: Ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri (AYGM, 2020)

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS=1	KLÖS=2	KLÖS=3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

4.6. Deprem Etkisi Altında Kıyı ve Liman Yapıları İçin İki Aşamalı Tasarım

AYGM (2020)'de performansa göre değerlendirme ve tasarım ilkeleri doğrultusunda kıyı ve liman yapılarının deprem etkisi altında tasarımının iki aşamalı olarak yapılacağı belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında “Birinci Aşama Hesap- Tasarım - Değerlendirme Kuralları” ele alınmıştır.

4.6.1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Birinci Aşama Hesap- Tasarım - Değerlendirme

AYGM (2020)'de de belirtildiği üzere birinci aşamada, ağırlık tipi yanaşma yapıları için hizmet süreleri içinde karşılaşma ihtimali yüksek olan küçük depremlerin etkisi altında statik-eşdeğer deprem katsayısı esas alınarak geleneksel stabilite hesapları yapılacak ve tasarıma esas iç kuvvetler elde edilecektir. Bu aşamada KLÖS=3 olan yapılar dışında yapının Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyini sağlaması hedeflenmektedir.

Birinci aşamada sık oluşumlu deprem yer hareketi olarak;

a) KLÖS=1 olan önemli rıhtımlarda DD-2a deprem yer hareketi göz önüne alınacaktır.

b) KLÖS=2 olan normal rıhtımlarda ve KLÖS=3 olan basit rıhtımlarda DD-3 deprem yer hareketi göz önüne alınacaktır.

Çizelge 4.4'te ağırlık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri gösterilmiştir.

4.6.2. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin İkinci Aşama Hesap - Değerlendirme - Tasarım

İkinci aşamada sadece KLÖS=1: Önemli Yapı sınıfına giren ağırlık tipi rıhtım duvarları için hizmet süreleri boyunca karşılaşma olasılığı çok düşük olan DD-1 deprem yer hareketinin etkisi altında, zaman tanım alanında yapı davranışı incelenecektir.

Bu kapsamda, Çizelge 4.4'te de görüldüğü üzere “Yapı-Zemin Ortak Sistem Hesabı” veya DTS=2, 3 olan ağırlık tipi rıhtım duvarları için zaman tanım alanında “Kayan Blok Yöntemi ile Hesap” yapılacaktır.

İkinci aşama hesaplamalar ile çok şiddetli deprem etkisinde rıhtım yapılarının yapacağı kalıcı yer değiştirmeleri belirlemektir. Depremde meydana gelen kalıcı yer değiştirmelerin AYG M (2020)'de tanımlanan sınırlar içinde kalması sağlanarak, KLÖS=1 olan ağırlık tipi yapıların Kontrollü Hasar (KH) Performans Hedefine uygun davranış göstermesi amaçlanmakta, bu sayede depremden sonra acil müdahale amaçlı operasyonların gerçekleştirilebilmesinin amaçlanmaktadır.

AYGM (2020)'de ikinci aşamada deprem etkisi altında ağırlık tipi rıhtım hesabının ve tasarımının şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımı ile değerlendirilerek kesinleştirileceği belirtilmiştir.

Çizelge 4.4: Ağırlık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri (AYGM, 2020)

Kıyı-Liman Yapısı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

4.7. Deprem Etkisi Altında Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Birinci Aşama Hesap- Tasarım - Değerlendirme Kuralları

Birinci aşama hesaplamalarda, ağırlık tipi yanaşma yapılarının hizmet süreleri boyunca karşılaşma ihtimali yüksek olan küçük depremlerin etkisinde KLÖS=3 olan yapılar hariç Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Hedefinin, KLÖS=3 olan yapılarda ise Kontrollü Hasar (KH) Performans Hedefinin sağlanmasıdır.

KLÖS=1 olan önemli rıhtımlarda DD-2a deprem yer hareketi, KLÖS=2 ve KLÖS=3 olan normal ve basit rıhtımlarda ise DD-3 deprem yer hareketi kullanılacaktır.

Birinci aşamada deprem hesabı, statik-eşdeğer hesap olarak yapılacak ve dayanıma göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımı uygulanacaktır.

4.7.1. Deprem Etkisinin Tanımlanması ve Diğer Etkilerle Birleştirilmesi

4.7.1.1. Statik-Eşdeğer Deprem Katsayısı

Ağırlık tipi rıhtımlar için birinci aşamada yapılacak statik-eşdeğer deprem hesabında esas alınacak statik-eşdeğer deprem katsayısı Denklem 4.16'da tanımlanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} \quad (4.16)$$

Burada S_{DS} , kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını göstermektedir.

4.7.1.2. Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi

Kıyı yapılarının deprem etkisinde tasarımında dikkate alınacak yatay ve düşey yük kombinasyonları AYGGM (2020)'de aşağıda tanımlanmıştır. Yatay yük kombinasyonunda (D_M) yapı kütesine etkiyen eşdeğer deprem yükünü, (Z_S) zemin kütesine ilişkin statik zemin basıncını, (Z_D) zemin kütesine ilişkin dinamik zemin basıncını, (Z_{SQ}) ek düzgün yayılı hareketli yükten oluşan statik zemin basıncını, (Z_{DQ}) ek düzgün yayılı hareketli yükten oluşan dinamik zemin basıncını, (S_D) dinamik su basıncını ifade etmektedir. Düşey yük kombinasyonunda ise G sabit yük etkisini, (S_K) suyun kaldırma kuvvetini ifade etmektedir.

$$\text{Yatay yük birleşimi} = (D_M) + (Z_S) + (Z_D) + 0.5(Z_{SQ}) + 0.5(Z_{DQ}) + (S_D)$$

$$\text{Düşey yük birleşimi} = (G) + (S_K)$$

4.7.2. Statik-Eşdeğer Deprem Hesabı

AYGGM (2020)'de birinci aşamada ağırlık tipi yanaşma yapıları için uygulanacak statik-eşdeğer deprem hesabında, DD-2a veya DD-3 deprem yer hareketi etkisinde statik-eşdeğer deprem katsayısı kullanılarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite tahkiklerinin yapılacağı ve rıhtım elemanlarında oluşan iç kuvvetlerin hesaplanacağı belirtilmiştir. Deprem etkisi altında statik-eşdeğer dinamik zemin ve su basınçları hesaplanacaktır.

4.7.2.1. Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarlarında Statik-Eşdeğer Stabilite Tahkikleri

AYGGM (2020) deprem teknik yönetmeliğinde ağırlık tipi yapıların stabilite tahkikleri iki şekilde yapılmaktadır.

- i) Kaymaya karşı stabilite: Ağırlık tipi yanaşma yapısının mevcut koşullardaki kaydırmaya çalışan ve kaymaya karşı koyan kuvvet bileşenlerine göre kaymaya karşı güvenlik katsayısı F_{sk} Denklem 4.17 ile hesaplanır:

$$F_{sk} = \frac{W \times \tan \delta}{P} \quad (4.17)$$

Burada W ve P , göz önüne alınan bileşke düşey ve yatay yükleri, δ ise temel tabanı ile zemin arasında sürtünme açısını ifade etmektedir.

AYGM (2020)'de yüzeysel temeller ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı $\tan \delta$, Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5: Yüzeysel temeller ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı (AYGM, 2020)

Sürtünme Arayüzeyi	$\tan \delta$
Önüretimli beton - yerinde dökme beton	0.5
Önüretimli beton - taban kayası	0.5
Yerinde dökme su altı betonu - taban kayası	0.75
Önüretimli beton (düz yüzeyli) - taş sergi	0.6
Önüretimli beton (pürüzlendirilmiş) - taş sergi	0.7
Taş dolgu - taş sergi	0.8

KLÖS=3 olan yanaşma yapıları dışında birinci aşamada kaymaya karşı güvenlik katsayısı Çizelge 4.6 gösterildiği gibi $F_{sk} \geq 1.2$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır.

Çizelge 4.6: Yüzeysel temeller için dayanım katsayıları (AYGM, 2020)

Dayanım Türü	Dayanım Katsayısı Simgesi	Dayanım Katsayısı Değeri
Temel Taşıma Gücü	γ_{Rf}	1.4
Sürtünme Direnci	γ_{Rh}	1.2
Pasif Direnç	γ_{Rp}	1.4

- ii) Ağırlık tipi yanaşma yapısının mevcut koşullarda yapıya etkileyen devirmeye çalışan kuvvetler ile devrilmeye karşı koyan kuvvetler göz önüne alınarak devrilmeye karşı güvenlik katsayısı F_{sd} Denklem (4.18) ile hesaplanır:

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} \quad (4.18)$$

Burada e göz önüne alınan bileşke düşey yükün, duvarın deniz tarafındaki topuk ucuna olan yatay mesafesini, M_d ise toplam devrilme momentini göstermektedir.

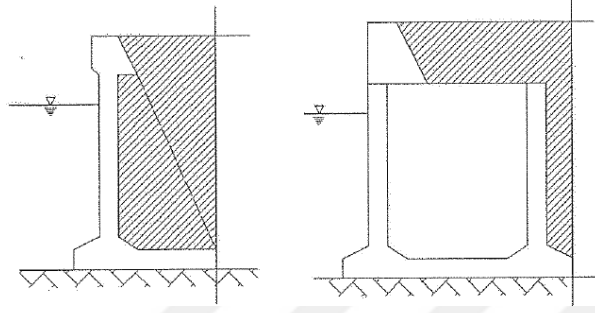
Yatay yüklerin duvar tabanına göre alınan momentlerinin toplamı M_d 'nin hesabında, yatay yük birleşiminde tanımlanan (Z_D) ve $0.5(Z_{DQ})$ yüklemelerinden meydana gelen devrilme momentleri, dinamik zemin basınçlarına ilişkin bileşke kuvvetin etkime noktası gereğince %50 oranında arttırılacaktır.

KLÖS=3 olan rıhtımlar dışında birinci aşamada devrilmeye karşı güvenlik katsayısı $F_{sd} \geq 1.3$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır.

Ağırlık tipi rıhtım duvarları için yapılan stabilite tahkiklerinde (D_M) ve G yüklemeye

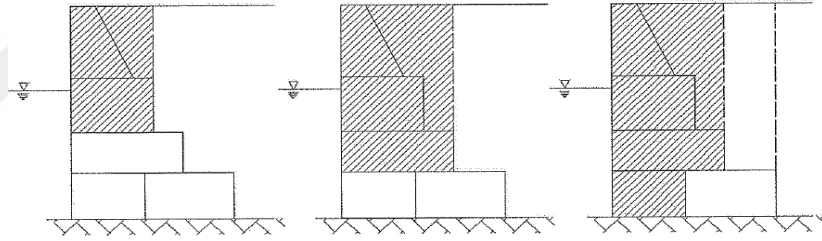
durumlarında göz önüne alınacak duvar kütesinin tanımında aşağıdaki esaslara uyulacaktır:

a) Duvarın kütesi, deniz tarafındaki ön yüzeyi ile arka taraftaki topuk ucundan geçen düşey düzlem arasında kalan kısımdaki beton ve zemin kütlelerinin toplamı olarak Şekil 4.3'teki gibi tanımlanacaktır.



Şekil 4.3: Beton ve zemin kütleleri (AYGM, 2020)

b) Bloklü duvarlarda, göz önüne alınması gereken duvar kütesi, her bir blok seviyesi için farklı olarak Şekil 4.4'teki gibi tanımlanmalıdır.



Şekil 4.4: Duvar kütesi (AYGM, 2020)

4.8. Deprem Etkisi Altında Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin İkinci Aşama Hesap ve Değerlendirme Kuralları

AYGM (2020)'de, sadece KLÖS=1: Önemli Yapı sınıfına giren ağırlık tipi yanaşma yapılarının hizmet süreleri boyunca maruz kalma olasılığı çok düşük olan ve en büyük deprem olarak adlandırılan DD-1 deprem yer hareketinin etkisi altında Kontrollü Hasar (KH) Performans Hedefinin sağlanması için ikinci aşama hesap ve değerlendirmenin yapılacağı ifade edilmiştir.

AYGM (2020)'de verilen ikinci aşamada deprem hesabı;

a) DTS=1 olan ağırlık tipi rıhtım duvarları için tüm “Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Deprem Hesabı” olarak yapılacaktır.

b) $DTS=2, 3$ olan ağırlık tipi rıhtım duvarları için “Kayan Blok Yöntemi ile Hesap” olarak yapılabilir. Ancak istenmesi durumunda “Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Deprem Hesabı” da yapılabilir.

İkinci aşamada değerlendirme ve tasarım için Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım yaklaşımı uygulanacaktır. Bu kapsamda;

Ağırlık tipi ve palplanşlı yanaşma yapılarında kalıcı yer değiştirme ve yapının deniz tarafına yapacağı eğilmeyi hesaplayarak izin verilen değerlerin aşmadığı gösterilecektir. ,

4.8.1. İkinci Aşamada Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Deprem Hesap Yöntemleri

4.8.1.1. Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Deprem Hesabı

Hesap yönteminde ağırlık tipi rıhtım duvarlarını oluşturan yapısal elemanlarla zemin ortamı, AYGM (2020)’de ortak bir sistem çerçevesinde bir arada modelleneceği belirtilmiştir. Modelde zeminin doğrusal olmayan (nonlineer) davranışı ve zemin ortamının sınırsızlığı göz önüne alınacaktır.

AYGM (2020)’de zemin ortamının sonlu elemanlar veya sonlu farklar yöntemi ile modelleneceği ifade edilmiştir.

Sonlu zemin modelinin sınırları boyunca ZA veya ZB dışındaki taban kayasında, zemin ortamından aşağı-dışa yayılan dalgaların model sınırlarından içeriye yansımaları önlemek için geçirgen sınırlar kullanılacaktır. Geçirgen sınırların yapıya olan yatay uzaklığı, her iki tarafta ayrı ayrı olmak üzere, kıyıya dik rıhtım uzunluğunun en az üç katı kadar olacaktır.

Zemin ortamının doğrusal olmayan modellemesi ve deprem etkisinin göz önüne alınması zemin ortamının doğrusal olmayan dinamik modellemesine ilişkin kurallara göre yapılacaktır. Zemin ortamının modellenmesi bağlamında özellikle mukavemet, efektif gerilme, maksimum kayma modülü ve eleman boyutu kurallarına uyulacaktır.

Zaman tanım alanı hesaplamalarında en az 7 adet deprem kaydına ön görülen bölgenin spektral değerlerine göre spektral eşleşme sağlanarak uygulanacak deprem kayıtları elde edilecek ve taban kayasından sisteme etki ettirilecektir.

Hesap sonucunda rıhtım duvarının üst kotunda elde edilen yatay yer değiştirme ile

rıhtım ön yüzü kalıcı eğiklikleri, şekil değiştirmeye göre değerlendirme de tanımlanan ilgili kapasite değerleri ile karşılaştırılarak performans değerlendirilmesi yapılacaktır (AYGM, 2020).

4.8.1.2. Kayan Blok Yöntemi ile Deprem Hesabı

Ağırlık tipi rıhtım duvarının Kayan Blok Yöntemi ile deprem hesabı ‘‘Newmark Kayan Blok Yöntemi’’ne göre yapılacaktır.

Kayan Blok Yöntemi ile elde edilen kalıcı yer değiştirme, malzeme pekleşme veya yumuşama davranışı ve boşluk suyu basıncı artışının olası etkilerine göre kayan bloğun alt sınırında tanımlanan deprem yer hareketine göre rölatif olarak hesaplanan yer değiştirmedir. Rıhtım duvarının toplam kalıcı yer değiştirme talebinin elde edilmesi için Kayan Blok Yönteminden elde edilen rölatif yer değiştirme ile serbest zemin davranış analizi ile kayan bloğun alt sınırında hesaplanan kalıcı yer değiştirmenin toplanması gereklidir. Bu toplam kalıcı yer değiştirme talebi, AYGM (2020)’de şekil değiştirmeye göre değerlendirmede tanımlanan kapasite değeri ile karşılaştırılarak performans değerlendirmesinin yapılacağı şeklinde belirtilmiştir.

4.8.2. İkinci Aşamada Ağırlık Tipi Rıhtım Duvarları İçin Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme

AYGM (2020)’ye göre ikinci aşamada ağırlık tipi rıhtım yapıları için deprem hesap yöntemleri ile elde edilen yatay kalıcı yer değiştirme talepleri ile rıhtım ön yüzü kalıcı eğiklik talepleri Çizelge 4.7’de verilen ilgili kapasite değerleri ile karşılaştırılarak performans değerlendirmesi yapılacaktır.

Çizelge 4.7: İkinci aşama için kalıcı yer değiştirme / şekil değiştirme kapasiteleri (AYGM, 2020)

Kalıcı yer değiştirme / şekil değiştirme	Kapasite
Rıhtımlarda:	
Kalıcı yatay yer değiştirme (cm)	100
Denize doğru kalıcı eğiklik (derece)	5

5. DLH (2008) - AYG M (2020) ŞARTNAMELERİ ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

Bu bölümde DLH (2008) ve AYG M (2020) Deprem Teknik Şartnameleri arasındaki farklılıklar tablo halinde karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

5.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar

DLH (2008)'de 3 farklı deprem düzeyi tanımlanmaktadır. Ancak yeni Şartname AYG M (2020)'de 4 farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmaktadır. Ayrıca Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.2 karşılaştırıldığında DLH (2008)'de D1 deprem düzeyi için verilen tanım AYG M (2020)'de DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için, DLH (2008)'de D3 deprem düzeyi için verilen tanım AYG M (2020)'de DD-1 deprem yer hareketi düzeyi için verilmektedir.

Çizelge 5.1: DLH (2008) deprem düzeyleri

2008	
D1	50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıl olan depremi temsil etmektedir. Bu deprem düzeyinin yapı ömrü boyunca oluşma olasılığı yüksektir.
D2	50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıl olan deprem düzeyini temsil etmektedir. Yapının hizmet ömrü boyunca karşılaşma olasılığı düşük olan deprem durumunu göstermektedir.
D3	50 yılda aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıl olan depremi temsil etmektedir. Yapının hizmet ömrü süresince karşılaşabileceği en büyük depremi göstermektedir.

Çizelge 5.2: AYGM (2020) deprem yer hareketi düzeyleri

2020	
DD-1	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 (100 yılda %4) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu deprem oluşma sıklığı çok düşük olan ancak yıkıcılığı en büyük olan depremdir.
DD-2	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Deprem oluşma sıklığı seyrek olarak tanımlanmakla birlikte AYGM (2020)'de <i>Deprem Tasarım Sınıfları</i> 'nın tanımlanması için kullanılacağı ifade edilmektedir.
DD-2a	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %30 (100 yılda %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 144 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu depremin oluşma olasılığı "sıkça" olarak ifade edilmektedir.
DD-3	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 (100 yılda %75) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu depremi temsil etmektedir. Bu depremin oluşma olasılığı "sık" olarak ifade edilmektedir.

5.2. Spektral İvme Değerleri Arasındaki Farklılıklar

S_S ve S_1 spektral ivme katsayı değerleri DLH (2008)'de yer alan EK-A bölümünden elde edilirken, AYGM (2020)'de tasarım yapılırken değerler Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kapsamında AFAD'ın internet adresinden girilen koordinatlar sonucu elde edilmektedir. Çizelge 5.3'te spektral ivme değerlerinin her iki şartnameye göre hesap yöntemi verilmiştir.

Çizelge 5.3: Spektral ivme değerleri hesaplamasındaki farklılıklar

2008	2020
$S_{MS} = F_a \times S_S$	$S_{DS} = F_S \times S_S$
$S_{M1} = F_v \times S_1$	$S_{D1} = F_1 \times S_1$
S_S : Kısa periyot spektral ivme katsayısı S_1 : 1.0 saniye periyot için spektral ivme katsayısı	

5.3. Statik-Eşdeğer Deprem Katsayısı Hesaplanmasındaki Farklılıklar

DLH (2008) ve AYGM (2020) deprem teknik şartnamelerine göre statik-eşdeğer deprem katsayıları hesaplamaları arasındaki farklılık Çizelge 5.4'te görülmektedir. Tasarımı yapılacak yapının deprem yer hareketi düzeyine göre statik-eşdeğer deprem katsayıları hesaplama biçimleri arasındaki farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 5.4: Statik-eşdeğer deprem katsayısı hesaplamasındaki farklılıklar

2008	
D1	$k_h = (2/3) \times A_{10}$
D2	$k_h = A_{20}$ ($A_{20} \leq 0.20$)
	$k_h = (1/3) \times (A_{20})^{(1/3)}$ ($A_{20} > 0.20$)
2020	
DD-2a DD-3	$k_h = 0.267S_{DS}$

5.4. Performans Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar

DLH (2008) ve AYGGM (2020) deprem teknik şartnamelerinde verilen performans düzeyleri Çizelge 5.5’te görülmektedir.

Çizelge 5.5: Performans düzeyleri arasındaki farklılıklar

Performans Düzeyleri	
2008	2020
Minimum Hasar Performans Düzeyi	Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi
Kontrollü Hasar Performans Düzeyi	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi
İleri Hasar Performans Düzeyi	Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
Göçme Hasarı Durumu	Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

5.5. Kıyı ve Liman Yapılarının Deprem Performansı Bakımından Sınıflandırılması Arasındaki Farklılıklar

DLH (2008) deprem teknik şartnamesinde yapı önem sınıfı 4 grupta ele alınmaktadır. AYGGM (2020) deprem teknik şartnamesinde ise yapı önem sınıfı 3 grupta ele alınmaktadır. Çizelge 5.6’da yapı önem sınıfları arasındaki farklılıklar görülmektedir.

Çizelge 5.6: Yapı önem sınıfları arasındaki farklılıklar

Önem Sınıfları	
2008	2020
Özel Yapılar Normal Yapılar Basit Yapılar Önemsiz Yapılar	KLÖS=1: Önemli Yapılar KLÖS=2: Normal Yapılar KLÖS=3: Basit Yapılar

5.6. Performans Hedefleri Arasındaki Farklılıklar

Her iki deprem teknik şartnamesinde performans hedefleri yapı önem sınıfı ve deprem yer hareketi düzeyine bağlı olarak Çizelge 5.7 ve Çizelge 5.8’den elde edilmektedir.

Çizelge 5.7: DLH (2008) performans hedefleri

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	MH	KH
Basit	MH	KH	(İH)
Normal	KH	(İH)	-
Önemsiz	(İH)	(GH)	-

Çizelge 5.8: AYG (2020) performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS=1	KLÖS=2	KLÖS=3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

5.7. Tasarım Yöntemleri Arasındaki Farklılıklar

DLH (2008)’de dayanıma ve şekil değiştirmeye göre tasarım yapılmaktadır. Ancak yeni deprem teknik şartnamesi AYG (2020)’de tasarım, yapı önem sınıfı, deprem yer hareketi düzeyi ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak iki aşamalı yapılmaktadır. Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10’da deprem teknik şartnamelerine ait tasarım yöntemleri görülmektedir.

Çizelge 5.9: DLH (2008) tasarım yöntemleri

2008			
Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Çizelge 5.10: AYGM (2020) tasarım yöntemleri

Kıyı-Liman Yapısı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

6. YANAŞMA YAPILARI HESAP ESASLARI

Ağırlık tipi yanaşma yapılarının eşdeğer statik deprem yöntemine göre tasarımı yapılırken yapıya etkiyen kuvvetler ve bu kuvvetlerin belirlenme yöntemleri DLH (2008) ve AYGEM (2020)'de verilmiştir. Yapıya etkiyen bu kuvvetler ve kuvvetlerin belirlenme yöntemleri bu bölümde özetlenmiştir.

6.1. Yapıya Etkiyen Yükler

6.1.1. Sabit Yükler

Sabit yükler, yapının tüm sabit taşıyıcı elemanlarının ağırlıklarını ve varsa ilave sabit ağırlıkları kapsamaktadır. Çizelge 6.1'de malzemelere ait hesap ağırlıkları verilmiştir.

Çizelge 6.1: Malzeme hesap ağırlıkları (t/m³) (Hasanoğlu, 1999)

<u>MALZEME</u>	<u>SU ÜSTÜNDE</u>	<u>SU ALTINDA</u>
Beton, B.A Betonu	2.300	1.300
Çelik	7.850	6.850
Kum	1.800	1.100
Çakıl	1.700	1.000
Taş Dolgu ve Ocak Artığı	1.800	1.100

6.1.2. Hareketli Yükler

Hareketli yükler, iskele ve rıhtım yapıları üzerinde hareket eden ekipman, araç yükleri ve yayılı yüklerdir (Topsoy, 2016).

Karayolları Genel Müdürlüğü Karayolu Teknik Şartnamesinde verilen kamyon yükleri;

H₃₀ - S₂₄ kamyon tipi için: 300 kN

H₂₀ - S₁₆ kamyon tipi için: 200 kN

H₁₅ - S₁₂ kamyon tipi için: 150 kN

H₁₀ kamyon tipi için: 100 kN

6.1.3. Düzgün Yayılı Yükler

, Yapı üzerinde depolanmış yükler ya da kullanılan ekipmanlar ile insan yüklerine karşılık gelen yayılı yüklerdir.

6.1.4. Deprem Yüğü

Deprem yüğü, DLH (2008) ve AYGM (2020) Deprem Teknik Şartnamelerinde farklı farklı deprem düzeylerine karşılık gelen kuvvetler olarak elde edilmektedir.

6.1.5. Gemi Bağlama Kuvveti

Gemi bağlama yüğü, geminin rıhtım, iskele veya dolfenlerde babalara ya da halkalara bağlı olduğu durumda rüzgâr ve akıntı etkisinde gemi hareketleri sonucunda yanaşma yapısında oluşan yüğüdür.

6.1.6. Deprem Etkisi Altında Statik-Eşdeğer Zemin ve Su Basınçları

Gerek statik gerekse deprem etkisi altında rıhtım yapısı duvarlarının arkasındaki tabakalı zeminden yapıya etkiyen statik-dinamik zemin basınçları ve basınçların oluşturduğu statik-dinamik zemin kuvvetleri deprem teknik şartnamesinde tanımlanmışlardır.

AYGM (2020)'de dinamik zemin basınçlarına ilişkin bileşke kuvvetin etkime noktası, duvar yüksekliğinin orta noktasının alınacağı belirtilmiştir.

6.1.6.1. Tamamen Kuruda Olan Zemin Tabakalarında Zemin Basıncı

Kohezyonsuz ve tamamen kuruda olan, yüzeyden itibaren (i)'inci zemin tabakasının tabanında esas alınacak statik-eşdeğer dinamik aktif zemin basıncı $P_{ai,d}$ ile pasif zemin basıncı $P_{pi,d}$ sırasıyla Denklem 6.1 ve Denklem 6.2'te tanımlanmıştır. Her bir tabaka boyunca zemin basıncının değişimi doğrusaldır

$$P_{ai,d} = K_{ai,d} \left[\sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + \frac{q_0 \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \right] \cos \alpha \quad (6.1)$$

$$P_{pi,d} = K_{pi,d} \left[\sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + \frac{q_0 \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \right] \cos \alpha \quad (6.2)$$

Kohezyonlu ve tamamen kuruda olan, yüzeyden itibaren (i)'inci zemin tabakasının tabanında esas alınacak statik-eşdeğer dinamik aktif zemin basıncı $P_{ai,d}$ ile pasif zemin basıncı $P_{pi,d}$ sırasıyla Denklem 6.3 ve Denklem 6.4'te tanımlanmıştır.

$$P_{ai,d} = \frac{\tan \lambda}{\tan \zeta_{ai}} \left[\sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + q_0 \right] - 2c \left[\frac{1}{\sin \zeta_{ai}} - 1 \right] \quad (6.3)$$

$$P_{pi,d} \cong 0 \quad (6.4)$$

Bağıntılarda γ zemin kuru birim hacim ağırlığını, h zemin tabakasının yüksekliğini, Denklem 6.5'te tanımlanan ζ_{ai} , tabakanın göçme yüzeyini, Denklem 6.6'da ifade edilen λ , eşdeğer deprem katsayılarına olan k_h 'a bağlı sismik atalet açısını temsil etmektedir.

$$\zeta_{ai} = \tan^{-1} \frac{\overline{\tan \lambda}^{ND}}{2c} \left[\sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + 2q_0 \right] \quad (6.5)$$

$$\lambda = \tan^{-1} k_h \quad (6.6)$$

Statik aktif zemin basıncı $P_{ai,s}$ Denklem 6.7, statik pasif zemin basıncı $P_{pi,s}$ ise Denklem 6.8 ile hesaplanabilir.

$$P_{ai,s} = \sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + q_0 - 2c \quad (6.7)$$

$$P_{pi,s} = \sum_{j=1}^i (\gamma_j h_j) + q_0 + 2c \quad (6.8)$$

Negatif zemin basıncı elde edilirse, basınç sıfır olarak alınacaktır.

6.1.6.2. Su Düzeyinin Altında Olan Zemin Tabakalarında Zemin Basıncı

Kohezyonsuz zeminlerde su seviyesinin altında olan, yüzeyden itibaren (i)'inci zemin tabakasının tabanında esas alınacak statik-eşdeğer dinamik aktif zemin basıncı $P_{ai,d}$ ile pasif zemin basıncı $P_{pi,d}$ sırasıyla Denklem 6.9 ve Denklem 6.10'da tanımlanmıştır.

$$P_{ai,d} = K_{ai,d} \left[\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_{bj} h_j) + \frac{q_0 \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \right] \cos \alpha \quad (6.9)$$

$$P_{pi,d} = K_{pi,d} \left[\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_{bj} h_j) + \frac{q_0 \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} \right] \cos \alpha \quad (6.10)$$

Kohezyonlu zeminlerde su seviyesinin altında olan, yüzeyden itibaren (i)'inci zemin tabakasının tabanında esas alınacak statik-eşdeğer dinamik aktif zemin basıncı $P_{ai,d}$ ile pasif zemin basıncı $P_{pi,d}$ sırasıyla Denklem 6.11 ve Denklem 6.12'de tanımlanmıştır.

$$P_{ai,d} = \frac{\tan \lambda}{\tan \zeta_{ai}} \left[\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_j h_j) + q_0 \right] - 2c \left[\frac{1}{\sin \zeta_{ai}} - 1 \right] \quad (6.11)$$

$$P_{pi,d} \cong 0 \quad (6.12)$$

ζ_{ai} , tabakanın göçme yüzeyini tanımlayan açık Denklem 6.13'te verilen ifade ile bulunabilir.

$$\zeta_{ai} = \tan^{-1} \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \lambda}{2c}} \left[\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_{bj} h_j) + \mathbf{q}_0 \right] \quad (6.13)$$

Statik aktif zemin basıncı $P_{ai,s}$ Denklem 6.14, statik pasif zemin basıncı $P_{pi,s}$ ise Denklem 6.15 ile hesaplanabilir.

$$P_{ai,s} = \sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_{bj} h_j) + q_0 - 2c \quad (6.14)$$

$$P_{pi,s} = \sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^i (\gamma_{bj} h_j) + q_0 + 2c \quad (6.15)$$

Negatif zemin basıncı elde edilirse, basınç sıfır olarak alınacaktır.

6.1.6.3. Kohezyonsuz Zeminlerde Aktif ve Pasif Basınç Katsayıları

AYGM (2020)'de kohezyonsuz zeminlerde yüzeyden itibaren (i)'inci kohezyonsuz zemin tabakasının tabanında, statik zemin basıncı ile depremde oluşan ek dinamik zemin basıncının toplamını hesaplamak için kullanılacak olan $K_{ai,t}$, toplam aktif basınç katsayısı Denklem 6.16 ile, toplam pasif basınç katsayısı $K_{pi,t}$ ise Denklem 6.17 ile belirtilmiştir.

$$K_{ai,t} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2 \alpha \cos(\delta + \alpha + \lambda)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^{-2} \quad (6.16)$$

$$K_{pi,t} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \lambda + \alpha)}{\cos \lambda \cos^2 \alpha \cos(\delta - \alpha + \lambda)} \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda + \beta)}{\cos(\delta - \alpha + \lambda) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^{-2} \quad (6.17)$$

Zeminin su altında veya suya doygun olması durumunda, zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı olarak Denklem 6.16 ve Denklem 6.17'de δ yerine $\delta/2$ göz önüne alınacaktır. Pasif basınç durumunda sürtünme açısı negatif olarak hesaba katılacaktır.

Sadece depremde oluşan dinamik aktif basınç katsayısı $K_{ai,d}$ Denklem 6.18, dinamik pasif basınç katsayısı $K_{pi,d}$ Denklem 6.19 ile hesaplanacaktır.

$$K_{ai,d} = K_{ai,t} - K_{ai,s} \quad (6.18)$$

$$K_{pi,d} = K_{pi,t} - K_{pi,s} \quad (6.19)$$

Yukarıda verilen bağıntılarda geçen φ , zemin içsel sürtünme açısını, α , duvar zemin ara kesitinin zemin ile yaptığı açığı, β , zemin yüzeyinin yatayla yukarıya doğru yaptığı şev açısını, δ ise zemin ile duvar arasındaki sürtünme açısını temsil etmektedir.

Denklem 6.18'de yer alan statik aktif basınç katsayısı $K_{ai,s}$ ve Denklem 6.19'da yer alan statik pasif basınç katsayısı $K_{pi,s}$, Denklem 6.16 ve Denklem 6.17'de $\lambda=0$ alınarak elde edilir (AYGM, 2020).

6.1.6.4. Statik-Eşdeğer Dinamik Su Basıncı

AYGM (2020)'de ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtım yapılarının deniz suyunun etkisi olarak göz önüne alınacak olan statik-eşdeğer dinamik su basıncının Denklem 6.20 ile elde edileceği belirtilmiştir.

$$P_{w,d} = \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H_y} \quad (6.20)$$

Denklem 6.31'in su derinliğince entegre edilmesi ile bileşke statik-eşdeğer dinamik su kuvveti ve bileşkenin su yüzeyinden itibaren derinliği Denklem 6.21'de verildiği şekilde elde edilir.

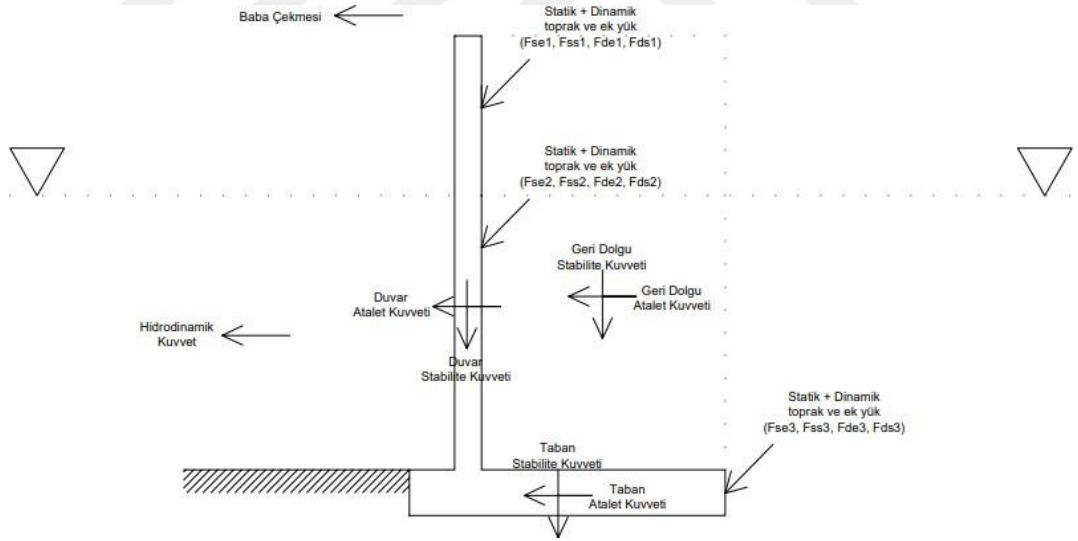
$$P_{w,d} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2 ; \quad = \frac{3}{5} H \quad (6.21)$$

7. L TİPİ YANAŞMA YAPISININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI

L tipi yanaşma yapısının farklı deprem yer hareketi düzeylerinde ve farklı derinliklerde tasarımı yapılmıştır. Tasarım DLH (2008) ve AYG (2020) Deprem Teknik Şartnameleri esas alınarak her iki şartname için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

7.1. DLH (2008) 'e Göre L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı

Tasarım 29.80 boylam ve 36.20 enlem koordinatlarına göre yapılmıştır. Şekil 7.1'de L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler görülmektedir.



Şekil 7.1: L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler

7.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1)'e Göre Tasarım

D1 deprem düzeyine göre %50 aşılıma olasılığı dikkate alınmaktadır. C zemin sınıfı için kısa periyot zemin katsayısı F_a , DLH (2008) Kıyı Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği kullanılarak bulunmaktadır. Tasarımı yapılacak yanaşma yapısının Normal Yapılar sınıfına girdiği kabul edilmiştir. Tasarımda uygulanacak yöntem deprem düzeyi ve yapı sınıfına göre Çizelge 7.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1: Ağırılık tipi rıhtım duvarlarına çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Yapı arkasında kullanılan dolgu malzemesi için kumun kurudaki birim hacim ağırlığı $\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. L tipi rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^2 ve baba çekmesi 100 kN 'dir. Kronman duvarı uzunluğu 15 m 'dir.

D1 deprem düzeyi için kısa doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri DLH (2008) Ek A'da verilmektedir. Referans olarak alınan C zemin sınıfı ve D1 deprem düzeyi için yapının bulunduğu konuma ait koordinatlarda $S_S = 0.31$ 'dir. C zemin sınıfı için ise aynı doğal titreşim periyotlarına karşılık gelen spektral ivme değeri; Çizelge 7.2'den $S_S = 0.31$ için C zemin sınıfının kısa periyot zemin katsayısı $F_a = 1.2$ olarak bulunmaktadır.

Çizelge 7.2: Kısa periyot zemin katsayısı F_a

Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Spektral İvmesi (g) ^a				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b	- ^b

Doğal titreşim periyoduna karşılık gelen spektral ivme değeri;

$$S_{MS} = F_a \times S_S = 1.2 \times 0.31 = 0.372$$

D1 deprem düzeyinde statik-eşdeğer dinamik zemin basıncı ile su basıncının hesabında göz önüne alınacak olan eşdeğer deprem ivmesi katsayıları, etkin yer ivmesi katsayıları cinsinden hesaplanmaktadır.

$$A_{10} = 0.4 \times S_{MS} = 0.4 \times 0.372 = 0.149$$

$$k_h = (2/3) \times A_{10} = (2/3) \times 0.149 = 0.099$$

Aktif Statik Toprak Basıncı Katsayıları

Mononobe-Okabe yönteminde statik toprak basıncı katsayısı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \alpha)}{\cos(\alpha) \cos^2(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]}$$

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\frac{\delta}{2} = \frac{13.33}{2} = 6.67$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ ve } \beta = 0^\circ$$

$$K_{ai,s} (\text{kuru}) = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos(0) \cos^2(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]}$$
$$= 0.202$$

$$K_{ai,s} (\text{doygun}) = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos(0) \cos^2(6.67 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(6.67 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]}$$
$$= 0.208$$

Bu yöntemde toplam aktif toprak basıncı katsayısı ıslak ve kuru bölge için ayrı ayrı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - k_v) \cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha + \lambda) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(\alpha - \beta)}} \right]}$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.099) = 5.67$$

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 5.67 - 0)}{\cos(5.67)\cos^2(0)\cos(13.33 + 0 + 5.67) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33)\sin(40 - 0 - 5.67)}{\cos(13.33 + 0 + 5.71)\cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.253$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.253 - 0.202 = 0.051$$

Suya doymun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$)

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = \tan^{-1}(k'_h)$$

$$k'_h = \frac{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^N (\gamma_{sj} h_j) + q_0}{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^N (\gamma_{bj} h_j) + q_0} k_h$$

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.099 = 0.14$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.14) = 7.97$$

Zeminin su altında veya suya doymun olması durumunda, zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı olarak δ yerine $\delta/2$ göz önüne alınmaktadır.

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 0 - 7.97)}{\cos(7.97)\cos^2(0)\cos(6.67 + 0 + 7.97) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 6.67)\sin(40 - 0 - 7.97)}{\cos(6.67 + 0 + 7.97)\cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.282$$

$$\text{Doymun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doymun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.282 - 0.208 = 0.074$$

L tipi yanaşma yapısının 3 m su derinliğinde hazırlanan tasarımına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Statik Toprak Kuvveti

$$P_{ai,se1,1} = K_{ai,s} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.202 \times 18 \times 1.75 = 6.36 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,1} = \frac{P_{ai,se1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{6.36 \times 1.75}{2} = 5.57 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,se1,1}$ 'in uygulama noktası, A noktasından $\frac{1 \times 1.75}{3} + 3.50 = 4.08$ yukarıdadır.

$$P_{ai,se1,2} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,2} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times (4.75 - 1.75)) = 13.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(P_{ai,se1,1} + P_{ai,se1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,se1,2} = \left(\frac{6.36 + 13.03}{2} \right) \times 3.00 = 29.09 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,se1,2}$ 'nin uygulama noktası, A noktasından $\frac{3 \times (2 \times 6.36 + 13.03)}{3 \times (6.36 + 13.03)} + 0.5$
= 1.83 m yukarıdadır.

$$P_{ai,se1,3} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,3} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times (5.25 - 1.75)) = 14.14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(P_{ai,se1,2} + P_{ai,se1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(13.03 + 14.14) \times (5.25 - 4.75)}{2} = 6.79 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,se1,3}$ 'ün uygulama noktası, A noktasından $\frac{0.5 \times (2 \times 13.03 + 14.14)}{3 \times (13.03 + 14.14)}$
= 0.25 m yukarıdadır.

Statik Ek Yükler

$$P_{ai,ss1,1} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,1} = P_{ai,ss1,1} \times h_{1,1} = 3.03 \times 1.75 = 5.30 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m}$ yukarıdadır.

$$P_{ai,ss1,2} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,2} = P_{ai,ss1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 3.03 \times (4.75 - 1.75) = 9.09 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{3.00}{2} + 0.5 = 2.00 \text{ m}$ yukarıdadır.

$$P_{ai,ss1,3} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,3} = P_{ai,ss1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 3.03 \times (5.25 - 4.75) = 1.51 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m}$ yukarıdadır.

Dinamik Toprak Kuvveti

$$P_{ai,de1,1} = K_{ai,d} (\text{kuru}) \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.051 \times 18 \times 1.75 = 1.61 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,1} = \frac{P_{ai,de1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{1.61 \times 1.75}{2} = 1.41 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,de1,1}$ 'in uygulama noktası, A noktasından $\frac{1.75}{3} + 3.50 = 4.08 \text{ m}$ yukarıdadır.

$$P_{ai,de1,2} = K_{ai,d} (\text{kuru}) \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d} (\text{doygun}) \times \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,2} = 0.051 \times 18 \times 1.75 + 0.074 \times 11 \times (4.75 - 1.75) = 4.06 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(P_{ai,de1,1} + P_{ai,de1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(1.61 + 4.06) \times (4.75 - 1.75)}{2} = 8.51 \text{ kN/m}$$

$$F'_{ai,de1,2} \text{ nin uygulama noktası, A noktasından } \frac{3 \times (2 \times 1.61 + 4.06)}{3 \times (1.61 + 4.06)} + 0.5$$

= 1.78 m yukarıdadır.

$$P_{ai,de1,3} = K_{ai,d} (kuru) \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d} (doygun) \times \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,3} = 0.051 \times 18 \times 1.75 + 0.074 \times 11 \times (5.25 - 1.75) = 4.46 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(P_{ai,de1,2} + P_{ai,de1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(4.06 + 4.46) \times (5.25 - 4.75)}{2} = 2.13 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,de1,3}'\text{ün uygulama noktası, A noktasından } \frac{0.5 \times (2 \times 4.06 + 4.46)}{3 \times (4.06 + 4.46)} \\ = 0.25 \text{ m yukarıdadır.}$$

Dinamik Ek Yükler

$$P_{ai,ds1,1} = K_{ai,d} (kuru) \times q_0 = 0.051 \times 15 = 0.77 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,1} = P_{ai,ds1,1} \times h_{1,1} = 0.77 \times 1.75 = 1.34 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ds1,2} = K_{ai,d} (doygun) \times q_0 = 0.074 \times 15 = 1.11 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,2} = P_{ai,ds1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 1.11 \times (4.75 - 1.75) = 3.33 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{3.00}{2} + 0.5 = 2.00 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ds1,3} = K_{ai,d} (doygun) \times q_0 = 0.074 \times 15 = 1.11 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,3} = P_{ai,ds1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 1.11 \times (5.25 - 4.75) = 0.56 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m yukarıdadır.}$$

Hidrodinamik Kuvveti

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times k_h \times \gamma_w \times H^2 \quad \gamma_w: 10 \text{ kN/m}^3$$

Su derinliğince entegre edilerek, bileşke statik-eşdeğer dinamik su kuvveti ve bileşkenin su yüzeyinden itibaren derinliği $h_{w,d} = 3/5 H$ 'dır (DLH, 2008).

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times 0.099 \times 10 \times 3^2 = 5.21 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, tabandan yaklaşık $0.4 \times 3.00 = 1.20$ m, A noktasından ise $1.20 + 0.50 = 1.70$ m yukarıdadır.

Stabilite, Atalet ve Diğer Etkili Kuvvetler

Stabilite Kuvvetleri

Duvar için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b + \gamma_{bb} \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{\text{duvar}} = 23 \times 1.75 \times 0.30 + 13 \times 3.00 \times 0.30 = 23.78 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.50 + \frac{0.30}{2} = 0.65$ m uzaklıktadır.

Geri dolgu için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b + \gamma_{bj} \times a \times b$$

$$W_{g,dolgu} = 18 \times 1.75 \times 2.70 + 11 \times 3.00 \times 2.70 = 174.15 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.80 + \frac{2.70}{2} = 2.15$ m uzaklıktadır.

Taban için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_{bb} \times a \times b$$

$$W_{\text{taban}} = 13 \times 0.50 \times 3.50 = 22.75 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{3.50}{2} = 1.75$ m uzaklıktadır.

Atalet Kuvvetleri

Su altında kalan kısımlarda atalet kuvvetlerini hesaplariken ağırlık yerine kütle ve su içindeki dolgu zemin için k_h yerine k'_h kullanılmaktadır.

Duvar için atalet kuvveti:

$$F_{\text{duvar}} = W_{\text{duvar}} \times k_h$$

$$W_{\text{duvar}} = 23 \times 4.75 \times 0.30 = 32.78 \text{ kN/m}$$

$$F_{\text{duvar}} = 32.78 \times 0.099 = 3.25 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.50 + \frac{4.75}{2} = 2.88$ m yukarıdadır.

Geri dolgu atalet kuvveti

$$F_{\text{g.dolgu}} = W_{\text{g.dolgu},1} \times k_h + W_{\text{g.dolgu},2} \times k'_h$$

$$W_{\text{g.dolgu},1} = 18 \times 2.70 \times 1.75 = 85.05 \text{ kN/m}$$

$$W_{\text{g.dolgu},2} = 21 \times 2.70 \times 3.00 = 170.10 \text{ kN/m}$$

$$F_{\text{g.dolgu}} = 85.05 \times 0.099 + 170.10 \times 0.099 = 25.31 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından

$$(85.05 \times 0.099 \times (3.5 + \frac{1.75}{2})) + 170.10 \times 0.099 \times (0.5 + \frac{3.00}{2})$$

$$25.31$$

$$= 3.34 \text{ m yukarıdadır.}$$

Taban atalet kuvveti:

$$F_{\text{taban}} = W_{\text{taban}} \times k_h$$

$$W_{\text{taban}} = 23 \times 0.5 \times 3.50 = 40.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{\text{taban}} = 40.25 \times 0.099 = 3.99 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{0.50}{2} = 0.25$ m yukarıdadır.

Statik Baba Çekmesi

Baba çekmesi; %50 azalma ile hesaba katılmaktadır. Baba çekmesinin tabandan 5.50 m yukarıdaki değeri; $\%50 \times 100 / 15 = 3.33$ kN/m'dir. (15 m = kronman uzunluğu)

Kuvvet ve Moment Dengesi

Deprem etkisi altında göz önüne alınacak yatay yük kombinasyonlarında statik ve dinamik ek yükler %50 azaltılarak hesaba katılmaktadır (DLH, 2008). Devrilme momenti hesabında dinamik toprak ve dinamik ek yük yüklemelerinden oluşan devrilme momentleri %50 arttırılmaktadır (DLH, 2008). Ayrıca zeminin su altında olması durumunda zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı $\delta / 2$ alınmalıdır (DLH, 2008). Söz edilen kuvvetlerin yapı üzerindeki etkileri şekillerde gösterilmektedir ve A noktasına göre stabilite momentleri ve deviren momentleri hesaplanmaktadır:

$$\text{Yatay yük kombinasyonu} = D_M + Z_S + Z_D + 0.5Z_{SQ} + 0.5Z_{DQ} + S_D + 0.5B$$

$$P = 5.21 + 3.25 + 3.99 + 25.31 + (5.57 + 0.5 \times 5.30 + 1.41 + 0.5 \times 1.34) \times \cos(13.33) \\ + 3.33 + ((29.09 + 0.5 \times 9.09 + 8.51 + 0.5 \times 3.33) + (6.79 + 0.5 \times 1.51 + 2.13 + 0.5 \\ \times 0.56)) \times \cos(13.33/2)$$

$$P = 104.52 \text{ kN/m}$$

$$\text{Düşey yük kombinasyonu} = G + S_K$$

$$W = 23.78 + (5.57 + 5.30 + 1.41 + 1.34) \times \sin(13.33) + 22.75 + 174.15 + (29.09 + \\ 9.09 + 8.51 + 3.33 + 6.79 + 1.51 + 2.13 + 0.56) \times \sin(13.33/2)$$

$$W = 230.90 \text{ kN/m}$$

Stabilite Tahkikleri

Devrilmeye karşı momentler

$$\text{Duvar: } 23.78 \times 0.65 = 15.45 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Taban: } 22.75 \times 1.75 = 39.81 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu: } 174.15 \times 2.15 = 374.42 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Toprak itkisi: } (5.57 + 5.30 + 1.41 + 1.34) \times \sin(13.33) \times 0.80 = 2.51 \text{ kNm/m}$$

$$(29.09 + 9.09 + 8.51 + 3.33) \times \sin(13.33/2) \times 0.80 = 4.64 \text{ kNm/m}$$

$$(6.79 + 1.51 + 2.13 + 0.56) \times \sin(13.33/2) \times 3.50 = 4.47 \text{ kNm/m}$$

$$W \times e = 441.31 \text{ kNm/m}$$

Devirmeye çalışan momentler

$$\text{Baba çekmesi: } 3.33 \times 5.50 = 18.33 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar atalet kuvveti: } 3.25 \times 2.88 = 9.35 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu atalet kuvveti: } 25.31 \times 3.34 = 84.56 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Taban atalet kuvveti: } 3.99 \times 0.25 = 0.99 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Hidrodinamik kuvvet: } 5.21 \times 1.70 = 8.85 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Toprak itkisi: } 5.57 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 22.12 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 22.57 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 1.41 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 8.42 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 1.34 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 8.59 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$29.09 \times \cos(13.33/2) \times 1.83 = 52.81 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$9.09 \times \cos(13.33/2) \times 2.00 = 18.06 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 8.51 \times \cos(13.33/2) \times 1.78 = 22.61 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 3.33 \times \cos(13.33/2) \times 2.00 = 9.92 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$6.79 \times \cos(13.33/2) \times 0.25 = 1.66 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$1.51 \times \cos(13.33/2) \times 0.25 = 0.38 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 2.13 \times \cos(13.33/2) \times 0.25 = 0.78 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 0.56 \times \cos(13.33/2) \times 0.25 = 0.21 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$M_d = 290.22 \text{ kNm/m}$$

Devrilmeye karşı güvenlik faktörü

Minimum hasar düzeylerine göre devrilmeye karşı güvenlik faktörü en az 1.3 olacaktır (DLH, 2008).

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} = \frac{441.31}{290.22} = 1.52 > 1.3 \text{ uygun}$$

Kaymaya karşı güvenlik faktörü

Minimum hasar düzeylerine göre kaymaya karşı güvenlik faktörü 1.2 olacaktır (DLH, 2008).

$$F_{sk} = \frac{\mu \times W}{P} ; \mu = 0.52$$

$$F_{sk} = \frac{0.52 \times 230.90}{104.52} = 1.15 \geq 1.2 \text{ uygun}$$

Benzeri hesaplamalar 5 m, 7 m ve 10 m su derinliği için aynı zemin koşullarında gerçekleştirilmiştir. Tüm hesaplamalara ait etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları Çizelge 7.3'te verilmiştir.

Çizelge 7.3: L tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	290.22	441.31	1.52	104.52	120.07	1.15
5	708.68	871.52	1.23	186.66	196.90	1.06
7	1420.40	1514.49	1.07	293.04	292.85	0.99
10	3400.12	2861.64	0.84	524.15	477.78	0.91

7.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2)'ye Göre Tasarım

D2 deprem düzeyine göre %10 aşılma olasılığı dikkate alınmaktadır. C zemin sınıfı için kısa periyot zemin katsayısı F_a , DLH (2008) Kıyı Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği kullanılarak bulunmaktadır. Tasarımı yapılacak yanaşma yapısının Normal Yapılar sınıfına girdiği kabul edilmiştir. Tasarımda uygulanacak yöntem deprem düzeyi ve yapı sınıfına göre Çizelge 7.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 7.4: Ağırık tipi rıhtım duvarlarına çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Yapı arkasında kullanılan dolgu malzemesi için kumun kurudaki birim hacim ağırlığı $\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. L tipi rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^2 ve baba çekmesi 100 kN 'dir. Kronman duvarı uzunluğu 15 m 'dir.

D2 deprem düzeyi için kısa doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri DLH (2008) Ek A'da verilmektedir. Referans olarak alınan C zemin sınıfı ve D2 deprem düzeyi için yapının bulunduğu konuma ait koordinatlarda $S_S = 0.62$ 'dir. C zemin sınıfı için ise aynı doğal titreşim periyotlarına karşılık gelen spektral ivme değeri; Çizelge 7.5'ten $S_S = 0.62$ için C zemin sınıfının kısa periyot zemin katsayısı enterpolasyon sonucunda $F_a = 1.152$ olarak bulunmaktadır.

Çizelge 7.5: Kısa periyot zemin katsayısı F_a

Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Spektral İvmesi (g) ^a				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	—b	—b	—b	—b	—b

Doğal titreşim periyoduna karşılık gelen spektral ivme değeri;

$$S_{MS} = F_a \times S_S = 1.152 \times 0.62 = 0.714$$

D2 deprem düzeyinde statik-eşdeğer dinamik zemin basıncı ile su basıncının hesabında göz önüne alınacak olan eşdeğer deprem ivmesi katsayıları, etkin yer ivmesi katsayıları cinsinden hesaplanmaktadır.

$$A_{20} = 0.4 \times S_{MS} = 0.4 \times 0.714 = 0.286$$

$$A_{20} > 0.20$$

$$k_h = (1/3) \times A_{20}^{(1/3)} = (1/3) \times 0.286^{(1/3)} = 0.22$$

Aktif Statik Toprak Basınc Katsayıları

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ ve } \beta = 0^\circ$$

$$K_{ai,s} (\text{kuru}) = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos^2(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$= 0.202$$

$$K_{ai,s} (\text{doygun}) = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos(0) \cos^2(6.67 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(6.67 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$= 0.208$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.219) = 12.38$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 12.38 - 0)}{\cos(12.38) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 12.38) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 12.38)}{\cos(13.33 + 0 + 12.38) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.331$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.331 - 0.202 = 0.129$$

Suya doygun bölge için

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.219 = 0.31$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.31) = 17.22$$

$K_{ai,t}$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 0 - 17.22)}{\cos(17.22) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 17.22) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 17.22)}{\cos(13.33 + 0 + 17.22) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.403$$

$$\text{Doygun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doygun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.403 - 0.208 = 0.195$$

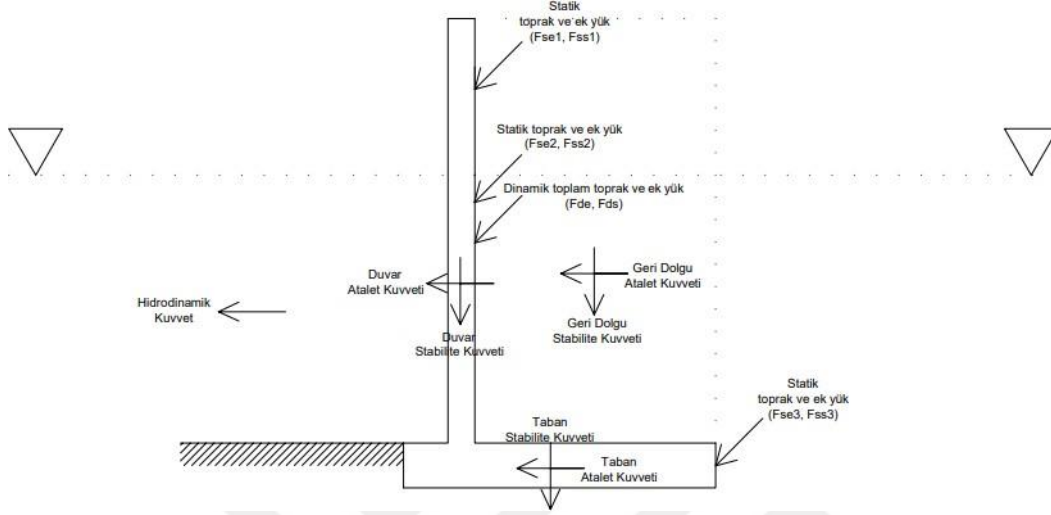
Çizelge 7.6'da L tipi yanaşma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 7.6: L tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	494.75	445.56	0.90	173.11	121.96	0.70
5	1260.20	879.11	0.70	317.11	200.23	0.63
7	2595.76	1526.55	0.59	507.30	298.10	0.59
10	5241.59	2882.93	0.46	907.41	487.31	0.54

7.2. AYGGM (2020)'ye Göre L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı

Tasarım 29.80 boylam ve 36.20 enlem koordinatlarına göre yapılmıştır. Şekil 7.2'de L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler görülmektedir.



Şekil 7.2: L tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler

7.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)'e Göre Tasarım

7.2.1.1. Deprem Yer Hareketi

Deprem yer hareketi düzeyi-1 (DD-1) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 7.7'de verilmiştir.

Çizelge 7.7: DD1 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_S	S_1	S_{DS}	S_{D1}
1.857	0.493	2.228	0.739

DD-2a ve DD-3 deprem yer hareketi düzeyleri için haritadan elde edilen harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 değerleri aşağıdaki gibidir.

DD-2a için; $S_S = 0.985$

DD-3 için; $S_S = 0.399$

$S_1 = 0.259$

$S_1 = 0.103$

Tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} , yerel zemin sınıfı ZC için yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 kullanılarak hesaplanmıştır.

DD-2a için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.985 \times 1.2 = 1.182$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.259 \times 1.5 = 0.389$$

DD-3 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.399 \times 1.3 = 0.519$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.103 \times 1.5 = 0.155$$

7.2.1.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak “Normal Yapılar” sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 2.228$ olup bu değer Çizelge 7.8'de DTS=1 için verilen değerden (1.00) büyüktür. Bu sebeple DTS=1 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 7.8: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS = 3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS = 2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS = 1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri DLH (2020) Çizelge 7.9'da özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7.9: Ağırılık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi				
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı			
	KLÖS = 1		KLÖS = 2	KLÖS = 3
DD-3	-		KK	KH
DD-2a	KK		-	-
DD-1	KH		-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır.

Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 7.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 7.10: Ağırılık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

7.2.1.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doygun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^3 'tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak

deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

Aktif Statik Toprak Basınc Katsayıları

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \alpha)}{\cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\frac{\delta}{2} = \frac{13.33}{2} = 6.67$$

$$\alpha = 0 \text{ ve } \beta = 0$$

$$K_{ai,s} \text{ (kuru)} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$= 0.202$$

$$K_{ai,s} \text{ (doygun)} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(6.67 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 6.67) \sin(40 - 0)}{\cos(6.67 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$= 0.208$$

Aktif Toprak Basıncı Katsayısı

Mononobe-Okabe yönteminde toplam aktif basıncı katsayısı ıslak ve kuru bölge için ayrı ayrı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - k_v) \cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha + \lambda) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.14) = 7.89$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 7.89 - 0)}{\cos(7.89) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 7.89) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 7.89)}{\cos(13.33 + 0 + 7.97) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.277$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.277 - 0.202 = 0.075$$

Suya doymun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$)

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = \tan^{-1}(k'_h)$$

$$k'_h = \frac{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^{ND} (\gamma_{sj} h_j) + q_0}{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma h_j) + \sum_{j=ND+1}^{ND} (\gamma_{bj} h_j) + q_0} k_h$$

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.14 = 0.196$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.196) = 11.07$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 11.18 - 0)}{\cos(11.18) \cos^2(0) \cos(6.67 + 0 + 11.18) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 6.67) \sin(40 - 0 - 11.18)}{\cos(6.67 + 0 + 11.18) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.317$$

$$\text{Doymun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doymun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.317 - 0.208 = 0.109$$

L tipi yavaşma yapısının 3 m su derinliğinde tasarımına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Statik Toprak Kuvvetleri

$$P_{ai,se1,1} = K_{ai,s} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.202 \times 18 \times 1.75 = 6.36 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,1} = \frac{P_{ai,se1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{6.36 \times 1.75}{2} = 5.57 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,1}'\text{in uygulama noktası, A noktasından } \frac{1 \times 1.75}{3} + 3.50 \\ = 4.08 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,se1,2} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,2} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times (4.75 - 1.75)) = 13.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(P_{ai,se1,1} + P_{ai,se1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(6.36 + 13.03) \times (4.75 - 1.75)}{2} = 29.09 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,2}'\text{nin uygulama noktası, A noktasından } \frac{3 \times (2 \times 6.36 + 13.03)}{3 \times (6.36 + 13.03)} + 0.5 \\ = 1.83 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,se1,3} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,3} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times (5.25 - 1.75)) = 14.14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(P_{ai,se1,2} + P_{ai,se1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(13.03 + 14.14) \times (5.25 - 4.75)}{2} = 6.79 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,3}'\text{ün uygulama noktası, A noktasından } \frac{0.5 \times (2 \times 13.03 + 14.14)}{3 \times (13.03 + 14.14)} \\ = 0.25 \text{ m yukarıdadır.}$$

Statik Ek Yükler

$$P_{ai,ss1,1} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,1} = P_{ai,ss1,1} \times h_{1,1} = 3.03 \times 1.75 = 5.30 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m}$ yukarıdadır.

$$P_{ai,ss1,2} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,2} = P_{ai,ss1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 3.03 \times (4.75 - 1.75) = 9.09 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{3.00}{2} + 0.5 = 2.00 \text{ m}$ yukarıdadır.

$$P_{ai,ss1,3} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,3} = P_{ai,ss1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 3.03 \times (5.25 - 4.75) = 1.51 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{0.50}{2} = 0.25 \text{ m}$ yukarıdadır.

Dinamik Toprak Kuvvetleri

$$P_{ai,de1,1} = K_{ai,d} (\text{kuru}) \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.075 \times 18 \times 1.75 = 2.35 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,1} = \frac{P_{ai,de1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{2.35 \times 1.75}{2} = 2.05 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,de1,2} = K_{ai,d} (\text{kuru}) \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d} (\text{doygun}) \times \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,2} = 0.075 \times 18 \times 1.75 + 0.109 \times 11 \times (4.75 - 1.75) = 5.95 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(P_{ai,de1,1} + P_{ai,de1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(2.35 + 5.95) \times (4.75 - 1.75)}{2} = 12.45 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,de1,3} = K_{ai,d} (\text{kuru}) \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d} (\text{doygun}) \times \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,3} = 0.075 \times 18 \times 1.75 + 0.109 \times 11 \times (5.25 - 1.75) = 6.55 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(P_{ai,de1,2} + P_{ai,de1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(5.95 + 6.55) \times (5.25 - 4.75)}{2} = 3.13 \text{ kN/m}$$

Dinamik Ek Yükle

$$P_{ai,ds1,1} = K_{ai,d}(\text{kuru}) \times q_0 = 0.075 \times 15 = 1.12 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,1} = P_{ai,ds1,1} \times h_{1,1} = 1.12 \times 1.75 = 1.96 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,ds1,2} = K_{ai,d}(\text{doygun}) \times q_0 = 0.109 \times 15 = 1.64 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,2} = P_{ai,ds1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1})$$

$$F_{ai,ds1,2} = 1.64 \times (4.75 - 1.75) = 4.91 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,ds1,3} = K_{ai,d}(\text{doygun}) \times q_0 = 0.109 \times 15 = 1.64 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,3} = P_{ai,ds1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2})$$

$$F_{ai,ds1,3} = 1.64 \times (5.25 - 4.75) = 0.82 \text{ kN/m}$$

Hidrodinamik Kuvvet

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times k_h \times \gamma_w \times H^2 \quad ; \quad \gamma_w: 10 \text{ kN/m}^3$$

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times 0.14 \times 10 \times 3^2 = 7.28 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, tabandan yaklaşık $0.4 \times 3.00 = 1.20 \text{ m}$, A noktasından $1.20 + 0.50 = 1.70 \text{ m}$ yukarıdadır.

Stabilite, Atalet ve Diğer Etkili Kuvvetler

Stabilite Kuvvetleri

Duvar için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b + \gamma_{bb} \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{\text{duvar}} = 23 \times 1.75 \times 0.30 + 13 \times 3.00 \times 0.30 = 23.78 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.50 + (0.30 / 2) = 0.65$ m uzaklıktadır.

Geri dolgu için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b + \gamma_{bj} \times a \times b$$

$$W_{\text{g.dolgu}} = 18 \times 1.75 \times 2.70 + 11 \times 3.00 \times 2.70 = 174.15 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.80 + (2.70 / 2) = 2.15$ m uzaklıktadır.

Taban için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_{bb} \times a \times b$$

$$W_{\text{taban}} = 13 \times 0.50 \times 3.50 = 22.75 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 / 2 = 1.75$ m uzaklıktadır.

Atalet Kuvvetleri

Su altında kalan kısımlarda atalet kuvvetlerini hesaplarken ağırlık yerine kütle ve su içindeki dolgu zemin için k_h ve k'_h kullanılmaktadır.

Duvar için atalet kuvveti:

$$F_{\text{duvar}} = W_{\text{duvar}} \times k_h$$

$$W_{\text{duvar}} = 23 \times 4.75 \times 0.30 = 32.78 \text{ kN/m}$$

$$F_{\text{duvar}} = 32.78 \times 0.14 = 4.54 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.50 + \frac{4.75}{2} = 2.88$ m yukarıdadır.

Geri dolgu atalet kuvveti:

$$F_{\text{g.dolgu}} = W_{\text{g.dolgu},1} \times k_h + W_{\text{g.dolgu},2} \times k'_h$$

$$W_{\text{g.dolgu},1} = 18 \times 2.70 \times 1.75 = 85.05 \text{ kN/m}$$

$$W_{g,dolgu,2} = 21 \times 2.70 \times 3.00 = 170.10 \text{ kN/m}$$

$$F_{g,dolgu} = 85.05 \times 0.14 + 170.10 \times 0.14 = 35.34 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından;

$$\frac{(85.05 \times 0.14 \times (3.5 + \frac{1.75}{2}) + 170.10 \times 0.14 \times (0.5 + \frac{3.00}{2}))}{35.34} = 3.34 \text{ m yukarıdadır.}$$

Taban atalet kuvveti:

$$F_{taban} = W_{taban} \times k_h$$

$$W_{taban} = 23 \times 0.5 \times 3.50 = 40.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{taban} = 40.25 \times 0.14 = 5.58 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $0.50 / 2 = 0.25$ m yukarıdadır.

Kuvvet ve Moment Dengesi

Deprem etkisi altında göz önüne alınacak yatay yük kombinasyonlarında statik ve dinamik ek yükler %50 azaltılarak hesaba katılmaktadır (DLH, 2020). Devrilme momenti hesabında dinamik toprak ve dinamik ek yük yüklemelerinden oluşan devrilme momentleri %50 arttırılmaktadır (DLH, 2020). Ayrıca zeminin su altında olması durumunda zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı $\delta/2$ alınmalıdır (DLH, 2020). Söz edilen kuvvetlerin yapı üzerindeki etkileri şekillerde gösterilmektedir ve A noktasına göre stabilite momentleri ve deviren momentleri hesaplanmaktadır.

$$\text{Yatay yük kombinasyonu} = D_M + Z_S + Z_D + 0.5Z_{SQ} + 0.5Z_{DQ} + S_D$$

$$P = 7.28 + 4.54 + 5.58 + 35.34 + (5.57 + 0.5 \times 5.30 + 2.05 + 0.5 \times 1.96) \times \cos(13.33) \\ + ((29.09 + 0.5 \times 9.09 + 12.45 + 0.5 \times 4.91) + (6.79 + 0.5 \times 1.51 + 3.13 + 0.5 \times 0.82)) \\ \times \cos(13.33/2)$$

$$P = 122.87 \text{ kN/m}$$

$$\text{Düşey yük kombinasyonu} = G + S_K$$

$$W = 23.78 + (5.57 + 5.30 + 2.05 + 1.96) \times \sin(13.33) + 22.75 + 174.15 + (29.09 + 9.09 + 12.45 + 4.91 + 6.79 + 1.51 + 3.13 + 0.82) \times \sin(13.33/2)$$

$$W = 231.97 \text{ kN/m}$$

Stabilite Tahkikleri

Devirmeye karşı momentler

$$\text{Duvar: } 23.78 \times 0.65 = 15.45 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Taban: } 22.75 \times 1.75 = 39.81 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu: } 174.15 \times 2.15 = 374.42 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Toprak itkisi: } (5.57 + 5.30 + 2.05 + 1.96) \times \sin(13.33) \times 0.80 = 2.75 \text{ kNm/m}$$

$$(29.09 + 9.09 + 12.45 + 4.91) \times \sin(13.33/2) \times 0.80 = 5.20 \text{ kNm/m}$$

$$(6.79 + 1.51 + 3.13 + 0.82) \times \sin(13.33/2) \times 3.50 = 5.02 \text{ kNm/m}$$

$$W \times e = 444.54 \text{ kNm/m}$$

Devirmeye çalışan momentler

$$\text{Duvar atalet kuvveti: } 4.54 \times 2.88 = 13.19 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu atalet kuvveti: } 35.34 \times 3.34 = 118.05 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Taban atalet kuvveti: } 5.58 \times 0.25 = 1.41 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Hidrodinamik kuvvet: } 7.28 \times 1.70 = 12.50 \text{ kNm/m}$$

Toprak itkisi:

$$5.57 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 22.12 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$6.79 \times \cos(13.33 / 2) \times 0.25 = 1.66 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$29.09 \times \cos(13.33 / 2) \times 1.83 = 52.81 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 22.57 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$9.09 \times \cos(13.33 / 2) \times 2.00 = 18.06 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.51 \times \cos(13.33 / 2) \times 0.25 = 0.38 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times (2.05 \times \cos(13.33) + 12.45 \times \cos(13.33 / 2) + 3.13 \times \cos(13.33 / 2)) \times (5.25/2) = 68.79 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times (1.96 \times \cos(13.33) + 4.91 \times \cos(13.33 / 2) + 0.82 \times \cos(13.33 / 2)) \times (5.25/2) \\ = 29.92 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$M_d = 361.07 \text{ kNm/m}$$

Devrilmeye karşı güvenlik faktörü

KLÖS=3 olan rıhtımlar dışında birinci aşamada devrilmeye karşı güvenlik katsayısı $F_{sd} \geq 1.3$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır (AYGM, 2020).

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} = \frac{444.54}{361.07} = 1.23 < 1.3 \text{ uygun değil}$$

Kaymaya karşı güvenlik faktörü

KLÖS=3 olan rıhtımlar dışında birinci aşamada kaymaya karşı güvenlik katsayısı $F_{sk} \geq 1.2$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır (AYGM, 2020).

$$F_{sk} = \frac{\mu \times W}{P} ; \mu = 0.52$$

$$F_{sk} = \frac{0.52 \times 231.97}{122.87} = 0.98 < 1.2 \text{ uygun değil}$$

Benzeri hesaplamalar 5 m, 7 m ve 10 m su derinliklerinde aynı zemin koşulları için gerçekleştirilmiştir. Tüm hesaplamalar ait etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları Çizelge 7.11'de verilmiştir.

Çizelge 7.11: L tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	361.07	444.54	1.23	122.87	120.62	0.98
5	924.25	877.02	0.95	224.31	197.88	0.88
7	1917.43	1582.38	0.83	359.61	300.35	0.84
10	4629.07	2876.76	0.62	640.77	480.54	0.75

7.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)'ye Göre Tasarım

7.2.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 7.12'de verilmiştir.

Çizelge 7.12: DD2 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_S	S_1	S_{DS}	S_{D1}
0.985	0.259	1.182	0.389

DD-1 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeyleri için haritadan elde edilen harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 değerleri aşağıdaki gibidir.

DD-1 için; $S_S = 1.857$

DD-3 için; $S_S = 0.399$

$S_1 = 0.493$

$S_1 = 0.103$

Tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} , yerel zemin sınıfı ZC için yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 kullanılarak hesaplanmıştır.

DD-1 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 1.857 \times 1.2 = 2.228$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.493 \times 1.5 = 0.739$$

DD-3 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.399 \times 1.3 = 0.519$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.103 \times 1.5 = 0.155$$

7.2.2.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak ‘‘Normal Yapılar’’ sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 1.182$ olup bu değer Çizelge 7.13'te DTS=1 için verilen değerden (1.00) büyüktür. Bu sebeple DTS=1 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 7.13: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS = 3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS = 2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS = 1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri DLH (2020) Çizelge 7.14'te özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7.14: Ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS = 1	KLÖS = 2	KLÖS = 3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır. Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 7.15'te gösterilmektedir.

Çizelge 7.15: Ağırlık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

7.2.2.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ Kn/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ Kn/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 Kn/m^3 'tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

Aktif Statik Toprak Basınc Katsayıları

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\frac{\delta}{2} = 6.67$$

$$\alpha = 0 \text{ ve } \beta=0$$

$$K_{ai,s (kuru)} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$= 0.202$$

$$K_{ai,s (doygun)} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(6.67 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 6.67) \sin(40 - 0)}{\cos(6.67 + 0) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$= 0.208$$

Aktif Toprak Basıncı Katsayısı

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.14) = 7.89$$

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 7.97 - 0)}{\cos(7.97) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 7.97) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 7.97)}{\cos(13.33 + 0 + 7.97) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.277$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d (kuru)} = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.277 - 0.202 = 0.075$$

Suya doygun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ Kn/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ Kn/m}^3$)

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.14 = 0.196$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.196) = 11.07$$

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 11.07 - 0)}{\cos(11.07) \cos^2(0) \cos(6.67 + 0 + 11.07) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 6.67) \sin(40 - 0 - 11.07)}{\cos(6.67 + 0 + 11.07) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.317$$

Doygun dinamik katsayı: $K_{ai,d}(\text{doygun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.317 - 0.208 = 0.109$

Çizelge 7.16’da L tipi yanaşma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 7.16: L tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	361.07	444.54	1.23	122.87	120.62	0.98
5	924.25	877.02	0.95	224.31	197.88	0.88
7	1917.43	1582.38	0.83	359.61	300.35	0.84
10	4629.07	2876.76	0.62	640.77	480.54	0.75

7.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)’e Göre Tasarım

7.2.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Deprem yer hareketi düzeyi-3 (DD-3) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 7.17’de verilmiştir.

Çizelge 7.17: DD3 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_s	S_1	S_{DS}	S_{D1}
0.399	0.103	0.519	0.155

7.2.3.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak ‘‘Normal Yapılar’’ sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-3 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot

tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 0.519$ olup bu değer Çizelge 7.18'de DTS=3 için verilen değerler arasındadır.

Bu sebeple DTS=3 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 7.18: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS = 3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS = 2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS = 1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri DLH (2020) Çizelge 7.19'da özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7.19: Ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS = 1	KLÖS = 2	KLÖS = 3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır. Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 7.20'de gösterilmektedir.

Çizelge 7.20: Ağırlık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

7.2.3.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^3 'tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

Aktif Statik Toprak Basınc Katsayıları

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\alpha = 0 \text{ ve } \beta=0$$

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2} = 0.202$$

Aktif Toprak Basıncı Katsayısı

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.14) = 7.97$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 7.97 - 0)}{\cos(7.97) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 7.97) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 7.97)}{\cos(13.33 + 0 + 7.97) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.277$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.277 - 0.202 = 0.075$$

Suya doymun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$)

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.14 = 0.198$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.198) = 11.18$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 11.18 - 0)}{\cos(11.18) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 11.18) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 11.18)}{\cos(13.33 + 0 + 11.18) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.315$$

$$\text{Doymun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doymun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.315 - 0.202 = 0.113$$

Çizelge 7.21'de L tipi yanalma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 7.21: L tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	361.07	444.54	1.23	122.87	120.62	0.98
5	924.25	877.02	0.95	224.31	197.88	0.88
7	1917.43	1582.38	0.83	359.61	300.35	0.84
10	4629.07	2876.76	0.62	640.77	480.54	0.75

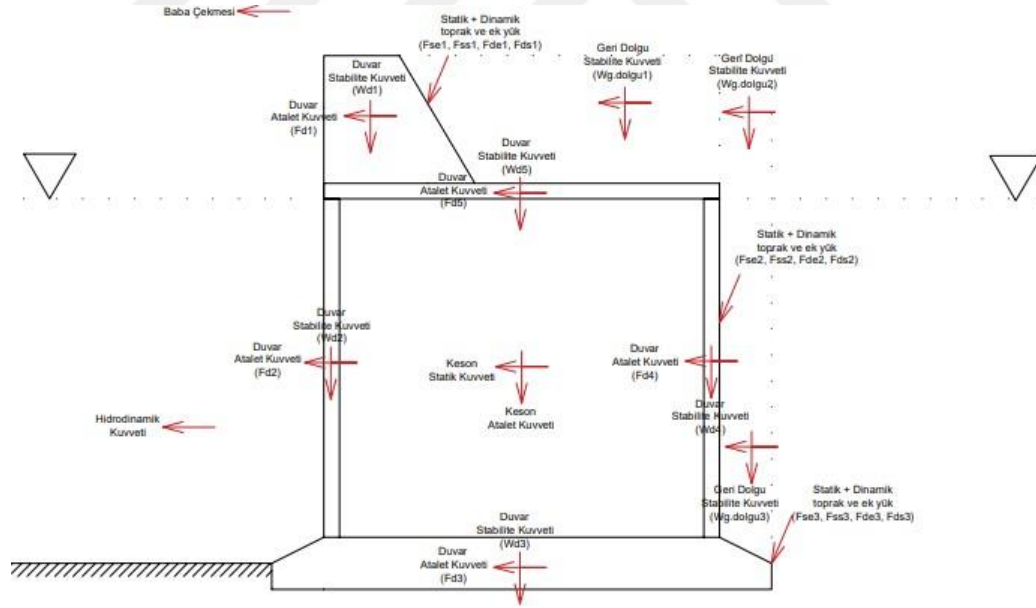


8. KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ DEPREM ETKİSİ ALTINDA TASARIMI

Keson tipi yanaşma yapısının farklı deprem yer hareketi düzeylerinde ve farklı derinliklerde tasarımı yapılmıştır. Tasarım DLH (2008) ve DLH (2020) Deprem Teknik Şartnameleri esas alınarak her iki şartname için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

8.1. DLH (2008)'e Göre Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı

Tasarım 29.80 boylam ve 36.20 enlem koordinatlarına göre yapılmıştır. Şekil 8.1'de keson tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler görülmektedir.



Şekil 8.1: Keson tipi yanaşma yapısına etkiyen yükler

8.1.1. Deprem Düzeyi-1 (D1)'e Göre Tasarım

D1 deprem düzeyine göre %50 aşılıma olasılığı dikkate alınmaktadır. C zemin sınıfı için kısa periyot zemin katsayısı F_a , DLH (2008) Kıyı Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği kullanılarak bulunmaktadır. Tasarımı yapılacak yanaşma yapısının

Normal Yapılar sınıfına girdiği kabul edilmiştir. Tasarımda uygulanacak yöntem deprem düzeyi ve yapı sınıfına göre Çizelge 8.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 8.1: Ağırlık tipi rıhtım duvarlarına çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Yapı arkasında kullanılan dolgu malzemesi için kumun kurudaki birim hacim ağırlığı $\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır.

D1 deprem düzeyi için kısa doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri DLH (2008) Ek A’da verilmektedir. Referans olarak alınan C zemin sınıfı ve D1 deprem düzeyi için yapının bulunduğu konuma ait koordinatlarda $S_S = 0.31$ ’dir.

A zemin sınıfı için ise aynı doğal titreşim periyotlarına karşılık gelen spektral ivme değeri; Çizelge 8.2’den $S_S = 0.31$ için A zemin sınıfının kısa periyot zemin katsayısı $F_a = 1.2$ olarak bulunmaktadır.

Çizelge 8.2: Kısa periyot zemin katsayısı F_a

Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Spektral İvmesi (g) ^a				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	—b	—b	—b	—b	—b

Doğal titreşim periyoduna karşılık gelen spektral ivme değeri;

$$S_{MS} = F_a \times S_S = 1.2 \times 0.31 = 0.372$$

D1 deprem düzeyinde statik-eşdeğer dinamik zemin basıncı ile su basıncının hesabında göz önüne alınacak olan eşdeğer deprem ivmesi katsayıları, etkin yer ivmesi katsayıları cinsinden hesaplanmaktadır.

$$A_{10} = 0.4 \times S_{MS} = 0.4 \times 0.372 = 0.149$$

$$k_h = (2/3) \times A_{10} = (2/3) \times 0.149 = 0.099$$

Aktif Statik Toprak Basıncı Katsayıları

Mononobe-Okabe yönteminde statik toprak basıncı katsayısı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \alpha)}{\cos(\alpha) \cos^2(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ ve } \beta = 0^\circ$$

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos(0) \cos^2(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 0) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2} = 0.202$$

Bu yöntemde toplam aktif toprak basıncı katsayısı ıslak ve kuru bölge için ayrı ayrı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - k_v) \cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha + \lambda) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.099) = 5.65$$

$$K_{ai,t}$$

$$= \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 5.65 - 0)}{\cos(5.65) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 5.65) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 5.65)}{\cos(13.33 + 0 + 5.65) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.253$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.253 - 0.202 = 0.051$$

Suya doymun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$)

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = \tan^{-1}(k'_h)$$

$$k'_h = \frac{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^N (\gamma_{sj} h_j) + q_0}{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^N (\gamma_{bj} h_j) + q_0} k_h$$

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.099 = 0.14$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.14) = 7.97$$

Zeminin su altında veya suya doymun olması durumunda, zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı olarak δ yerine $\delta/2$ göz önüne alınmaktadır.

$K_{ai,t}$

$$= \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 0 - 7.97)}{\cos(7.97) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 7.97) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 7.97)}{\cos(13.33 + 0 + 7.97) \cos(0 - 0)}} \right]}$$

$$K_{ai,t} = 0.277$$

Doygun dinamik katsayı: $K_{ai,d}(\text{doygun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.277 - 0.202 = 0.075$

Keson tipi yavaşma yapısının 3 m su derinliğinde hazırlanan tasarımına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Statik Toprak Kuvvetleri

$$P_{ai,se1,1} = K_{ai,s} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.202 \times 18 \times 1.75 = 6.36 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,1} = \frac{P_{ai,se1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{6.36 \times 1.75}{2} = 5.57 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,se1,1}$ 'in uygulama noktası, A noktasından $\frac{1 \times 1.75}{3} + 3.50 = 4.08$ yukarıdadır.

$$P_{ai,se1,2} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,2} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times 2.50) = 11.92 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(P_{ai,se1,1} + P_{ai,se1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,se1,2} = \left(\frac{6.36 + 11.92}{2} \right) \times 2.50 = 22.85 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,2}'\text{nin uygulama noktası, A noktasından } \frac{2.5 \times (2 \times 6.36 + 11.92)}{3 \times (6.36 + 11.92)} + 1.00$$

$$= 2.12 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,se1,3} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,3} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times 3.50) = 14.14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(P_{ai,se1,2} + P_{ai,se1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(11.92 + 14.14)}{2} \times 1.00 = 13.03 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,3}'\text{ün uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.00 \times (2 \times 11.92 + 14.14)}{3 \times (11.92 + 14.14)}$$

$$= 0.49 \text{ m yukarıdadır.}$$

Statik Ek Yükler

$$P_{ai,ss1,1} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,1} = P_{ai,ss1,1} \times h_{1,1} = 3.03 \times 1.75 = 5.30 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ss1,2} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,2} = P_{ai,ss1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 3.03 \times 2.50 = 7.58 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{2.50}{2} + 1.00 = 2.25$ m yukarıdadır.

$$P_{ai,ss1,3} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,3} = P_{ai,ss1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 3.03 \times 1.00 = 3.03 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{1.00}{2} = 0.50$ m yukarıdadır.

Dinamik Toprak Kuvveti

$$P_{ai,de1,1} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.051 \times 18 \times 1.75 = 1.61 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,1} = \frac{P_{ai,de1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{1.61 \times 1.75}{2} = 1.41 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,de1,1}$ 'in uygulama noktası, A noktasından $\frac{1 \times 1.75}{3} + 3.50$
= 4.08 m yukarıdadır.

$$P_{ai,de1,2} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d(doygun)} \times \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,2} = 0.051 \times 18 \times 1.75 + 0.075 \times 11 \times 2.50 = 3.67 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(P_{ai,de1,1} + P_{ai,de1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(1.61 + 3.67)}{2} \times 2.50 = 6.60 \text{ kN/m}$$

$F_{ai,de1,2}$ 'nin uygulama noktası, A noktasından $\frac{2.50 \times (2 \times 1.61 + 3.67)}{3 \times (1.61 + 3.67)} + 1.00$
= 2.09 m yukarıdadır.

$$P_{ai,de1,3} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d(doygun)} \times \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,3} = 0.051 \times 18 \times 1.75 + 0.075 \times 11 \times 3.50 = 4.49 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(P_{ai,de1,2} + P_{ai,de1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(3.67 + 4.49) \times 1.00}{2} = 4.08 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,de1,3}'\text{ün uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.00 \times (2 \times 3.67 + 4.49)}{3 \times (3.67 + 4.49)} \\ = 0.49 \text{ m yukarıdadır.}$$

Dinamik Ek Yükler

$$P_{ai,ds1,1} = K_{ai,d(kuru)} \times q_0 = 0.051 \times 15 = 0.77 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,1} = P_{ai,ds1,1} \times h_{1,1} = 0.77 \times 1.75 = 1.35 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ds1,2} = K_{ai,d(doygun)} \times q_0 = 0.075 \times 15 = 1.13 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,2} = P_{ai,ds1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 1.13 \times 2.50 = 2.81 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{2.50}{2} + 1.00 = 2.25 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ds1,3} = K_{ai,d(doygun)} \times q_0 = 0.075 \times 15 = 1.13 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,3} = P_{ai,ds1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 1.13 \times 1.00 = 1.13 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.00}{2} = 0.50 \text{ m yukarıdadır.}$$

Hidrodinamik Kuvveti

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times k_h \times \gamma_w \times H^2 \quad \gamma_w: 10 \text{ kN/m}^3$$

Su derinliğince entegre edilerek, bileşke statik-eşdeğer dinamik su kuvveti ve bileşkenin su yüzeyinden itibaren derinliği $h_{w,d} = 3/5 H'$ dir (DLH, 2008).

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times 0.099 \times 10 \times 3^2 = 5.20 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, tabandan yaklaşık $0.4 \times 3.00 = 1.20$ m, A noktasından ise $1.20 + 0.50 = 1.70$ m yukarıdadır.

Stabilite, Atalet ve Diğer Etkili Kuvvetler

Stabilite Kuvvetleri

Duvar1 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$$W_{d1} = \left(\frac{1.00 + 2.00}{2} \right) \times 1.45 \times 23 = 50.03 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Uygulama noktası, A noktasından } 1.00 + \frac{1.00^2 + 1.00 \times 2.00 + 2.00^2}{3 \times (1.00 + 2.00)} \\ = 1.78 \text{ m uzaklıktadır.} \end{aligned}$$

Duvar2 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d2} = 2.50 \times 0.30 \times 13 = 9.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 1.00 + \frac{0.30}{2} = 1.15 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar3 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d3} = (5.00 \times 0.50 + 7.00 \times 0.50 + \frac{0.50 \times 1.00}{2} \times 2) \times 13 = 84.50 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{7.00}{2} = 3.50 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar4 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d4} = 2.50 \times 0.30 \times 13 = 9.75 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $5.70 + \frac{0.30}{2} = 5.85 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Duvar5 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$$W_{d5} = 5.00 \times 0.30 \times 23 = 34.50 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{5.00}{2} = 3.50 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Keson içindeki dolgu için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$; dolgu malzemesinin özgül ağırlığı

$$W_{kd} = 2.50 \times 4.40 \times (18 - 10) = 88 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.30 + \frac{4.40}{2} = 3.50 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Geri dolgu1 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu1} = \frac{3.00 + 4.00}{2} \times 1.45 \times 18 = 91.35 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 6.00 - \frac{3.00^2 + 3.00 \times 4.00 + 4.00^2}{3 \times (3.00 + 4.00)}$$

$$= 4.24 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Geri dolgu2 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu2} = 1.00 \times 1.75 \times 18 = 31.50 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 6.00 + \frac{1}{2} = 6.50 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Geri dolgu3 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_{bj} \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu3} = \frac{2.50 + 3.00}{2} \times 1.00 \times 11 = 30.25 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 7.00 - \frac{1.00 \times (2 \times 2.50 + 3.00)}{3 \times (2.50 + 3.00)}$$

$$= 6.52 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Atalet Kuvvetleri

Su altında kalan kısımlarda atalet kuvvetlerini hesaplarken ağırlık yerine kütle ve su içindeki dolgu zemin için k_h yerine k'_h kullanılmaktadır.

Duvar1 için atalet kuvveti:

$$F_{d1} = W_{d1} \times k_h$$

$$W_{d1} = \left(\frac{1.00 + 2.00}{2} \right) \times 1.45 \times 23 = 50.03 \text{ kN/m}$$

$$F_{d1} = 50.03 \times 0.099 = 4.95 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 3.50 + \frac{1.45 \times (2 \times 1.00 + 2.00)}{3 \times (1.00 + 2.00)}$$

$$= 4.14 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar2 için atalet kuvveti:

$$F_{d2} = W_{d2} \times k_h$$

$$W_{d2} = 2.50 \times 0.30 \times 23 = 17.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{d2} = 17.25 \times 0.099 = 1.71 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25$ m yukarıdadır.

Duvar3 için atalet kuvveti:

$$F_{d3} = W_{d3} \times k_h$$

$$W_{d3} = (5.00 \times 0.50 + 7.00 \times 0.50 + \frac{0.50 \times 1.00}{2} \times 2) \times 23 = 149.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{d3} = 149.50 \times 0.099 = 14.80 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $\frac{5.00 \times 1.00 \times 0.50 + \frac{0.50 + 1.00}{2} \times 2 \times 0.39}{6.50}$
= 0.47 m uzaklıktadır.

Duvar4 için atalet kuvveti:

$$F_{d4} = W_{d4} \times k_h$$

$$W_{d4} = 2.50 \times 0.30 \times 23 = 17.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{d4} = 17.25 \times 0.099 = 1.71 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25$ m yukarıdadır.

Duvar5 için atalet kuvveti:

$$F_{d5} = W_{d5} \times k_h$$

$$W_{d5} = 5.00 \times 0.30 \times 23 = 34.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{d5} = 34.50 \times 0.099 = 3.42 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 + \frac{0.30}{2} = 3.65$ m yukarıdadır.

Keson içindeki dolgu için atalet kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$; dolgu malzemesinin özgül ağırlığı

$$W_{kd} = 2.50 \times 4.40 \times 18 = 198.00 \text{ kN/m}$$

$$F_{kd} = 198.00 \times 0.099 = 19.60 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25$ m yukarıdadır.

Geri dolgu1 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu1} = W_{g.dolgu1} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu1} = \frac{3.00 + 4.00}{2} \times 1.45 \times 18 = 91.35 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu1} = 91.35 \times 0.099 = 9.04 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $5.50 - \frac{1.45 \times (2 \times 3.00 + 4.00)}{3 \times (3.00 + 4.00)}$
= 4.80 m yukarıdadır

Geri dolgu2 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu2} = W_{g.dolgu2} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu2} = 1.75 \times 1.00 \times 18 = 31.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu2} = 31.50 \times 0.099 = 3.12 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 + \frac{1.75}{2} = 4.38$ m yukarıdadır

Geri dolgu3 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu3} = W_{g.dolgu3} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu3} = \frac{2.50 + 3.00}{2} \times 1.00 \times 21 = 57.75 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu3} = 57.75 \times 0.099 = 5.72 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından

$$0.50 + \frac{2 \times 2.50 \times 0.50 + 2.5^2 + 0.50 \times 3.00 + 2.50 \times 3.00 + 3.00^2}{3 \times (2.50 + 3.00)}$$
$$= 2.12 \text{ m yukarıdadır.}$$

Statik Baba Çekmesi

Baba çekmesi; %50 azalma ile hesaba katılmaktadır. Baba çekmesinin tabandan 5.50 m yukarıdaki değeri; $\%50 \times 100 / 15 = 3.33 \text{ kN/m}$ 'dir. (15 m = kronman uzunluğu)

Kuvvet ve Moment Dengesi

Deprem etkisi altında göz önüne alınacak yatay yük kombinasyonlarında statik ve dinamik ek yükler %50 azaltılarak hesaba katılmaktadır (DLH, 2008). Devrilme momenti hesabında dinamik toprak ve dinamik ek yük yüklemelerinden oluşan devrilme momentleri %50 arttırılmaktadır (DLH, 2008). Ayrıca zeminin su altında olması durumunda zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı $\delta / 2$ alınmalıdır (DLH, 2008). Söz edilen kuvvetlerin yapı üzerindeki etkileri şekillerde gösterilmektedir ve A noktasına göre stabilite momentleri ve deviren momentleri hesaplanmaktadır:

$$\text{Yatay yük kombinasyonu} = D_M + Z_S + Z_D + 0.5Z_{SQ} + 0.5Z_{DQ} + S_D + 0.5B$$

$$P = 3.33 + 5.72 + 5.20 + 9.04 + (5.57 + 0.5 \times 5.30 + 1.41 + 0.5 \times 1.35) \times \cos(13.33)$$
$$+ ((22.85 + 0.5 \times 7.58 + 6.60 + 0.5 \times 2.81) + (13.03 + 0.5 \times 3.03 + 4.08 + 0.5 \times 1.13))$$
$$\times \cos(13.33/2) + 1.71 + 14.80 + 1.71 + 3.42 + 3.12 + 4.90 + 19.60$$

$$P = 136.05 \text{ kN/m}$$

$$\text{Düşey yük kombinasyonu} = G + S_K$$

$$W = 50.03 + (5.57 + 5.30 + 1.41 + 1.35) \times \sin(13.33) + 9.75 + 84.50 + (22.85 + 7.58 + 6.60 + 2.81 + 13.03 + 3.03 + 4.08 + 1.13) \times \sin(13.33/2) + 9.75 + 34.50 + 91.35 + 31.50 + 30.25 + 88.00$$

$$W = 439.87 \text{ kN/m}$$

Stabilite Tahkikleri

Devirmeye karşı momentler

$$\text{Duvar-1: } 50.03 \times 1.78 = 89.05 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-2: } 9.75 \times 1.15 = 11.21 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-3: } 84.50 \times 3.50 = 295.75 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-4: } 9.75 \times 5.85 = 57.04 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-5: } 34.50 \times 3.50 = 120.75 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Keson içindeki dolgu: } 88.00 \times 3.50 = 308.00 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-1: } 91.35 \times 4.24 = 387.32 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-2: } 31.50 \times 6.50 = 204.75 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-3: } 30.25 \times 6.52 = 197.23 \text{ kNm/m}$$

Geri dolgu itkisi-1:

$$5.57 \times \sin(13.33) \times 2.42 = 3.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \sin(13.33) \times 2.12 = 2.59 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.41 \times \sin(13.33) \times 2.42 = 0.79 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.35 \times \sin(13.33) \times 2.12 = 0.66 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

Geri dolgu itkisi-2:

$$22.85 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 15.91 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$7.58 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 5.28 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$6.60 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 4.60 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$2.81 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 1.96 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$13.03 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 10.59 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$3.03 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 2.46 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$4.08 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 3.31 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.13 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 0.92 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$W \times e = 1723.27 \text{ kNm/m}$$

Devirmeye çalışan momentler

$$\text{Baba çekmesi: } 3.33 \times 5.50 = 18.32 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-1 atalet kuvveti: } 4.95 \times 4.14 = 20.49 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-2 atalet kuvveti: } 1.71 \times 2.25 = 3.85 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-3 atalet kuvveti: } 14.80 \times 0.47 = 6.96 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-4 atalet kuvveti: } 1.71 \times 2.25 = 3.85 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-5 atalet kuvveti: } 3.42 \times 3.65 = 12.48 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Keson içindeki dolgu atalet kuvveti: } 19.60 \times 2.25 = 44.10 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-1 atalet kuvveti: } 9.04 \times 4.80 = 43.39 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-2 atalet kuvveti: } 3.12 \times 4.38 = 13.67 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-3 atalet kuvveti: } 5.72 \times 2.12 = 12.13 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Hidrodinamik kuvvet: } 5.20 \times 1.70 = 8.84 \text{ kNm/m}$$

Geri dolgu-1 itkisi:

$$5.57 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 22.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 22.59 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 1.41 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 8.40 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 1.35 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 8.63 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

Geri dolgu-2 itkisi:

$$22.85 \times \cos(13.33/2) \times 2.12 = 48.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$7.58 \times \cos(13.33/2) \times 2.25 = 16.94 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 6.60 \times \cos(13.33/2) \times 2.09 = 20.55 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 2.81 \times \cos(13.33/2) \times 2.25 = 9.42 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$13.03 \times \cos(13.33/2) \times 0.49 = 6.34 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$3.03 \times \cos(13.33/2) \times 0.50 = 1.50 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times 4.08 \times \cos(13.33/2) \times 0.48 = 2.92 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times 1.13 \times \cos(13.33/2) \times 0.50 = 0.84 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$M_d = 356.43 \text{ kNm/m}$$

Devrilmeye karşı güvenlik faktörü

Minimum hasar düzeylerine göre devrilmeye karşı güvenlik faktörü en az 1.3 olacaktır (DLH, 2008).

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} = \frac{1723.27}{356.43} = 4.83 > 1.3 \text{ uygun}$$

Kaymaya karşı güvenlik faktörü

Minimum hasar düzeylerine göre kaymaya karşı güvenlik faktörü 1.2 olacaktır (DLH, 2008).

$$F_{sk} = \frac{\mu \times W}{P} ; \mu = 0.52$$

$$F_{sk} = \frac{0.52 \times 439.87}{136.05} = 1.68 > 1.2 \text{ uygun}$$

Benzeri hesaplamalar 5 m, 7 m ve 10 m su derinliği için aynı zemin koşullarında gerçekleştirilmiştir. Tüm hesaplamalara ait etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları Çizelge 8.3'te verilmiştir.

Çizelge 8.3: Keson tipi yavaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	356.43	1723.27	4.83	136.05	228.73	1.68
5	796.98	2752.10	3.45	227.43	322.22	1.42
7	1503.54	4017.59	2.67	343.44	434.89	1.27
10	3410.26	6715.27	1.97	580.73	648.80	1.12

8.1.2. Deprem Düzeyi-2 (D2)'ye Göre Tasarım

D2 deprem düzeyine göre %10 aşılma olasılığı dikkate alınmaktadır. C zemin sınıfı için kısa periyot zemin katsayısı F_a , DLH (2008) Kıyı Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği kullanılarak bulunmaktadır. Tasarımı yapılacak yavaşma yapısının Normal Yapılar sınıfına girdiği kabul edilmiştir. Tasarımda uygulanacak yöntem deprem düzeyi ve yapı sınıfına göre Çizelge 8.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 8.4: Ağırılık tipi rıhtım duvarlarına çeşitli deprem düzeylerinde uygulanacak tasarım yöntemleri

Yapının Sınıfı	(D1) Deprem Düzeyi	(D2) Deprem Düzeyi	(D3) Deprem Düzeyi
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Yapı arkasında kullanılan dolgu malzemesi için kumun kurudaki birim hacim ağırlığı $\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. L tipi rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^2 ve baba çekmesi 100 kN 'dir. Kronman duvarı uzunluğu 15 m 'dir.

D2 deprem düzeyi için kısa doğal titreşim periyoduna karşı gelen spektral ivme değerleri DLH (2008) Ek A'da verilmektedir. Referans olarak alınan C zemin sınıfı ve D2 deprem düzeyi için yapının bulunduğu konuma ait koordinatlarda $S_s = 0.62$ 'dir. C zemin sınıfı için ise aynı doğal titreşim periyotlarına karşılık gelen spektral ivme değeri; Çizelge 8.5'ten $S_s = 0.62$ için C zemin sınıfının kısa periyot zemin katsayısı enterpolasyon sonucunda $F_a = 1.152$ olarak bulunmaktadır.

Çizelge 8.5: Kısa periyot zemin katsayısı F_a

Zemin Sınıfı	Kısa Periyot Spektral İvmesi (g) ^a				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	-b	-b	-b	-b	-b

Doğal titreşim periyoduna karşılık gelen spektral ivme değeri;

$$S_{MS} = F_a \times S_s = 1.152 \times 0.62 = 0.714$$

D2 deprem düzeyinde statik-eşdeğer dinamik zemin basıncı ile su basıncının hesabında göz önüne alınacak olan eşdeğer deprem ivmesi katsayıları, etkin yer ivmesi katsayıları cinsinden hesaplanmaktadır.

$$A_{20} = 0.4 \times S_{MS} = 0.4 \times 0.714 = 0.286$$

$$A_{20} > 0.20$$

$$k_h = (1/3) \times A_{20}^{(1/3)} = (1/3) \times 0.286^{(1/3)} = 0.219$$

Aktif Statik Toprak Basınc Katsayıları

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ \text{ ve } \beta = 0^\circ$$

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos(0) \cos^2(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 0) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}}\right]^2} = 0.202$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.219) = 12.38$$

$K_{ai,t}$

$$= \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 12.38 - 0)}{\cos(12.38) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 12.38) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 12.38)}{\cos(13.33 + 0 + 12.38) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.331$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.331 - 0.202 = 0.129$$

Suya doymun bölge için

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.219 = 0.31$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.31) = 17.22$$

$K_{ai,t}$

$$= \frac{(1 - 0) \cos^2(40 - 0 - 17.22)}{\cos(17.22) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 17.22) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 17.22)}{\cos(13.33 + 0 + 17.22) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.403$$

$$\text{Doymun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doymun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.403 - 0.202 = 0.201$$

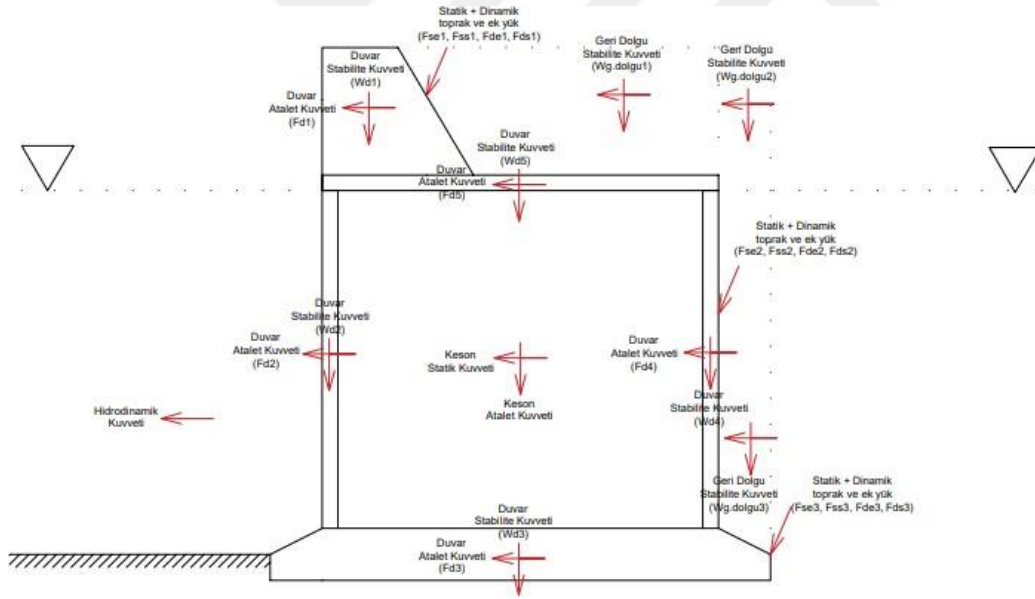
Çizelge 8.6'da keson tipi yanaşma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 8.6: Keson tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydırın Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	642.49	1742.96	2.71	243.40	443.58	0.95
5	1461.11	2757.40	1.89	408.41	626.24	0.80
7	2373.38	4163.20	1.75	621.76	846.86	0.71
10	6407.27	6880.96	1.07	1057.32	1267.82	0.62

8.2. AYGGM (2020)'ye Göre Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımı

Tasarım 29.80 boylam ve 36.20 enlem koordinatlarına göre yapılmıştır. Şekil 8.2'de keson tipi yanaşma yapısına etkileyen yükler görülmektedir.



Şekil 8.2: Keson tipi yanaşma yapısına etkileyen yükler

8.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD-1)'e Göre Tasarım

8.2.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Deprem yer hareketi düzeyi-1 (DD-1) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 8.7'de verilmiştir.

Çizelge 8.7: DD1 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_S	S_1	S_{DS}	S_{D1}
1.857	0.493	2.228	0.739

DD-2a ve DD-3 deprem yer hareketi düzeyleri için haritadan elde edilen harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 değerleri aşağıdaki gibidir.

DD-2a için; $S_S = 0.985$

DD-3 için; $S_S = 0.399$

$S_1 = 0.259$

$S_1 = 0.103$

Tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} , yerel zemin sınıfı ZC için yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 kullanılarak hesaplanmıştır.

DD-2a için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.985 \times 1.2 = 1.182$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.259 \times 1.5 = 0.389$$

DD-3 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.399 \times 1.3 = 0.519$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.103 \times 1.5 = 0.155$$

8.2.1.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak “Normal Yapılar” sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-1 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 2.228$ olup bu değer Çizelge 8.8'de DTS=1 için verilen değerden (1.00) büyüktür. Bu sebeple DTS=1 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 8.8: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS=4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS=3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS=2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS=1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri AYGEM (2020) Çizelge 8.9'da özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8.9: Ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS=1	KLÖS=2	KLÖS=3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır.

Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 8.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 8.10: Ağırılık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapısı Önem	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

8.2.1.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^3 'tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

Aktif Statik Toprak Basıncı Katsayıları

Mononobe-Okabe yönteminde statik toprak basıncı katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(\varphi_i - \alpha)}{\cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

$$\varphi_i = 40^\circ$$

$$\delta = \frac{\varphi_i}{3} = \frac{40}{3} = 13.33^\circ$$

$$\alpha = 0 \text{ ve } \beta=0$$

$$K_{ai,s} = \frac{\cos^2(40 - 0)}{\cos^2(0) \cos(13.33 + 0) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0)}{\cos(13.33 + 0) \cos(0 - 0)}} \right]^2} = 0.202$$

Aktif Toprak Basıncı Katsayısı

Mononobe-Okabe yönteminde toplam aktif basıncı katsayısı ıslak ve kuru bölge için ayrı ayrı aşağıdaki gibi bulunmaktadır:

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - k_v) \cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos \lambda \cos^2(\alpha) \cos(\delta + \alpha + \lambda) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_i + \delta) \sin(\varphi_i - \lambda - \beta)}{\cos(\delta + \alpha + \lambda) \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2}$$

Kuru bölge için

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1}(k_h) = \tan^{-1}(0.14) = 7.97$$

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - 0) \cos^2(\varphi_i - \lambda - \alpha)}{\cos(7.97) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 7.97) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 7.97)}{\cos(13.33 + 0 + 7.97) \cos(0 - 0)}} \right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.277$$

$$\text{Kuru dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{kuru}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.277 - 0.202 = 0.075$$

Suya doymun bölge için

Su altındaki kumun birim hacim ağırlığı ($\gamma_{bj} = \gamma_{sj} - \gamma_w$; $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ve $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$)

$$\text{Sismik atalet açısı: } \lambda = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{k'_h}{h} \right)$$

$$k'_h = \frac{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma_j h_j) + \sum_{j=ND+1}^{ND} (\gamma_{sj} h_j) + q_0}{\sum_{j=1}^{ND} (\gamma h) + \sum_{j=ND+1}^{ND} (\gamma_{bj} h) + q_0} k^h$$

$$k'_h = \frac{18 \times 1.75 + 21 \times 3.5 + 15}{18 \times 1.75 + 11 \times 3.5 + 15} \times 0.14 = 0.198$$

$$\lambda = \tan^{-1}(0.198) = 11.20$$

$$K_{ai,t} = \frac{(1 - 0)\cos^2(40 - 11.20 - 0)}{\cos(11.20) \cos^2(0) \cos(13.33 + 0 + 11.20) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(40 + 13.33) \sin(40 - 0 - 11.20)}{\cos(13.33 + 0 + 11.20) \cos(0 - 0)}}\right]^2}$$

$$K_{ai,t} = 0.315$$

$$\text{Doygun dinamik katsayı: } K_{ai,d} (\text{doygun}) = K_{ai,t} - K_{ai,s} = 0.315 - 0.202 = 0.113$$

Keson tipi yanaşma yapısının 3 m su derinliğinde tasarımına ait hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Statik Toprak Kuvvetleri

$$P_{ai,se1,1} = K_{ai,s} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.202 \times 18 \times 1.75 = 6.36 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,1} = \frac{P_{ai,se1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{6.36 \times 1.75}{2} = 5.57 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,1}'\text{in uygulama noktası, A noktasından } \frac{1 \times 1.75}{3} + 3.50 = 4.08 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,se1,2} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,2} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times 2.50) = 11.92 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(P_{ai,se1,1} + P_{ai,se1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,se1,2} = \frac{(6.36 + 11.92) \times 2.50}{2} = 22.85 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,2}'\text{nin uygulama noktası, A noktasından } \frac{2.50 \times (2 \times 6.36 + 11.92)}{3 \times (6.36 + 11.92)} + 1.00$$

$$= 2.12 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,se1,3} = K_{ai,s} \times (\gamma_j \times h_{1,1} + \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1}))$$

$$P_{ai,se1,3} = 0.202 \times (18 \times 1.75 + 11 \times 3.50) = 14.14 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(P_{ai,se1,2} + P_{ai,se1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,se1,3} = \frac{(11.92 + 14.14) \times 1.00}{2} = 13.03 \text{ kN/m}$$

$$F_{ai,se1,3}'\text{ün uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.00 \times (2 \times 11.92 + 14.14)}{3 \times (11.92 + 14.14)}$$

$$= 0.49 \text{ m yukarıdadır.}$$

Statik Ek Yükler

$$P_{ai,ss1,1} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,1} = P_{ai,ss1,1} \times h_{1,1} = 3.03 \times 1.75 = 5.30 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.75}{2} + 3.50 = 4.38 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ss1,2} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,2} = P_{ai,ss1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 3.03 \times 2.50 = 7.58 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{2.50}{2} + 1.00 = 2.25 \text{ m yukarıdadır.}$$

$$P_{ai,ss1,3} = K_{ai,s} \times q_0 = 0.202 \times 15 = 3.03 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ss1,3} = P_{ai,ss1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 3.03 \times 1.00 = 3.03 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{1.00}{2} = 0.50 \text{ m yukarıdadır.}$$

Dinamik Toprak Kuvvetleri

$$P_{ai,de1,1} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} = 0.075 \times 18 \times 1.75 = 2.36 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,1} = \frac{P_{ai,de1,1} \times h_{1,1}}{2} = \frac{2.36 \times 1.75}{2} = 2.07 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,de1,2} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d(doygun)} \times \gamma_{bj} \times (h_{1,2} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,2} = 0.075 \times 18 \times 1.75 + 0.113 \times 11 \times 2.50 = 5.47 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(P_{ai,de1,1} + P_{ai,de1,2}) \times (h_{1,2} - h_{1,1})}{2}$$

$$F_{ai,de1,2} = \frac{(2.36 + 5.47)}{2} \times 2.50 = 9.79 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,de1,3} = K_{ai,d(kuru)} \times \gamma_j \times h_{1,1} + K_{ai,d(doygun)} \times \gamma_{bj} \times (h_{1,3} - h_{1,1})$$

$$P_{ai,de1,3} = 0.075 \times 18 \times 1.75 + 0.113 \times 11 \times 3.50 = 6.71 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(P_{ai,de1,2} + P_{ai,de1,3}) \times (h_{1,3} - h_{1,2})}{2}$$

$$F_{ai,de1,3} = \frac{(5.47 + 6.71) \times 1.00}{2} = 7.09 \text{ kN/m}$$

Dinamik Ek Yükle

$$P_{ai,ds1,1} = K_{ai,d(kuru)} \times q_0 = 0.075 \times 15 = 1.13 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,1} = P_{ai,ds1,1} \times h_{1,1} = 1.13 \times 1.75 = 1.98 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,ds1,2} = K_{ai,d(doygun)} \times q_0 = 0.113 \times 15 = 1.70 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,2} = P_{ai,ds1,2} \times (h_{1,2} - h_{1,1}) = 1.70 \times 2.50 = 4.25 \text{ kN/m}$$

$$P_{ai,ds1,3} = K_{ai,d(doygun)} \times q_0 = 0.113 \times 15 = 1.70 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{ai,ds1,3} = P_{ai,ds1,3} \times (h_{1,3} - h_{1,2}) = 1.70 \times 1.00 = 1.70 \text{ kN/m}$$

Hidrodinamik Kuvvet

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times k_h \times \gamma_w \times H^2 \quad ; \quad \gamma_w: 10 \text{ kN/m}^3$$

$$P_{w,d} = \frac{7}{12} \times 0.14 \times 10 \times 3^2 = 7.35 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, tabandan yaklaşık $0.4 \times 3.00 = 1.20 \text{ m}$, A noktasından $1.20 + 0.50 = 1.70 \text{ m}$ yukarıdadır.

Stabilite, Atalet ve Diğer Etkili Kuvvetler

Stabilite Kuvvetleri

Duvar1 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$$W_{d1} = \left(\frac{1.00 + 2.00}{2} \right) \times 1.45 \times 23 = 50.03 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Uygulama noktası, A noktasından } 1.00 + \frac{1.00^2 + 1.00 \times 2.00 + 2.00^2}{3 \times (1.00 + 2.00)} \\ = 1.78 \text{ m uzaklıktadır.} \end{aligned}$$

Duvar2 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d2} = 2.50 \times 0.30 \times 13 = 9.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } 1.00 + \frac{0.30}{2} = 1.15 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar3 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d3} = (5.00 \times 0.50 + 7.00 \times 0.50 + \frac{0.50 \times 1.00}{2} \times 2) \times 13 = 84.50 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından } \frac{7.00}{2} = 3.50 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar4 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_{bb} = 13 \text{ kN/m}^3$; suyun altındaki betonun özgül ağırlığı

$$W_{d4} = 2.50 \times 0.30 \times 13 = 9.75 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $5.70 + \frac{0.30}{2} = 5.85 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Duvar5 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_b \times a \times b$$

$\gamma_b = 23 \text{ kN/m}^3$; betonun özgül ağırlığı

$$W_{d5} = 5.00 \times 0.30 \times 23 = 34.50 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + (5.00/2) = 3.50 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Keson içindeki dolgu için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$; dolgu malzemesinin özgül ağırlığı

$$W_{kd} = 2.50 \times 4.40 \times (18 - 10) = 88.00 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.30 + \frac{4.40}{2} = 3.50 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Geri dolgu1 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu1} = \frac{3.00 + 4.00}{2} \times 1.45 \times 18 = 91.35 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $6.00 - \frac{3.00^2 + 3.00 \times 4.00 + 4.00^2}{3 \times (3.00 + 4.00)}$
 $= 4.24 \text{ m}$ uzaklıktadır.

Geri dolgu2 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu2} = 1.00 \times 1.75 \times 18 = 31.50 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $6.00 + \frac{1}{2} = 6.50$ m uzaklıktadır.

Geri dolgu3 için stabilite kuvveti:

$$W = \gamma_{bj} \times a \times b$$

$$W_{g.dolgu3} = \frac{2.50 + 3.00}{2} \times 1.00 \times 11 = 30.25 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $7.00 - \frac{1.00 \times (2 \times 2.50 + 3.00)}{3 \times (2.50 + 3.00)}$
= 6.52 m uzaklıktadır.

Atalet Kuvvetleri

Su altında kalan kısımlarda atalet kuvvetlerini hesaplarken ağırlık yerine kütle ve su içindeki dolgu zemin için k_h yerine k'_h kullanılmaktadır.

Duvar1 için atalet kuvveti:

$$F_{d1} = W_{d1} \times k_h$$

$$W_{d1} = \left(\frac{1.00 + 2.00}{2} \right) \times 1.45 \times 23 = 50.03 \text{ kN/m}$$

$$F_{d1} = 50.03 \times 0.14 = 7.00 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 + \frac{1.45 \times (2 \times 1.00 + 2.00)}{3 \times (1.00 + 2.00)}$
= 4.14 m uzaklıktadır.

Duvar2 için atalet kuvveti:

$$F_{d2} = W_{d2} \times k_h$$

$$W_{d2} = 2.50 \times 0.30 \times 23 = 17.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{d2} = 17.25 \times 0.14 = 2.42 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25$ m yukarıdadır.

Duvar3 için atalet kuvveti:

$$F_{d3} = W_{d3} \times k_h$$

$$W_{d3} = (5.00 \times 0.50 + 7.00 \times 0.50 + \frac{0.50 \times 1.00}{2} \times 2) \times 23 = 149.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{d3} = 149.50 \times 0.14 = 20.93 \text{ kN/m}$$

$$\text{Uygulama noktası, A noktasından} \frac{5.00 \times 1.00 \times 0.50 + \frac{0.50 + 1.00}{2} \times 2 \times 0.39}{6.50} = 0.47 \text{ m uzaklıktadır.}$$

Duvar4 için atalet kuvveti:

$$F_{d4} = W_{d4} \times k_h$$

$$W_{d4} = 2.50 \times 0.30 \times 23 = 17.25 \text{ kN/m}$$

$$F_{d4} = 17.25 \times 0.14 = 2.42 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25$ m yukarıdadır.

Duvar5 için atalet kuvveti:

$$F_{d5} = W_{d5} \times k_h$$

$$W_{d5} = 5.00 \times 0.30 \times 23 = 34.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{d5} = 34.50 \times 0.14 = 4.83 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 + \frac{0.30}{2} = 3.65$ m yukarıdadır.

Keson içindeki dolgu için atalet kuvveti:

$$W = \gamma_j \times a \times b$$

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$; dolgu malzemesinin özgül ağırlığı

$$W_{kd} = 2.50 \times 4.40 \times 18 = 198.00 \text{ kN/m}$$

$$F_{kd} = 198.00 \times 0.14 = 27.72 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $1.00 + \frac{2.50}{2} = 2.25 \text{ m}$ yukarıdadır.

Geri dolgu1 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu1} = W_{g.dolgu1} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu1} = \frac{3.00 + 4.00}{2} \times 1.45 \times 18 = 91.35 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu1} = 91.35 \times 0.14 = 12.79 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $5.50 - \frac{1.45 \times (2 \times 3.00 + 4.00)}{3 \times (3.00 + 4.00)}$
= 4.80 m yukarıdadır

Geri dolgu2 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu2} = W_{g.dolgu2} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu2} = 1.75 \times 1.00 \times 18 = 31.50 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu2} = 31.50 \times 0.14 = 4.41 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından $3.50 + \frac{1.75}{2} = 4.38 \text{ m}$ yukarıdadır

Geri dolgu3 için atalet kuvveti:

$$F_{g.dolgu3} = W_{g.dolgu3} \times k_h$$

$$W_{g.dolgu3} = \frac{2.50 + 3.00}{2} \times 1.00 \times 21 = 57.75 \text{ kN/m}$$

$$F_{g.dolgu3} = 57.75 \times 0.14 = 8.09 \text{ kN/m}$$

Uygulama noktası, A noktasından

$$0.50 + \frac{2 \times 2.50 \times 0.50 + 2.5^2 + 0.50 \times 3.00 + 2.50 \times 3.00 + 3.00^2}{3 \times (2.50 + 3.00)}$$
$$= 2.12 \text{ m yukarıdadır.}$$

Kuvvet ve Moment Dengesi

Deprem etkisi altında göz önüne alınacak yatay yük kombinasyonlarında statik ve dinamik ek yükler %50 azaltılarak hesaba katılmaktadır (DLH, 2020). Devrilme momenti hesabında dinamik toprak ve dinamik ek yük yüklemelerinden oluşan devrilme momentleri %50 arttırılmaktadır (DLH, 2020). Ayrıca zeminin su altında olması durumunda zeminle duvar arasındaki sürtünme açısı $\delta/2$ alınmalıdır (AYGM, 2020). Söz edilen kuvvetlerin yapı üzerindeki etkileri şekillerde gösterilmektedir ve A noktasına göre stabilite momentleri ve deviren momentleri hesaplanmaktadır.

$$\text{Yatay yük kombinasyonu} = D_M + Z_S + Z_D + 0.5Z_{SQ} + 0.5Z_{DQ} + S_D$$

$$P = 7.00 + 7.35 + 12.79 + (5.57 + 0.5 \times 5.30 + 2.07 + 0.5 \times 1.98) \times \cos(13.33) + ((22.85 + 0.5 \times 7.58 + 9.79 + 0.5 \times 4.25) + (13.03 + 0.5 \times 3.03 + 7.09 + 0.5 \times 1.70)) \times \cos(13.33/2) + 2.42 + 20.93 + 2.42 + 4.83 + 4.41 + 8.09 + 19.60$$

$$P = 161.44 \text{ kN/m}$$

$$\text{Düşey yük kombinasyonu} = G + S_K$$

$$W = 50.03 + (5.57 + 5.30 + 2.07 + 1.98) \times \sin(13.33) + 9.75 + 97.50 + (22.85 + 7.58 + 9.79 + 4.25 + 13.03 + 3.03 + 7.09 + 1.70) \times \sin(13.33/2) + 9.75 + 34.50 + 91.35 + 31.50 + 30.25 + 88.00$$

$$W = 454.12 \text{ kN/m}$$

Stabilite Tahkikleri

Devirmeye karşı momentler

$$\text{Duvar-1: } 50.03 \times 1.78 = 89.05 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-2: } 9.75 \times 1.15 = 11.21 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-3: } 97.50 \times 3.50 = 341.25 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-4: } 9.75 \times 5.85 = 57.04 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-5: } 34.50 \times 3.50 = 120.75 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Keson içindeki dolgu: } 88.00 \times 3.50 = 308.00 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-1: } 91.35 \times 4.24 = 387.32 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-2: } 31.50 \times 6.50 = 204.75 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-3: } 30.25 \times 6.52 = 197.23 \text{ kNm/m}$$

Geri dolgu itkisi:

$$5.57 \times \sin(13.33) \times 2.42 = 3.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \sin(13.33) \times 2.12 = 2.59 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$2.07 \times \sin(13.33) \times 2.42 = 1.15 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.98 \times \sin(13.33) \times 2.12 = 0.97 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$22.85 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 15.91 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$7.58 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 5.28 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$9.79 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 6.82 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$4.25 \times \sin(13.33/2) \times 6.00 = 2.96 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$13.03 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 10.59 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$3.03 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 2.46 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$7.09 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 5.76 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.70 \times \sin(13.33/2) \times 7.00 = 1.38 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$W \times e = 1775.58 \text{ kNm/m}$$

Devirmeye çalışan momentler

$$\text{Duvar-1 atalet kuvveti: } 7.00 \times 4.14 = 28.98 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-2 atalet kuvveti: } 2.42 \times 2.25 = 5.45 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-3 atalet kuvveti: } 20.93 \times 0.47 = 9.84 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-4 atalet kuvveti: } 2.42 \times 2.25 = 5.45 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Duvar-5 atalet kuvveti: } 4.83 \times 3.65 = 17.63 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Keson içindeki dolgu atalet kuvveti: } 27.72 \times 2.25 = 62.37 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-1 atalet kuvveti: } 12.79 \times 4.80 = 61.39 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-2 atalet kuvveti: } 4.41 \times 4.38 = 19.32 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Geri dolgu-3 atalet kuvveti: } 8.09 \times 2.12 = 17.15 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Hidrodinamik kuvvet: } 7.35 \times 1.70 = 12.50 \text{ kNm/m}$$

Geri dolgu itkisi:

$$5.57 \times \cos(13.33) \times 4.08 = 22.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$22.85 \times \cos(13.33/2) \times 2.12 = 48.11 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$13.03 \times \cos(13.33/2) \times 0.49 = 6.34 \text{ kNm/m (statik toprak)}$$

$$5.30 \times \cos(13.33) \times 4.38 = 22.59 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$7.58 \times \cos(13.33/2) \times 2.25 = 16.94 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$3.03 \times \cos(13.33/2) \times 0.50 = 1.50 \text{ kNm/m (statik ek yük)}$$

$$1.5 \times (2.07 \times \cos(13.33) + 9.79 \times \cos(13.33/2) + 7.09 \times \cos(13.33/2)) \times (5.25/2) = 73.95 \text{ kNm/m (dinamik toprak)}$$

$$1.5 \times (1.98 \times \cos(13.33) + 4.25 \times \cos(13.33/2) + 1.70 \times \cos(13.33/2)) \times (5.25/2) = 30.86 \text{ kNm/m (dinamik ek yük)}$$

$$M_d = 462.48 \text{ kNm/m}$$

KLÖS=3 olan rıhtımlar dışında birinci aşamada devrilmeye karşı güvenlik katsayısı $F_{sd} \geq 1.3$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır (DLH, 2020).

Devrilmeye karşı güvenlik faktörü

$$F_{sd} = \frac{W \times e}{M_d} = \frac{1775.58}{462.48} = 3.84 > 1.3 \text{ uygun}$$

KLÖS=3 olan rıhtımlar dışında birinci aşamada kaymaya karşı güvenlik katsayısı $F_{sk} \geq 1.2$ olacaktır. KLÖS=3 olan rıhtımlarda ise bu değer %20 arttırılacaktır (DLH, 2020).

Kaymaya karşı güvenlik faktörü

$$F_{sk} = \frac{\mu \times W}{P} ; \mu = 0.52$$

$$F_{sk} = \frac{0.52 \times 454.12}{161.44} = 1.46 > 1.2 \text{ uygun}$$

Benzeri hesaplamalar 5 m, 7 m ve 10 m su derinliklerinde aynı zemin koşulları için gerçekleştirilmiştir. Tüm hesaplamalara ait etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları Çizelge 8.11’de verilmiştir.

Çizelge 8.11: Keson tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	462.48	1775.58	3.84	161.44	236.14	1.46
5	1056.05	2740.40	2.59	289.70	326.55	1.13
7	2013.11	4094.97	2.03	439.04	439.79	1.002
10	4597.69	6686.71	1.45	748.71	655.44	0.88

8.2.2. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD-2)'ye Göre Tasarım

8.2.2.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 8.12'de verilmiştir.

Çizelge 8.12: DD2 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_S	S_1	S_{DS}	S_{D1}
0.985	0.259	1.182	0.389

DD-1 ve DD-3 deprem yer hareketi düzeyleri için haritadan elde edilen harita spektral ivme katsayıları S_S ve S_1 değerleri aşağıdaki gibidir.

DD-1 için; $S_S = 1.857$

DD-3 için; $S_S = 0.399$

$S_1 = 0.493$

$S_1 = 0.103$

Tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} , yerel zemin sınıfı ZC için yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 kullanılarak hesaplanmıştır.

DD-1 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 1.857 \times 1.2 = 2.228$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.493 \times 1.5 = 0.739$$

DD-3 için;

$$S_{DS} = S_S \times F_S = 0.399 \times 1.3 = 0.519$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 = 0.103 \times 1.5 = 0.155$$

8.2.2.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak “Normal Yapılar” sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 1.182$ olup bu değer Çizelge 8.13'te DTS=1 için verilen değerden (1.00) büyüktür. Bu sebeple DTS=1 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 8.13: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS = 3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS = 2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS = 1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri AYG (2020) Çizelge 8.14'te özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8.14: Ağırlık tipi ve palplanşlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS = 1	KLÖS = 2	KLÖS = 3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır. Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 8.15'te gösterilmektedir.

Çizelge 8.15: Ağırılık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

8.2.2.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^3 'tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

Çizelge 8.16'da keson tipi yanaşma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 8.16: Keson tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	462.48	1775.58	3.84	161.44	236.14	1.46
5	1056.05	2740.40	2.59	289.70	326.55	1.13
7	2013.11	4094.97	2.03	439.04	439.79	1.002
10	4597.69	6686.71	1.45	748.71	655.44	0.88

8.2.3. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-3 (DD-3)'e Göre Tasarım

8.2.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Deprem yer hareketi düzeyi-3 (DD-3) için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde edilen spektral ivme katsayıları Çizelge 8.17'de verilmiştir.

Çizelge 8.17: DD3 deprem yer hareketi düzeyinde spektral ivme katsayıları

S_S	S_1	S_{DS}	S_{D1}
0.399	0.103	0.519	0.155

8.2.3.2. Performansa Göre Tasarım Esasları

a) Önem Sınıfı

Tasarım yapılacak yapının kullanım amacına uygun olarak “Normal Yapılar” sınıfına girdiği varsayılmıştır. Bu nedenle önem sınıfı KLÖS=2 olarak kabul edilmiştir.

b) Deprem Tasarım Sınıfı

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS), DD-3 deprem yer hareketi düzeyinde kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, S_{DS} 'e göre tanımlanmaktadır.

$S_{DS} = 0.519$ olup bu değer Çizelge 8.18'de DTS=3 için verilen değerler arasındadır. Bu sebeple DTS=3 olarak kabul edilecektir.

Çizelge 8.18: Deprem tasarım sınıfları (DTS)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Deprem Tasarım Sınıfı
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4
$0.33 \leq S_{DS} < 0.67$	DTS = 3
$0.67 \leq S_{DS} < 1.00$	DTS = 2
$1.00 \leq S_{DS}$	DTS = 1

c) Performans Hedefleri

Ağırlık tipi rıhtımlar için performans hedefleri AYGM (2020) Çizelge 8.19'da özetlenmektedir. Bu tabloya göre tasarlanacak yapının önem sınıfı KLÖS=2 olduğu için performans hedefi;

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi için KK (Kesintisiz Kullanım) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8.19: Ağırlık tipi ve palplanlı rıhtımlar için performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı		
	KLÖS = 1	KLÖS = 2	KLÖS = 3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

d) Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Hesap yöntemleri önem sınıfına (KLÖS) ve deprem tasarım sınıfına (DTS) göre tanımlanmaktadır. Tasarımı yapılacak yapı için;

KLÖS=2

DTS=1

Bu değerler için birinci ve ikinci aşamada kullanılacak hesap yöntemleri Çizelge 8.20’de gösterilmektedir.

Çizelge 8.20: Ağırlık tipi rıhtım duvarları için deprem etkisi altında hesap ve değerlendirme yöntemleri

Kıyı-Liman Yapı Önem Sınıfı	Hesap ve Değerlendirme Aşaması	Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Deprem Tasarım Sınıfı		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

Çizelgede görüldüğü üzere sadece statik-eşdeğer hesap yöntemi uygulanacaktır.

8.2.3.3. Tasarım

$\gamma_j = 18 \text{ kN/m}^3$ ve suya doymun kumun birim hacim ağırlığı ise $\gamma_{sj} = 21 \text{ kN/m}^3$ alınmıştır. Rıhtımda ek yük (sürşarj) 15 kN/m^3 ’tür.

DD-3 deprem yer hareketi düzeyi etkisi altında statik-eşdeğer yöntemle yapılacak deprem hesaplarında kullanılmak üzere yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$k_h = 0.267S_{DS} = 0.267 \times 0.519 = 0.14$$

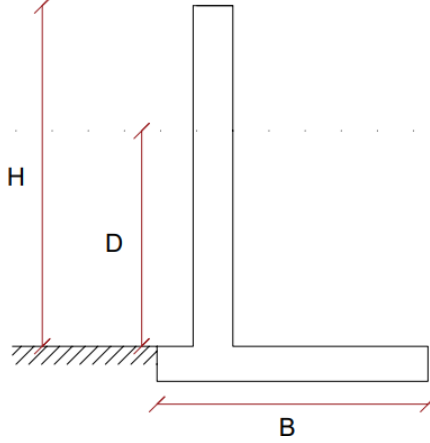
Çizelge 8.21’de keson tipi yanaşma yapısının farklı derinliklerde yapılan tasarımı sonucunda elde edilen etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları verilmiştir.

Çizelge 8.21: Keson tipi yanaşma yapısında etkili kuvvetler ve güvenlik katsayıları

Derinlik	Deviren Moment (M_d)	Karşı Koyan Moment ($W \times e$)	SF (F_{sd})	Kaydıran Kuvvet (P)	Karşı Koyan Kuvvet ($\mu \times W$)	SF (F_{sk})
3	462.48	1775.58	3.84	161.44	236.14	1.46
5	1056.05	2740.40	2.59	289.70	326.55	1.13
7	2013.11	4094.97	2.03	439.04	439.79	1.002
10	4597.69	6686.71	1.45	748.71	655.44	0.88

9. FARKLI BOYUTLARA SAHİP L TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı L tipi yanaşma yapısının stabilite değerleri D1-DD3 ve D2-DD2 deprem düzeylerinde, $B/H=1$, $B/H=1.5$ ve $B/H=2$ koşullarında hesaplanmıştır. Şekil 9.1’de B yapı genişliği ve H yapı yüksekliği gösterilmiştir.



Şekil 9.1: B ve H değerleri

9.1. D1-DD3 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite hesapları yapılan L tipi yanaşma yapısının hesap özetleri Tablo 9.1 ve Tablo 9.2’de verilmiştir.

Çizelge 9.1: DLH (2008)’e göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SMS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.65	1.99
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.61	1.44
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.02	1.12
D1	A	0.8	3	1.75	1.75	1	0.213	1.63	0.92

D1	A	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.36	0.77
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.21	2.68
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.91	1.84
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.69	1.39
D1	A	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.213	2.94	1.12
D1	A	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.43	0.93
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	11.45	3.21
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.50	2.12
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.55	1.58
D1	A	0.8	3	1.75	1.75	2	0.213	4.37	1.25
D1	A	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.59	1.03
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	4.02	2.07
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.75	1.44
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	2.07	1.10
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	1	0.213	1.65	0.89
D1	A	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.36	0.74
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.81	2.73
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.09	1.81
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.75	1.35
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.213	2.95	1.07
D1	A	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.41	0.88
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	12.24	3.24
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.70	2.07
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.58	1.52
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	2	0.213	4.35	1.19
D1	A	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.55	0.98
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	4.21	2.10
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.80	1.43
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	2.07	1.08
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	1	0.213	1.63	0.86
D1	A	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.34	0.71
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	8.10	2.74
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	5.14	1.78
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.73	1.31
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.213	2.91	1.03
D1	A	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.37	0.85
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	12.58	3.23
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.72	2.02
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.53	1.47
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	2	0.213	4.28	1.14
D1	A	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.47	0.93
D1	A	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.49	2.16
D1	A	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.92	1.45
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	2.15	1.09
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	1	0.213	1.68	0.86
D1	A	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.37	0.71
D1	A	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	8.55	2.80
D1	A	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	5.32	1.79
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.83	1.31
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.213	2.97	1.03
D1	A	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.41	0.84
D1	A	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	13.18	3.27

D1	A	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.94	2.03
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.65	1.46
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	2	0.213	4.35	1.14
D1	A	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.52	0.93
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	1	0.067	3.33	1.82
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	1	0.133	2.28	1.26
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	1	0.200	1.71	0.96
D1	B	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.36	0.77
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	1	0.333	1.11	0.64
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	1.5	0.067	6.46	2.40
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	1.5	0.133	4.22	1.58
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	1.5	0.200	3.10	1.17
D1	B	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.43	0.93
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.333	1.98	0.76
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	2	0.067	10.13	2.85
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	2	0.133	6.38	1.81
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	2	0.200	4.62	1.32
D1	B	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.59	1.03
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	2	0.333	2.92	0.84
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	1	0.067	3.61	1.87
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	1	0.133	2.36	1.25
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	1	0.200	1.74	0.93
D1	B	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.36	0.74
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	1	0.333	1.10	0.60
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	1.5	0.067	6.90	2.42
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	1.5	0.133	4.32	1.55
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	1.5	0.200	3.11	1.13
D1	B	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.41	0.88
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.333	1.94	0.72
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	2	0.067	10.68	2.84
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	2	0.133	6.48	1.75
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	2	0.200	4.61	1.26
D1	B	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.55	0.98
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	2	0.333	2.86	0.79
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	1	0.067	3.74	1.88
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	1	0.133	2.39	1.23
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	1	0.200	1.73	0.91
D1	B	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.34	0.71
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	1	0.333	1.07	0.58
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	1.5	0.067	7.09	2.41
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	1.5	0.133	4.33	1.51
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	1.5	0.200	3.08	1.09
D1	B	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.37	0.85
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.333	1.90	0.69
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	2	0.067	10.88	2.81
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	2	0.133	6.45	1.70
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	2	0.200	4.54	1.21
D1	B	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.47	0.93
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	2	0.333	2.78	0.76
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	1	0.067	3.97	1.93
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	1	0.133	2.48	1.24
D1	B	0.75	10	2.25	1.28	1	0.200	1.78	0.91

D1	B	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.37	0.71
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	1	0.333	1.09	0.58
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	1.5	0.067	7.43	2.45
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	1.5	0.133	4.46	1.51
D1	B	0.75	10	2.25	1.28	1.5	0.200	3.15	1.09
D1	B	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.41	0.84
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.333	1.93	0.68
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	2	0.067	11.33	2.84
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	2	0.133	6.61	1.70
D1	B	0.75	10	2.25	1.28	2	0.200	4.62	1.20
D1	B	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.52	0.93
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	2	0.333	2.82	0.75
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	1	0.080	3.05	1.67
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.02	1.12
D1	C	0.825	3	1.75	1.75	1	0.220	1.59	0.89
D1	C	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.36	0.77
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	1	0.333	1.11	0.64
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	1.5	0.080	5.85	2.18
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.69	1.39
D1	C	0.825	3	1.75	1.75	1.5	0.220	2.87	1.09
D1	C	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.43	0.93
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.333	1.98	0.76
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	2	0.080	9.08	2.56
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.55	1.58
D1	C	0.825	3	1.75	1.75	2	0.220	4.26	1.22
D1	C	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.59	1.03
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	2	0.333	2.92	0.84
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	1	0.080	3.27	1.70
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	2.07	1.10
D1	C	0.825	5	1.75	1.45	1	0.220	1.60	0.86
D1	C	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.36	0.74
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	1	0.333	1.10	0.60
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	1.5	0.080	6.17	2.18
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.75	1.35
D1	C	0.825	5	1.75	1.45	1.5	0.220	2.87	1.04
D1	C	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.41	0.88
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.333	1.94	0.72
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	2	0.080	9.46	2.53
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.58	1.52
D1	C	0.825	5	1.75	1.45	2	0.220	4.23	1.16
D1	C	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.55	0.98
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	2	0.333	2.86	0.79
D1	C	0.3	7	1.75	1.32	1	0.080	3.37	1.70
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	2.07	1.08
D1	C	0.825	7	1.75	1.32	1	0.220	1.59	0.84
D1	C	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.34	0.71
D1	C	1.25	7	1.75	1.32	1	0.333	1.07	0.58
D1	C	0.3	7	1.75	1.32	1.5	0.080	6.29	2.16
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.73	1.31
D1	C	0.825	7	1.75	1.32	1.5	0.220	2.83	1.00
D1	C	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.37	0.85
D1	C	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.333	1.90	0.69

D1	C	0.3	7	1.75	1.32	2	0.080	9.58	2.49
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.53	1.47
D1	C	0.825	7	1.75	1.32	2	0.220	4.16	1.11
D1	C	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.47	0.93
D1	C	1.25	7	1.75	1.32	2	0.333	2.78	0.76
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	1	0.080	3.55	1.74
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	2.15	1.09
D1	C	0.825	10	2.25	1.28	1	0.220	1.63	0.84
D1	C	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.37	0.71
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	1	0.333	1.09	0.58
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	1.5	0.080	6.57	2.19
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.83	1.31
D1	C	0.825	10	2.25	1.28	1.5	0.220	2.89	1.00
D1	C	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.41	0.84
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.333	1.93	0.68
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	2	0.080	9.92	2.51
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.65	1.46
D1	C	0.825	10	2.25	1.28	2	0.220	4.23	1.11
D1	C	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.52	0.93
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	2	0.333	2.82	0.75
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.61	1.44
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	1.80	1.01
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.48	0.84
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	1	0.293	1.25	0.71
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	1	0.333	1.11	0.64
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.91	1.84
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	3.28	1.24
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.66	1.01
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.293	2.23	0.85
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.333	1.98	0.76
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.50	2.12
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	4.90	1.39
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.95	1.13
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	2	0.293	3.29	0.95
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	2	0.333	2.92	0.84
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.75	1.44
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.84	0.98
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.49	0.81
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	1	0.293	1.24	0.68
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	1	0.333	1.10	0.60
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.09	1.81
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	3.30	1.19
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.65	0.97
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.293	2.20	0.81
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.333	1.94	0.72
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.70	2.07
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	4.90	1.33
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.91	1.07
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	2	0.293	3.24	0.89
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	2	0.333	2.86	0.79
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.80	1.43
D1	D	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.83	0.96

D1	D	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.47	0.78
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	1	0.293	1.22	0.65
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	1	0.333	1.07	0.58
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	5.14	1.78
D1	D	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	3.27	1.15
D1	D	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.61	0.93
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.293	2.16	0.77
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.333	1.90	0.69
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.72	2.02
D1	D	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	4.83	1.29
D1	D	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.84	1.03
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	2	0.293	3.16	0.85
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	2	0.333	2.78	0.76
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.92	1.45
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.89	0.96
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.51	0.78
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	1	0.293	1.25	0.65
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	1	0.333	1.09	0.58
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	5.32	1.79
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	3.35	1.15
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.66	0.93
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.293	2.19	0.77
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.333	1.93	0.68
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.94	2.03
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	4.92	1.28
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.90	1.02
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	2	0.293	3.21	0.85
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	2	0.333	2.82	0.75
D1	E	0.625	3	1.75	1.75	1	0.167	1.96	1.09
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.55	0.87
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.48	0.84
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.48	0.84
D1	E	1.125	3	1.75	1.75	1	0.300	1.22	0.70
D1	E	0.625	3	1.75	1.75	1.5	0.167	3.58	1.35
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	2.80	1.06
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.66	1.01
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.66	1.01
D1	E	1.125	3	1.75	1.75	1.5	0.300	2.18	0.84
D1	E	0.625	3	1.75	1.75	2	0.167	5.37	1.53
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	4.15	1.19
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.95	1.13
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.95	1.13
D1	E	1.125	3	1.75	1.75	2	0.300	3.22	0.93
D1	E	0.625	5	1.75	1.45	1	0.167	2.01	1.07
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.56	0.84
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.49	0.81
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.49	0.81
D1	E	1.125	5	1.75	1.45	1	0.300	1.21	0.67
D1	E	0.625	5	1.75	1.45	1.5	0.167	3.63	1.31
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.79	1.02
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.65	0.97
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.65	0.97

D1	E	1.125	5	1.75	1.45	1.5	0.300	2.16	0.79
D1	E	0.625	5	1.75	1.45	2	0.167	5.39	1.47
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	4.12	1.13
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.91	1.07
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.91	1.07
D1	E	1.125	5	1.75	1.45	2	0.300	3.17	0.88
D1	E	0.625	7	1.75	1.32	1	0.167	2.01	1.05
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.55	0.82
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.47	0.78
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.47	0.78
D1	E	1.125	7	1.75	1.32	1	0.300	1.19	0.64
D1	E	0.625	7	1.75	1.32	1.5	0.167	3.61	1.27
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.75	0.98
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.61	0.93
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.61	0.93
D1	E	1.125	7	1.75	1.32	1.5	0.300	2.11	0.76
D1	E	0.625	7	1.75	1.32	2	0.167	5.34	1.42
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	4.05	1.08
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.84	1.03
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.84	1.03
D1	E	1.125	7	1.75	1.32	2	0.300	3.09	0.84
D1	E	0.625	10	2.25	1.28	1	0.167	2.07	1.05
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.59	0.82
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.51	0.78
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.51	0.78
D1	E	1.125	10	2.25	1.28	1	0.300	1.22	0.64
D1	E	0.625	10	2.25	1.28	1.5	0.167	3.70	1.27
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.81	0.97
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.66	0.93
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.66	0.93
D1	E	1.125	10	2.25	1.28	1.5	0.300	2.14	0.75
D1	E	0.625	10	2.25	1.28	2	0.167	5.45	1.41
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	4.11	1.08
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.90	1.02
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.90	1.02
D1	E	1.125	10	2.25	1.28	2	0.300	3.13	0.83

Çizelge 9.2: AYGM (2020)'ye göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.60	2.07
DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.46	1.48
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	1.85	1.15
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1	0.214	1.47	0.93
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.20	0.78
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.18	2.77
DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.70	1.88
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.45	1.42
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.214	2.71	1.13
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.21	0.94
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	11.46	3.32

DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.25	2.16
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.25	1.60
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	2	0.214	4.09	1.26
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.32	1.04
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	3.85	2.11
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.54	1.46
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.88	1.11
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1	0.214	1.47	0.89
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.19	0.74
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.58	2.78
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.80	1.83
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.47	1.36
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.214	2.70	1.08
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.18	0.89
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	11.96	3.29
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.34	2.09
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.25	1.53
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	2	0.214	4.05	1.20
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.27	0.98
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	3.99	2.13
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.57	1.44
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.87	1.08
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1	0.214	1.46	0.86
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.18	0.71
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	7.78	2.77
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.82	1.79
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.45	1.32
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.214	2.66	1.03
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.14	0.85
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	12.17	3.26
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.32	2.03
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.47
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	2	0.214	3.98	1.15
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.20	0.94
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.23	2.18
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.68	1.46
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.94	1.09
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1	0.214	1.50	0.86
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.21	0.71
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	8.16	2.81
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.98	1.80
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.54	1.31
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.214	2.72	1.03
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.19	0.84
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	12.68	3.29
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.52	2.03
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.30	1.46
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	2	0.214	4.05	1.14
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.25	0.93
DD-3	ZB	0.23	3	1.75	1.75	1	0.060	3.41	1.98
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1	0.120	2.28	1.38
DD-3	ZB	0.68	3	1.75	1.75	1	0.180	1.69	1.06

DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-3	ZB	1.13	3	1.75	1.75	1	0.300	1.08	0.71
DD-3	ZB	0.23	3	1.75	1.75	1.5	0.060	6.74	2.62
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1.5	0.120	4.31	1.74
DD-3	ZB	0.68	3	1.75	1.75	1.5	0.180	3.14	1.29
DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-3	ZB	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.97	0.85
DD-3	ZB	0.23	3	1.75	1.75	2	0.060	10.69	3.11
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	2	0.120	6.62	1.99
DD-3	ZB	0.68	3	1.75	1.75	2	0.180	4.75	1.46
DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-3	ZB	1.13	3	1.75	1.75	2	0.300	2.96	0.94
DD-3	ZB	0.23	5	1.75	1.45	1	0.060	3.62	2.00
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1	0.120	2.34	1.36
DD-3	ZB	0.68	5	1.75	1.45	1	0.180	1.70	1.02
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-3	ZB	1.13	5	1.75	1.45	1	0.300	1.06	0.67
DD-3	ZB	0.23	5	1.75	1.45	1.5	0.060	7.07	2.61
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1.5	0.120	4.39	1.69
DD-3	ZB	0.68	5	1.75	1.45	1.5	0.180	3.14	1.24
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-3	ZB	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.94	0.80
DD-3	ZB	0.23	5	1.75	1.45	2	0.060	11.10	3.07
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	2	0.120	6.68	1.92
DD-3	ZB	0.68	5	1.75	1.45	2	0.180	4.73	1.38
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-3	ZB	1.13	5	1.75	1.45	2	0.300	2.91	0.88
DD-3	ZB	0.23	7	1.75	1.32	1	0.060	3.74	2.01
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1	0.120	2.36	1.33
DD-3	ZB	0.68	7	1.75	1.32	1	0.180	1.70	0.99
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-3	ZB	1.13	7	1.75	1.32	1	0.300	1.04	0.64
DD-3	ZB	0.23	7	1.75	1.32	1.5	0.060	7.23	2.59
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1.5	0.120	4.39	1.64
DD-3	ZB	0.68	7	1.75	1.32	1.5	0.180	3.11	1.19
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93
DD-3	ZB	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.90	0.76
DD-3	ZB	0.23	7	1.75	1.32	2	0.060	11.25	3.03
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	2	0.120	6.65	1.86
DD-3	ZB	0.68	7	1.75	1.32	2	0.180	4.66	1.33
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-3	ZB	1.13	7	1.75	1.32	2	0.300	2.84	0.84
DD-3	ZB	0.23	10	2.25	1.28	1	0.060	3.95	2.05
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1	0.120	2.45	1.35
DD-3	ZB	0.68	10	2.25	1.28	1	0.180	1.75	0.99
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-3	ZB	1.13	10	2.25	1.28	1	0.300	1.07	0.64
DD-3	ZB	0.23	10	2.25	1.28	1.5	0.060	7.56	2.63
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1.5	0.120	4.53	1.65
DD-3	ZB	0.68	10	2.25	1.28	1.5	0.180	3.19	1.19
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93
DD-3	ZB	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.94	0.75

DD-3	ZB	0.23	10	2.25	1.28	2	0.060	11.69	3.05
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	2	0.120	6.81	1.85
DD-3	ZB	0.68	10	2.25	1.28	2	0.180	4.76	1.32
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-3	ZB	1.13	10	2.25	1.28	2	0.300	2.88	0.83
DD-3	ZC	0.33	3	1.75	1.75	1	0.087	2.80	1.66
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1	0.174	1.74	1.09
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1	0.320	1.01	0.67
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1	0.401	0.80	0.54
DD-3	ZC	0.33	3	1.75	1.75	1.5	0.087	5.40	2.14
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1.5	0.174	3.24	1.33
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1.5	0.320	1.85	0.80
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1.5	0.401	1.46	0.65
DD-3	ZC	0.33	3	1.75	1.75	2	0.087	8.42	2.49
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	2	0.174	4.91	1.50
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	2	0.320	2.78	0.88
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	2	0.401	2.20	0.71
DD-3	ZC	0.33	5	1.75	1.45	1	0.087	2.92	1.66
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1	0.174	1.76	1.05
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1	0.320	0.99	0.63
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1	0.401	0.77	0.51
DD-3	ZC	0.33	5	1.75	1.45	1.5	0.087	5.57	2.10
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1.5	0.174	3.24	1.28
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1.5	0.320	1.82	0.75
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1.5	0.401	1.42	0.60
DD-3	ZC	0.33	5	1.75	1.45	2	0.087	8.59	2.43
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	2	0.174	4.89	1.43
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	2	0.320	2.72	0.83
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	2	0.401	2.13	0.66
DD-3	ZC	0.33	7	1.75	1.32	1	0.087	2.97	1.64
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1	0.174	1.75	1.02
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1	0.320	0.97	0.60
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1	0.401	0.75	0.48
DD-3	ZC	0.33	7	1.75	1.32	1.5	0.087	5.63	2.07
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1.5	0.174	3.22	1.23
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1.5	0.320	1.77	0.71
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1.5	0.401	1.38	0.57
DD-3	ZC	0.33	7	1.75	1.32	2	0.087	8.62	2.37
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	2	0.174	4.83	1.37
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	2	0.320	2.65	0.79
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	2	0.401	2.07	0.63
DD-3	ZC	0.33	10	2.25	1.28	1	0.087	3.12	1.67
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1	0.174	1.81	1.02

DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1	0.320	1.00	0.60
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1	0.401	0.77	0.48
DD-3	ZC	0.33	10	2.25	1.28	1.5	0.087	5.84	2.08
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1.5	0.174	3.30	1.23
DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1.5	0.320	1.81	0.71
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1.5	0.401	1.40	0.56
DD-3	ZC	0.33	10	2.25	1.28	2	0.087	8.89	2.37
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	2	0.174	4.93	1.37
DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	2	0.320	2.69	0.78
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	2	0.401	2.09	0.62
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.46	1.48
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	1.64	1.03
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.10	0.72
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1	0.334	0.97	0.64
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.70	1.88
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	3.04	1.26
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	2.02	0.86
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.334	1.77	0.77
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.25	2.16
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	4.61	1.41
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	3.03	0.96
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	2	0.334	2.67	0.85
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.54	1.46
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.65	0.99
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.09	0.68
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1	0.334	0.95	0.61
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.80	1.83
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	3.04	1.20
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.99	0.81
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.334	1.74	0.72
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.34	2.09
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	4.58	1.34
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.97	0.90
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	2	0.334	2.61	0.79
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.57	1.44
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.64	0.96
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.07	0.65
DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1	0.334	0.93	0.58
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.82	1.79
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	3.01	1.16
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.95	0.78

DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.334	1.70	0.69
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.32	2.03
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	4.51	1.29
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.91	0.86
DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	2	0.334	2.54	0.76
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.68	1.46
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.70	0.96
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.09	0.65
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1	0.334	0.95	0.58
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.98	1.80
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	3.08	1.16
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.98	0.77
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.334	1.73	0.68
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.52	2.03
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	4.60	1.28
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.95	0.85
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	2	0.334	2.58	0.75
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	1.85	1.15
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.39	0.89
DD-3	ZE	0.98	3	1.75	1.75	1	0.260	1.23	0.80
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.10	0.72
DD-3	ZE	1.13	3	1.75	1.75	1	0.300	1.08	0.71
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.45	1.42
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	2.57	1.08
DD-3	ZE	0.98	3	1.75	1.75	1.5	0.260	2.26	0.96
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	2.02	0.86
DD-3	ZE	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.97	0.85
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.25	1.60
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	3.87	1.20
DD-3	ZE	0.98	3	1.75	1.75	2	0.260	3.41	1.06
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	3.03	0.96
DD-3	ZE	1.13	3	1.75	1.75	2	0.300	2.96	0.94
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.88	1.11
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.39	0.85
DD-3	ZE	0.98	5	1.75	1.45	1	0.260	1.22	0.76
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.09	0.68
DD-3	ZE	1.13	5	1.75	1.45	1	0.300	1.06	0.67
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.47	1.36
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.55	1.02
DD-3	ZE	0.98	5	1.75	1.45	1.5	0.260	2.24	0.91
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.99	0.81
DD-3	ZE	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.94	0.80
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.25	1.53
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	3.83	1.13
DD-3	ZE	0.98	5	1.75	1.45	2	0.260	3.35	1.00
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.97	0.90
DD-3	ZE	1.13	5	1.75	1.45	2	0.300	2.91	0.88
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.87	1.08

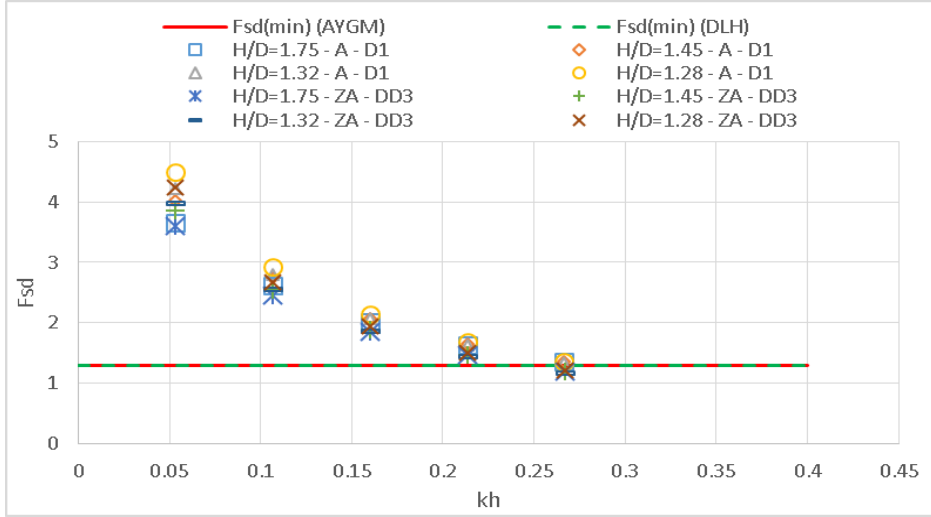
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.38	0.82
DD-3	ZE	0.98	7	1.75	1.32	1	0.260	1.21	0.73
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.07	0.65
DD-3	ZE	1.13	7	1.75	1.32	1	0.300	1.04	0.64
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.45	1.32
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.51	0.98
DD-3	ZE	0.98	7	1.75	1.32	1.5	0.260	2.20	0.87
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.95	0.78
DD-3	ZE	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.90	0.76
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.47
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	3.76	1.09
DD-3	ZE	0.98	7	1.75	1.32	2	0.260	3.29	0.96
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.91	0.86
DD-3	ZE	1.13	7	1.75	1.32	2	0.300	2.84	0.84
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.94	1.09
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.42	0.82
DD-3	ZE	0.98	10	2.25	1.28	1	0.260	1.24	0.73
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.09	0.65
DD-3	ZE	1.13	10	2.25	1.28	1	0.300	1.07	0.64
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.54	1.31
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.57	0.98
DD-3	ZE	0.98	10	2.25	1.28	1.5	0.260	2.24	0.86
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.98	0.77
DD-3	ZE	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.94	0.75
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.30	1.46
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	3.82	1.08
DD-3	ZE	0.98	10	2.25	1.28	2	0.260	3.34	0.95
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.95	0.85
DD-3	ZE	1.13	10	2.25	1.28	2	0.300	2.88	0.83

Deprem düzeyi DLH (2008)'e göre ve AYGGM (2020)'ye göre sırasıyla D1 ve DD3 olarak seçilmiştir. Her iki yönetmelikte tanımlanan zemin sınıflarına göre yapı stabiliteyi aynı yapı boyutları için hesaplanmıştır.

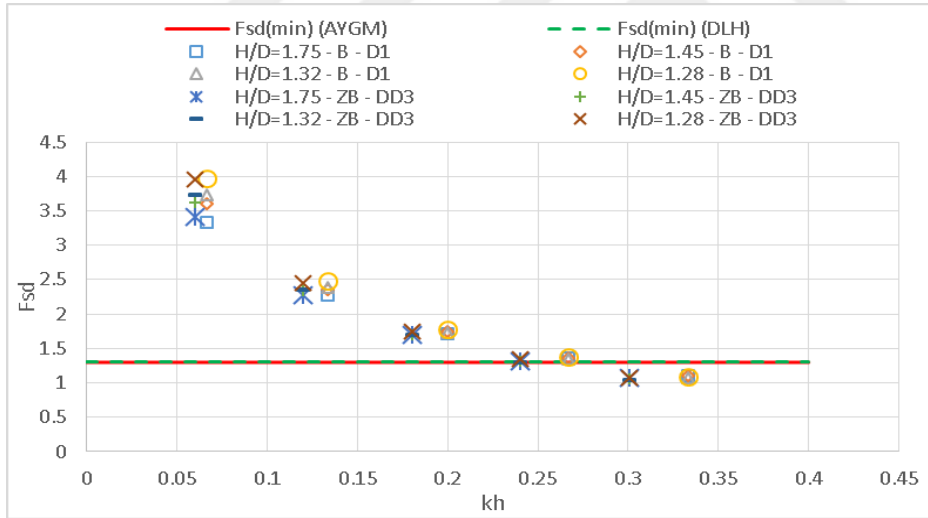
9.1.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım

Şekil 9.2-6 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanal yapı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.2'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.25$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.3'te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.25-0.26$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.4'te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.25-0.26$, Şekil 9.5'te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.25-0.26$ ve Şekil 9.6'da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.25$ değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır.

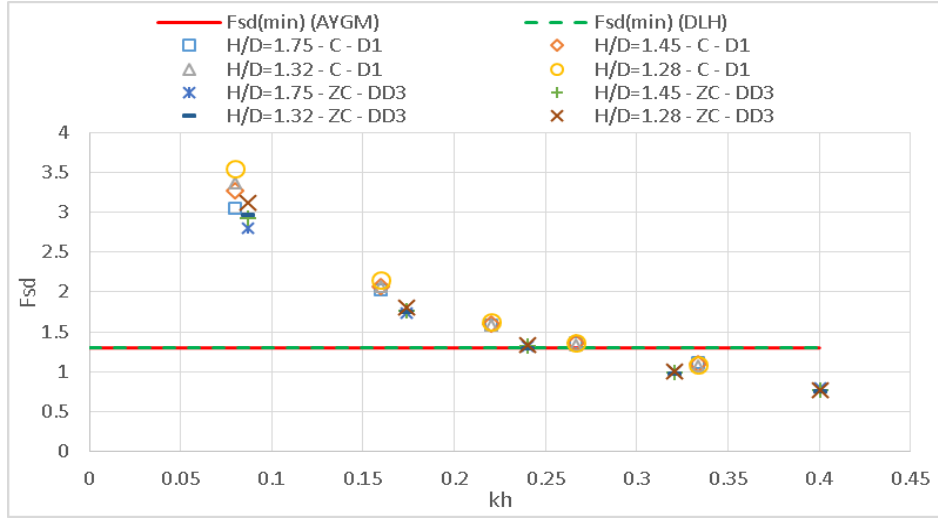
Tablo 9.1 ve Tablo 9.2'den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



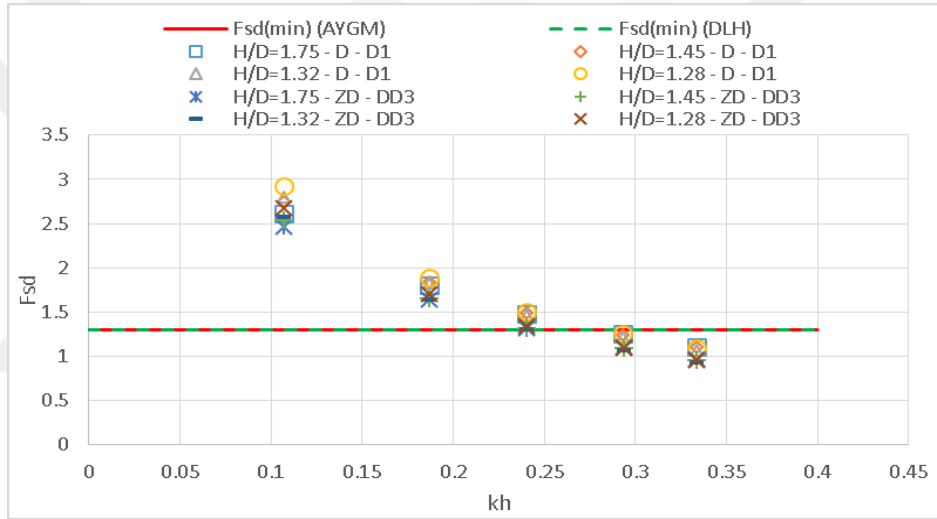
Şekil 9.2: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



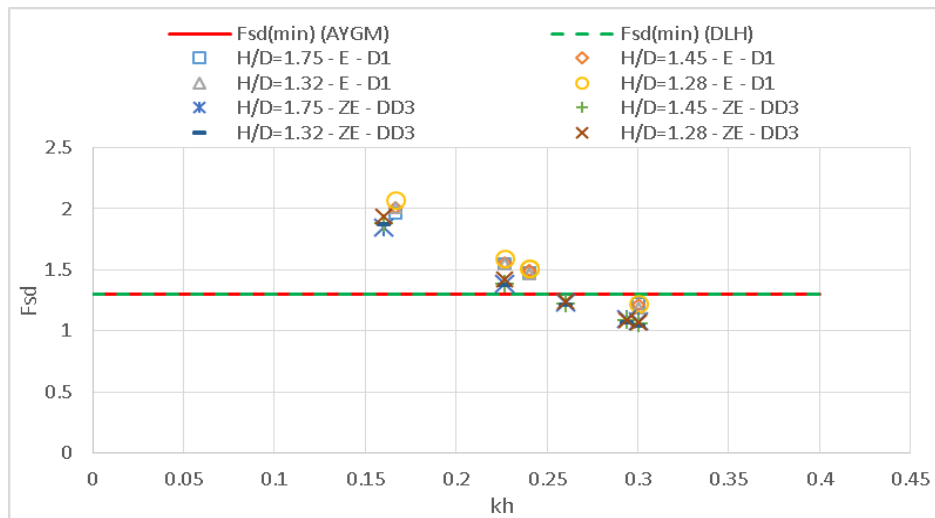
Şekil 9.3: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.4: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

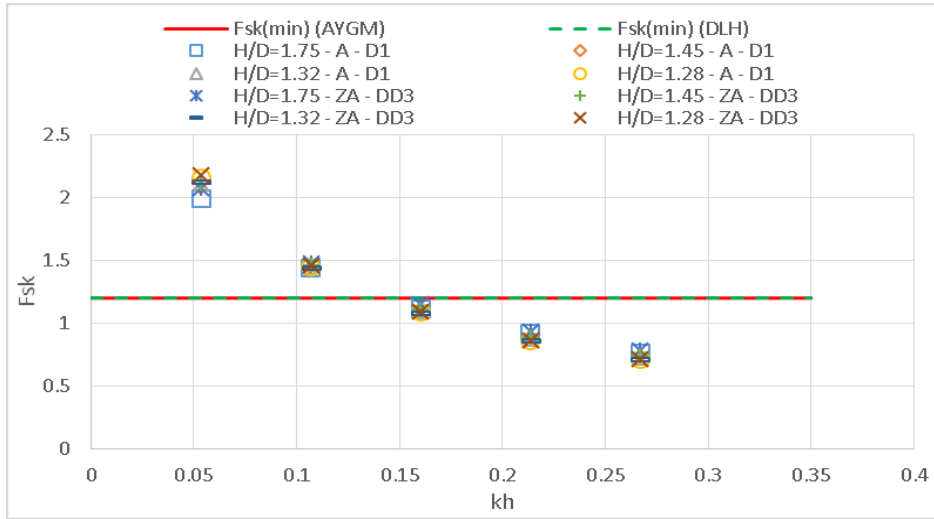


Şekil 9.5: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

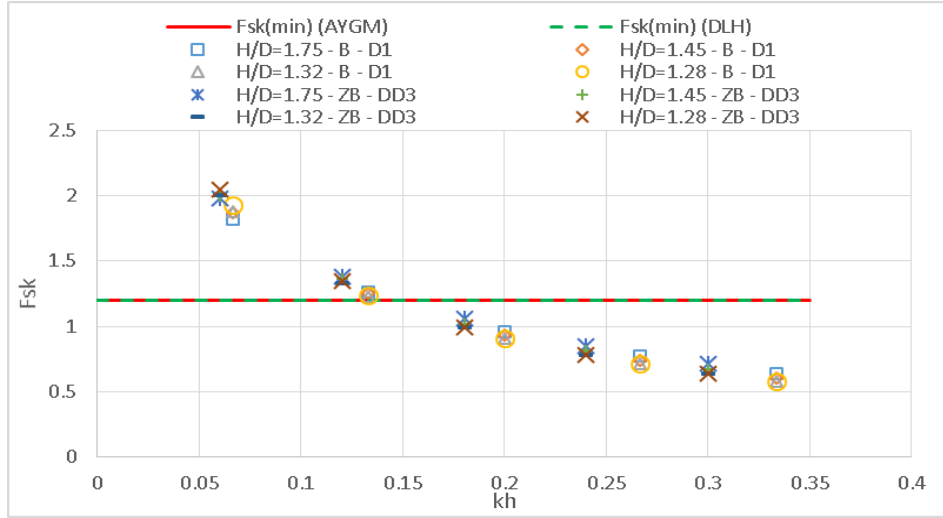


Şekil 9.6: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

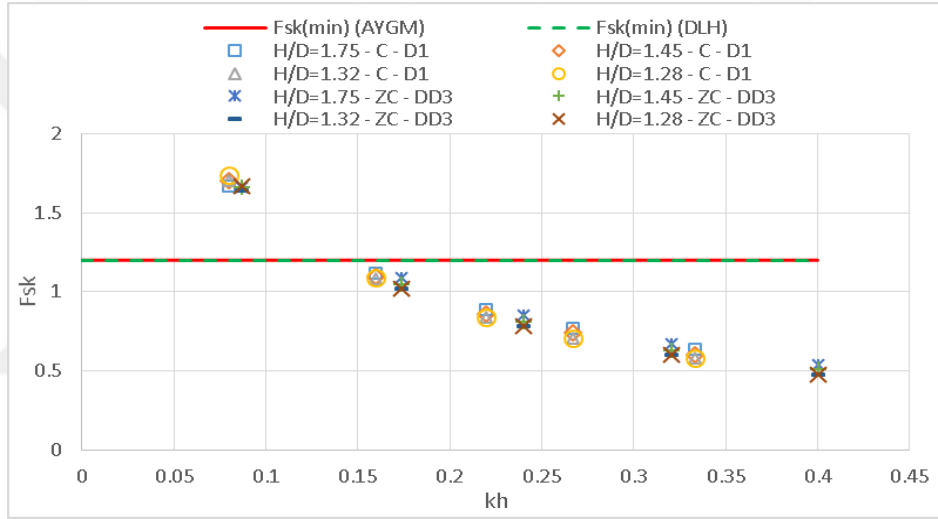
Şekil 9.7-11 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.7’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.15$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.8’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.15$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.9’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.15$, Şekil 9.10’da D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.14$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 9.11’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.13-0.14$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Tablo 9.1 ve Tablo 9.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



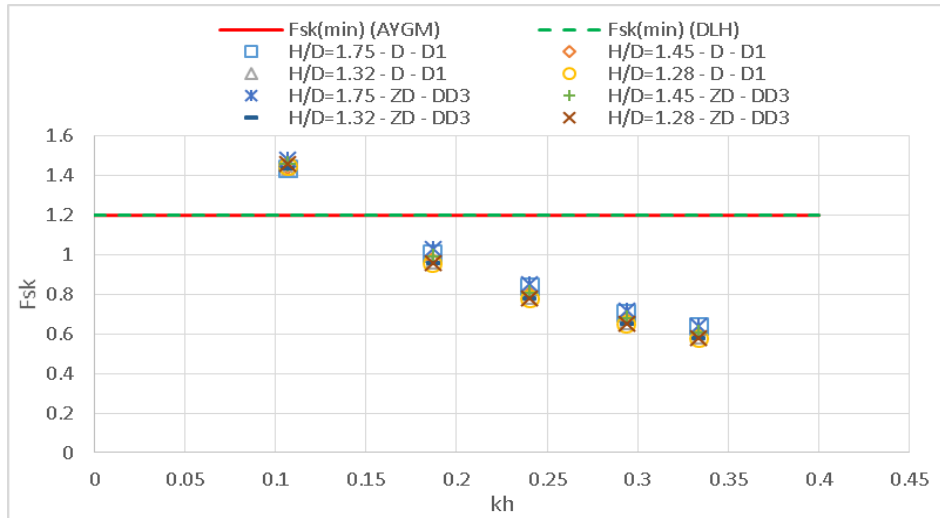
Şekil 9.7: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



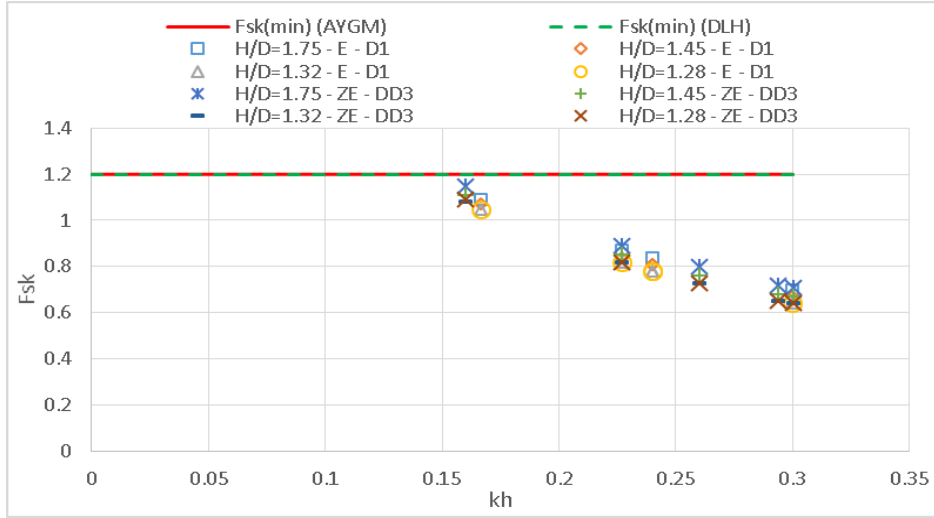
Şekil 9.8: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.9: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



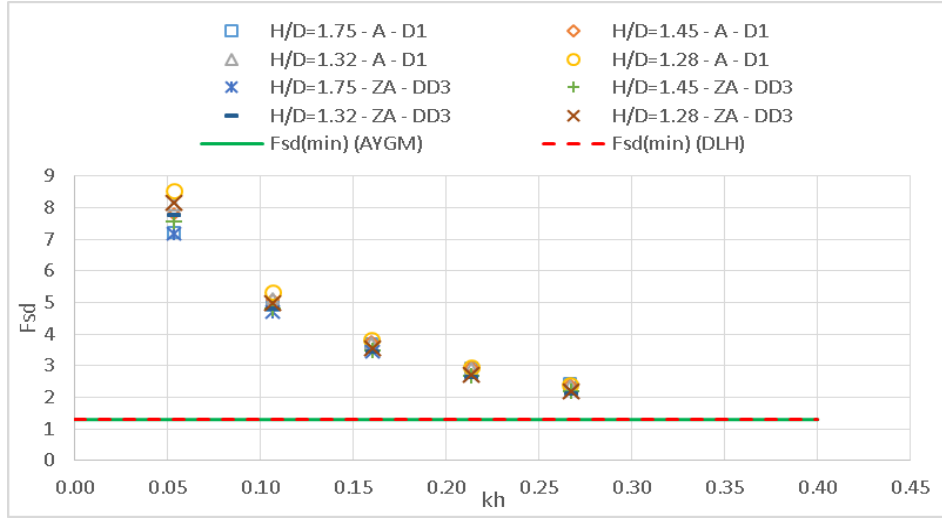
Şekil 9.10: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



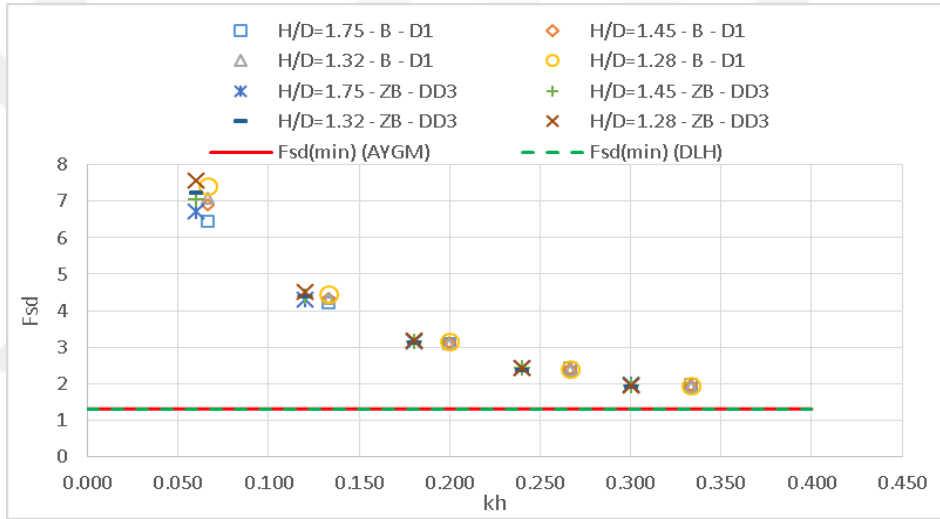
Şekil 9.11: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

9.1.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım

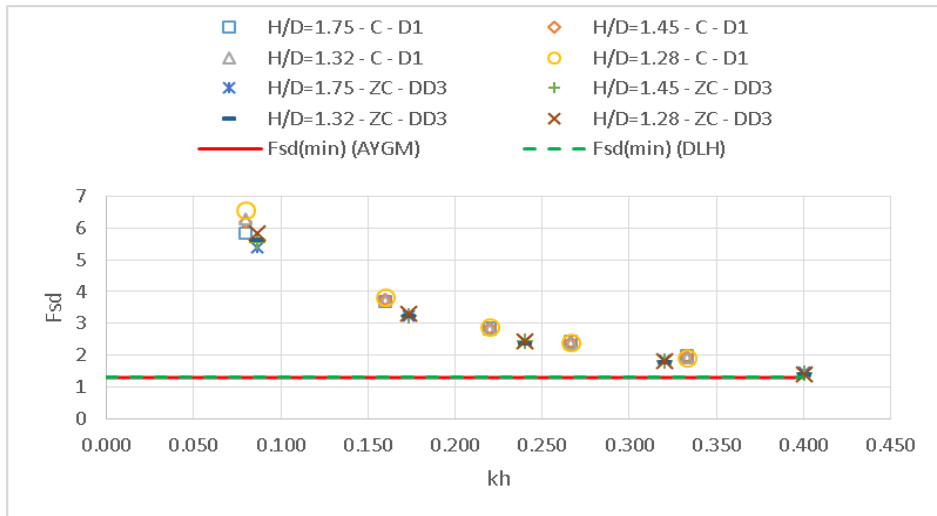
Şekil 9.12-16 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1.5 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 9.12'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.495$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.13'te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.496$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.14'te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.50$, Şekil 9.15'te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.50$ ve Şekil 9.16'da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.50$ değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır. Tablo 9.1 ve Tablo 9.2'den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



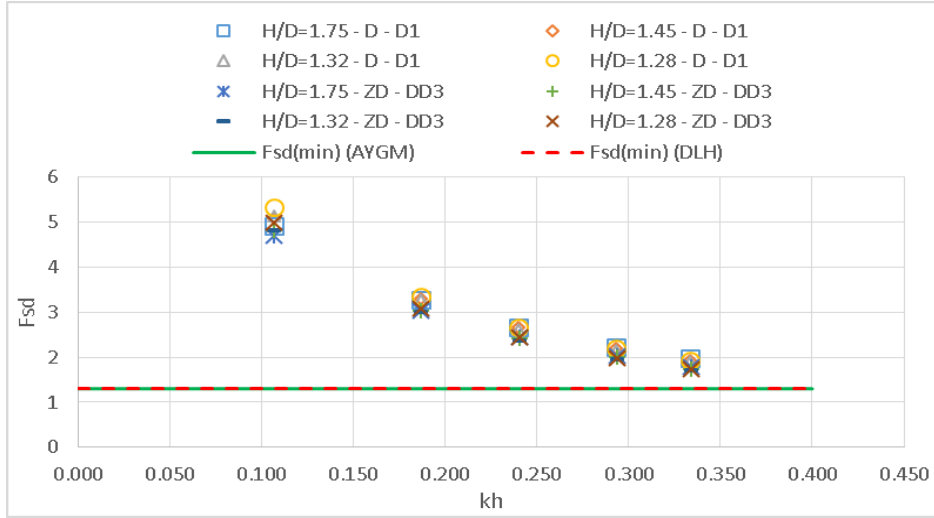
Şekil 9.12: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



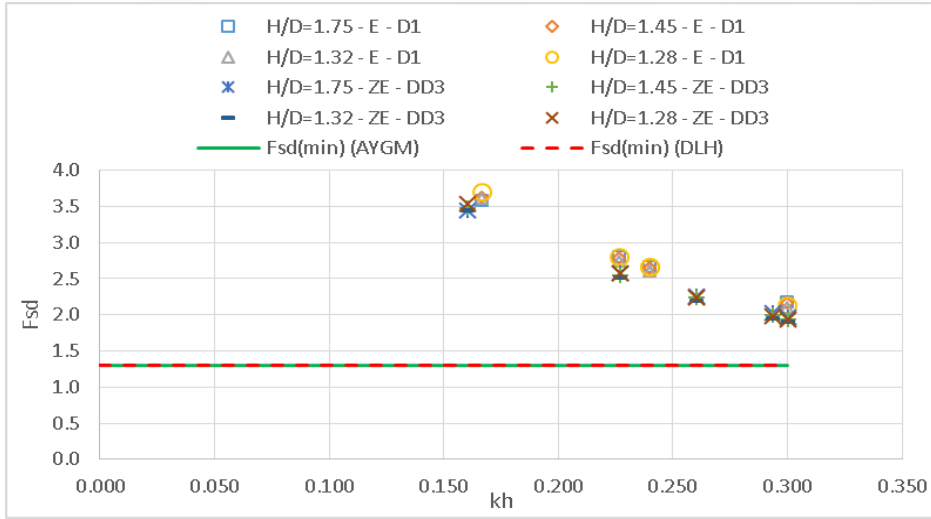
Şekil 9.13: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.14: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



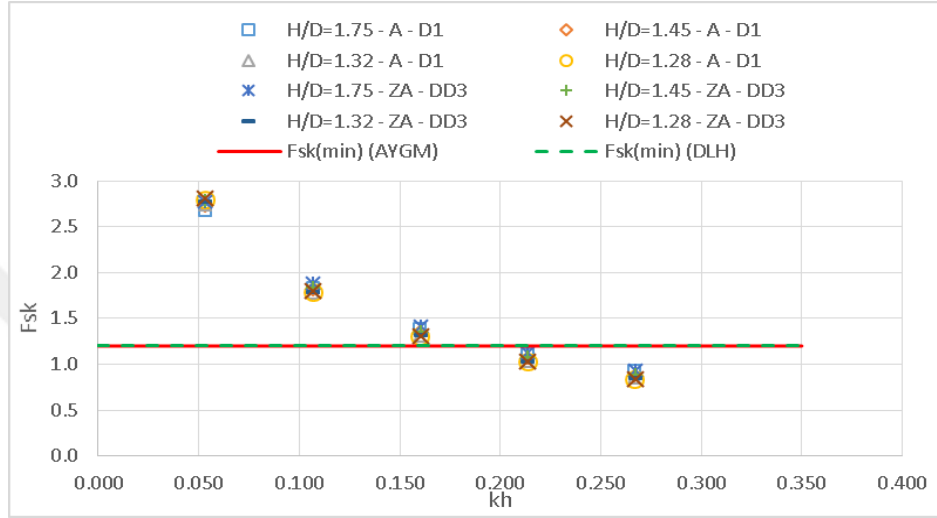
Şekil 9.15: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



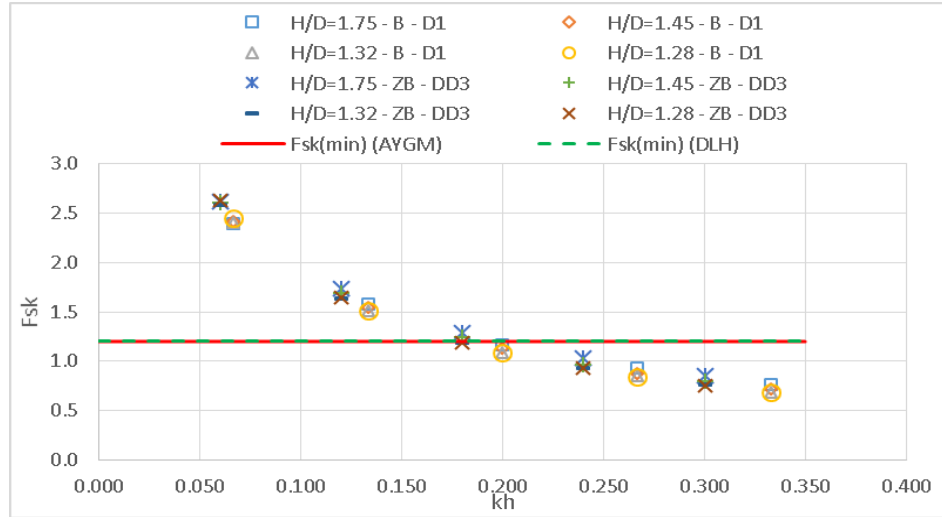
Şekil 9.16: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

Şekil 9.17-21 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde $B/H=1.5$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.17'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.198$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.18'de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.198$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.19'da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.198$, Şekil 9.20'de D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.198$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korunurken, Şekil 9.21'de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.198$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Tablo 9.1 ve Tablo 9.2'den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik

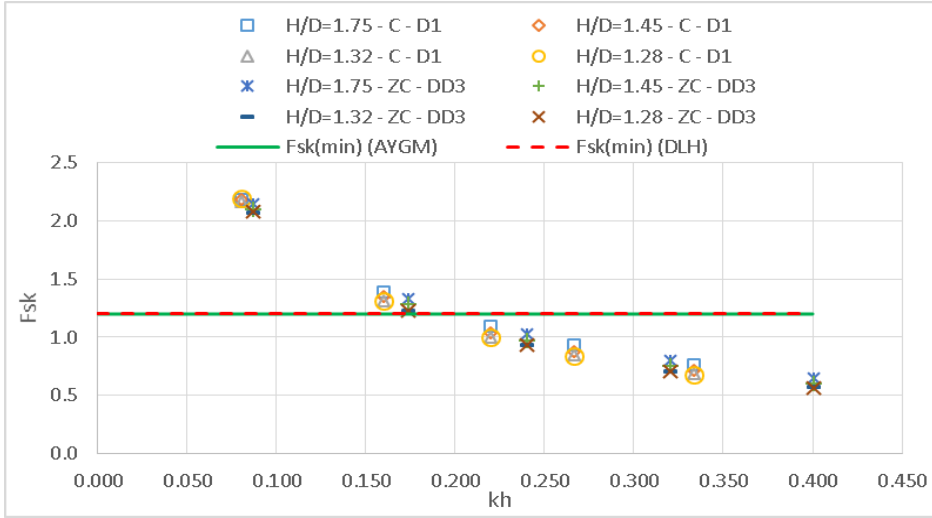
katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



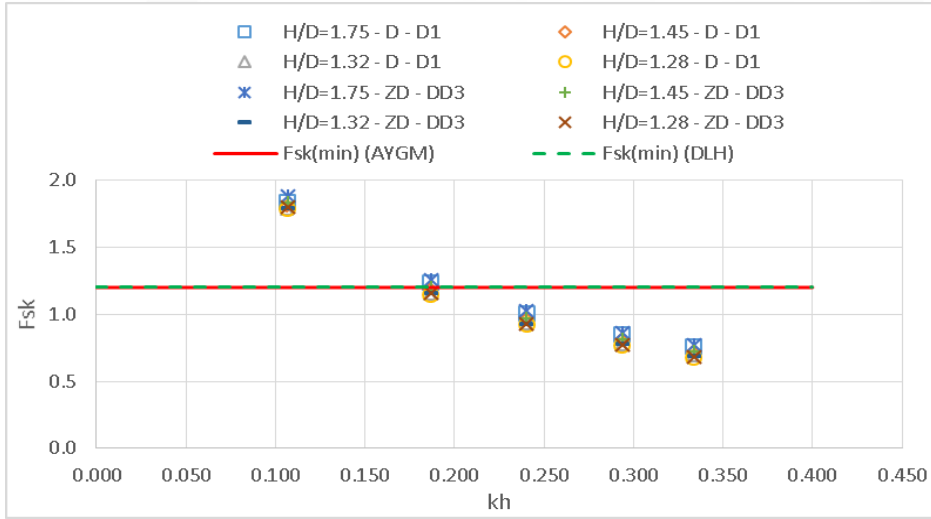
Şekil 9.17: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



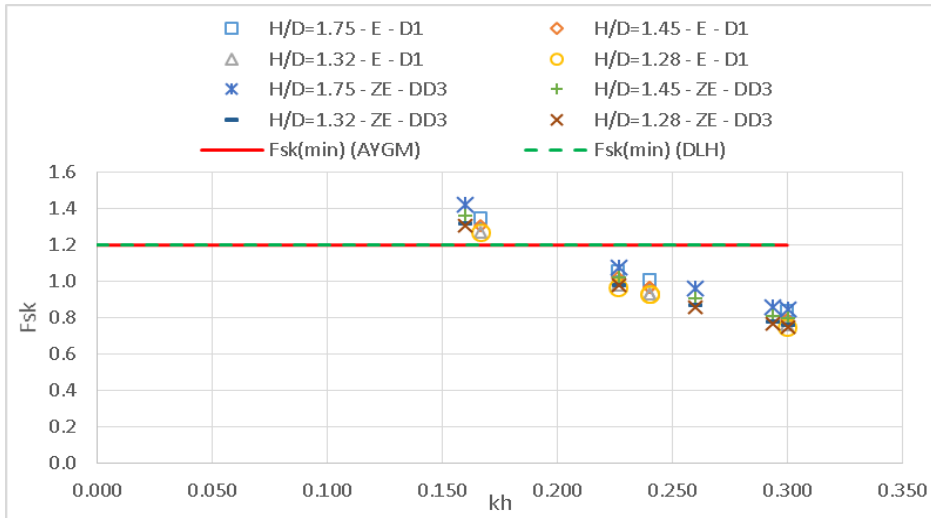
Şekil 9.18: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.19: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



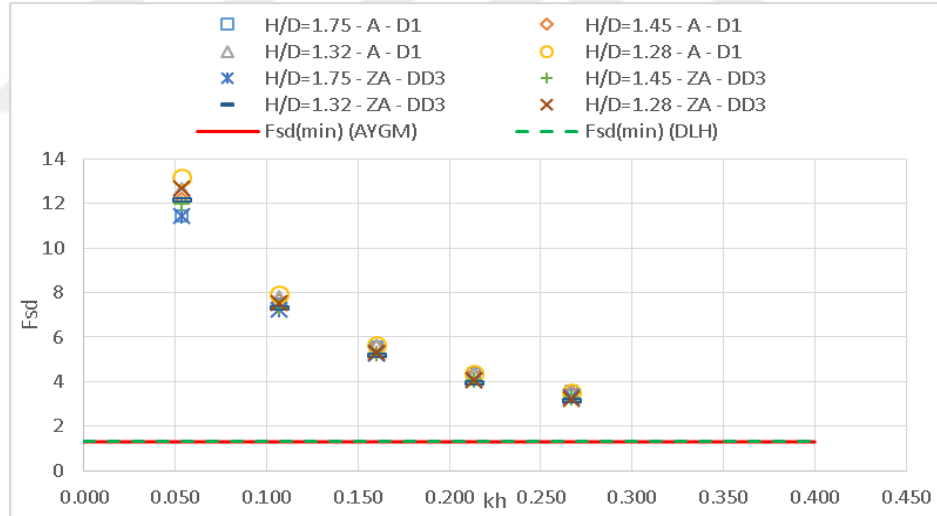
Şekil 9.20: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



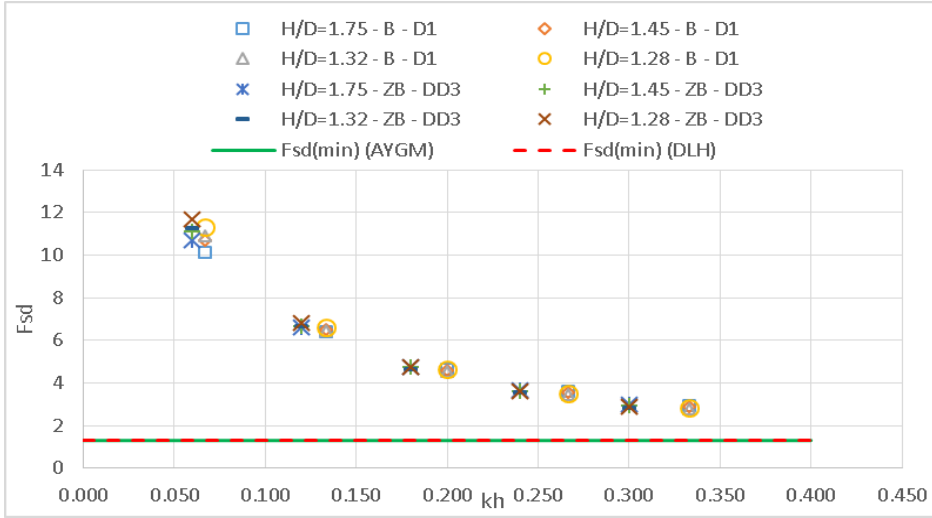
Şekil 9.21: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

9.1.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım

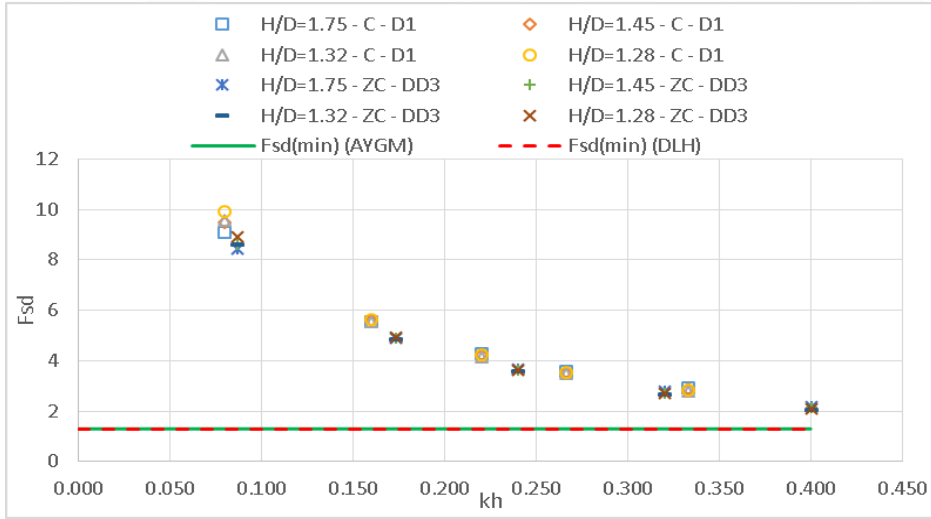
Şekil 9.22-26 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=2 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 9.22’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.595$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.23’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre $kh=0.595$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.24’te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.595$, Şekil 9.25’te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.595$ ve Şekil 9.26’da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.595$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilite hesabı yapılmaktadır. $kh=0.595$ değerinden sonra hesaplanan kh değerlerine karşılık gelen devrilmeye karşı güvenlik katsayılarına hesaplanamamaktadır. Tablo 9.1 ve Tablo 9.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



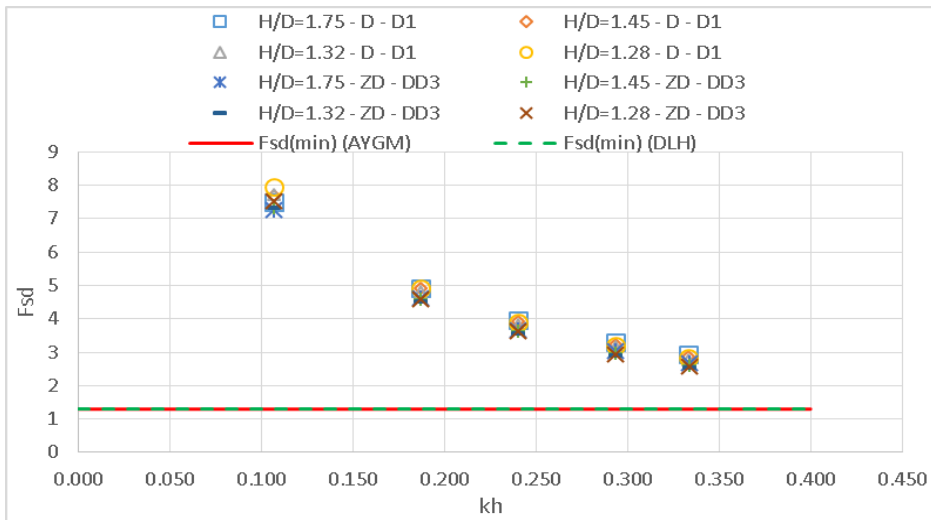
Şekil 9.22: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



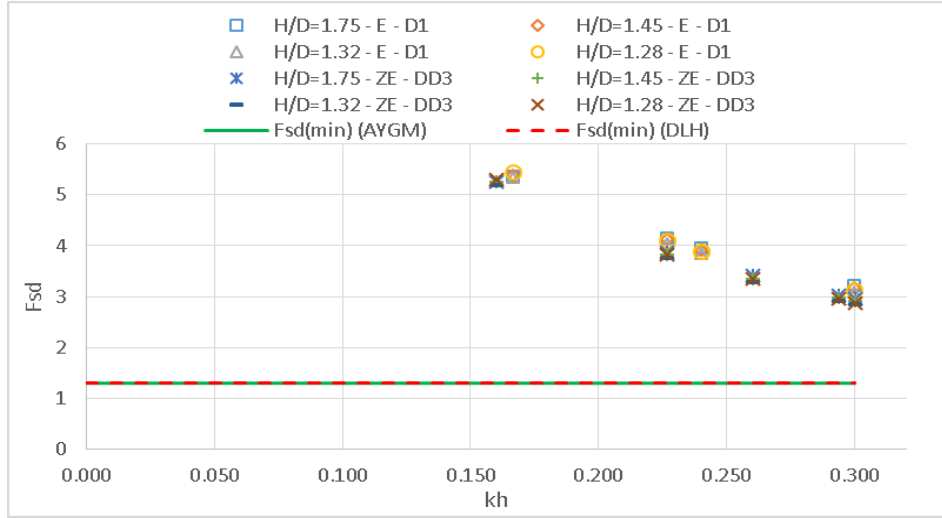
Şekil 9.23: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.24: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

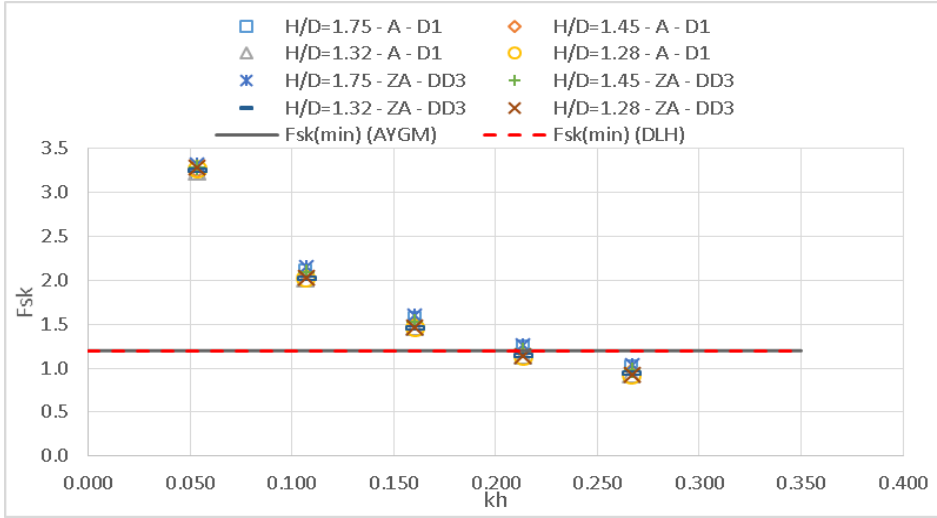


Şekil 9.25: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

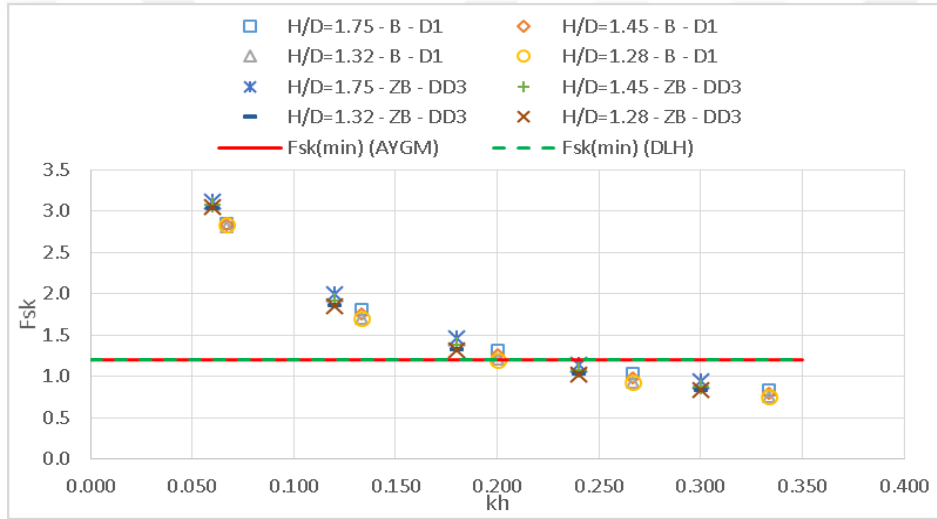


Şekil 9.26: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

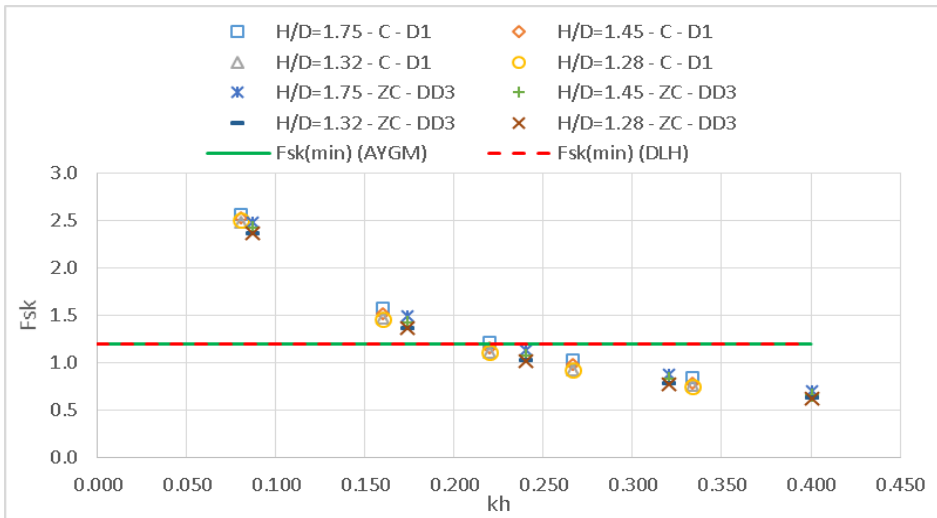
Şekil 9.27-31 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde $B/H=2$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.27’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.22$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.28’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.23$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.29’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.22$, Şekil 9.30’da D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.22$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 9.31’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.22$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Tablo 9.1 ve Tablo 9.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



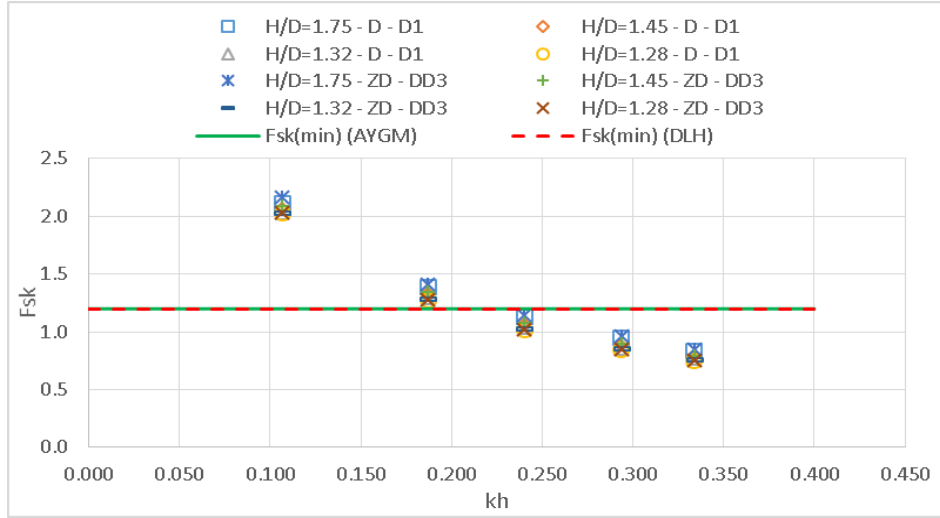
Şekil 9.27: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



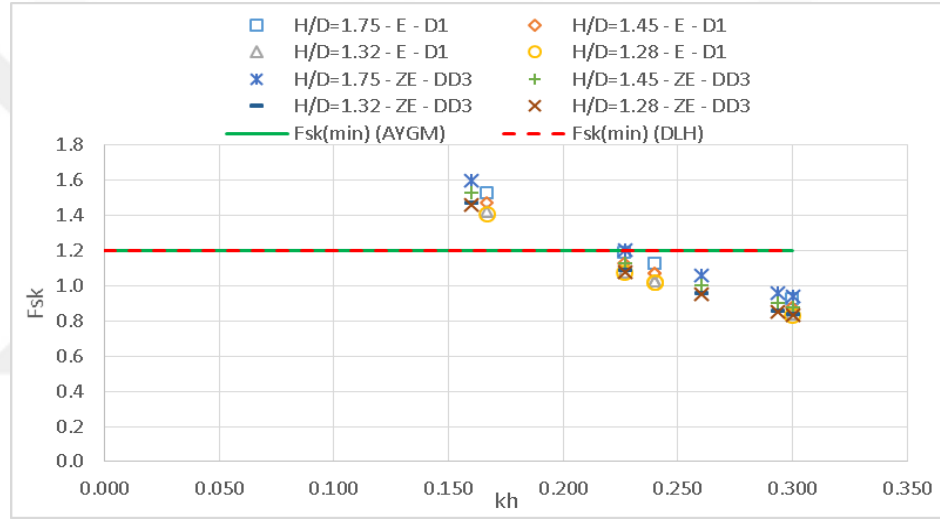
Şekil 9.28: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.29: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.30: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.31: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

9.2. D2-DD2 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite hesapları yapılan L tipi yanaşma yapısının hesap özetleri Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4'te verilmiştir.

Çizelge 9.3: DLH (2008)'e göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SMS	Derinlik	Apron Yüksekliği	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.65	1.99
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.61	1.44
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	1	0.207	1.67	0.94

D2	A	0.8	3	1.75	1.75	1	0.228	1.55	0.87
D2	A	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.46	0.82
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.22	2.68
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.91	1.84
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.207	3.01	1.14
D2	A	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.228	2.78	1.06
D2	A	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.61	0.99
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	11.45	3.21
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.50	2.12
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	2	0.207	4.49	1.28
D2	A	0.8	3	1.75	1.75	2	0.228	4.13	1.18
D2	A	1	3	1.75	1.75	2	0.246	3.87	1.11
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	4.02	2.07
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.75	1.44
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	1	0.207	1.69	0.91
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	1	0.228	1.56	0.84
D2	A	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.46	0.79
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.81	2.73
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.09	1.81
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.207	3.02	1.10
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.228	2.78	1.01
D2	A	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.60	0.95
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	12.24	3.24
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.70	2.07
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	2	0.207	4.47	1.22
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	2	0.228	4.10	1.12
D2	A	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.83	1.05
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	4.21	2.10
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.80	1.43
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	1	0.207	1.68	0.88
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	1	0.228	1.54	0.81
D2	A	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.44	0.76
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	8.10	2.74
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	5.14	1.78
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.207	2.99	1.06
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.228	2.74	0.97
D2	A	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.56	0.91
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	12.58	3.23
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.72	2.02
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	2	0.207	4.40	1.17
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	2	0.228	4.03	1.08
D2	A	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.76	1.01
D2	A	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.49	2.16
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.92	1.45
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	1	0.207	1.72	0.88
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	1	0.228	1.58	0.82
D2	A	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.48	0.76
D2	A	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	8.55	2.80
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	5.32	1.79
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.207	3.05	1.05
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.228	2.79	0.97
D2	A	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.61	0.91

D2	A	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	13.18	3.27
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.94	2.03
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	2	0.207	4.47	1.17
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	2	0.228	4.09	1.07
D2	A	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.81	1.00
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	1	0.067	3.33	1.82
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	1	0.195	1.75	0.98
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	1	0.223	1.57	0.88
D2	B	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.46	0.82
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.37	0.77
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	1.5	0.067	6.46	2.40
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	1.5	0.195	3.17	1.20
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	1.5	0.223	2.83	1.08
D2	B	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.61	0.99
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.45	0.93
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	2	0.067	10.13	2.85
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	2	0.195	4.72	1.35
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	2	0.223	4.21	1.20
D2	B	1	3	1.75	1.75	2	0.246	3.87	1.11
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.62	1.04
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	1	0.067	3.61	1.87
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	1	0.195	1.77	0.95
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	1	0.223	1.58	0.86
D2	B	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.46	0.79
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.36	0.74
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	1.5	0.067	6.90	2.42
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	1.5	0.195	3.18	1.15
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	1.5	0.223	2.83	1.03
D2	B	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.60	0.95
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.43	0.89
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	2	0.067	10.68	2.84
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	2	0.195	4.71	1.29
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	2	0.223	4.18	1.14
D2	B	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.83	1.05
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.57	0.98
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	1	0.067	3.74	1.88
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	1	0.195	1.77	0.93
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	1	0.223	1.57	0.83
D2	B	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.44	0.76
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.35	0.72
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	1.5	0.067	7.09	2.41
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	1.5	0.195	3.15	1.11
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	1.5	0.223	2.79	0.99
D2	B	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.56	0.91
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.38	0.85
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	2	0.067	10.88	2.81
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	2	0.195	4.65	1.24
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	2	0.223	4.11	1.10
D2	B	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.76	1.01
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.50	0.94
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	1	0.067	3.97	1.93
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	1	0.195	1.82	0.93

D2	B	0.75	10	2.25	1.28	1	0.223	1.61	0.83
D2	B	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.48	0.76
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.38	0.72
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	1.5	0.067	7.43	2.45
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	1.5	0.195	3.22	1.11
D2	B	0.75	10	2.25	1.28	1.5	0.223	2.85	0.99
D2	B	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.61	0.91
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.43	0.85
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	2	0.067	11.33	2.84
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	2	0.195	4.73	1.23
D2	B	0.75	10	2.25	1.28	2	0.223	4.17	1.09
D2	B	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.81	1.00
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.55	0.93
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	1	0.080	3.05	1.67
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	1	0.207	1.67	0.94
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	1	0.230	1.53	0.86
D2	C	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.46	0.82
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.37	0.77
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	1.5	0.080	5.85	2.18
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.207	3.01	1.14
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	1.5	0.230	2.76	1.05
D2	C	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.61	0.99
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.45	0.93
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	2	0.080	9.08	2.56
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	2	0.207	4.49	1.28
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	2	0.230	4.09	1.17
D2	C	1	3	1.75	1.75	2	0.246	3.87	1.11
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.62	1.04
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	1	0.080	3.27	1.70
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	1	0.207	1.69	0.91
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	1	0.230	1.54	0.83
D2	C	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.46	0.79
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.36	0.74
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	1.5	0.080	6.17	2.18
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.207	3.02	1.10
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	1.5	0.230	2.75	1.00
D2	C	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.60	0.95
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.43	0.89
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	2	0.080	9.46	2.53
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	2	0.207	4.47	1.22
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	2	0.230	4.06	1.11
D2	C	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.83	1.05
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.57	0.98
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	1	0.080	3.37	1.70
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	1	0.207	1.68	0.88
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	1	0.230	1.53	0.81
D2	C	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.44	0.76
D2	C	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.35	0.72
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	1.5	0.080	6.29	2.16
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.207	2.99	1.06
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	1.5	0.230	2.71	0.96
D2	C	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.56	0.91

D2	C	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.38	0.85
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	2	0.080	9.58	2.49
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	2	0.207	4.40	1.17
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	2	0.230	3.99	1.07
D2	C	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.76	1.01
D2	C	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.50	0.94
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	1	0.080	3.55	1.74
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	1	0.207	1.72	0.88
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	1	0.230	1.57	0.81
D2	C	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.48	0.76
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.38	0.72
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	1.5	0.080	6.57	2.19
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.207	3.05	1.05
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	1.5	0.230	2.77	0.96
D2	C	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.61	0.91
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.43	0.85
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	2	0.080	9.92	2.51
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	2	0.207	4.47	1.17
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	2	0.230	4.05	1.06
D2	C	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.81	1.00
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.55	0.93
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.61	1.44
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	1	0.218	1.60	0.90
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.50	0.84
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	1	0.254	1.42	0.80
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.37	0.77
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.91	1.84
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.218	2.89	1.10
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.69	1.02
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.254	2.54	0.97
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.45	0.93
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.50	2.12
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	2	0.218	4.29	1.23
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	3.99	1.14
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	2	0.254	3.76	1.08
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.62	1.04
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.75	1.44
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	1	0.218	1.62	0.87
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.50	0.81
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	1	0.254	1.42	0.77
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.36	0.74
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.09	1.81
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.218	2.89	1.05
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.68	0.98
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.254	2.52	0.92
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.43	0.89
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.70	2.07
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	2	0.218	4.27	1.17
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.96	1.09
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	2	0.254	3.72	1.02
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.57	0.98
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.80	1.43

D2	D	0.7	7	1.75	1.32	1	0.218	1.60	0.84
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.79
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	1	0.254	1.40	0.74
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.35	0.72
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	5.14	1.78
D2	D	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.218	2.85	1.01
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.64	0.94
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.254	2.48	0.89
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.38	0.85
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.72	2.02
D2	D	0.7	7	1.75	1.32	2	0.218	4.20	1.12
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.88	1.04
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	2	0.254	3.64	0.98
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.50	0.94
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.92	1.45
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	1	0.218	1.65	0.85
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.53	0.79
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	1	0.254	1.43	0.74
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.38	0.72
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	5.32	1.79
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.218	2.91	1.01
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.69	0.94
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.254	2.53	0.88
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.43	0.85
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.94	2.03
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	2	0.218	4.26	1.11
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.94	1.03
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	2	0.254	3.70	0.97
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.55	0.93
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	1	0.210	1.65	0.93
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	1	0.233	1.52	0.86
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.50	0.84
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.50	0.84
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	1	0.255	1.41	0.80
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	1.5	0.210	2.98	1.13
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.233	2.74	1.04
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.69	1.02
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.69	1.02
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.255	2.52	0.96
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	2	0.210	4.43	1.27
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	2	0.233	4.06	1.16
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	3.99	1.14
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	3.99	1.14
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	2	0.255	3.74	1.07
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	1	0.210	1.67	0.90
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	1	0.233	1.53	0.83
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.50	0.81
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.50	0.81
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	1	0.255	1.41	0.76
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	1.5	0.210	2.99	1.08
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.233	2.73	0.99
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.68	0.98

D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.68	0.98
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.255	2.51	0.92
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	2	0.210	4.41	1.21
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	2	0.233	4.02	1.10
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.96	1.09
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.96	1.09
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	2	0.255	3.69	1.02
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	1	0.210	1.66	0.87
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	1	0.233	1.51	0.80
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.79
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.79
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	1	0.255	1.39	0.74
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	1.5	0.210	2.95	1.05
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.233	2.69	0.96
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.64	0.94
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.64	0.94
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.255	2.46	0.88
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	2	0.210	4.34	1.16
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	2	0.233	3.95	1.06
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.88	1.04
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.88	1.04
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	2	0.255	3.62	0.97
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	1	0.210	1.70	0.87
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	1	0.233	1.55	0.80
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.53	0.79
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.53	0.79
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	1	0.255	1.42	0.74
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	1.5	0.210	3.01	1.04
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.233	2.74	0.95
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.69	0.94
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.69	0.94
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.255	2.51	0.88
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	2	0.210	4.42	1.15
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	2	0.233	4.01	1.05
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.94	1.03
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.94	1.03
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	2	0.255	3.67	0.96

Çizelge 9.4: AYGM (2020)'ye göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.60	2.07
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.46	1.48
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	1.85	1.15
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1	0.214	1.47	0.93
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.20	0.78
DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.18	2.77
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.70	1.88
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.45	1.42
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.214	2.71	1.13
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.21	0.94

DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	11.46	3.32
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.25	2.16
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.25	1.60
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	2	0.214	4.09	1.26
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.32	1.04
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	3.85	2.11
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.54	1.46
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.88	1.11
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1	0.214	1.47	0.89
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.19	0.74
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.58	2.78
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.80	1.83
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.47	1.36
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.214	2.70	1.08
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.18	0.89
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	11.96	3.29
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.34	2.09
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.25	1.53
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	2	0.214	4.05	1.20
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.27	0.98
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	3.99	2.13
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.57	1.44
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.87	1.08
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1	0.214	1.46	0.86
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.18	0.71
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	7.78	2.77
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.82	1.79
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.45	1.32
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.214	2.66	1.03
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.14	0.85
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	12.17	3.26
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.32	2.03
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.47
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	2	0.214	3.98	1.15
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.20	0.94
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.23	2.18
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.68	1.46
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.94	1.09
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1	0.214	1.50	0.86
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.21	0.71
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	8.16	2.81
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.98	1.80
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.54	1.31
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.214	2.72	1.03
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.19	0.84
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	12.68	3.29
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.52	2.03
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.30	1.46
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	2	0.214	4.05	1.14
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.25	0.93
DD-2	ZB	0.23	3	1.75	1.75	1	0.060	3.41	1.98
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1	0.120	2.28	1.38

DD-2	ZB	0.68	3	1.75	1.75	1	0.180	1.69	1.06
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-2	ZB	1.13	3	1.75	1.75	1	0.300	1.08	0.71
DD-2	ZB	0.23	3	1.75	1.75	1.5	0.060	6.74	2.62
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1.5	0.120	4.31	1.74
DD-2	ZB	0.68	3	1.75	1.75	1.5	0.180	3.14	1.29
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-2	ZB	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.97	0.85
DD-2	ZB	0.23	3	1.75	1.75	2	0.060	10.69	3.11
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	2	0.120	6.62	1.99
DD-2	ZB	0.68	3	1.75	1.75	2	0.180	4.75	1.46
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-2	ZB	1.13	3	1.75	1.75	2	0.300	2.96	0.94
DD-2	ZB	0.23	5	1.75	1.45	1	0.060	3.62	2.00
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1	0.120	2.34	1.36
DD-2	ZB	0.68	5	1.75	1.45	1	0.180	1.70	1.02
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-2	ZB	1.13	5	1.75	1.45	1	0.300	1.06	0.67
DD-2	ZB	0.23	5	1.75	1.45	1.5	0.060	7.07	2.61
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1.5	0.120	4.39	1.69
DD-2	ZB	0.68	5	1.75	1.45	1.5	0.180	3.14	1.24
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-2	ZB	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.94	0.80
DD-2	ZB	0.23	5	1.75	1.45	2	0.060	11.10	3.07
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	2	0.120	6.68	1.92
DD-2	ZB	0.68	5	1.75	1.45	2	0.180	4.73	1.38
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-2	ZB	1.13	5	1.75	1.45	2	0.300	2.91	0.88
DD-2	ZB	0.23	7	1.75	1.32	1	0.060	3.74	2.01
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1	0.120	2.36	1.33
DD-2	ZB	0.68	7	1.75	1.32	1	0.180	1.70	0.99
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-2	ZB	1.13	7	1.75	1.32	1	0.300	1.04	0.64
DD-2	ZB	0.23	7	1.75	1.32	1.5	0.060	7.23	2.59
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1.5	0.120	4.39	1.64
DD-2	ZB	0.68	7	1.75	1.32	1.5	0.180	3.11	1.19
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93
DD-2	ZB	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.90	0.76
DD-2	ZB	0.23	7	1.75	1.32	2	0.060	11.25	3.03
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	2	0.120	6.65	1.86
DD-2	ZB	0.68	7	1.75	1.32	2	0.180	4.66	1.33
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-2	ZB	1.13	7	1.75	1.32	2	0.300	2.84	0.84
DD-2	ZB	0.23	10	2.25	1.28	1	0.060	3.95	2.05
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1	0.120	2.45	1.35
DD-2	ZB	0.68	10	2.25	1.28	1	0.180	1.75	0.99
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-2	ZB	1.13	10	2.25	1.28	1	0.300	1.07	0.64
DD-2	ZB	0.23	10	2.25	1.28	1.5	0.060	7.56	2.63
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1.5	0.120	4.53	1.65
DD-2	ZB	0.68	10	2.25	1.28	1.5	0.180	3.19	1.19
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93

DD-2	ZB	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.94	0.75
DD-2	ZB	0.23	10	2.25	1.28	2	0.060	11.69	3.05
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	2	0.120	6.81	1.85
DD-2	ZB	0.68	10	2.25	1.28	2	0.180	4.76	1.32
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-2	ZB	1.13	10	2.25	1.28	2	0.300	2.88	0.83
DD-2	ZC	0.33	3	1.75	1.75	1	0.087	2.80	1.66
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1	0.174	1.74	1.09
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1	0.320	1.01	0.67
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1	0.401	0.80	0.54
DD-2	ZC	0.33	3	1.75	1.75	1.5	0.087	5.40	2.14
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1.5	0.174	3.24	1.33
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1.5	0.320	1.85	0.80
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1.5	0.401	1.46	0.65
DD-2	ZC	0.33	3	1.75	1.75	2	0.087	8.42	2.49
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	2	0.174	4.91	1.50
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	2	0.320	2.78	0.88
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	2	0.401	2.20	0.71
DD-2	ZC	0.33	5	1.75	1.45	1	0.087	2.92	1.66
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1	0.174	1.76	1.05
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1	0.320	0.99	0.63
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1	0.401	0.77	0.51
DD-2	ZC	0.33	5	1.75	1.45	1.5	0.087	5.57	2.10
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1.5	0.174	3.24	1.28
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1.5	0.320	1.82	0.75
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1.5	0.401	1.42	0.60
DD-2	ZC	0.33	5	1.75	1.45	2	0.087	8.59	2.43
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	2	0.174	4.89	1.43
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	2	0.320	2.72	0.83
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	2	0.401	2.13	0.66
DD-2	ZC	0.33	7	1.75	1.32	1	0.087	2.97	1.64
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1	0.174	1.75	1.02
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1	0.320	0.97	0.60
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1	0.401	0.75	0.48
DD-2	ZC	0.33	7	1.75	1.32	1.5	0.087	5.63	2.07
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1.5	0.174	3.22	1.23
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1.5	0.320	1.77	0.71
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1.5	0.401	1.38	0.57
DD-2	ZC	0.33	7	1.75	1.32	2	0.087	8.62	2.37
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	2	0.174	4.83	1.37
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	2	0.320	2.65	0.79
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	2	0.401	2.07	0.63
DD-2	ZC	0.33	10	2.25	1.28	1	0.087	3.12	1.67

DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1	0.174	1.81	1.02
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1	0.320	1.00	0.60
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1	0.401	0.77	0.48
DD-2	ZC	0.33	10	2.25	1.28	1.5	0.087	5.84	2.08
DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1.5	0.174	3.30	1.23
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1.5	0.320	1.81	0.71
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1.5	0.401	1.40	0.56
DD-2	ZC	0.33	10	2.25	1.28	2	0.087	8.89	2.37
DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	2	0.174	4.93	1.37
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	2	0.320	2.69	0.78
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	2	0.401	2.09	0.62
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.46	1.48
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	1.64	1.03
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.32	0.85
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.10	0.72
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1	0.334	0.97	0.64
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.70	1.88
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	3.04	1.26
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.44	1.03
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	2.02	0.86
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.334	1.77	0.77
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	7.25	2.16
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	4.61	1.41
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.67	1.14
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	3.03	0.96
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	2	0.334	2.67	0.85
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.54	1.46
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.65	0.99
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.32	0.81
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.09	0.68
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1	0.334	0.95	0.61
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.80	1.83
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	3.04	1.20
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.42	0.97
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.99	0.81
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.334	1.74	0.72
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.34	2.09
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	4.58	1.34
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.62	1.08
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.97	0.90
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	2	0.334	2.61	0.79
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.57	1.44
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.64	0.96
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.30	0.78
DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.07	0.65
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1	0.334	0.93	0.58
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.82	1.79
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	3.01	1.16
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.38	0.93

DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.95	0.78
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.334	1.70	0.69
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.32	2.03
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	4.51	1.29
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.56	1.03
DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.91	0.86
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	2	0.334	2.54	0.76
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.68	1.46
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.70	0.96
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.34	0.78
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.09	0.65
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1	0.334	0.95	0.58
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.98	1.80
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	3.08	1.16
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.43	0.93
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.98	0.77
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.334	1.73	0.68
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.52	2.03
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	4.60	1.28
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.62	1.02
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.95	0.85
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	2	0.334	2.58	0.75
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	1.85	1.15
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.39	0.89
DD-2	ZE	0.98	3	1.75	1.75	1	0.260	1.23	0.80
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.10	0.72
DD-2	ZE	1.13	3	1.75	1.75	1	0.300	1.08	0.71
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.45	1.42
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	2.57	1.08
DD-2	ZE	0.98	3	1.75	1.75	1.5	0.260	2.26	0.96
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	2.02	0.86
DD-2	ZE	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.97	0.85
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.25	1.60
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	3.87	1.20
DD-2	ZE	0.98	3	1.75	1.75	2	0.260	3.41	1.06
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	3.03	0.96
DD-2	ZE	1.13	3	1.75	1.75	2	0.300	2.96	0.94
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.88	1.11
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.39	0.85
DD-2	ZE	0.98	5	1.75	1.45	1	0.260	1.22	0.76
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.09	0.68
DD-2	ZE	1.13	5	1.75	1.45	1	0.300	1.06	0.67
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.47	1.36
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.55	1.02
DD-2	ZE	0.98	5	1.75	1.45	1.5	0.260	2.24	0.91
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.99	0.81
DD-2	ZE	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.94	0.80
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.25	1.53
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	3.83	1.13
DD-2	ZE	0.98	5	1.75	1.45	2	0.260	3.35	1.00
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.97	0.90
DD-2	ZE	1.13	5	1.75	1.45	2	0.300	2.91	0.88

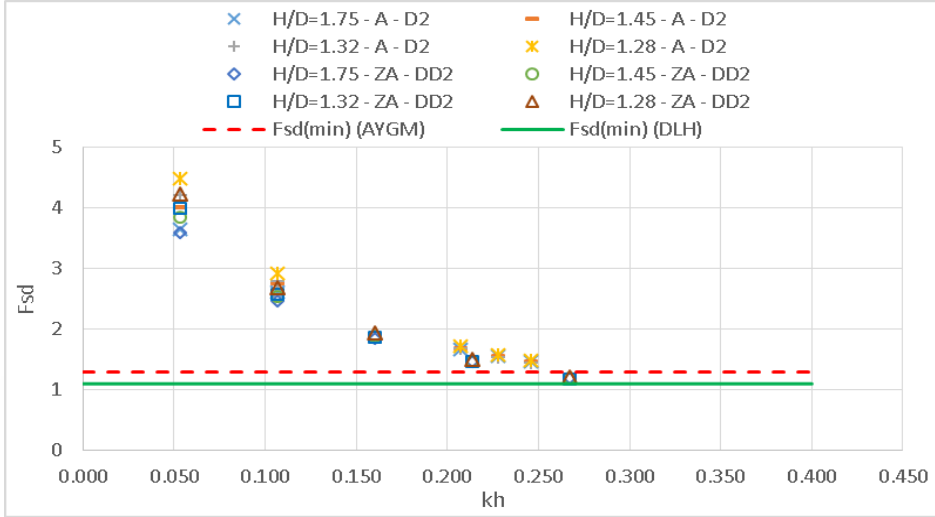
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.87	1.08
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.38	0.82
DD-2	ZE	0.98	7	1.75	1.32	1	0.260	1.21	0.73
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.07	0.65
DD-2	ZE	1.13	7	1.75	1.32	1	0.300	1.04	0.64
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.45	1.32
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.51	0.98
DD-2	ZE	0.98	7	1.75	1.32	1.5	0.260	2.20	0.87
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.95	0.78
DD-2	ZE	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.90	0.76
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.47
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	3.76	1.09
DD-2	ZE	0.98	7	1.75	1.32	2	0.260	3.29	0.96
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.91	0.86
DD-2	ZE	1.13	7	1.75	1.32	2	0.300	2.84	0.84
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.94	1.09
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.42	0.82
DD-2	ZE	0.98	10	2.25	1.28	1	0.260	1.24	0.73
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.09	0.65
DD-2	ZE	1.13	10	2.25	1.28	1	0.300	1.07	0.64
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.54	1.31
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.57	0.98
DD-2	ZE	0.98	10	2.25	1.28	1.5	0.260	2.24	0.86
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.98	0.77
DD-2	ZE	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.94	0.75
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.30	1.46
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	3.82	1.08
DD-2	ZE	0.98	10	2.25	1.28	2	0.260	3.34	0.95
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.95	0.85
DD-2	ZE	1.13	10	2.25	1.28	2	0.300	2.88	0.83

Deprem düzeyi DLH (2008)'e göre ve AYGGM (2020)'ye göre sırasıyla D2 ve DD2 olarak seçilmiştir. Her iki yönetmelikte tanımlanan zemin sınıflarına göre yapı stabiliteyi aynı yapı boyutları için hesaplanmıştır.

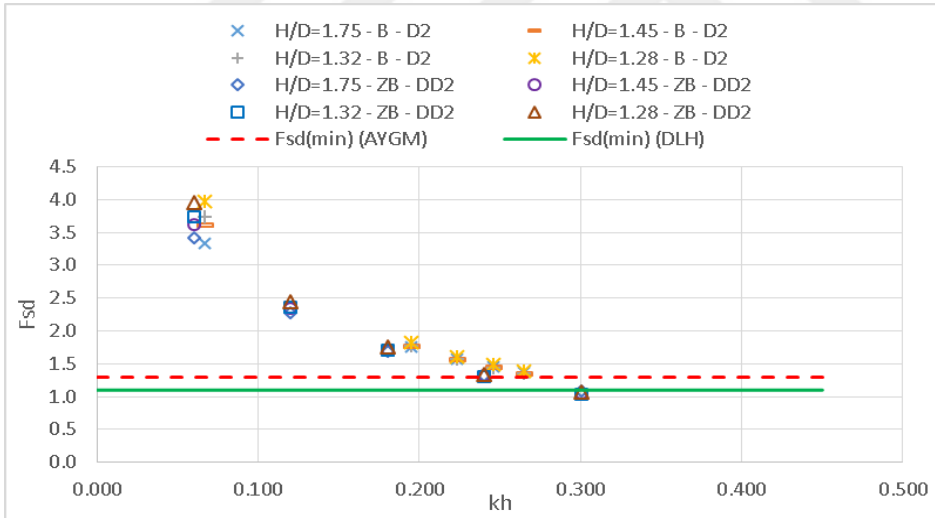
9.2.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım

Şekil 9.32-36 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.32'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.248$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.33'te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.248$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.34'te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.248$, Şekil 9.35'te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.248$ ve Şekil 9.36'da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.248$ değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır.

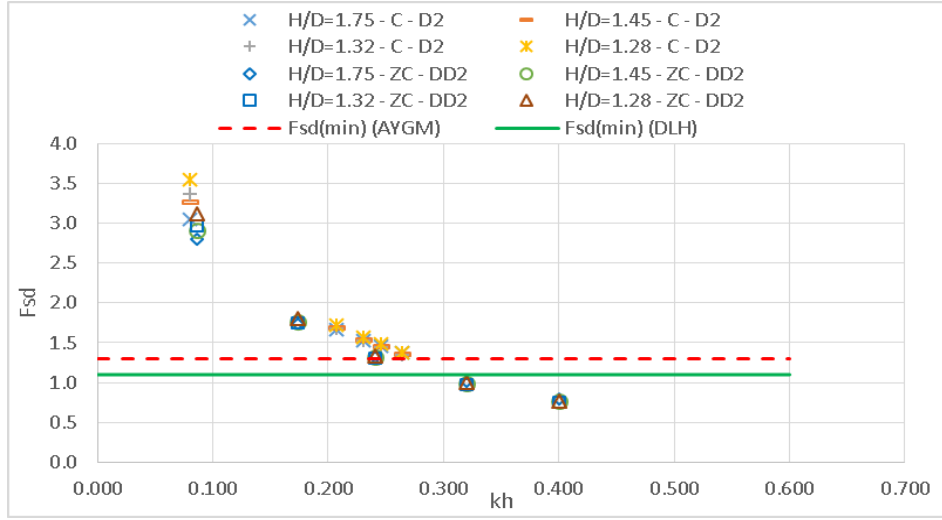
Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4'ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



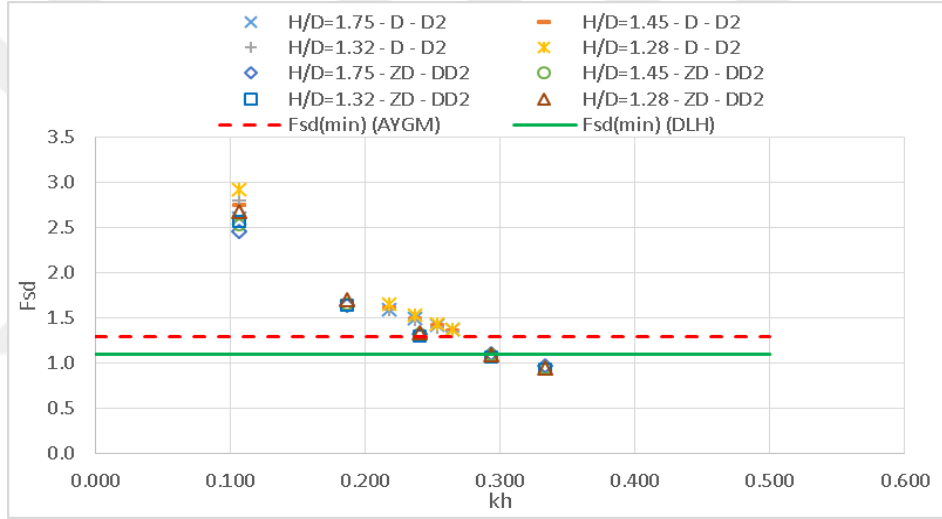
Şekil 9.32: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



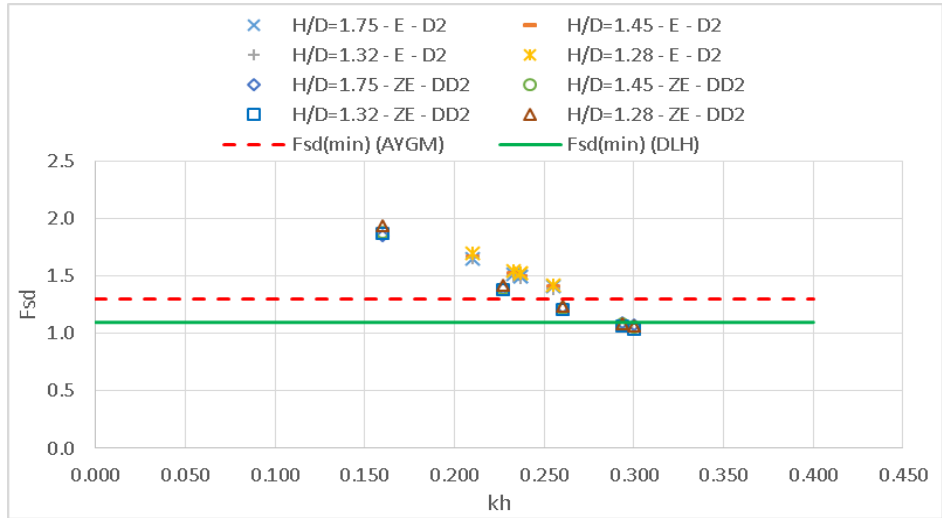
Şekil 9.33: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.34: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

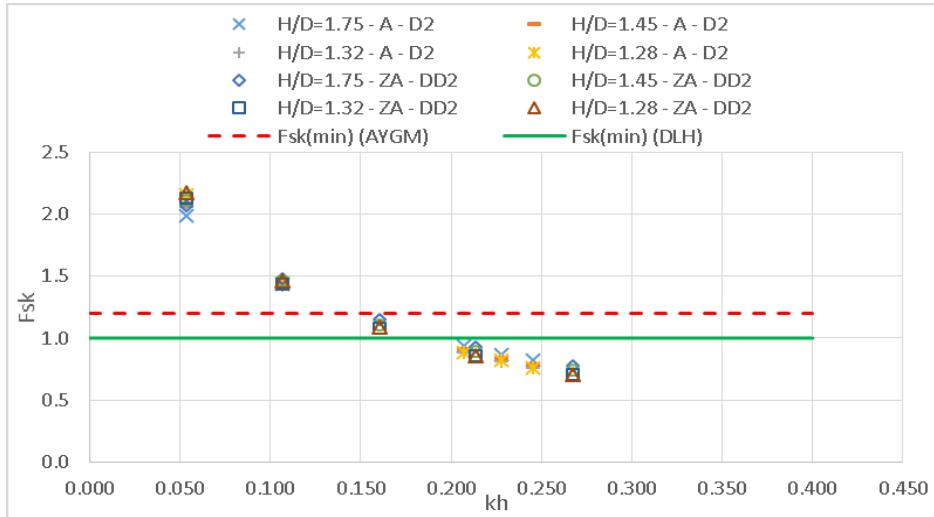


Şekil 9.35: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

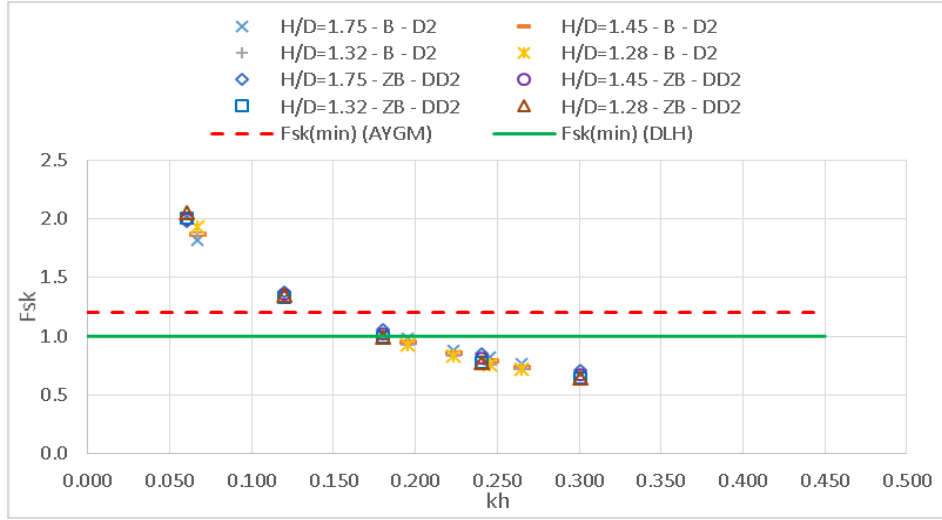


Şekil 9.36: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

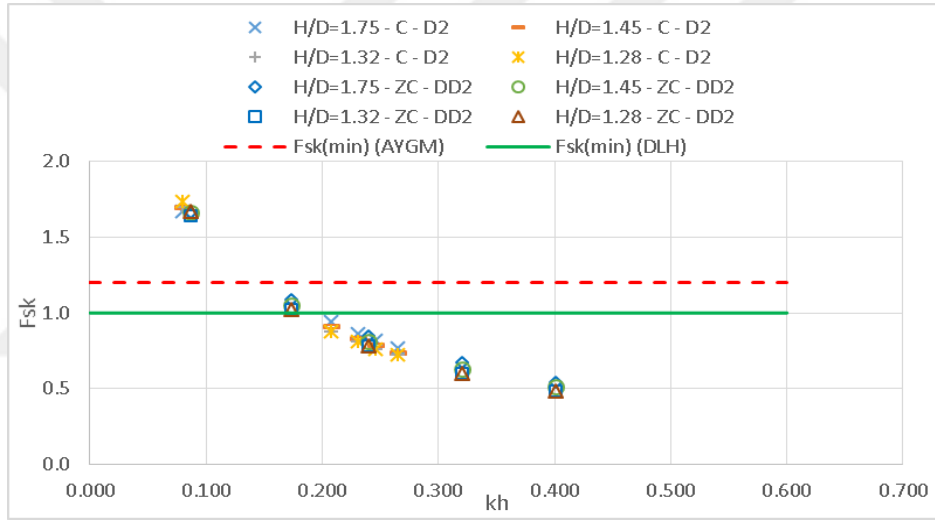
Şekil 9.37-41 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.37’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.14$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.38’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.15$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.39’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.15$, Şekil 9.40’ta D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.15$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 9.41’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.14-0.15$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGEM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



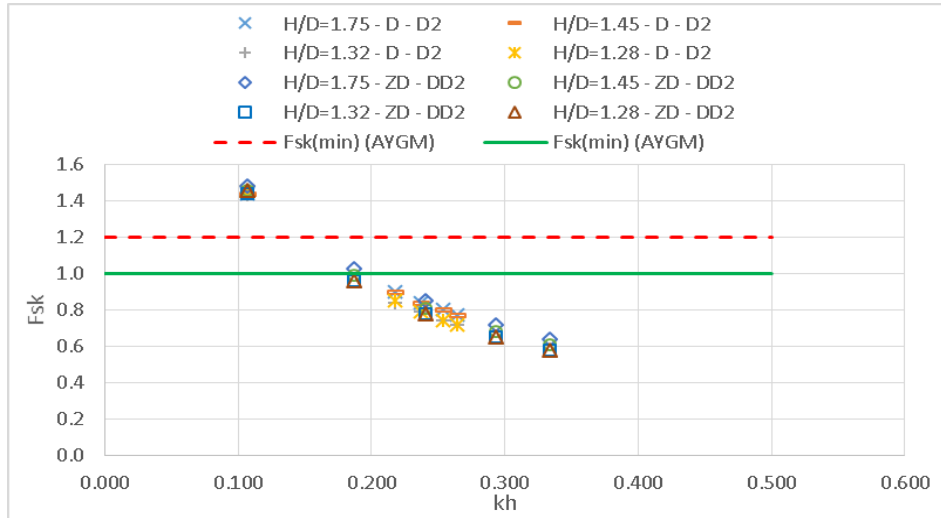
Şekil 9.37: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



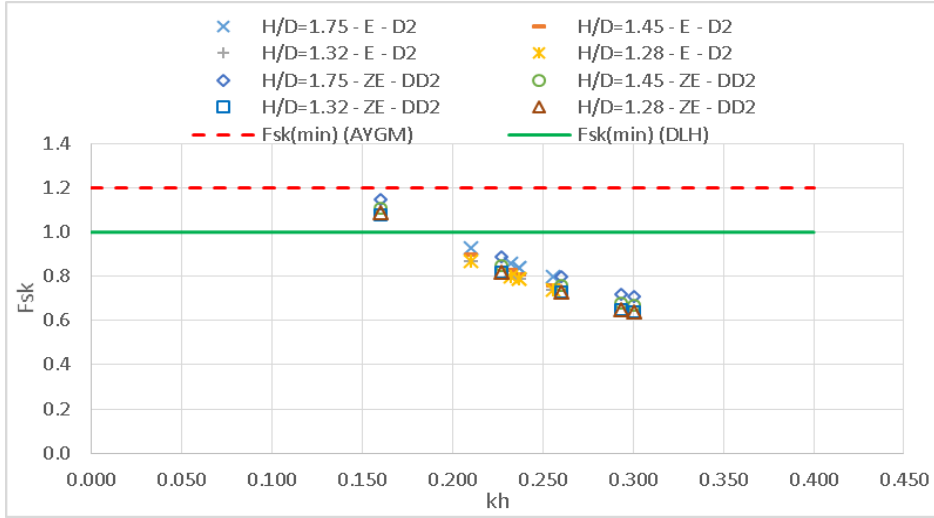
Şekil 9.38: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.39: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



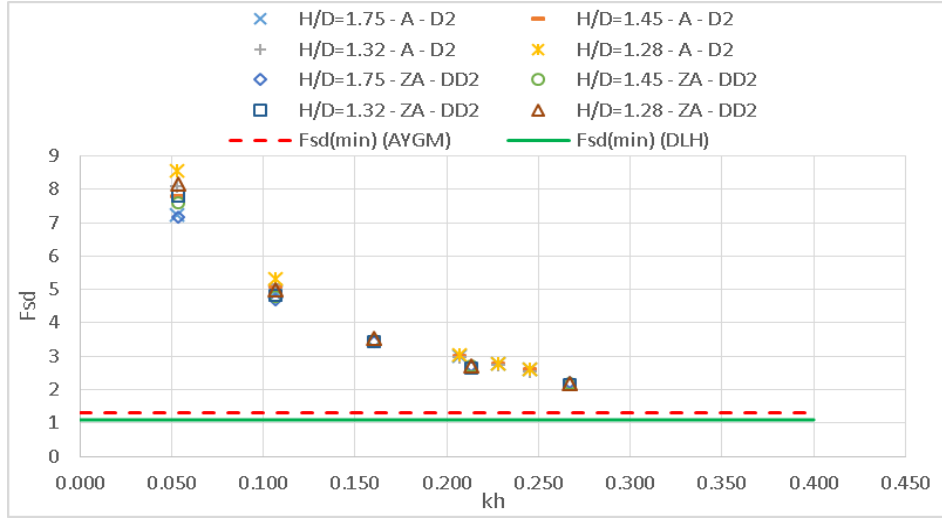
Şekil 9.40: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



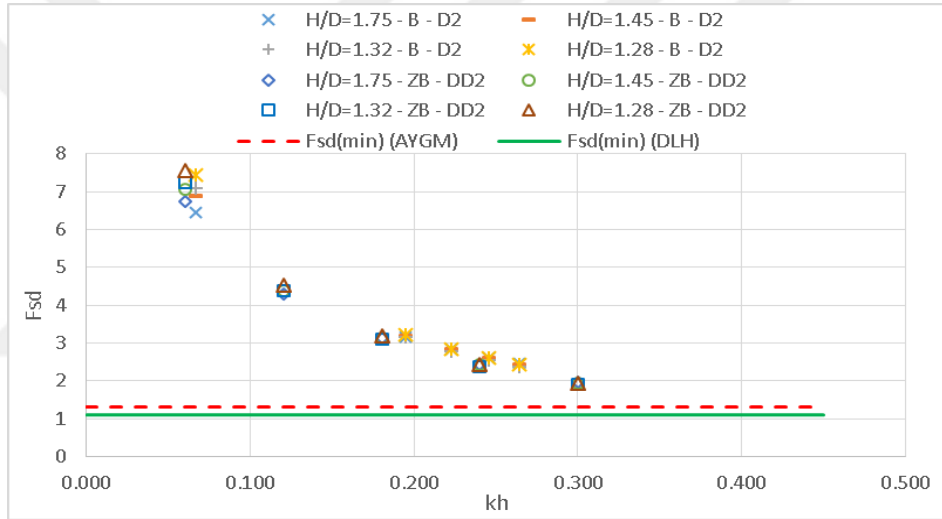
Şekil 9.41: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

9.2.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım

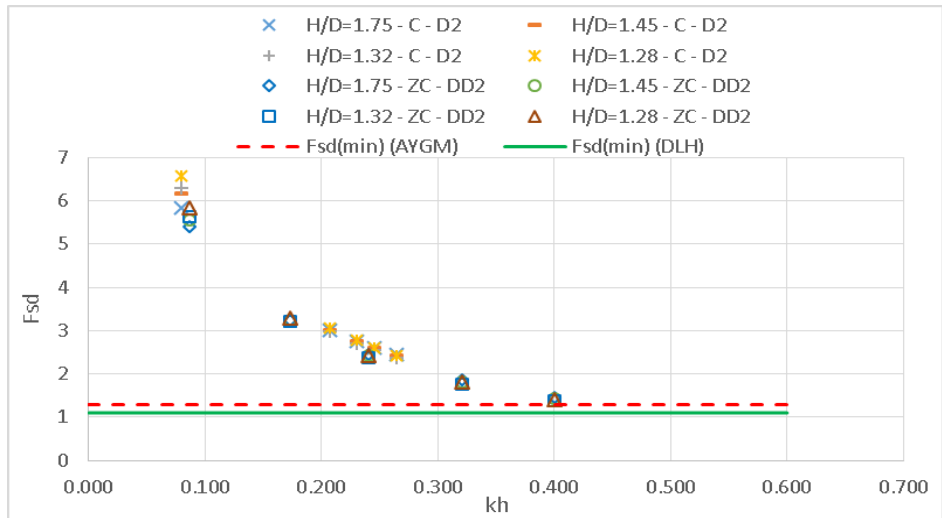
Şekil 9.42-46 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1.5 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 9.42’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı kh=0.425 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.43’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak kh=0.425 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.44’te C ve ZC zemin sınıfında kh=0.42-0.43, Şekil 9.45’te D ve ZD zemin sınıfında kh=0.425 ve Şekil 9.46’da E-ZE zemin sınıfında ise kh=0.425 değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



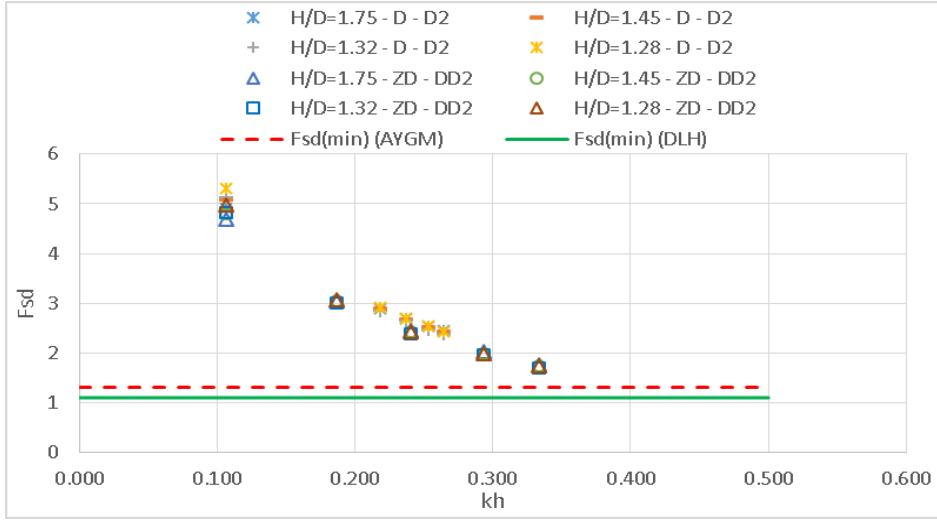
Şekil 9.42: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



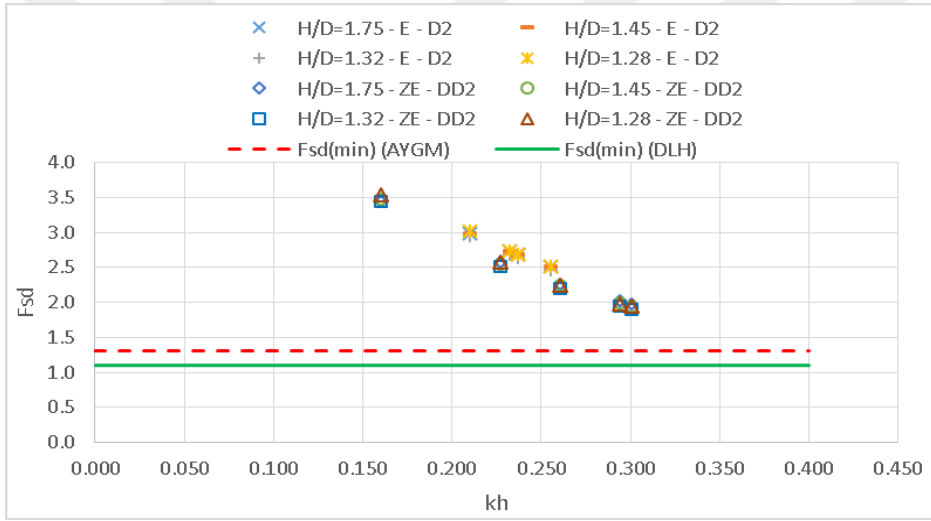
Şekil 9.43: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.44: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



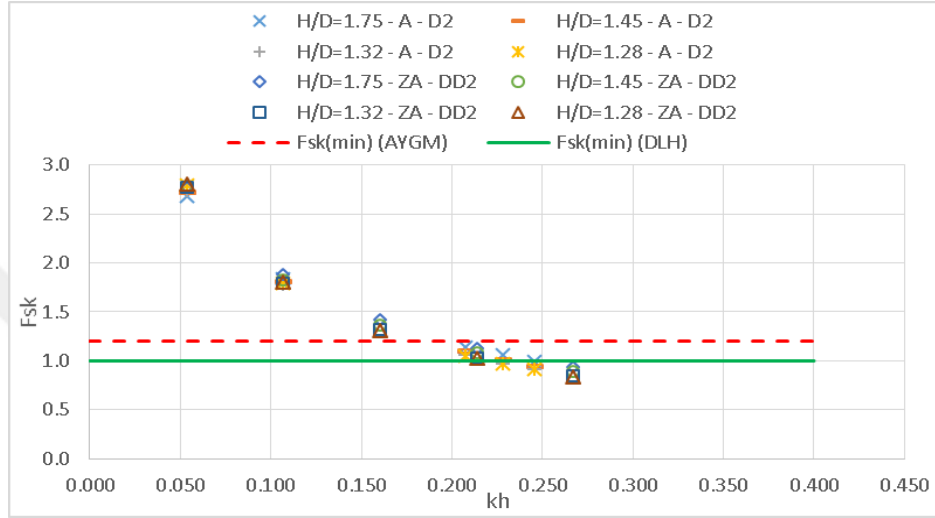
Şekil 9.45: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



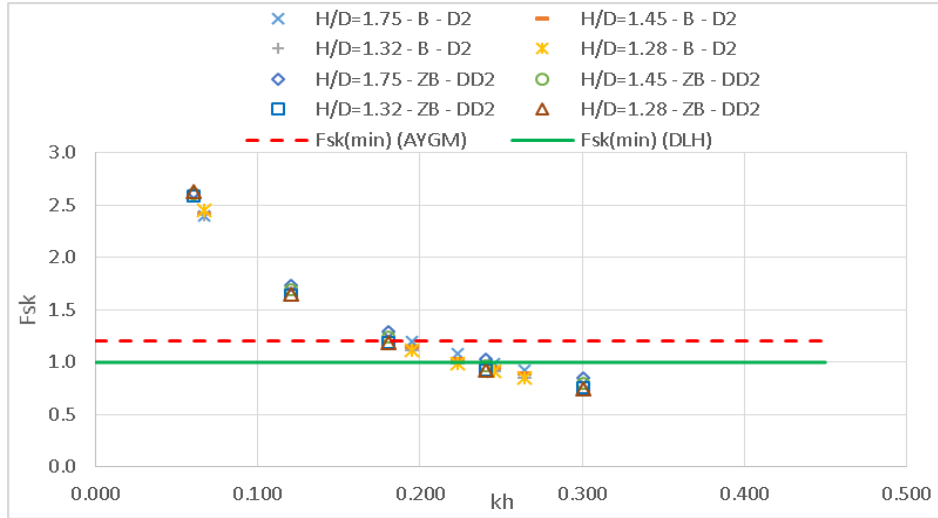
Şekil 9.46: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

Şekil 9.47-51 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde $B/H=1.5$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.47’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.16$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.48’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.16$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.49’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.16-0.17$, Şekil 9.50’de D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.17$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 9.51’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.17$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde

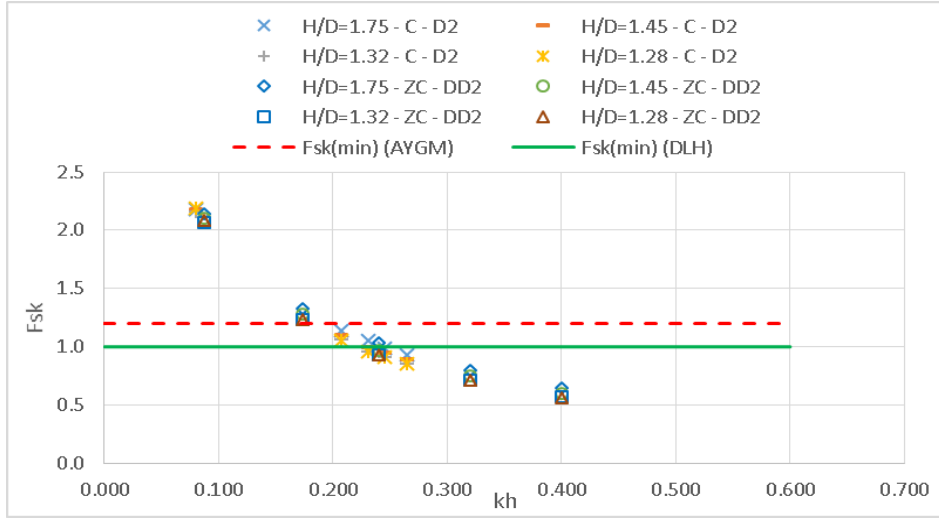
güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



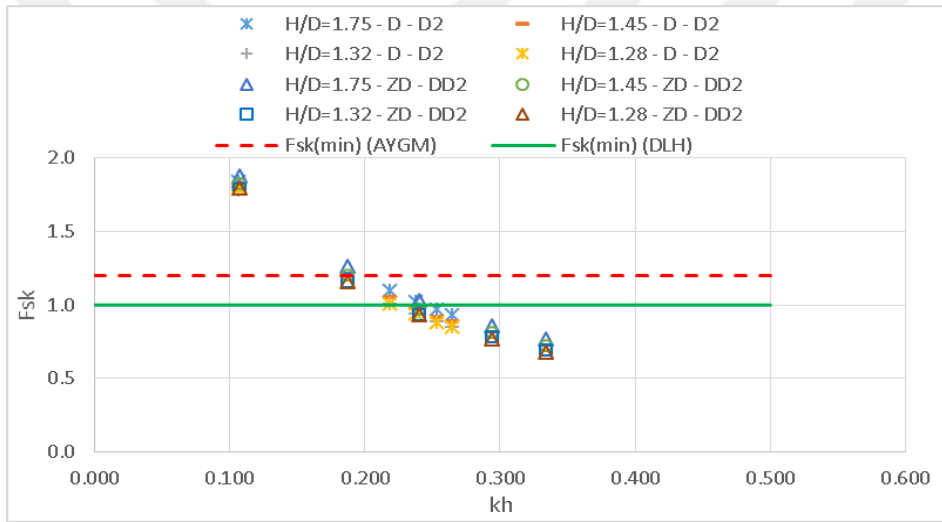
Şekil 9.47: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



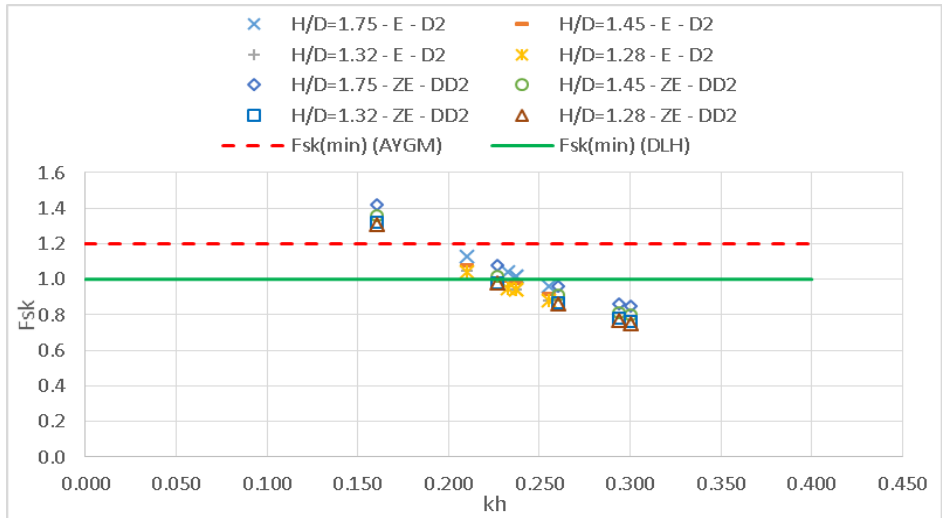
Şekil 9.48: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.49: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



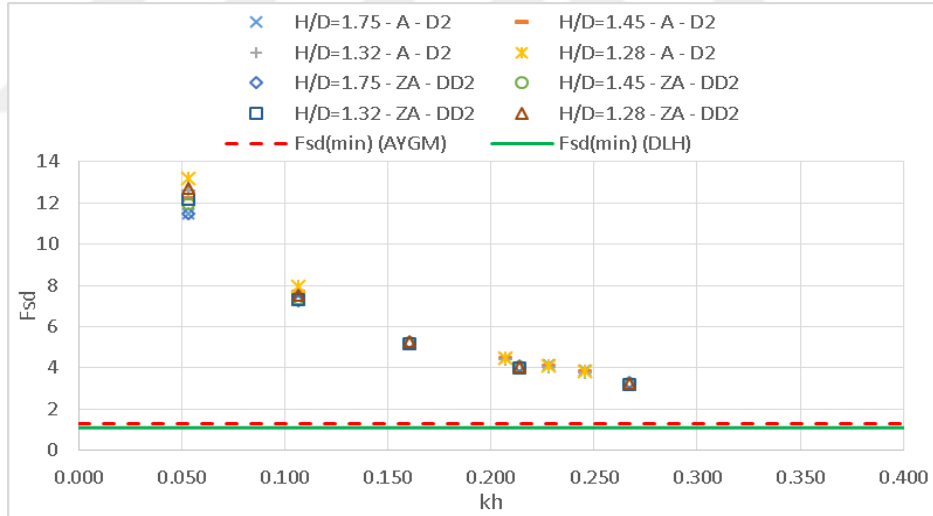
Şekil 9.50: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



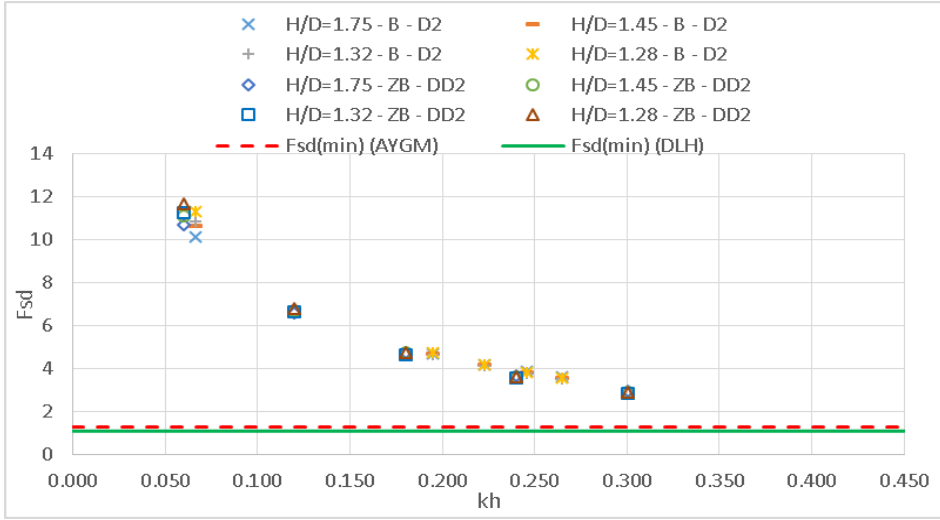
Şekil 9.51: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

9.2.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım

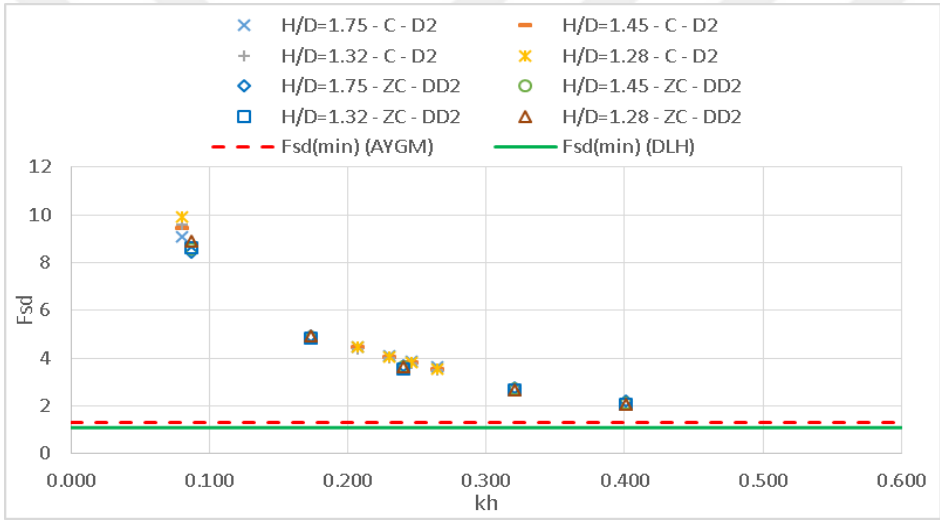
Şekil 9.52-56 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=2 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 9.52’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.519$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.53’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre $kh=0.519$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.54’te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.519$, Şekil 9.55’te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.519$ ve Şekil 9.56’da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.519$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilite hesabı yapılmaktadır. $kh=0.594$ değerinden sonra hesaplanan kh değerlerine karşılık gelen devrilmeye karşı güvenlik katsayılarına hesaplanamamaktadır. Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



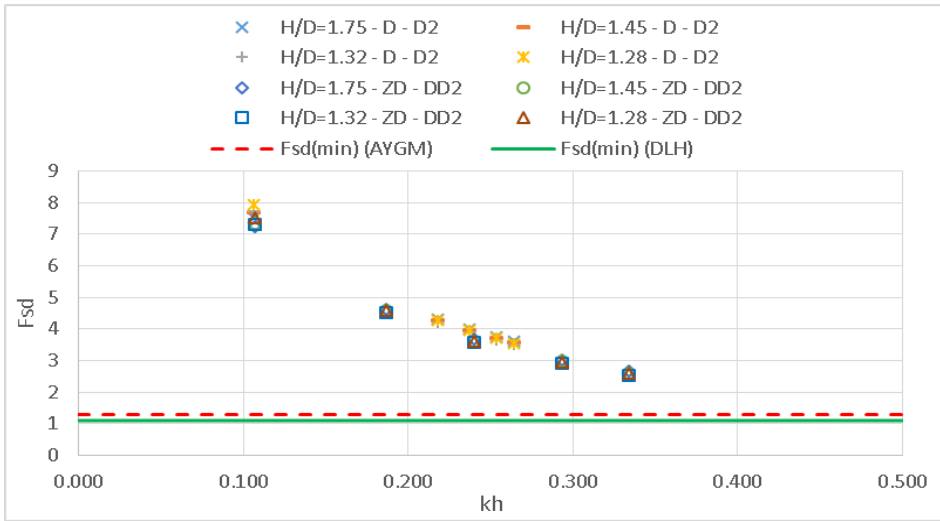
Şekil 9.52: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



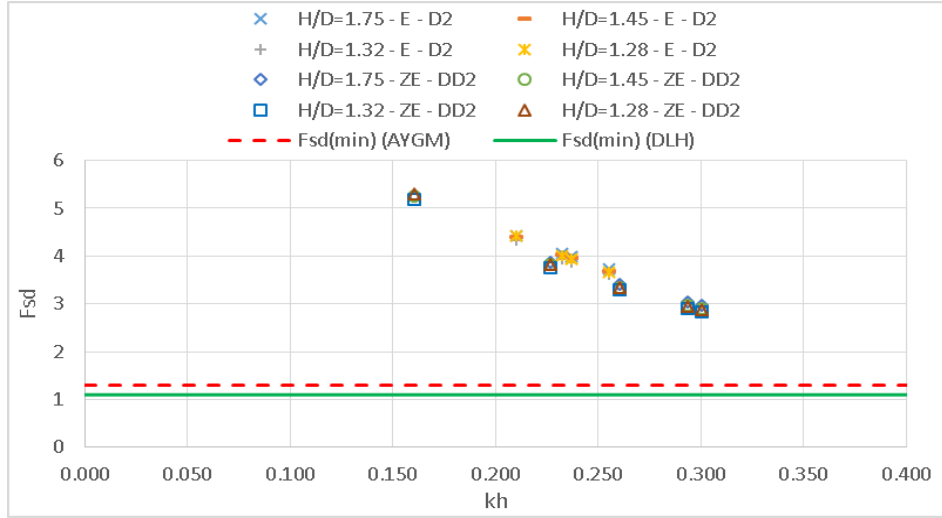
Şekil 9.53: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.54: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

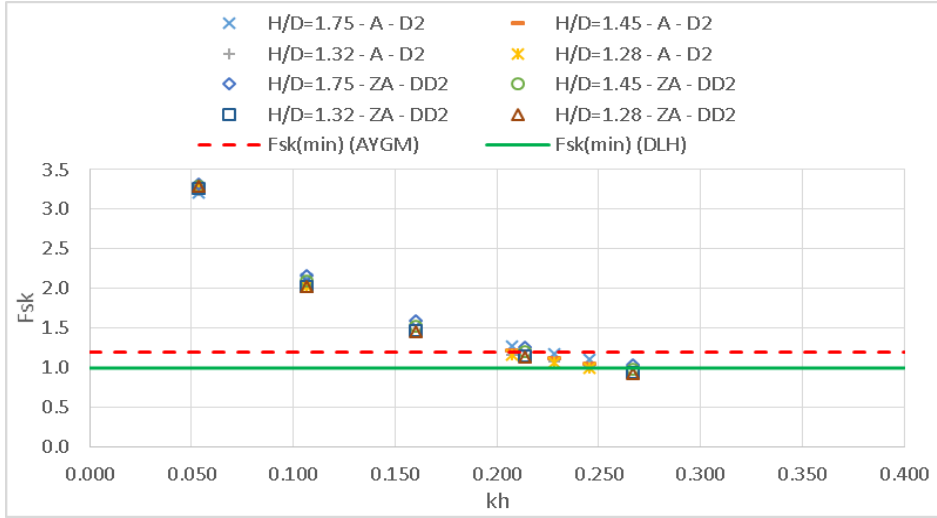


Şekil 9.55: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

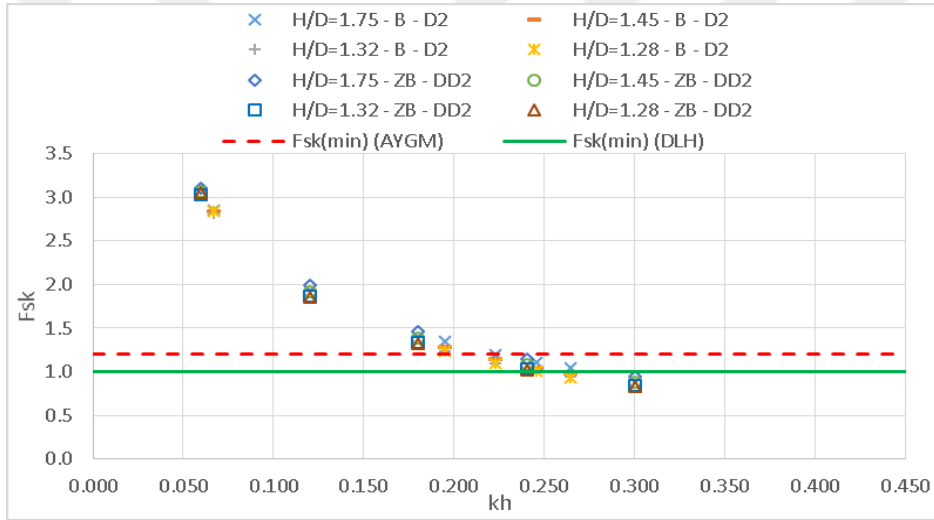


Şekil 9.56: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

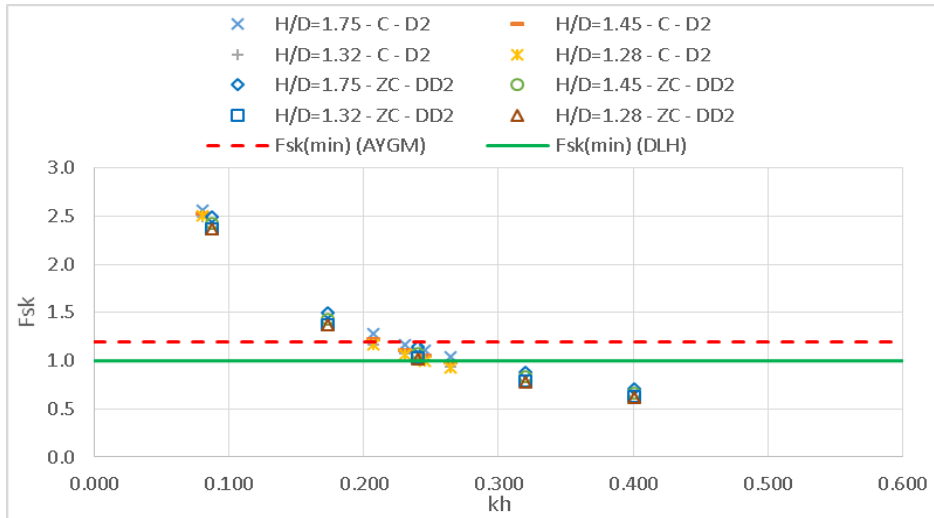
Şekil 9.57-61 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde $B/H=2$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 9.57’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.21$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.58’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.21$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 9.59’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.20-0.21$, Şekil 9.60’da D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.20-0.21$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 9.61’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.21$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 9.3 ve Çizelge 9.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



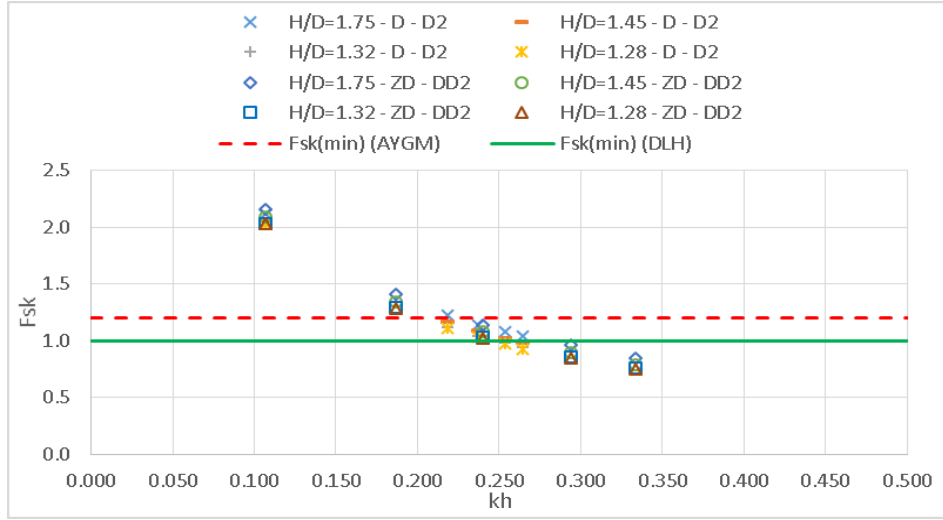
Şekil 9.57: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



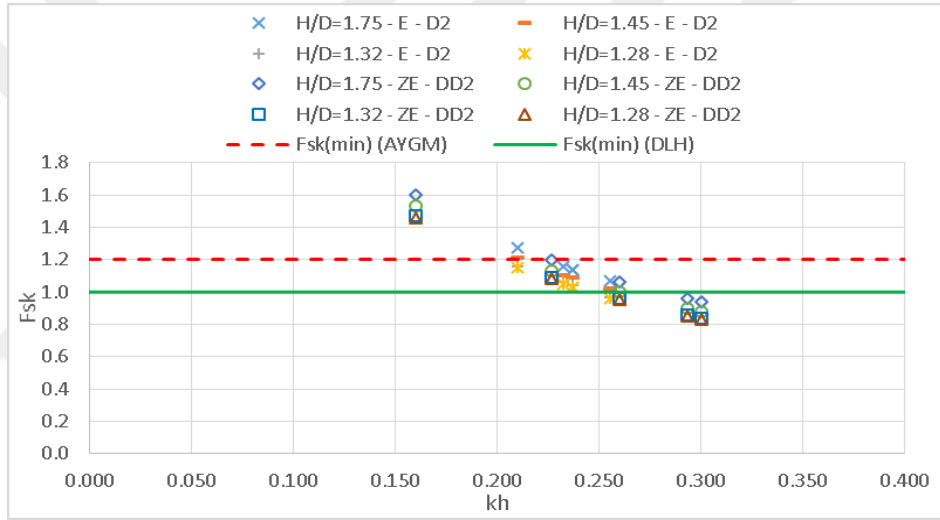
Şekil 9.58: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.59: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



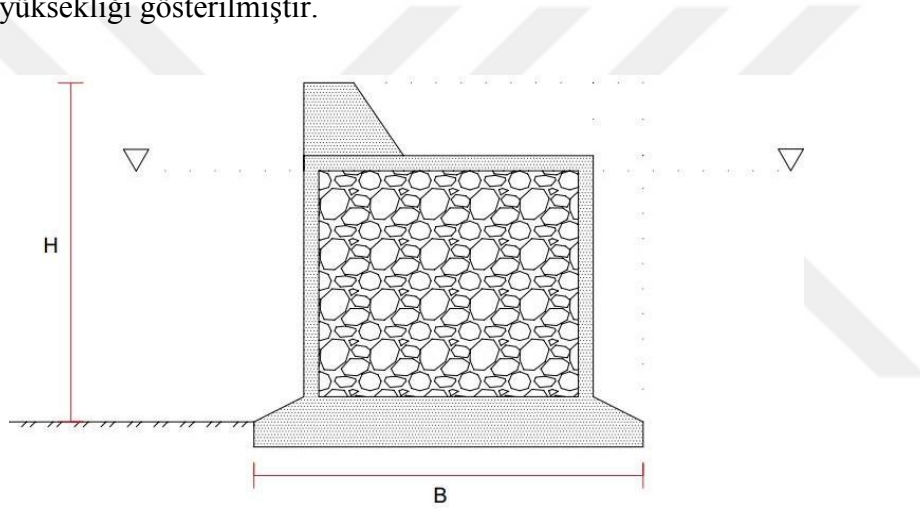
Şekil 9.60: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 9.61: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10. FARKLI BOYUTLARA SAHİP KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı keson tipi yanaşma yapısının stabilite değerleri D1-DD3 ve D2-DD2 deprem düzeylerinde, $B/H=1$, $B/H=1.5$ ve $B/H=2$ koşullarında hesaplanmıştır. Şekil 10.1’de B yapı genişliği ve H yapı yüksekliği gösterilmiştir.



Şekil 10.1: B ve H değerleri

10.1. D1-DD3 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite hesapları yapılan keson tipi yanaşma yapısının hesap özetleri Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2’de verilmiştir.

Çizelge 10.1: DLH (2008)’e göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SMS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	4.27	1.91
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	3.02	1.35
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.32	1.04

D1	A	0.8	3	1.75	1.75	1	0.213	1.87	0.84
D1	A	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.56	0.71
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	8.09	2.52
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	5.41	1.69
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	4.04	1.26
D1	A	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.213	3.21	1.01
D1	A	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.65	0.83
D1	A	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	12.49	2.99
D1	A	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	8.01	1.92
D1	A	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.88	1.41
D1	A	0.8	3	1.75	1.75	2	0.213	4.62	1.11
D1	A	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.80	0.91
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	4.26	1.87
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.89	1.28
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	2.17	0.97
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	1	0.213	1.73	0.78
D1	A	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.43	0.65
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.97	2.43
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.13	1.58
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.77	1.17
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.213	2.96	0.92
D1	A	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.43	0.76
D1	A	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	12.19	2.86
D1	A	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.56	1.79
D1	A	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.46	1.30
D1	A	0.8	5	1.75	1.45	2	0.213	4.26	1.02
D1	A	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.48	0.83
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	4.22	1.83
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.79	1.23
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	2.07	0.92
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	1	0.213	1.64	0.74
D1	A	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.35	0.61
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	7.83	2.36
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.93	1.52
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.58	1.11
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.213	2.80	0.87
D1	A	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.29	0.72
D1	A	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	11.92	2.76
D1	A	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.25	1.71
D1	A	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.23
D1	A	0.8	7	1.75	1.32	2	0.213	4.03	0.96
D1	A	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.28	0.78
D1	A	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.28	1.84
D1	A	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.78	1.23
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	2.05	0.92
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	1	0.213	1.61	0.73
D1	A	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.32	0.60
D1	A	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	7.90	2.36
D1	A	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.90	1.50
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.53	1.09
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.213	2.75	0.86
D1	A	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.24	0.70

D1	A	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	11.98	2.75
D1	A	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.19	1.69
D1	A	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.11	1.21
D1	A	0.8	10	2.25	1.28	2	0.213	3.95	0.94
D1	A	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.21	0.77
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	1	0.100	3.13	1.40
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	1	0.200	1.97	0.88
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	1	0.300	1.41	0.64
D1	B	1	3	1.75	1.75	1	0.400	1.09	0.49
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	1	0.500	0.86	0.39
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	1.5	0.100	5.64	1.76
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	1.5	0.200	3.39	1.06
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	1.5	0.300	2.39	0.75
D1	B	1	3	1.75	1.75	1.5	0.400	1.82	0.57
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.500	1.45	0.46
D1	B	0.25	3	1.75	1.75	2	0.100	8.39	2.01
D1	B	0.5	3	1.75	1.75	2	0.200	4.88	1.17
D1	B	0.75	3	1.75	1.75	2	0.300	3.41	0.82
D1	B	1	3	1.75	1.75	2	0.400	2.59	0.63
D1	B	1.25	3	1.75	1.75	2	0.500	2.06	0.50
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	1	0.100	3.01	1.33
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	1	0.200	1.82	0.82
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	1	0.300	1.29	0.58
D1	B	1	5	1.75	1.45	1	0.400	0.98	0.44
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	1	0.500	0.77	0.35
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	1.5	0.100	5.37	1.66
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	1.5	0.200	3.13	0.98
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	1.5	0.300	2.18	0.68
D1	B	1	5	1.75	1.45	1.5	0.400	1.65	0.52
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.500	1.29	0.41
D1	B	0.25	5	1.75	1.45	2	0.100	7.94	1.88
D1	B	0.5	5	1.75	1.45	2	0.200	4.51	1.08
D1	B	0.75	5	1.75	1.45	2	0.300	3.11	0.75
D1	B	1	5	1.75	1.45	2	0.400	2.35	0.57
D1	B	1.25	5	1.75	1.45	2	0.500	1.85	0.44
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	1	0.100	2.91	1.29
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	1	0.200	1.73	0.78
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	1	0.300	1.21	0.55
D1	B	1	7	1.75	1.32	1	0.400	0.91	0.41
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	1	0.500	0.70	0.32
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	1.5	0.100	5.17	1.59
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	1.5	0.200	2.96	0.92
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	1.5	0.300	2.05	0.64
D1	B	1	7	1.75	1.32	1.5	0.400	1.54	0.48
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.500	1.19	0.37
D1	B	0.25	7	1.75	1.32	2	0.100	7.63	1.80
D1	B	0.5	7	1.75	1.32	2	0.200	4.27	1.02
D1	B	0.75	7	1.75	1.32	2	0.300	2.93	0.70
D1	B	1	7	1.75	1.32	2	0.400	2.20	0.53
D1	B	1.25	7	1.75	1.32	2	0.500	1.71	0.41
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	1	0.100	2.91	1.28
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	1	0.200	1.70	0.77

D1	B	0.75	10	2.25	1.28	1	0.300	1.19	0.54
D1	B	1	10	2.25	1.28	1	0.400	0.89	0.40
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	1	0.500	0.68	0.31
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	1.5	0.100	5.15	1.57
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	1.5	0.200	2.91	0.91
D1	B	0.75	10	2.25	1.28	1.5	0.300	2.01	0.63
D1	B	1	10	2.25	1.28	1.5	0.400	1.51	0.47
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.500	1.16	0.36
D1	B	0.25	10	2.25	1.28	2	0.100	7.57	1.78
D1	B	0.5	10	2.25	1.28	2	0.200	4.19	1.00
D1	B	0.75	10	2.25	1.28	2	0.300	2.87	0.69
D1	B	1	10	2.25	1.28	2	0.400	2.15	0.52
D1	B	1.25	10	2.25	1.28	2	0.500	1.66	0.40
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	1	0.080	3.54	1.58
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.32	1.04
D1	C	0.83	3	1.75	1.75	1	0.220	1.83	0.82
D1	C	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.56	0.71
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	1	0.333	1.29	0.58
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	1.5	0.080	6.49	2.02
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	4.04	1.26
D1	C	0.83	3	1.75	1.75	1.5	0.220	3.13	0.98
D1	C	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.65	0.83
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.333	2.17	0.68
D1	C	0.3	3	1.75	1.75	2	0.080	9.77	2.34
D1	C	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	5.88	1.41
D1	C	0.83	3	1.75	1.75	2	0.220	4.50	1.08
D1	C	1	3	1.75	1.75	2	0.267	3.80	0.91
D1	C	1.25	3	1.75	1.75	2	0.333	3.09	0.75
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	1	0.080	3.44	1.52
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	2.17	0.97
D1	C	0.83	5	1.75	1.45	1	0.220	1.69	0.76
D1	C	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.43	0.65
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	1	0.333	1.17	0.53
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	1.5	0.080	6.25	1.92
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.77	1.17
D1	C	0.83	5	1.75	1.45	1.5	0.220	2.88	0.90
D1	C	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	2.43	0.76
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.333	1.97	0.62
D1	C	0.3	5	1.75	1.45	2	0.080	9.34	2.20
D1	C	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	5.46	1.30
D1	C	0.83	5	1.75	1.45	2	0.220	4.14	0.99
D1	C	1	5	1.75	1.45	2	0.267	3.48	0.83
D1	C	1.25	5	1.75	1.45	2	0.333	2.82	0.68
D1	C	0.3	7	1.75	1.32	1	0.080	3.36	1.47
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	2.07	0.92
D1	C	0.83	7	1.75	1.32	1	0.220	1.59	0.72
D1	C	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.35	0.61
D1	C	1.25	7	1.75	1.32	1	0.333	1.09	0.50
D1	C	0.3	7	1.75	1.32	1.5	0.080	6.06	1.85
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.58	1.11
D1	C	0.83	7	1.75	1.32	1.5	0.220	2.72	0.85
D1	C	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	2.29	0.72

D1	C	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.333	1.85	0.58
D1	C	0.3	7	1.75	1.32	2	0.080	9.02	2.11
D1	C	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	5.19	1.23
D1	C	0.83	7	1.75	1.32	2	0.220	3.92	0.94
D1	C	1	7	1.75	1.32	2	0.267	3.28	0.78
D1	C	1.25	7	1.75	1.32	2	0.333	2.64	0.63
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	1	0.080	3.37	1.47
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	2.05	0.92
D1	C	0.83	10	2.25	1.28	1	0.220	1.57	0.71
D1	C	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.32	0.60
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	1	0.333	1.07	0.49
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	1.5	0.080	6.05	1.84
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	3.53	1.09
D1	C	0.83	10	2.25	1.28	1.5	0.220	2.68	0.84
D1	C	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	2.24	0.70
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.333	1.81	0.57
D1	C	0.3	10	2.25	1.28	2	0.080	8.99	2.09
D1	C	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	5.11	1.21
D1	C	0.83	10	2.25	1.28	2	0.220	3.84	0.92
D1	C	1	10	2.25	1.28	2	0.267	3.21	0.77
D1	C	1.25	10	2.25	1.28	2	0.333	2.59	0.62
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	3.01	1.35
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	2.07	0.93
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.71	0.77
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	1	0.293	1.44	0.65
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	1	0.333	1.29	0.58
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	5.41	1.69
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	3.58	1.12
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.91	0.91
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.293	2.44	0.77
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.333	2.17	0.68
D1	D	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	8.01	1.92
D1	D	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	5.18	1.24
D1	D	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	4.17	1.00
D1	D	1.1	3	1.75	1.75	2	0.293	3.48	0.84
D1	D	1.25	3	1.75	1.75	2	0.333	3.09	0.75
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.89	1.28
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.93	0.86
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.57	0.71
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	1	0.293	1.31	0.59
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	1	0.333	1.17	0.53
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.13	1.58
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	3.32	1.03
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.67	0.83
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.293	2.23	0.70
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.333	1.97	0.62
D1	D	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.56	1.79
D1	D	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	4.79	1.14
D1	D	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.83	0.92
D1	D	1.1	5	1.75	1.45	2	0.293	3.18	0.76
D1	D	1.25	5	1.75	1.45	2	0.333	2.82	0.68
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.79	1.23

D1	D	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.83	0.82
D1	D	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.48	0.67
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	1	0.293	1.23	0.56
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	1	0.333	1.09	0.50
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.93	1.52
D1	D	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	3.15	0.98
D1	D	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.52	0.79
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.293	2.09	0.66
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.333	1.85	0.58
D1	D	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.25	1.71
D1	D	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	4.54	1.08
D1	D	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.62	0.86
D1	D	1.1	7	1.75	1.32	2	0.293	2.99	0.72
D1	D	1.25	7	1.75	1.32	2	0.333	2.64	0.63
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.78	1.23
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.80	0.81
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.45	0.66
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	1	0.293	1.21	0.55
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	1	0.333	1.07	0.49
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.90	1.50
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	3.10	0.96
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.47	0.77
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.293	2.05	0.64
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.333	1.81	0.57
D1	D	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.19	1.69
D1	D	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	4.46	1.06
D1	D	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.55	0.85
D1	D	1.1	10	2.25	1.28	2	0.293	2.93	0.70
D1	D	1.25	10	2.25	1.28	2	0.333	2.59	0.62
D1	E	0.63	3	1.75	1.75	1	0.167	2.25	1.01
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.79	0.80
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.71	0.77
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.71	0.77
D1	E	1.13	3	1.75	1.75	1	0.300	1.41	0.64
D1	E	0.63	3	1.75	1.75	1.5	0.167	3.91	1.22
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	3.05	0.96
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.91	0.91
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.91	0.91
D1	E	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.300	2.39	0.75
D1	E	0.63	3	1.75	1.75	2	0.167	5.68	1.37
D1	E	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	4.39	1.06
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	4.17	1.00
D1	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	4.17	1.00
D1	E	1.13	3	1.75	1.75	2	0.300	3.41	0.82
D1	E	0.63	5	1.75	1.45	1	0.167	2.10	0.94
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.65	0.74
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.57	0.71
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.57	0.71
D1	E	1.13	5	1.75	1.45	1	0.300	1.29	0.58
D1	E	0.63	5	1.75	1.45	1.5	0.167	3.64	1.13
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.81	0.88
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.67	0.83

D1	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.67	0.83
D1	E	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.300	2.18	0.68
D1	E	0.63	5	1.75	1.45	2	0.167	5.28	1.26
D1	E	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	4.03	0.97
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.83	0.92
D1	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	3.83	0.92
D1	E	1.13	5	1.75	1.45	2	0.300	3.11	0.75
D1	E	0.63	7	1.75	1.32	1	0.167	2.00	0.90
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.55	0.70
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.48	0.67
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.48	0.67
D1	E	1.13	7	1.75	1.32	1	0.300	1.21	0.55
D1	E	0.63	7	1.75	1.32	1.5	0.167	3.46	1.07
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.65	0.83
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.52	0.79
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.52	0.79
D1	E	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.300	2.05	0.64
D1	E	0.63	7	1.75	1.32	2	0.167	5.01	1.19
D1	E	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	3.81	0.91
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.62	0.86
D1	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	3.62	0.86
D1	E	1.13	7	1.75	1.32	2	0.300	2.93	0.70
D1	E	0.63	10	2.25	1.28	1	0.167	1.98	0.89
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.53	0.69
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.45	0.66
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.45	0.66
D1	E	1.13	10	2.25	1.28	1	0.300	1.19	0.54
D1	E	0.63	10	2.25	1.28	1.5	0.167	3.41	1.06
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.61	0.81
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.47	0.77
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.47	0.77
D1	E	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.300	2.01	0.63
D1	E	0.63	10	2.25	1.28	2	0.167	4.93	1.17
D1	E	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	3.74	0.89
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.55	0.85
D1	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	3.55	0.85
D1	E	1.13	10	2.25	1.28	2	0.300	2.87	0.69

Çizelge 10.2: AYGM (2020)'ye göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.92	1.84
DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.69	1.29
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.03	0.99
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1	0.214	1.62	0.80
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.34	0.67
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.04	2.44
DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.54	1.63
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.32	1.22
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.214	2.61	0.97
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.13	0.80
DD-3	ZA	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	10.00	2.90

DD-3	ZA	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	6.12	1.86
DD-3	ZA	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	4.38	1.36
DD-3	ZA	0.8	3	1.75	1.75	2	0.214	3.39	1.07
DD-3	ZA	1	3	1.75	1.75	2	0.267	2.76	0.88
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	3.96	1.81
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.60	1.24
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.92	0.94
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1	0.214	1.51	0.75
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.23	0.62
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.02	2.37
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.36	1.54
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.14	1.14
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.214	2.43	0.90
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	1.97	0.74
DD-3	ZA	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	9.97	2.79
DD-3	ZA	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	5.92	1.75
DD-3	ZA	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	4.18	1.27
DD-3	ZA	0.8	5	1.75	1.45	2	0.214	3.21	1.00
DD-3	ZA	1	5	1.75	1.45	2	0.267	2.59	0.81
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	3.90	1.79
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.50	1.20
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.82	0.90
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1	0.214	1.42	0.72
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.15	0.59
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	6.92	2.31
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.21	1.48
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.00	1.09
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.214	2.31	0.85
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	1.86	0.70
DD-3	ZA	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	9.89	2.71
DD-3	ZA	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	5.78	1.68
DD-3	ZA	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	4.06	1.21
DD-3	ZA	0.8	7	1.75	1.32	2	0.214	3.10	0.94
DD-3	ZA	1	7	1.75	1.32	2	0.267	2.50	0.77
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	3.96	1.80
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.50	1.20
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.80	0.90
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1	0.214	1.39	0.71
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.12	0.43
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	6.98	2.32
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.18	1.48
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	2.96	1.08
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.214	2.27	0.84
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	1.82	0.69
DD-3	ZA	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	9.91	2.70
DD-3	ZA	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	5.72	1.66
DD-3	ZA	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	3.99	1.20
DD-3	ZA	0.8	10	2.25	1.28	2	0.214	3.04	0.93
DD-3	ZA	1	10	2.25	1.28	2	0.267	2.44	0.76
DD-3	ZB	0.225	3	1.75	1.75	1	0.060	3.71	1.75
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1	0.120	2.49	1.20
DD-3	ZB	0.675	3	1.75	1.75	1	0.180	1.86	0.91

DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-3	ZB	1.125	3	1.75	1.75	1	0.300	1.20	0.61
DD-3	ZB	0.225	3	1.75	1.75	1.5	0.060	6.59	2.30
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1.5	0.120	4.16	1.50
DD-3	ZB	0.675	3	1.75	1.75	1.5	0.180	3.02	1.11
DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-3	ZB	1.125	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.91	0.72
DD-3	ZB	0.225	3	1.75	1.75	2	0.060	9.27	2.71
DD-3	ZB	0.45	3	1.75	1.75	2	0.120	5.57	1.71
DD-3	ZB	0.675	3	1.75	1.75	2	0.180	3.95	1.24
DD-3	ZB	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-3	ZB	1.125	3	1.75	1.75	2	0.300	2.46	0.79
DD-3	ZB	0.225	5	1.75	1.45	1	0.060	3.72	1.72
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1	0.120	2.39	1.15
DD-3	ZB	0.675	5	1.75	1.45	1	0.180	1.74	0.86
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-3	ZB	1.125	5	1.75	1.45	1	0.300	1.10	0.56
DD-3	ZB	0.225	5	1.75	1.45	1.5	0.060	6.53	2.22
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1.5	0.120	3.98	1.42
DD-3	ZB	0.675	5	1.75	1.45	1.5	0.180	2.83	1.04
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-3	ZB	1.125	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.75	0.66
DD-3	ZB	0.225	5	1.75	1.45	2	0.060	9.19	2.60
DD-3	ZB	0.45	5	1.75	1.45	2	0.120	5.37	1.60
DD-3	ZB	0.675	5	1.75	1.45	2	0.180	3.76	1.15
DD-3	ZB	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-3	ZB	1.125	5	1.75	1.45	2	0.300	2.31	0.73
DD-3	ZB	0.225	7	1.75	1.32	1	0.060	3.65	1.68
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1	0.120	2.29	1.11
DD-3	ZB	0.675	7	1.75	1.32	1	0.180	1.65	0.82
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-3	ZB	1.125	7	1.75	1.32	1	0.300	1.02	0.53
DD-3	ZB	0.225	7	1.75	1.32	1.5	0.060	6.41	2.16
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1.5	0.120	3.83	1.36
DD-3	ZB	0.675	7	1.75	1.32	1.5	0.180	2.70	0.99
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77
DD-3	ZB	1.125	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.65	0.63
DD-3	ZB	0.225	7	1.75	1.32	2	0.060	9.09	2.52
DD-3	ZB	0.45	7	1.75	1.32	2	0.120	5.23	1.53
DD-3	ZB	0.675	7	1.75	1.32	2	0.180	3.64	1.10
DD-3	ZB	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-3	ZB	1.125	7	1.75	1.32	2	0.300	2.22	0.69
DD-3	ZB	0.225	10	2.25	1.28	1	0.060	3.69	1.70
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1	0.120	2.28	1.11
DD-3	ZB	0.675	10	2.25	1.28	1	0.180	1.63	0.82
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-3	ZB	1.125	10	2.25	1.28	1	0.300	1.00	0.53
DD-3	ZB	0.225	10	2.25	1.28	1.5	0.060	6.45	2.16
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1.5	0.120	3.80	1.35
DD-3	ZB	0.675	10	2.25	1.28	1.5	0.180	2.66	0.98
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76
DD-3	ZB	1.125	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.62	0.62

DD-3	ZB	0.225	10	2.25	1.28	2	0.060	9.08	2.51
DD-3	ZB	0.45	10	2.25	1.28	2	0.120	5.16	1.52
DD-3	ZB	0.675	10	2.25	1.28	2	0.180	3.58	1.08
DD-3	ZB	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-3	ZB	1.125	10	2.25	1.28	2	0.300	2.16	0.68
DD-3	ZC	0.325	3	1.75	1.75	1	0.087	3.05	1.46
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1	0.174	1.91	0.94
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1	0.320	1.13	0.57
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1	0.401	0.91	0.47
DD-3	ZC	0.325	3	1.75	1.75	1.5	0.087	5.24	1.86
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1.5	0.174	3.11	1.14
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1.5	0.320	1.79	0.68
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1.5	0.401	1.43	0.55
DD-3	ZC	0.325	3	1.75	1.75	2	0.087	7.17	2.15
DD-3	ZC	0.65	3	1.75	1.75	2	0.174	4.09	1.28
DD-3	ZC	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-3	ZC	1.2	3	1.75	1.75	2	0.320	2.31	0.75
DD-3	ZC	1.5	3	1.75	1.75	2	0.401	1.84	0.60
DD-3	ZC	0.325	5	1.75	1.45	1	0.087	2.99	1.41
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1	0.174	1.80	0.89
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1	0.320	1.03	0.53
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1	0.401	0.81	0.43
DD-3	ZC	0.325	5	1.75	1.45	1.5	0.087	5.09	1.78
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1.5	0.174	2.93	1.07
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1.5	0.320	1.64	0.63
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1.5	0.401	1.29	0.50
DD-3	ZC	0.325	5	1.75	1.45	2	0.087	6.99	2.04
DD-3	ZC	0.65	5	1.75	1.45	2	0.174	3.89	1.19
DD-3	ZC	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-3	ZC	1.2	5	1.75	1.45	2	0.320	2.16	0.69
DD-3	ZC	1.5	5	1.75	1.45	2	0.401	1.71	0.55
DD-3	ZC	0.325	7	1.75	1.32	1	0.087	2.89	1.37
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1	0.174	1.70	0.85
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1	0.320	0.96	0.50
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1	0.401	0.75	0.40
DD-3	ZC	0.325	7	1.75	1.32	1.5	0.087	4.94	1.72
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1.5	0.174	2.80	1.02
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1.5	0.320	1.55	0.59
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1.5	0.401	1.21	0.47
DD-3	ZC	0.325	7	1.75	1.32	2	0.087	6.86	1.96
DD-3	ZC	0.65	7	1.75	1.32	2	0.174	3.77	1.13
DD-3	ZC	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-3	ZC	1.2	7	1.75	1.32	2	0.320	2.07	0.65
DD-3	ZC	1.5	7	1.75	1.32	2	0.401	1.63	0.52
DD-3	ZC	0.325	10	2.25	1.28	1	0.087	2.90	1.37
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1	0.174	1.68	0.84

DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1	0.320	0.93	0.50
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1	0.401	0.72	0.40
DD-3	ZC	0.325	10	2.25	1.28	1.5	0.087	4.93	1.71
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1.5	0.174	2.75	1.01
DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1.5	0.320	1.51	0.58
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1.5	0.401	1.17	0.46
DD-3	ZC	0.325	10	2.25	1.28	2	0.087	6.80	1.95
DD-3	ZC	0.65	10	2.25	1.28	2	0.174	3.70	1.12
DD-3	ZC	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-3	ZC	1.2	10	2.25	1.28	2	0.320	2.02	0.64
DD-3	ZC	1.5	10	2.25	1.28	2	0.401	1.58	0.51
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.69	1.29
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	1.80	0.89
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.23	0.62
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1	0.334	1.09	0.55
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.54	1.63
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	2.92	1.08
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	1.95	0.74
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.334	1.72	0.65
DD-3	ZD	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	6.12	1.86
DD-3	ZD	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	3.83	1.20
DD-3	ZD	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-3	ZD	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	2.51	0.81
DD-3	ZD	1.25	3	1.75	1.75	2	0.334	2.22	0.72
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.60	1.24
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.69	0.84
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.12	0.57
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1	0.334	0.99	0.51
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.36	1.54
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	2.74	1.01
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.79	0.68
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.334	1.57	0.60
DD-3	ZD	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	5.92	1.75
DD-3	ZD	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	3.64	1.12
DD-3	ZD	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-3	ZD	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.36	0.75
DD-3	ZD	1.25	5	1.75	1.45	2	0.334	2.07	0.66
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.50	1.20
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.60	0.80
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.05	0.54
DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1	0.334	0.92	0.48
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.21	1.48
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	2.61	0.96
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.69	0.64

DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.334	1.48	0.57
DD-3	ZD	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	5.78	1.68
DD-3	ZD	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	3.52	1.06
DD-3	ZD	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-3	ZD	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.27	0.70
DD-3	ZD	1.25	7	1.75	1.32	2	0.334	1.99	0.62
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.50	1.20
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.57	0.79
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.02	0.54
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1	0.334	0.89	0.48
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.18	1.48
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	2.57	0.95
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.65	0.63
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.334	1.45	0.56
DD-3	ZD	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	5.72	1.66
DD-3	ZD	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	3.46	1.05
DD-3	ZD	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-3	ZD	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.22	0.69
DD-3	ZD	1.25	10	2.25	1.28	2	0.334	1.94	0.61
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.03	0.99
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.54	0.77
DD-3	ZE	0.975	3	1.75	1.75	1	0.260	1.37	0.69
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.23	0.62
DD-3	ZE	1.125	3	1.75	1.75	1	0.300	1.20	0.61
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.32	1.22
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	2.47	0.92
DD-3	ZE	0.975	3	1.75	1.75	1.5	0.260	2.18	0.82
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	1.95	0.74
DD-3	ZE	1.125	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.91	0.72
DD-3	ZE	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	4.38	1.36
DD-3	ZE	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	3.21	1.02
DD-3	ZE	0.975	3	1.75	1.75	2	0.260	2.82	0.90
DD-3	ZE	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	2.51	0.81
DD-3	ZE	1.125	3	1.75	1.75	2	0.300	2.46	0.79
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.92	0.94
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.43	0.72
DD-3	ZE	0.975	5	1.75	1.45	1	0.260	1.26	0.64
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.12	0.57
DD-3	ZE	1.125	5	1.75	1.45	1	0.300	1.10	0.56
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.14	1.14
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.30	0.85
DD-3	ZE	0.975	5	1.75	1.45	1.5	0.260	2.02	0.76
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.79	0.68
DD-3	ZE	1.125	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.75	0.66
DD-3	ZE	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	4.18	1.27
DD-3	ZE	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	3.03	0.94
DD-3	ZE	0.975	5	1.75	1.45	2	0.260	2.66	0.83
DD-3	ZE	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.36	0.75
DD-3	ZE	1.125	5	1.75	1.45	2	0.300	2.31	0.73
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.82	0.90

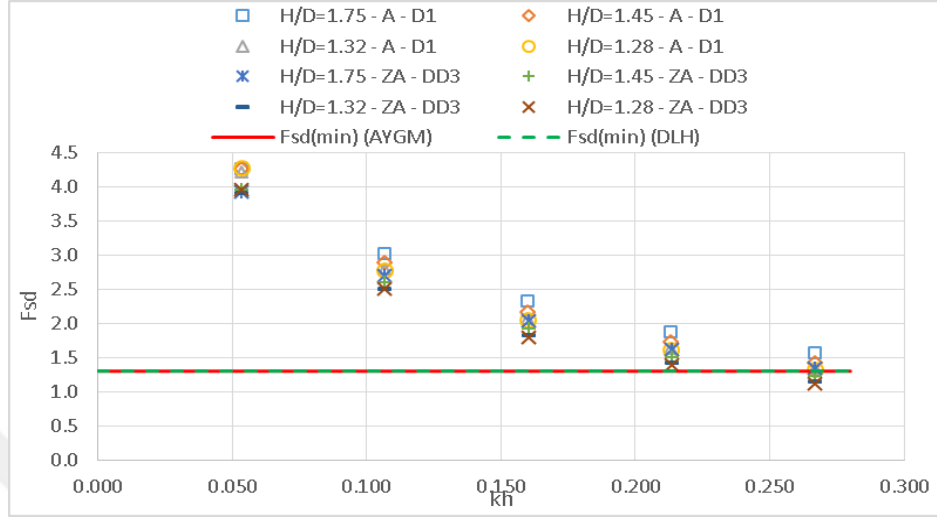
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.34	0.68
DD-3	ZE	0.975	7	1.75	1.32	1	0.260	1.18	0.61
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.05	0.54
DD-3	ZE	1.125	7	1.75	1.32	1	0.300	1.02	0.53
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.00	1.09
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.18	0.81
DD-3	ZE	0.975	7	1.75	1.32	1.5	0.260	1.91	0.72
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.69	0.64
DD-3	ZE	1.125	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.65	0.63
DD-3	ZE	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	4.06	1.21
DD-3	ZE	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	2.93	0.89
DD-3	ZE	0.975	7	1.75	1.32	2	0.260	2.56	0.79
DD-3	ZE	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.27	0.70
DD-3	ZE	1.125	7	1.75	1.32	2	0.300	2.22	0.69
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.80	0.90
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.32	0.68
DD-3	ZE	0.975	10	2.25	1.28	1	0.260	1.15	0.60
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.02	0.54
DD-3	ZE	1.125	10	2.25	1.28	1	0.300	1.00	0.53
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	2.96	1.08
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.14	0.80
DD-3	ZE	0.975	10	2.25	1.28	1.5	0.260	1.87	0.71
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.65	0.63
DD-3	ZE	1.125	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.62	0.62
DD-3	ZE	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	3.99	1.20
DD-3	ZE	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	2.87	0.88
DD-3	ZE	0.975	10	2.25	1.28	2	0.260	2.50	0.78
DD-3	ZE	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.22	0.69
DD-3	ZE	1.125	10	2.25	1.28	2	0.300	2.16	0.68

Deprem düzeyi DLH (2008)'e göre ve AYGGM (2020)'ye göre sırasıyla D1 ve DD3 olarak seçilmiştir. Her iki yönetmelikte tanımlanan zemin sınıflarına göre yapı stabiliteyi aynı yapı boyutları için hesaplanmıştır.

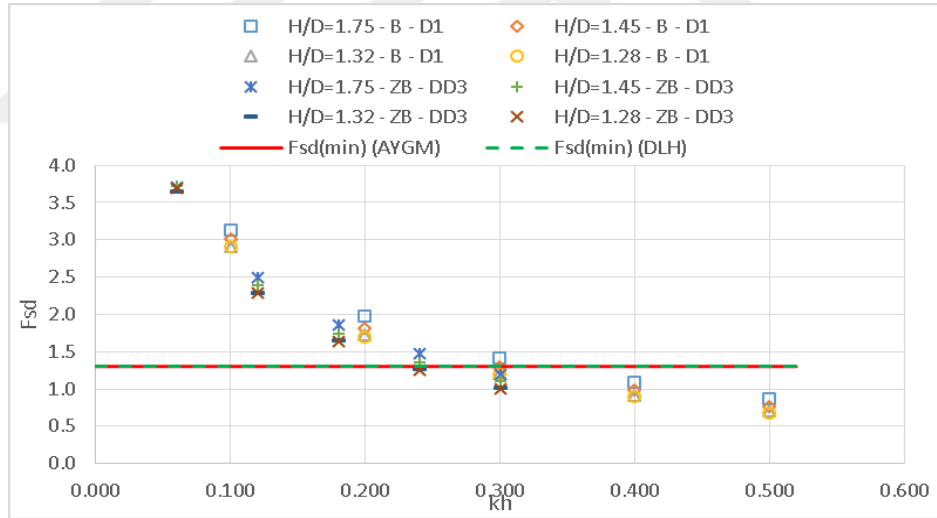
10.1.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım

Şekil 10.2-6 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanal yapı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.2'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.23$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.3'te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.23$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.4'te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.24$, Şekil 10.5'te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.24$ ve Şekil 10.6'da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.23-0.24$ değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır. Çizelge

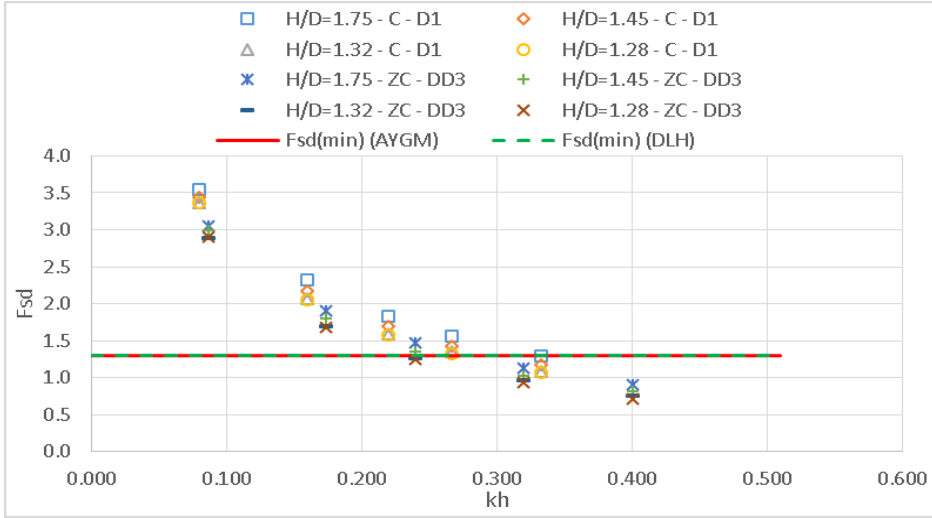
10.1 ve Çizelge 10.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



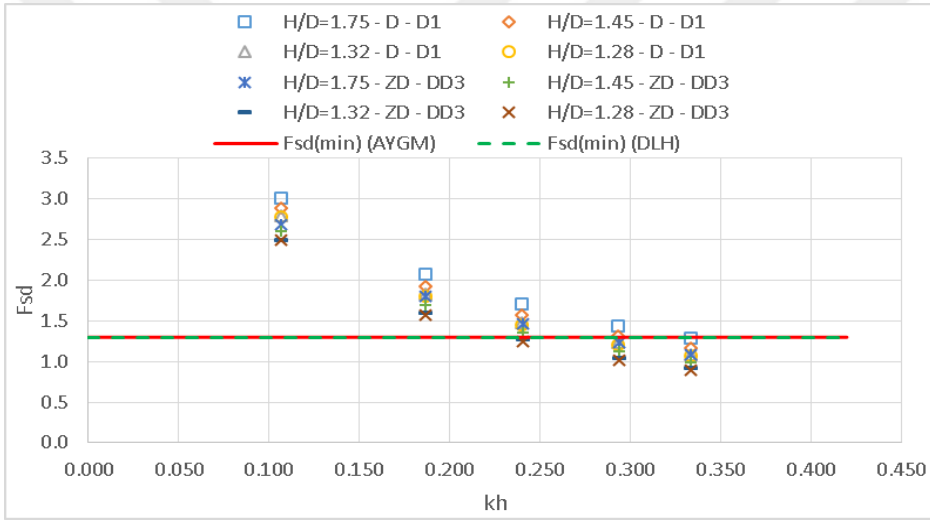
Şekil 10.2: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



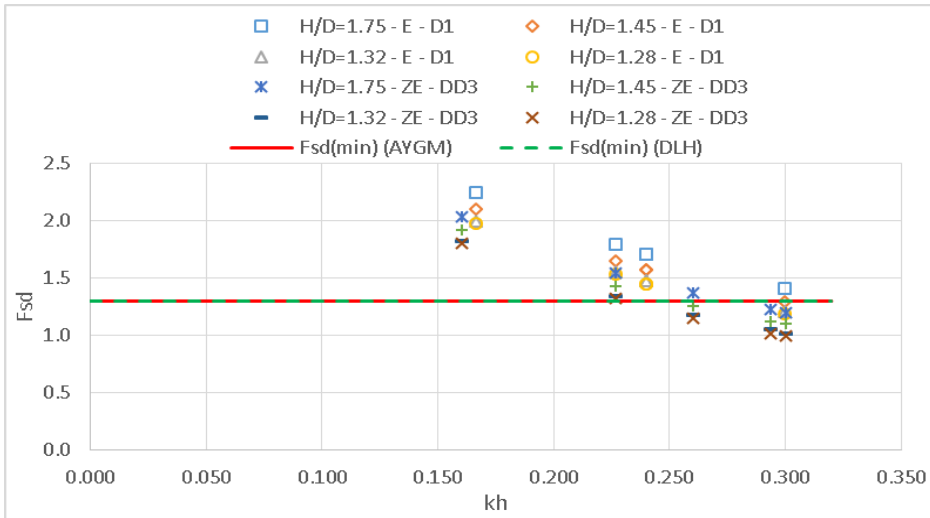
Şekil 10.3: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.4: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

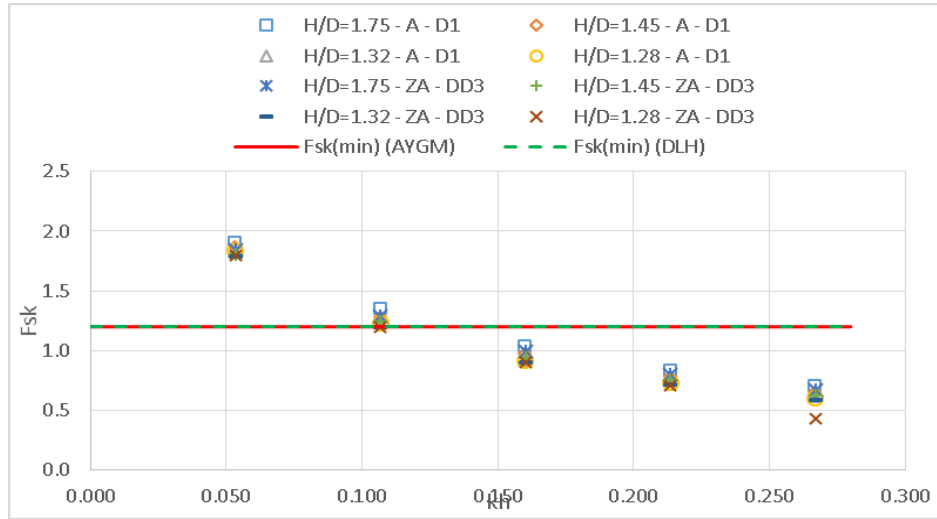


Şekil 10.5: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

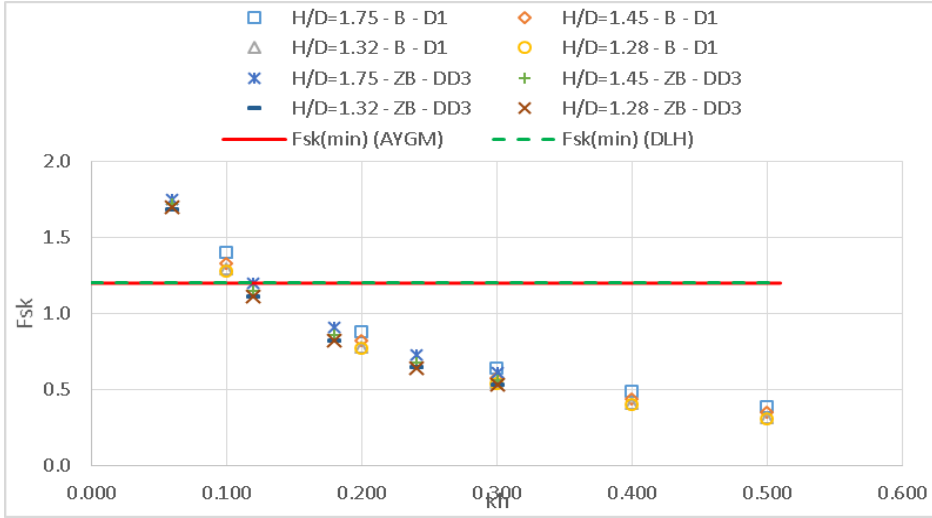


Şekil 10.6: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

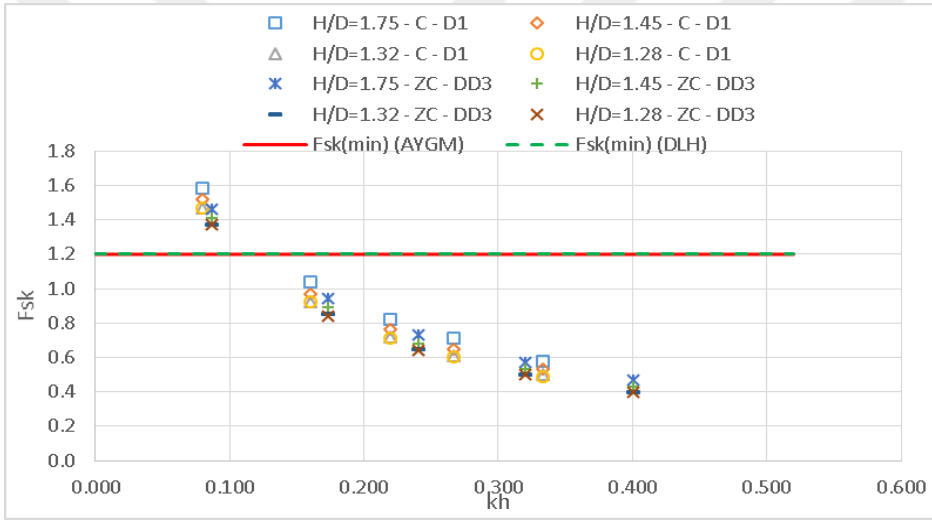
Şekil 10.7-11 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.7’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.12$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.8’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.10-0.11$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.9’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.10-0.11$, Şekil 10.10’da D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.11$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korunurken, Şekil 10.11’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.11$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYG (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



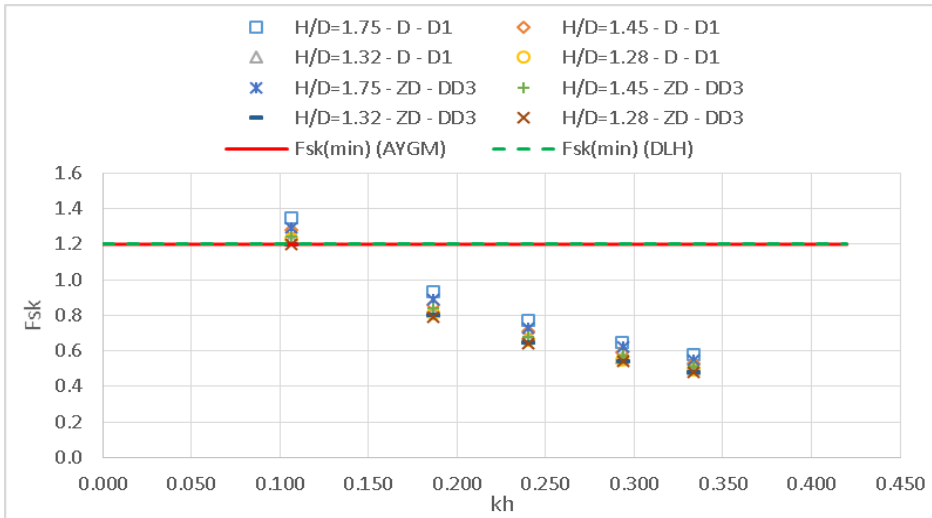
Şekil 10.7: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



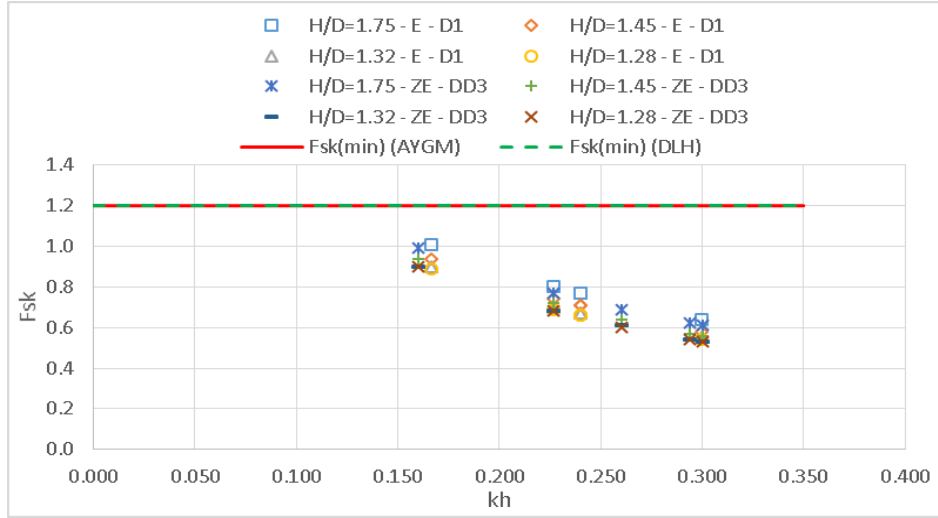
Şekil 10.8: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.9: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



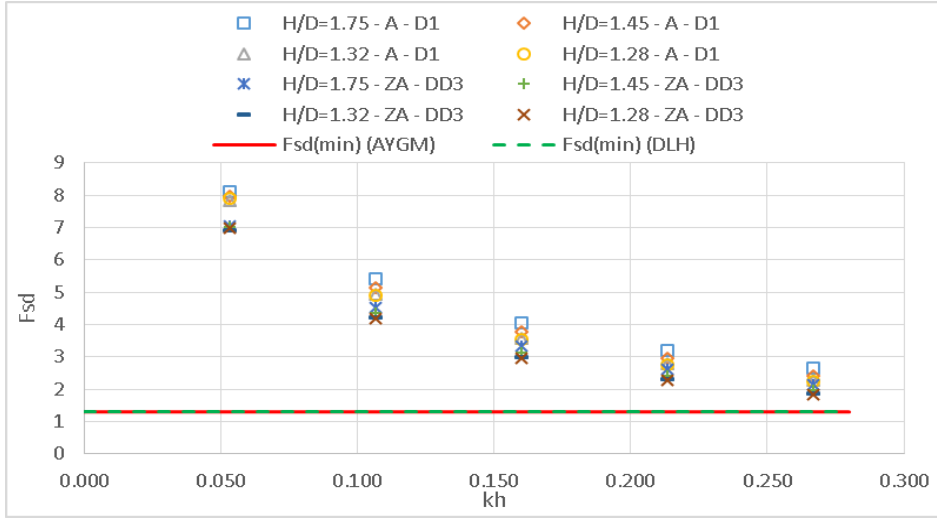
Şekil 10.10: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



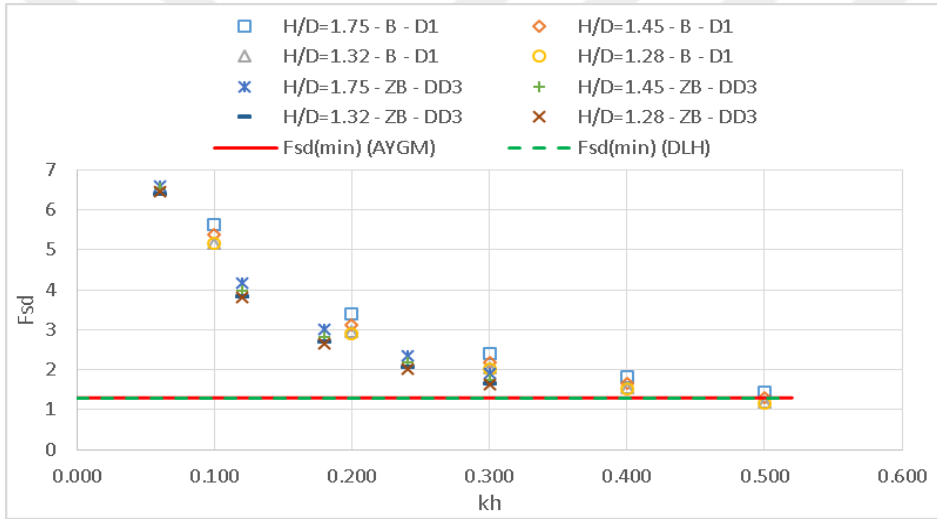
Şekil 10.11: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10.1.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım

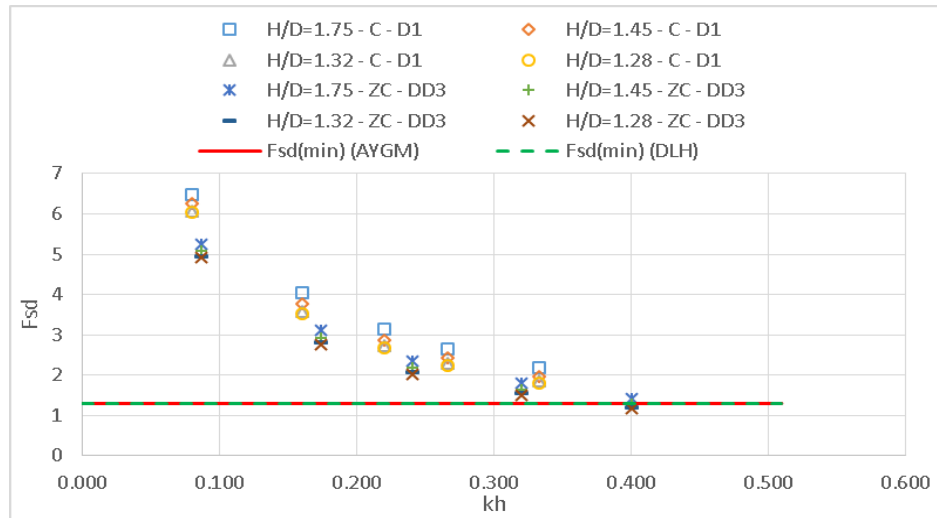
Şekil 10.12-16 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1.5 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 10.12’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı kh=0.366 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.13’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak kh=0.366 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.14’te C ve ZC zemin sınıfında kh=0.366, Şekil 10.15’te D ve ZD zemin sınıfında kh=0.365 ve Şekil 10.16’da E-ZE zemin sınıfında ise kh=0.365 değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



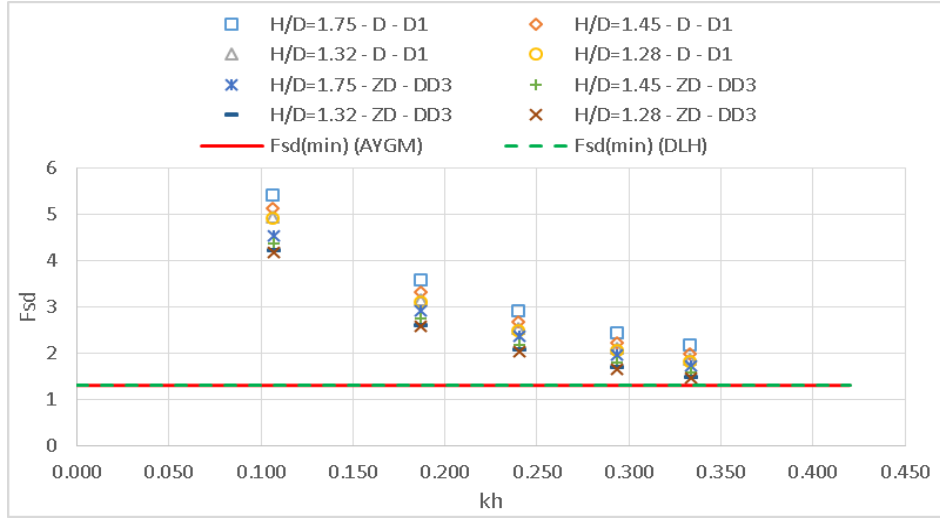
Şekil 10.12: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



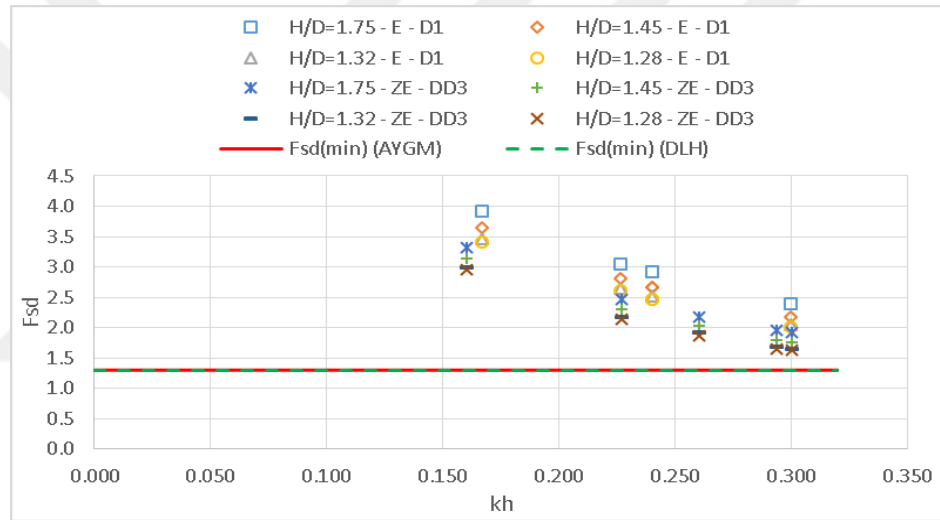
Şekil 10.13: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.14: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



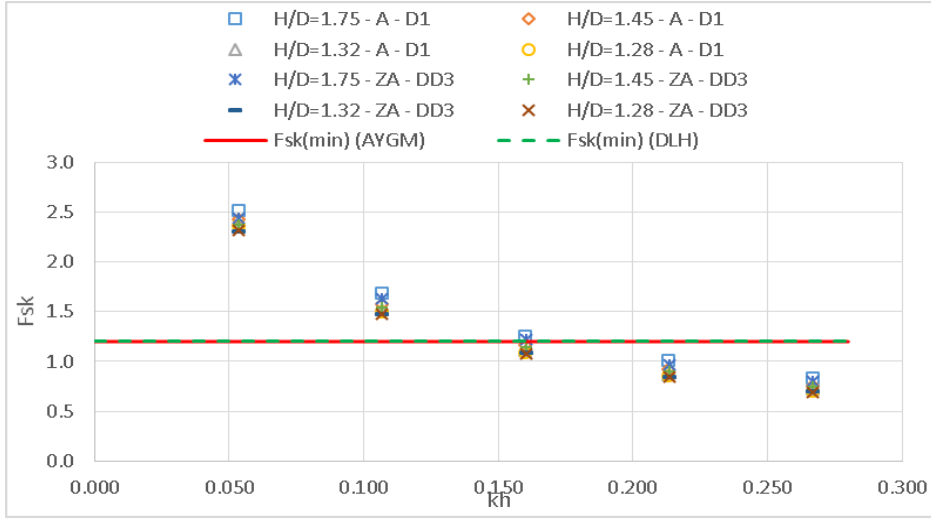
Şekil 10.15: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



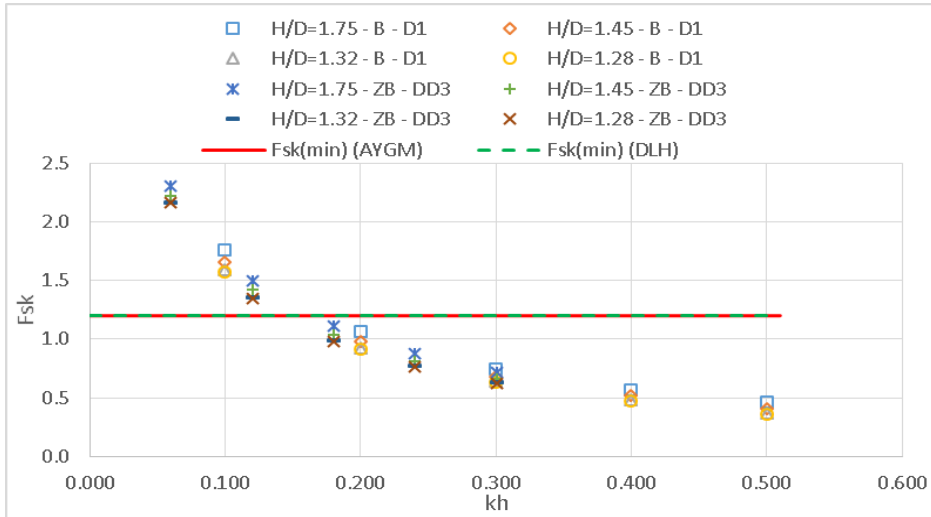
Şekil 10.16: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

Şekil 10.17-21 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde $B/H=1.5$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.17'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.14$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.18'de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.15$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.19'da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.14-0.15$, Şekil 10.20'de D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.15$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korunurken, Şekil 10.21'de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.14-0.15$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2'den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh

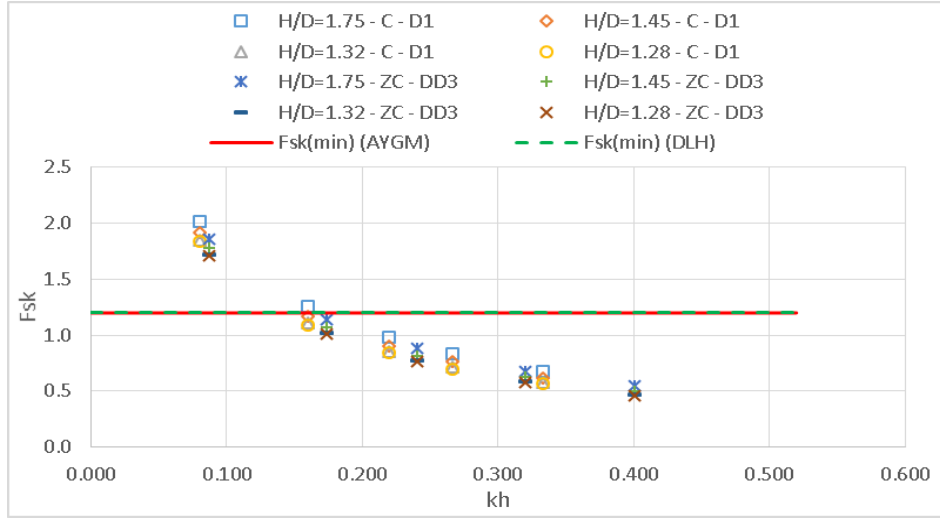
değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



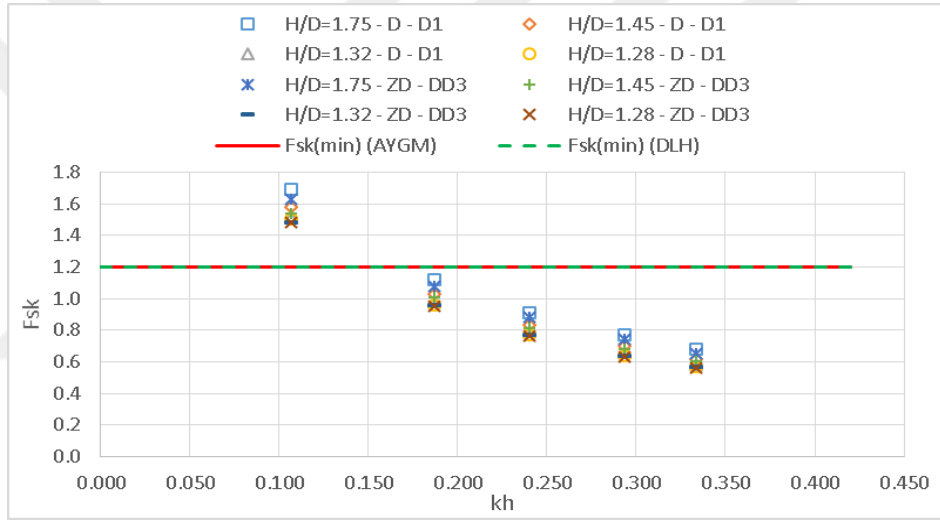
Şekil 10.17: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



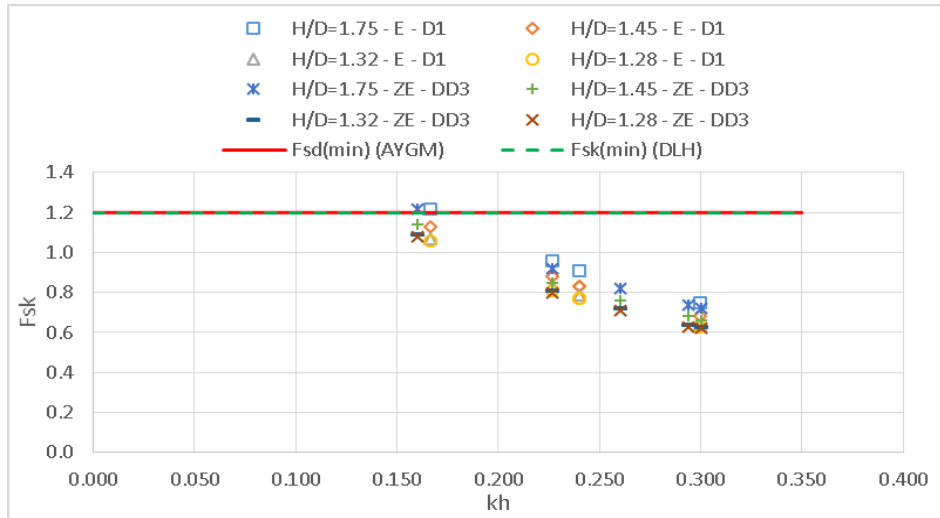
Şekil 10.18: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.19: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



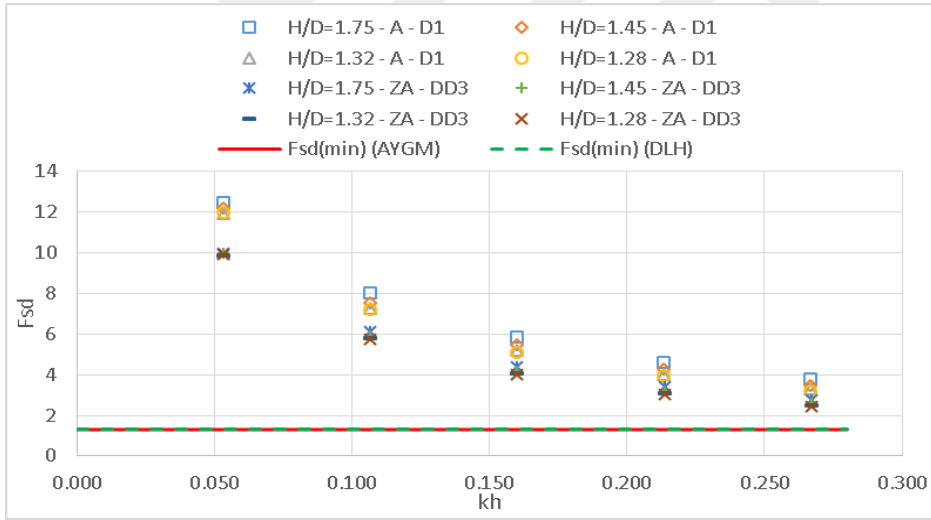
Şekil 10.20: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



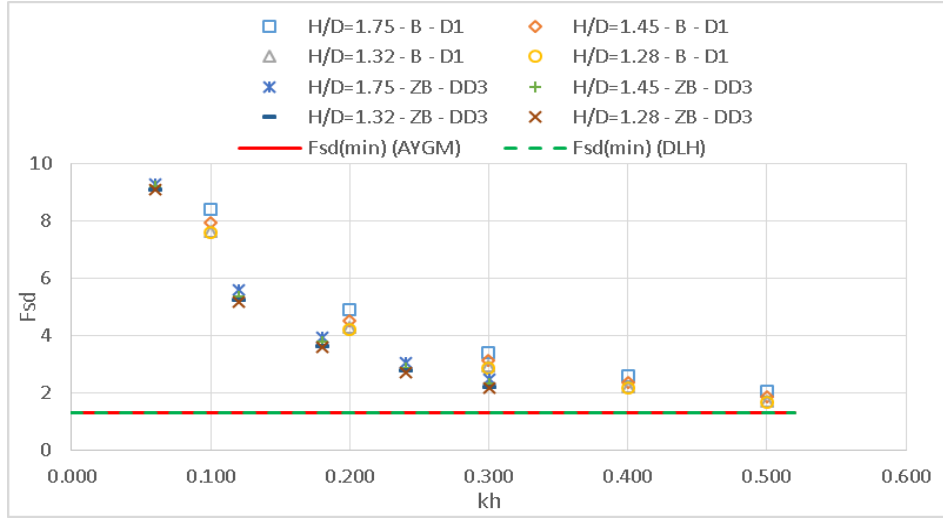
Şekil 10.21: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10.1.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım

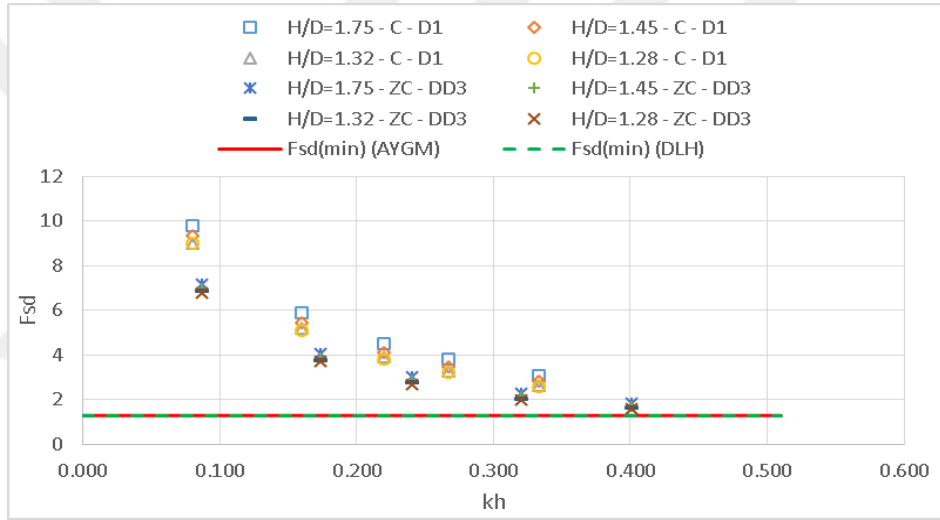
Şekil 10.22-26 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=2 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.22’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.468$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.23’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre $kh=0.468$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.24’te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.468$, Şekil 10.25’te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.594$ ve Şekil 10.26’da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.468$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilite elde edilmektedir. Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



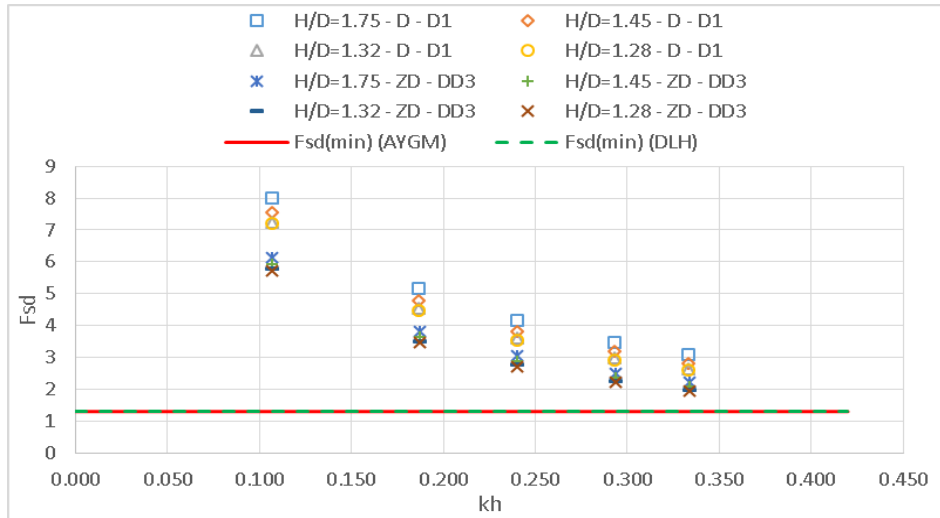
Şekil 10.22: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



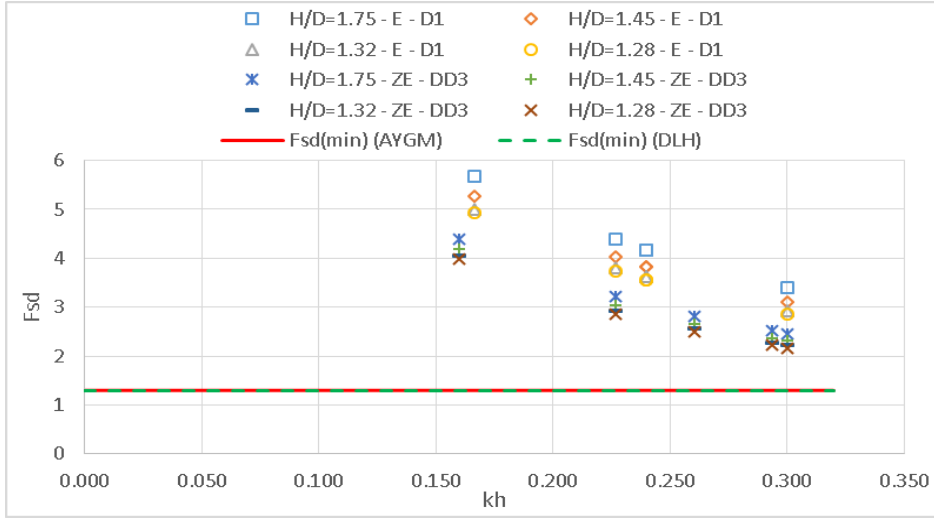
Şekil 10.23: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.24: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

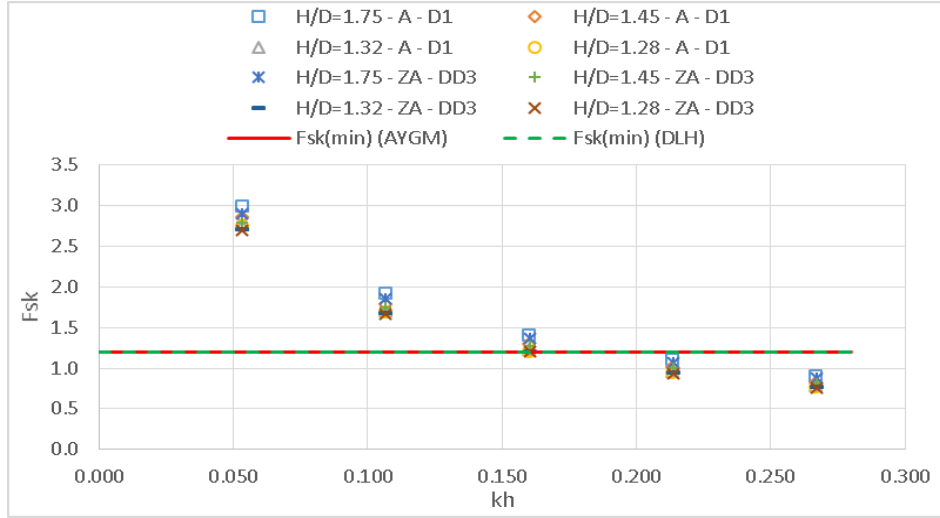


Şekil 10.25: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

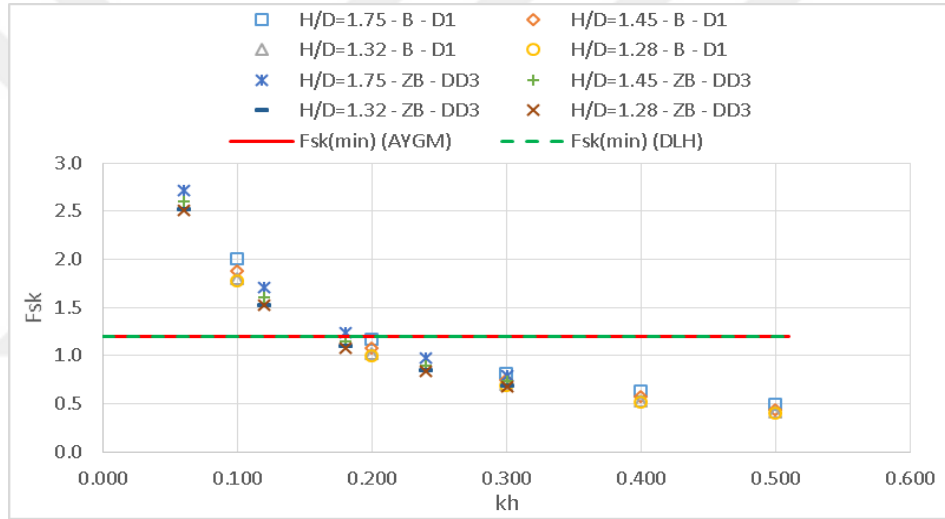


Şekil 10.26: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

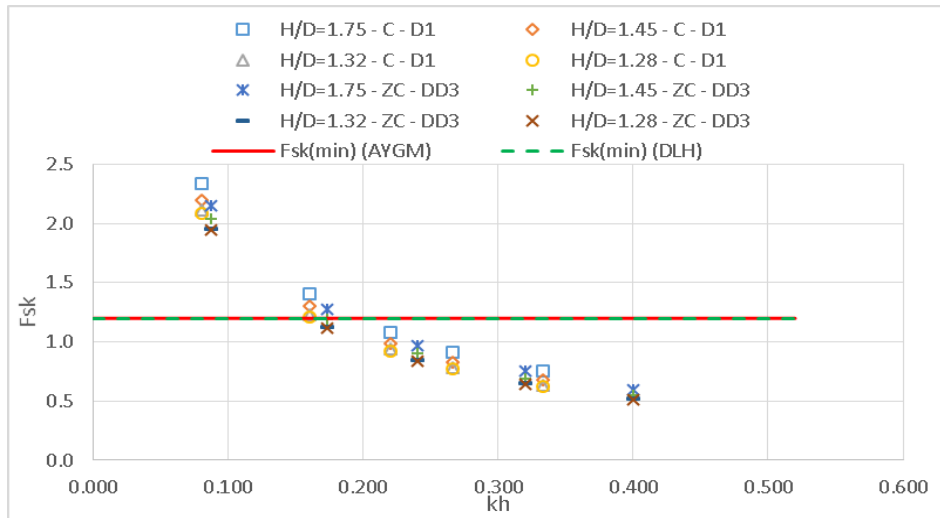
Şekil 10.27-31 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde $B/H=2$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.27’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.20$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.28’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.17$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.29’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.16-0.17$, Şekil 10.30’da D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.15-0.16$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 10.31’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.15-0.16$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.1 ve Çizelge 10.2’den de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



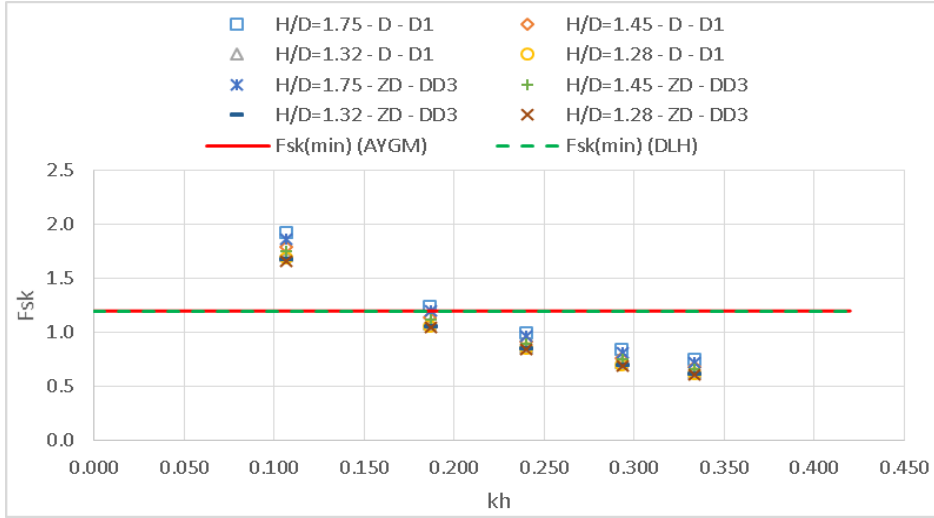
Şekil 10.27: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



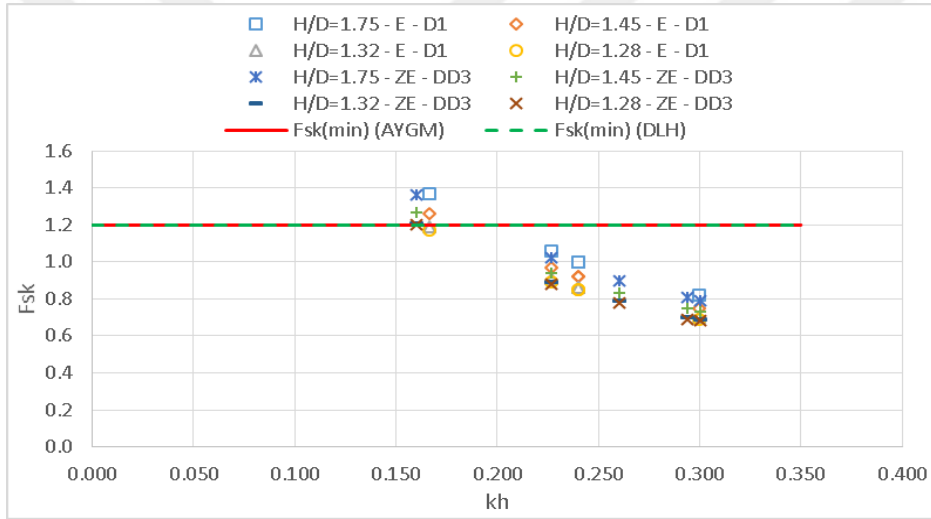
Şekil 10.28: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.29: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.30: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.31: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10.2. D2-DD2 Deprem Düzeylerine Göre Tasarım

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için DLH (2008) ve AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite hesapları yapılan keson tipi yanaşma yapısının hesap özetleri Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4'te verilmiştir.

Çizelge 10.3: DLH (2008)'e göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SMS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	4.27	1.91
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	3.01	1.35
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	1	0.207	1.92	0.86

D2	A	0.8	3	1.75	1.75	1	0.228	1.78	0.80
D2	A	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.67	0.75
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	8.09	2.52
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	5.41	1.69
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.207	3.29	1.03
D2	A	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.228	3.04	0.95
D2	A	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.85	0.89
D2	A	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	12.49	2.99
D2	A	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	8.01	1.92
D2	A	0.6	3	1.75	1.75	2	0.207	4.74	1.14
D2	A	0.8	3	1.75	1.75	2	0.228	4.36	1.05
D2	A	1	3	1.75	1.75	2	0.246	4.09	0.98
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	4.26	1.87
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.89	1.28
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	1	0.207	1.77	0.80
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	1	0.228	1.64	0.74
D2	A	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.54	0.69
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.97	2.43
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.13	1.58
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.207	3.04	0.95
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.228	2.79	0.87
D2	A	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.62	0.82
D2	A	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	12.19	2.86
D2	A	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.56	1.79
D2	A	0.6	5	1.75	1.45	2	0.207	4.37	1.05
D2	A	0.8	5	1.75	1.45	2	0.228	4.01	0.96
D2	A	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.75	0.90
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	4.22	1.83
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.79	1.23
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	1	0.207	1.68	0.75
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	1	0.228	1.55	0.70
D2	A	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.45	0.65
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	7.83	2.36
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.93	1.52
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.207	2.87	0.90
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.228	2.64	0.82
D2	A	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.47	0.77
D2	A	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	11.92	2.76
D2	A	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.25	1.71
D2	A	0.6	7	1.75	1.32	2	0.207	4.14	0.99
D2	A	0.8	7	1.75	1.32	2	0.228	3.79	0.91
D2	A	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.54	0.85
D2	A	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	4.28	1.84
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.78	1.23
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	1	0.207	1.65	0.74
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	1	0.228	1.52	0.69
D2	A	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.42	0.64
D2	A	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	7.90	2.36
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.90	1.50
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.207	2.82	0.88
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.228	2.59	0.81
D2	A	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.42	0.76

D2	A	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	11.98	2.75
D2	A	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.19	1.69
D2	A	0.6	10	2.25	1.28	2	0.207	4.06	0.97
D2	A	0.8	10	2.25	1.28	2	0.228	3.72	0.89
D2	A	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.47	0.83
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	1	0.067	3.87	1.73
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	1	0.195	2.01	0.90
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	1	0.223	1.81	0.81
D2	B	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.67	0.75
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.57	0.71
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	1.5	0.067	7.20	2.25
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	1.5	0.195	3.46	1.08
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	1.5	0.223	3.09	0.97
D2	B	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.85	0.89
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.67	0.84
D2	B	0.25	3	1.75	1.75	2	0.067	10.97	2.63
D2	B	0.5	3	1.75	1.75	2	0.195	4.99	1.20
D2	B	0.75	3	1.75	1.75	2	0.223	4.45	1.07
D2	B	1	3	1.75	1.75	2	0.246	4.09	0.98
D2	B	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.82	0.92
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	1	0.067	3.81	1.68
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	1	0.195	1.86	0.84
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	1	0.223	1.67	0.75
D2	B	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.54	0.69
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.44	0.65
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	1.5	0.067	7.01	2.15
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	1.5	0.195	3.20	1.00
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	1.5	0.223	2.85	0.89
D2	B	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.62	0.82
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.45	0.77
D2	B	0.25	5	1.75	1.45	2	0.067	10.58	2.49
D2	B	0.5	5	1.75	1.45	2	0.195	4.61	1.10
D2	B	0.75	5	1.75	1.45	2	0.223	4.09	0.98
D2	B	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.75	0.90
D2	B	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.50	0.84
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	1	0.067	3.74	1.63
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	1	0.195	1.76	0.79
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	1	0.223	1.57	0.71
D2	B	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.45	0.65
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.36	0.61
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	1.5	0.067	6.84	2.08
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	1.5	0.195	3.03	0.94
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	1.5	0.223	2.69	0.84
D2	B	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.47	0.77
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.30	0.72
D2	B	0.25	7	1.75	1.32	2	0.067	10.27	2.40
D2	B	0.5	7	1.75	1.32	2	0.195	4.37	1.04
D2	B	0.75	7	1.75	1.32	2	0.223	3.87	0.92
D2	B	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.54	0.85
D2	B	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.30	0.79
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	1	0.067	3.77	1.64
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	1	0.195	1.74	0.78

D2	B	0.75	10	2.25	1.28	1	0.223	1.55	0.70
D2	B	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.42	0.64
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.33	0.60
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	1.5	0.067	6.86	2.07
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	1.5	0.195	2.98	0.93
D2	B	0.75	10	2.25	1.28	1.5	0.223	2.64	0.82
D2	B	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.42	0.76
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.26	0.71
D2	B	0.25	10	2.25	1.28	2	0.067	10.27	2.38
D2	B	0.5	10	2.25	1.28	2	0.195	4.29	1.02
D2	B	0.75	10	2.25	1.28	2	0.223	3.79	0.91
D2	B	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.47	0.83
D2	B	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.24	0.77
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	1	0.080	3.54	1.58
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	1	0.207	1.92	0.86
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	1	0.230	1.76	0.79
D2	C	1	3	1.75	1.75	1	0.246	1.67	0.75
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.57	0.71
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	1.5	0.080	6.49	2.02
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.207	3.29	1.03
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	1.5	0.230	3.01	0.94
D2	C	1	3	1.75	1.75	1.5	0.246	2.85	0.89
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.67	0.84
D2	C	0.3	3	1.75	1.75	2	0.080	9.77	2.34
D2	C	0.6	3	1.75	1.75	2	0.207	4.74	1.14
D2	C	0.83	3	1.75	1.75	2	0.230	4.32	1.04
D2	C	1	3	1.75	1.75	2	0.246	4.09	0.98
D2	C	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.82	0.92
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	1	0.080	3.44	1.52
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	1	0.207	1.77	0.80
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	1	0.230	1.62	0.73
D2	C	1	5	1.75	1.45	1	0.246	1.54	0.69
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.44	0.65
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	1.5	0.080	6.25	1.92
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.207	3.04	0.95
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	1.5	0.230	2.77	0.87
D2	C	1	5	1.75	1.45	1.5	0.246	2.62	0.82
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.45	0.77
D2	C	0.3	5	1.75	1.45	2	0.080	9.34	2.20
D2	C	0.6	5	1.75	1.45	2	0.207	4.37	1.05
D2	C	0.83	5	1.75	1.45	2	0.230	3.98	0.95
D2	C	1	5	1.75	1.45	2	0.246	3.75	0.90
D2	C	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.50	0.84
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	1	0.080	3.36	1.47
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	1	0.207	1.68	0.75
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	1	0.230	1.53	0.69
D2	C	1	7	1.75	1.32	1	0.246	1.45	0.65
D2	C	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.36	0.61
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	1.5	0.080	6.06	1.85
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.207	2.87	0.90
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	1.5	0.230	2.61	0.82
D2	C	1	7	1.75	1.32	1.5	0.246	2.47	0.77

D2	C	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.30	0.72
D2	C	0.3	7	1.75	1.32	2	0.080	9.02	2.11
D2	C	0.6	7	1.75	1.32	2	0.207	4.14	0.99
D2	C	0.83	7	1.75	1.32	2	0.230	3.75	0.90
D2	C	1	7	1.75	1.32	2	0.246	3.54	0.85
D2	C	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.30	0.79
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	1	0.080	3.37	1.47
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	1	0.207	1.65	0.74
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	1	0.230	1.51	0.68
D2	C	1	10	2.25	1.28	1	0.246	1.42	0.64
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.33	0.60
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	1.5	0.080	6.05	1.84
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.207	2.82	0.88
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	1.5	0.230	2.57	0.80
D2	C	1	10	2.25	1.28	1.5	0.246	2.42	0.76
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.26	0.71
D2	C	0.3	10	2.25	1.28	2	0.080	8.99	2.09
D2	C	0.6	10	2.25	1.28	2	0.207	4.06	0.97
D2	C	0.83	10	2.25	1.28	2	0.230	3.68	0.88
D2	C	1	10	2.25	1.28	2	0.246	3.47	0.83
D2	C	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.24	0.77
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	3.01	1.35
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	1	0.218	1.84	0.83
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.72	0.78
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	1	0.254	1.63	0.73
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	1	0.265	1.57	0.71
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	5.41	1.69
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.218	3.15	0.99
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.94	0.92
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.254	2.77	0.87
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.265	2.67	0.84
D2	D	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	8.01	1.92
D2	D	0.7	3	1.75	1.75	2	0.218	4.54	1.09
D2	D	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	4.22	1.01
D2	D	1.1	3	1.75	1.75	2	0.254	3.97	0.96
D2	D	1.25	3	1.75	1.75	2	0.265	3.82	0.92
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.89	1.28
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	1	0.218	1.70	0.76
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.58	0.71
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	1	0.254	1.50	0.67
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	1	0.265	1.44	0.65
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	5.13	1.58
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.218	2.91	0.91
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.70	0.84
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.254	2.54	0.80
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.265	2.45	0.77
D2	D	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	7.56	1.79
D2	D	0.7	5	1.75	1.45	2	0.218	4.18	1.00
D2	D	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.87	0.93
D2	D	1.1	5	1.75	1.45	2	0.254	3.64	0.87
D2	D	1.25	5	1.75	1.45	2	0.265	3.50	0.84
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.79	1.23

D2	D	0.7	7	1.75	1.32	1	0.218	1.61	0.72
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.67
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	1	0.254	1.41	0.64
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	1	0.265	1.36	0.61
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.93	1.52
D2	D	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.218	2.75	0.86
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.55	0.80
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.254	2.40	0.75
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.265	2.30	0.72
D2	D	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	7.25	1.71
D2	D	0.7	7	1.75	1.32	2	0.218	3.95	0.94
D2	D	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.66	0.87
D2	D	1.1	7	1.75	1.32	2	0.254	3.44	0.82
D2	D	1.25	7	1.75	1.32	2	0.265	3.30	0.79
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.78	1.23
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	1	0.218	1.58	0.71
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.47	0.66
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	1	0.254	1.38	0.63
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	1	0.265	1.33	0.60
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.90	1.50
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.218	2.70	0.84
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.50	0.78
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.254	2.35	0.74
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.265	2.26	0.71
D2	D	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	7.19	1.69
D2	D	0.7	10	2.25	1.28	2	0.218	3.87	0.93
D2	D	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.59	0.86
D2	D	1.1	10	2.25	1.28	2	0.254	3.37	0.81
D2	D	1.25	10	2.25	1.28	2	0.265	3.24	0.77
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	1	0.210	1.90	0.85
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	1	0.233	1.75	0.79
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.72	0.78
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1	0.237	1.72	0.78
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	1	0.255	1.62	0.73
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	1.5	0.210	3.25	1.02
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.233	2.99	0.94
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.94	0.92
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.237	2.94	0.92
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	1.5	0.255	2.76	0.86
D2	E	0.63	3	1.75	1.75	2	0.210	4.69	1.13
D2	E	0.85	3	1.75	1.75	2	0.233	4.29	1.03
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	4.22	1.01
D2	E	0.9	3	1.75	1.75	2	0.237	4.22	1.01
D2	E	1.13	3	1.75	1.75	2	0.255	3.95	0.95
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	1	0.210	1.75	0.79
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	1	0.233	1.61	0.72
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.58	0.71
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1	0.237	1.58	0.71
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	1	0.255	1.49	0.67
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	1.5	0.210	3.00	0.94
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.233	2.75	0.86
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.70	0.84

D2	E	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.237	2.70	0.84
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	1.5	0.255	2.53	0.79
D2	E	0.63	5	1.75	1.45	2	0.210	4.32	1.03
D2	E	0.85	5	1.75	1.45	2	0.233	3.94	0.94
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.87	0.93
D2	E	0.9	5	1.75	1.45	2	0.237	3.87	0.93
D2	E	1.13	5	1.75	1.45	2	0.255	3.62	0.87
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	1	0.210	1.66	0.75
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	1	0.233	1.52	0.68
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.67
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1	0.237	1.49	0.67
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	1	0.255	1.40	0.63
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	1.5	0.210	2.84	0.88
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.233	2.59	0.81
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.55	0.80
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.237	2.55	0.80
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	1.5	0.255	2.38	0.74
D2	E	0.63	7	1.75	1.32	2	0.210	4.08	0.98
D2	E	0.85	7	1.75	1.32	2	0.233	3.72	0.89
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.66	0.87
D2	E	0.9	7	1.75	1.32	2	0.237	3.66	0.87
D2	E	1.13	7	1.75	1.32	2	0.255	3.41	0.82
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	1	0.210	1.63	0.74
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	1	0.233	1.49	0.67
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.47	0.66
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1	0.237	1.47	0.66
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	1	0.255	1.37	0.62
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	1.5	0.210	2.79	0.87
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.233	2.54	0.79
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.50	0.78
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.237	2.50	0.78
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	1.5	0.255	2.33	0.73
D2	E	0.63	10	2.25	1.28	2	0.210	4.01	0.96
D2	E	0.85	10	2.25	1.28	2	0.233	3.65	0.87
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.59	0.86
D2	E	0.9	10	2.25	1.28	2	0.237	3.59	0.86
D2	E	1.13	10	2.25	1.28	2	0.255	3.34	0.80

Çizelge 10.4: AYG (2020)'ye göre tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik (D)	Apron Üst Kotu	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1	0.053	3.92	1.84
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.69	1.29
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.03	0.99
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1	0.214	1.62	0.80
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	1	0.267	1.34	0.67
DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	1.5	0.053	7.04	2.44
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.54	1.63
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.32	1.22
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	1.5	0.214	2.61	0.97
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	1.5	0.267	2.13	0.80

DD-2	ZA	0.2	3	1.75	1.75	2	0.053	10.00	2.90
DD-2	ZA	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	6.12	1.86
DD-2	ZA	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	4.38	1.36
DD-2	ZA	0.8	3	1.75	1.75	2	0.214	3.39	1.07
DD-2	ZA	1	3	1.75	1.75	2	0.267	2.76	0.88
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1	0.053	3.96	1.81
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.60	1.24
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.92	0.94
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1	0.214	1.51	0.75
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	1	0.267	1.23	0.62
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	1.5	0.053	7.02	2.37
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.36	1.54
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.14	1.14
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	1.5	0.214	2.43	0.90
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	1.5	0.267	1.97	0.74
DD-2	ZA	0.2	5	1.75	1.45	2	0.053	9.97	2.79
DD-2	ZA	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	5.92	1.75
DD-2	ZA	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	4.18	1.27
DD-2	ZA	0.8	5	1.75	1.45	2	0.214	3.21	1.00
DD-2	ZA	1	5	1.75	1.45	2	0.267	2.59	0.81
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1	0.053	3.90	1.79
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.50	1.20
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.82	0.90
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1	0.214	1.42	0.72
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	1	0.267	1.15	0.59
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	1.5	0.053	6.92	2.31
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.21	1.48
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.00	1.09
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	1.5	0.214	2.31	0.85
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	1.5	0.267	1.86	0.70
DD-2	ZA	0.2	7	1.75	1.32	2	0.053	9.89	2.71
DD-2	ZA	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	5.78	1.68
DD-2	ZA	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	4.06	1.21
DD-2	ZA	0.8	7	1.75	1.32	2	0.214	3.10	0.94
DD-2	ZA	1	7	1.75	1.32	2	0.267	2.50	0.77
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1	0.053	3.96	1.80
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.50	1.20
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.80	0.90
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1	0.214	1.39	0.71
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	1	0.267	1.12	0.43
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	1.5	0.053	6.98	2.32
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.18	1.48
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	2.96	1.08
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	1.5	0.214	2.27	0.84
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	1.5	0.267	1.82	0.69
DD-2	ZA	0.2	10	2.25	1.28	2	0.053	9.91	2.70
DD-2	ZA	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	5.72	1.66
DD-2	ZA	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	3.99	1.20
DD-2	ZA	0.8	10	2.25	1.28	2	0.214	3.04	0.93
DD-2	ZA	1	10	2.25	1.28	2	0.267	2.44	0.76
DD-2	ZB	0.225	3	1.75	1.75	1	0.060	3.71	1.75
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1	0.120	2.49	1.20

DD-2	ZB	0.675	3	1.75	1.75	1	0.180	1.86	0.91
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-2	ZB	1.125	3	1.75	1.75	1	0.300	1.20	0.61
DD-2	ZB	0.225	3	1.75	1.75	1.5	0.060	6.59	2.30
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	1.5	0.120	4.16	1.50
DD-2	ZB	0.675	3	1.75	1.75	1.5	0.180	3.02	1.11
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-2	ZB	1.125	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.91	0.72
DD-2	ZB	0.225	3	1.75	1.75	2	0.060	9.27	2.71
DD-2	ZB	0.45	3	1.75	1.75	2	0.120	5.57	1.71
DD-2	ZB	0.675	3	1.75	1.75	2	0.180	3.95	1.24
DD-2	ZB	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-2	ZB	1.125	3	1.75	1.75	2	0.300	2.46	0.79
DD-2	ZB	0.225	5	1.75	1.45	1	0.060	3.72	1.72
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1	0.120	2.39	1.15
DD-2	ZB	0.675	5	1.75	1.45	1	0.180	1.74	0.86
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-2	ZB	1.125	5	1.75	1.45	1	0.300	1.10	0.56
DD-2	ZB	0.225	5	1.75	1.45	1.5	0.060	6.53	2.22
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	1.5	0.120	3.98	1.42
DD-2	ZB	0.675	5	1.75	1.45	1.5	0.180	2.83	1.04
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-2	ZB	1.125	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.75	0.66
DD-2	ZB	0.225	5	1.75	1.45	2	0.060	9.19	2.60
DD-2	ZB	0.45	5	1.75	1.45	2	0.120	5.37	1.60
DD-2	ZB	0.675	5	1.75	1.45	2	0.180	3.76	1.15
DD-2	ZB	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-2	ZB	1.125	5	1.75	1.45	2	0.300	2.31	0.73
DD-2	ZB	0.225	7	1.75	1.32	1	0.060	3.65	1.68
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1	0.120	2.29	1.11
DD-2	ZB	0.675	7	1.75	1.32	1	0.180	1.65	0.82
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-2	ZB	1.125	7	1.75	1.32	1	0.300	1.02	0.53
DD-2	ZB	0.225	7	1.75	1.32	1.5	0.060	6.41	2.16
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	1.5	0.120	3.83	1.36
DD-2	ZB	0.675	7	1.75	1.32	1.5	0.180	2.70	0.99
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77
DD-2	ZB	1.125	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.65	0.63
DD-2	ZB	0.225	7	1.75	1.32	2	0.060	9.09	2.52
DD-2	ZB	0.45	7	1.75	1.32	2	0.120	5.23	1.53
DD-2	ZB	0.675	7	1.75	1.32	2	0.180	3.64	1.10
DD-2	ZB	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-2	ZB	1.125	7	1.75	1.32	2	0.300	2.22	0.69
DD-2	ZB	0.225	10	2.25	1.28	1	0.060	3.69	1.70
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1	0.120	2.28	1.11
DD-2	ZB	0.675	10	2.25	1.28	1	0.180	1.63	0.82
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-2	ZB	1.125	10	2.25	1.28	1	0.300	1.00	0.53
DD-2	ZB	0.225	10	2.25	1.28	1.5	0.060	6.45	2.16
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	1.5	0.120	3.80	1.35
DD-2	ZB	0.675	10	2.25	1.28	1.5	0.180	2.66	0.98
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76

DD-2	ZB	1.125	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.62	0.62
DD-2	ZB	0.225	10	2.25	1.28	2	0.060	9.08	2.51
DD-2	ZB	0.45	10	2.25	1.28	2	0.120	5.16	1.52
DD-2	ZB	0.675	10	2.25	1.28	2	0.180	3.58	1.08
DD-2	ZB	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-2	ZB	1.125	10	2.25	1.28	2	0.300	2.16	0.68
DD-2	ZC	0.325	3	1.75	1.75	1	0.087	3.05	1.46
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1	0.174	1.91	0.94
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1	0.320	1.13	0.57
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1	0.401	0.91	0.47
DD-2	ZC	0.325	3	1.75	1.75	1.5	0.087	5.24	1.86
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	1.5	0.174	3.11	1.14
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	1.5	0.320	1.79	0.68
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	1.5	0.401	1.43	0.55
DD-2	ZC	0.325	3	1.75	1.75	2	0.087	7.17	2.15
DD-2	ZC	0.65	3	1.75	1.75	2	0.174	4.09	1.28
DD-2	ZC	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-2	ZC	1.2	3	1.75	1.75	2	0.320	2.31	0.75
DD-2	ZC	1.5	3	1.75	1.75	2	0.401	1.84	0.60
DD-2	ZC	0.325	5	1.75	1.45	1	0.087	2.99	1.41
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1	0.174	1.80	0.89
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1	0.320	1.03	0.53
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1	0.401	0.81	0.43
DD-2	ZC	0.325	5	1.75	1.45	1.5	0.087	5.09	1.78
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	1.5	0.174	2.93	1.07
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	1.5	0.320	1.64	0.63
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	1.5	0.401	1.29	0.50
DD-2	ZC	0.325	5	1.75	1.45	2	0.087	6.99	2.04
DD-2	ZC	0.65	5	1.75	1.45	2	0.174	3.89	1.19
DD-2	ZC	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-2	ZC	1.2	5	1.75	1.45	2	0.320	2.16	0.69
DD-2	ZC	1.5	5	1.75	1.45	2	0.401	1.71	0.55
DD-2	ZC	0.325	7	1.75	1.32	1	0.087	2.89	1.37
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1	0.174	1.70	0.85
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1	0.320	0.96	0.50
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1	0.401	0.75	0.40
DD-2	ZC	0.325	7	1.75	1.32	1.5	0.087	4.94	1.72
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	1.5	0.174	2.80	1.02
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	1.5	0.320	1.55	0.59
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	1.5	0.401	1.21	0.47
DD-2	ZC	0.325	7	1.75	1.32	2	0.087	6.86	1.96
DD-2	ZC	0.65	7	1.75	1.32	2	0.174	3.77	1.13
DD-2	ZC	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-2	ZC	1.2	7	1.75	1.32	2	0.320	2.07	0.65
DD-2	ZC	1.5	7	1.75	1.32	2	0.401	1.63	0.52
DD-2	ZC	0.325	10	2.25	1.28	1	0.087	2.90	1.37

DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1	0.174	1.68	0.84
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1	0.320	0.93	0.50
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1	0.401	0.72	0.40
DD-2	ZC	0.325	10	2.25	1.28	1.5	0.087	4.93	1.71
DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	1.5	0.174	2.75	1.01
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	1.5	0.320	1.51	0.58
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	1.5	0.401	1.17	0.46
DD-2	ZC	0.325	10	2.25	1.28	2	0.087	6.80	1.95
DD-2	ZC	0.65	10	2.25	1.28	2	0.174	3.70	1.12
DD-2	ZC	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-2	ZC	1.2	10	2.25	1.28	2	0.320	2.02	0.64
DD-2	ZC	1.5	10	2.25	1.28	2	0.401	1.58	0.51
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1	0.107	2.69	1.29
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1	0.187	1.80	0.89
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1	0.240	1.47	0.73
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.23	0.62
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1	0.334	1.09	0.55
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	1.5	0.107	4.54	1.63
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	1.5	0.187	2.92	1.08
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	1.5	0.240	2.35	0.88
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	1.95	0.74
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	1.5	0.334	1.72	0.65
DD-2	ZD	0.4	3	1.75	1.75	2	0.107	6.12	1.86
DD-2	ZD	0.7	3	1.75	1.75	2	0.187	3.83	1.20
DD-2	ZD	0.9	3	1.75	1.75	2	0.240	3.04	0.97
DD-2	ZD	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	2.51	0.81
DD-2	ZD	1.25	3	1.75	1.75	2	0.334	2.22	0.72
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1	0.107	2.60	1.24
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1	0.187	1.69	0.84
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1	0.240	1.36	0.68
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.12	0.57
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1	0.334	0.99	0.51
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	1.5	0.107	4.36	1.54
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	1.5	0.187	2.74	1.01
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	1.5	0.240	2.18	0.81
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.79	0.68
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	1.5	0.334	1.57	0.60
DD-2	ZD	0.4	5	1.75	1.45	2	0.107	5.92	1.75
DD-2	ZD	0.7	5	1.75	1.45	2	0.187	3.64	1.12
DD-2	ZD	0.9	5	1.75	1.45	2	0.240	2.87	0.90
DD-2	ZD	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.36	0.75
DD-2	ZD	1.25	5	1.75	1.45	2	0.334	2.07	0.66
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1	0.107	2.50	1.20
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1	0.187	1.60	0.80
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1	0.240	1.27	0.65
DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.05	0.54
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1	0.334	0.92	0.48
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	1.5	0.107	4.21	1.48
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	1.5	0.187	2.61	0.96
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	1.5	0.240	2.07	0.77

DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.69	0.64
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	1.5	0.334	1.48	0.57
DD-2	ZD	0.4	7	1.75	1.32	2	0.107	5.78	1.68
DD-2	ZD	0.7	7	1.75	1.32	2	0.187	3.52	1.06
DD-2	ZD	0.9	7	1.75	1.32	2	0.240	2.77	0.85
DD-2	ZD	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.27	0.70
DD-2	ZD	1.25	7	1.75	1.32	2	0.334	1.99	0.62
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1	0.107	2.50	1.20
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1	0.187	1.57	0.79
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1	0.240	1.25	0.64
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.02	0.54
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1	0.334	0.89	0.48
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	1.5	0.107	4.18	1.48
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	1.5	0.187	2.57	0.95
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	1.5	0.240	2.03	0.76
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.65	0.63
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	1.5	0.334	1.45	0.56
DD-2	ZD	0.4	10	2.25	1.28	2	0.107	5.72	1.66
DD-2	ZD	0.7	10	2.25	1.28	2	0.187	3.46	1.05
DD-2	ZD	0.9	10	2.25	1.28	2	0.240	2.71	0.84
DD-2	ZD	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.22	0.69
DD-2	ZD	1.25	10	2.25	1.28	2	0.334	1.94	0.61
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1	0.160	2.03	0.99
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1	0.227	1.54	0.77
DD-2	ZE	0.975	3	1.75	1.75	1	0.260	1.37	0.69
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1	0.294	1.23	0.62
DD-2	ZE	1.125	3	1.75	1.75	1	0.300	1.20	0.61
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	1.5	0.160	3.32	1.22
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	1.5	0.227	2.47	0.92
DD-2	ZE	0.975	3	1.75	1.75	1.5	0.260	2.18	0.82
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	1.5	0.294	1.95	0.74
DD-2	ZE	1.125	3	1.75	1.75	1.5	0.300	1.91	0.72
DD-2	ZE	0.6	3	1.75	1.75	2	0.160	4.38	1.36
DD-2	ZE	0.85	3	1.75	1.75	2	0.227	3.21	1.02
DD-2	ZE	0.975	3	1.75	1.75	2	0.260	2.82	0.90
DD-2	ZE	1.1	3	1.75	1.75	2	0.294	2.51	0.81
DD-2	ZE	1.125	3	1.75	1.75	2	0.300	2.46	0.79
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1	0.160	1.92	0.94
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1	0.227	1.43	0.72
DD-2	ZE	0.975	5	1.75	1.45	1	0.260	1.26	0.64
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1	0.294	1.12	0.57
DD-2	ZE	1.125	5	1.75	1.45	1	0.300	1.10	0.56
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	1.5	0.160	3.14	1.14
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	1.5	0.227	2.30	0.85
DD-2	ZE	0.975	5	1.75	1.45	1.5	0.260	2.02	0.76
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	1.5	0.294	1.79	0.68
DD-2	ZE	1.125	5	1.75	1.45	1.5	0.300	1.75	0.66
DD-2	ZE	0.6	5	1.75	1.45	2	0.160	4.18	1.27
DD-2	ZE	0.85	5	1.75	1.45	2	0.227	3.03	0.94
DD-2	ZE	0.975	5	1.75	1.45	2	0.260	2.66	0.83
DD-2	ZE	1.1	5	1.75	1.45	2	0.294	2.36	0.75
DD-2	ZE	1.125	5	1.75	1.45	2	0.300	2.31	0.73

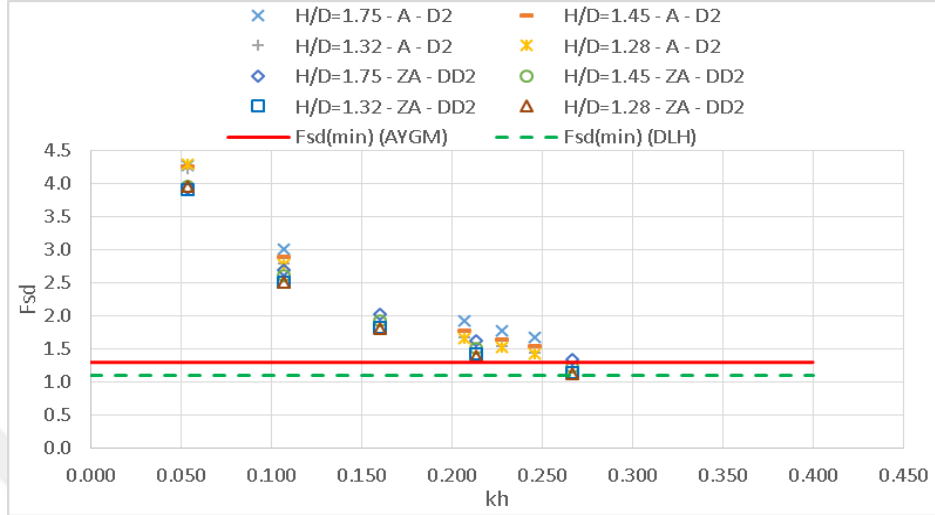
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1	0.160	1.82	0.90
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1	0.227	1.34	0.68
DD-2	ZE	0.975	7	1.75	1.32	1	0.260	1.18	0.61
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1	0.294	1.05	0.54
DD-2	ZE	1.125	7	1.75	1.32	1	0.300	1.02	0.53
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	1.5	0.160	3.00	1.09
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	1.5	0.227	2.18	0.81
DD-2	ZE	0.975	7	1.75	1.32	1.5	0.260	1.91	0.72
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	1.5	0.294	1.69	0.64
DD-2	ZE	1.125	7	1.75	1.32	1.5	0.300	1.65	0.63
DD-2	ZE	0.6	7	1.75	1.32	2	0.160	4.06	1.21
DD-2	ZE	0.85	7	1.75	1.32	2	0.227	2.93	0.89
DD-2	ZE	0.975	7	1.75	1.32	2	0.260	2.56	0.79
DD-2	ZE	1.1	7	1.75	1.32	2	0.294	2.27	0.70
DD-2	ZE	1.125	7	1.75	1.32	2	0.300	2.22	0.69
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1	0.160	1.80	0.90
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1	0.227	1.32	0.68
DD-2	ZE	0.975	10	2.25	1.28	1	0.260	1.15	0.60
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1	0.294	1.02	0.54
DD-2	ZE	1.125	10	2.25	1.28	1	0.300	1.00	0.53
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	1.5	0.160	2.96	1.08
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	1.5	0.227	2.14	0.80
DD-2	ZE	0.975	10	2.25	1.28	1.5	0.260	1.87	0.71
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	1.5	0.294	1.65	0.63
DD-2	ZE	1.125	10	2.25	1.28	1.5	0.300	1.62	0.62
DD-2	ZE	0.6	10	2.25	1.28	2	0.160	3.99	1.20
DD-2	ZE	0.85	10	2.25	1.28	2	0.227	2.87	0.88
DD-2	ZE	0.975	10	2.25	1.28	2	0.260	2.50	0.78
DD-2	ZE	1.1	10	2.25	1.28	2	0.294	2.22	0.69
DD-2	ZE	1.125	10	2.25	1.28	2	0.300	2.16	0.68

Deprem düzeyi DLH (2008)'e göre ve AYGGM (2020)'ye göre sırasıyla D2 ve DD2 olarak seçilmiştir. Her iki yönetmelikte tanımlanan zemin sınıflarına göre yapı stabiliteyi aynı yapı boyutları için hesaplanmıştır.

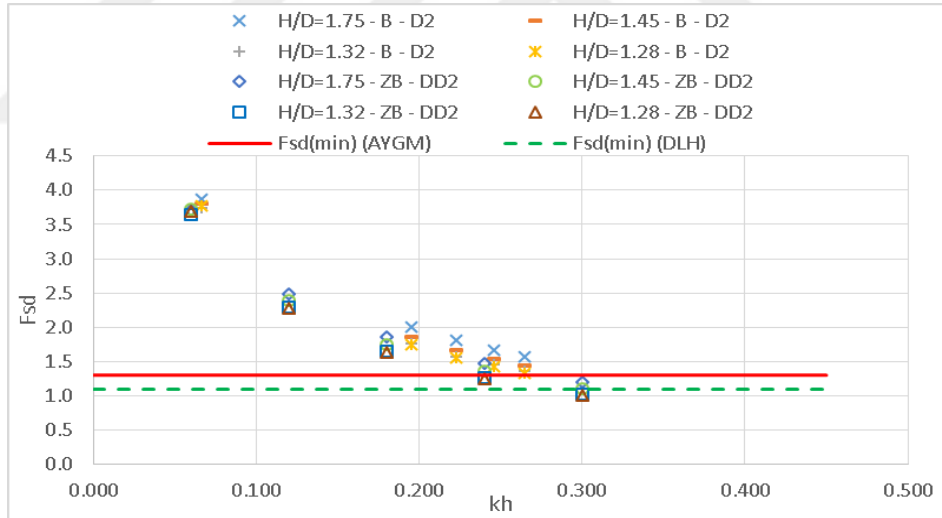
10.2.1. B/H=1 Koşulunda Tasarım

Şekil 10.32-36 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.32'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.265$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.33'te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.28$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.34'te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.28$, Şekil 10.35'te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.28$ ve Şekil 10.36'da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.28$ değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır.

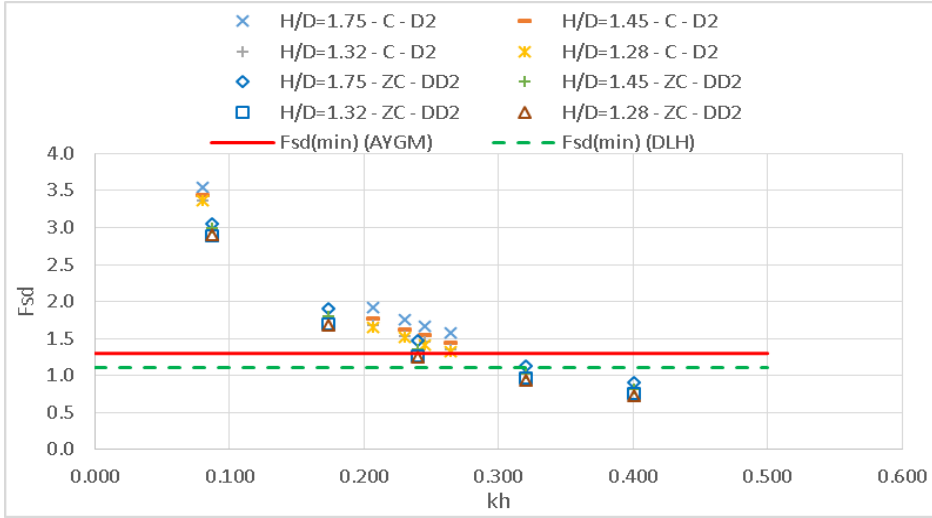
Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4'ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



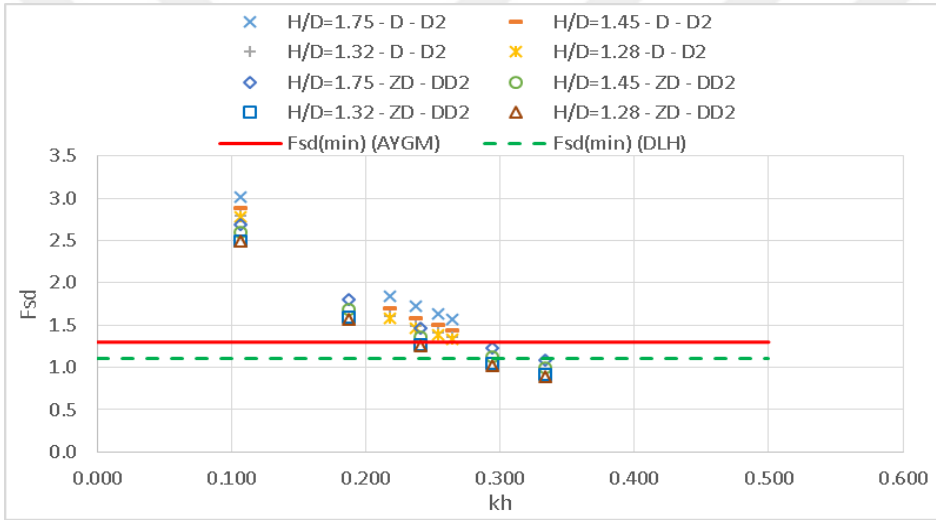
Şekil 10.32: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



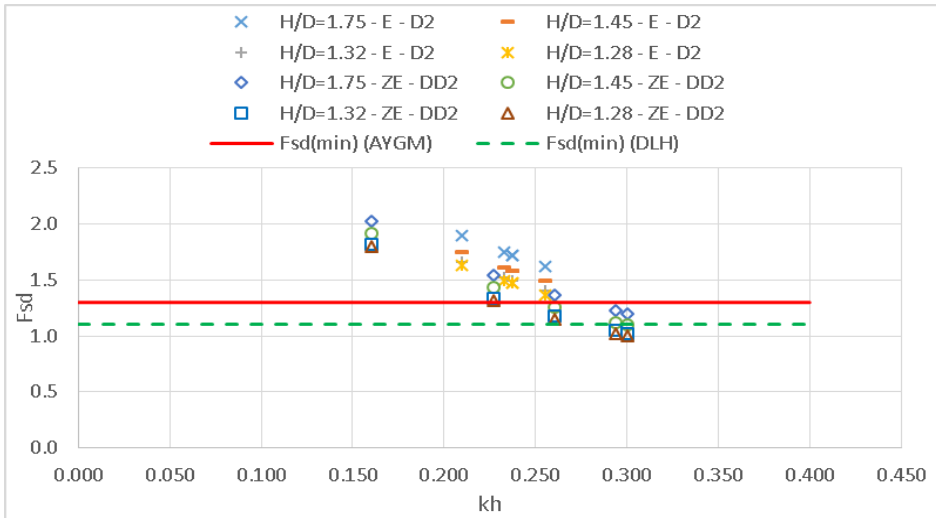
Şekil 10.33: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.34: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

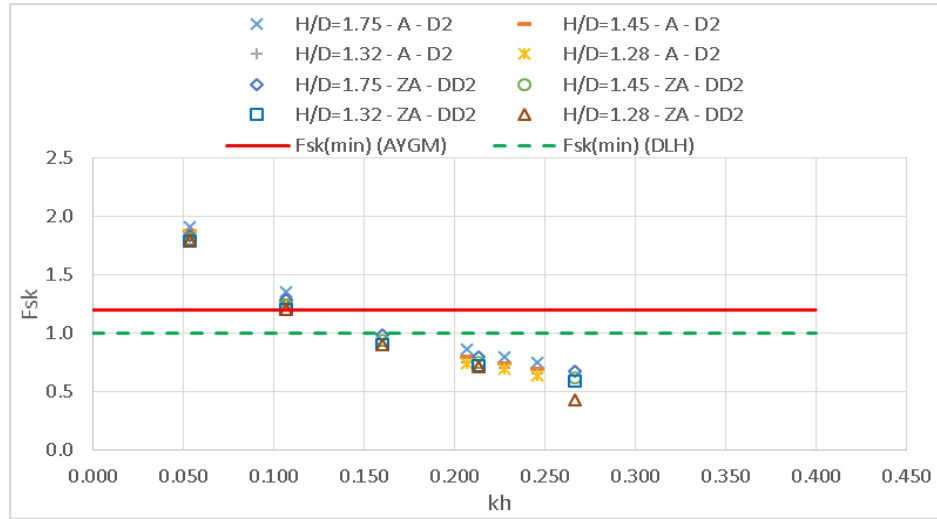


Şekil 10.35: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

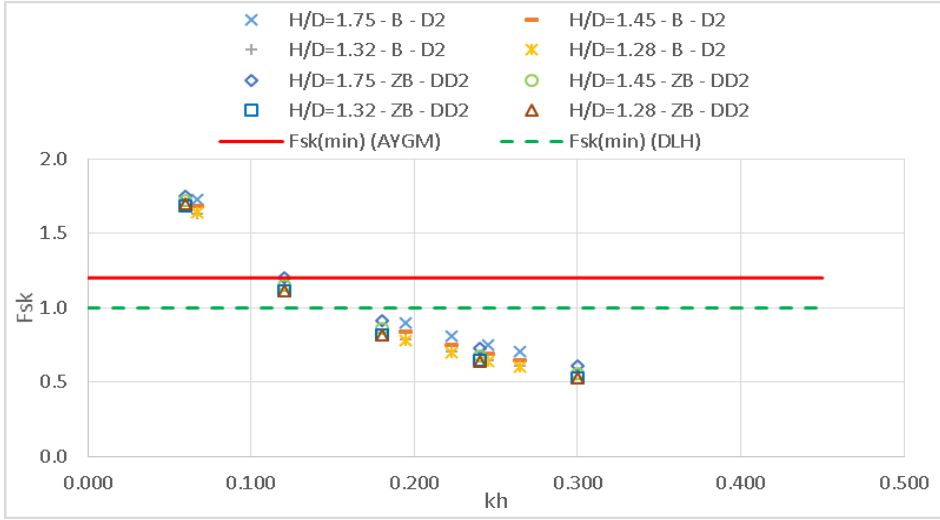


Şekil 10.36: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

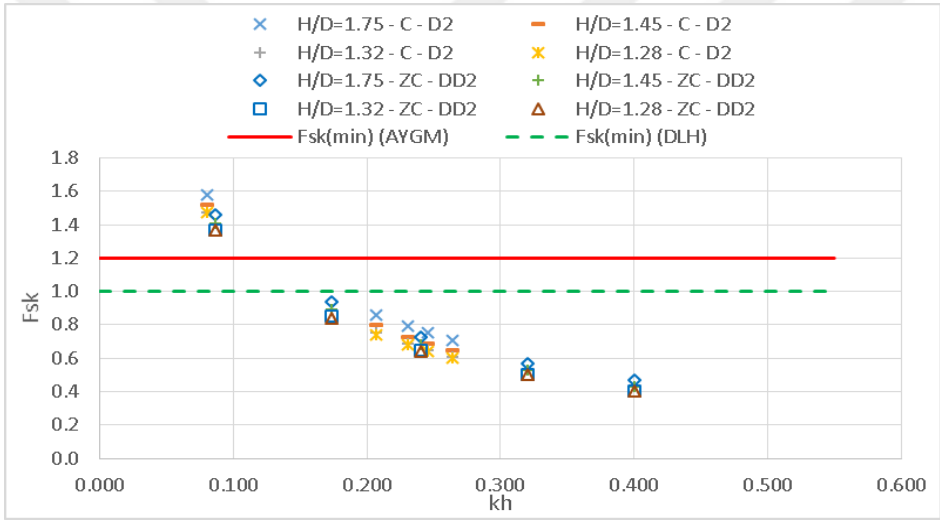
Şekil 10.37-41 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.37’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.11$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.38’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.11$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.39’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.11$, Şekil 10.40’ta D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.11$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korunurken, Şekil 10.41’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.11-0.12$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



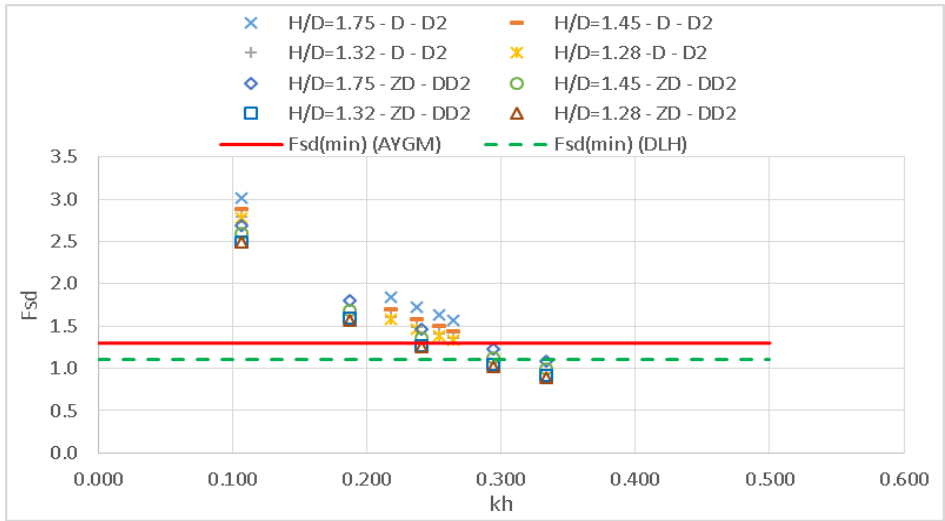
Şekil 10.37: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



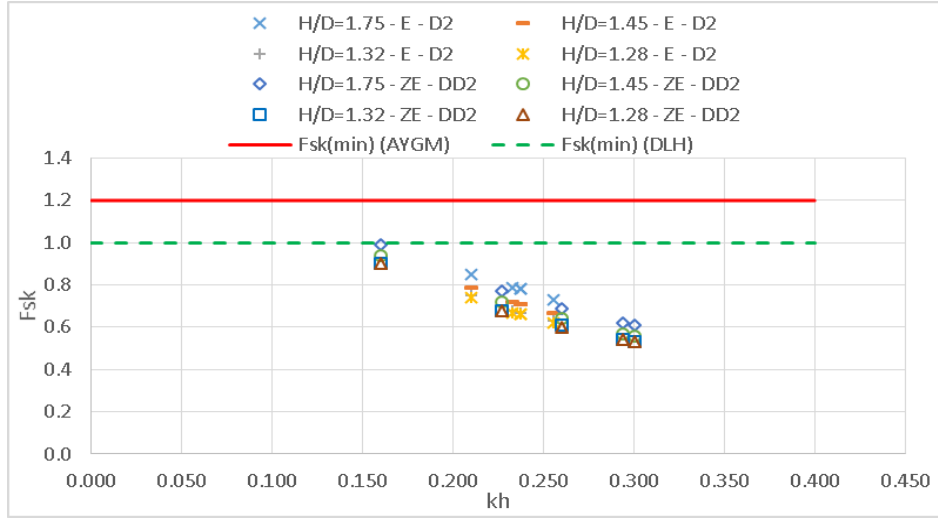
Şekil 10.38: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.39: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



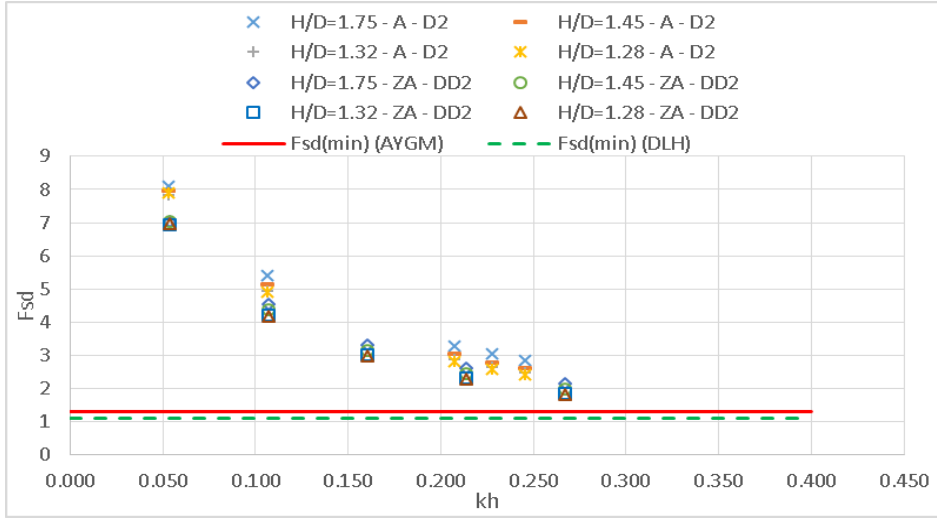
Şekil 10.40: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



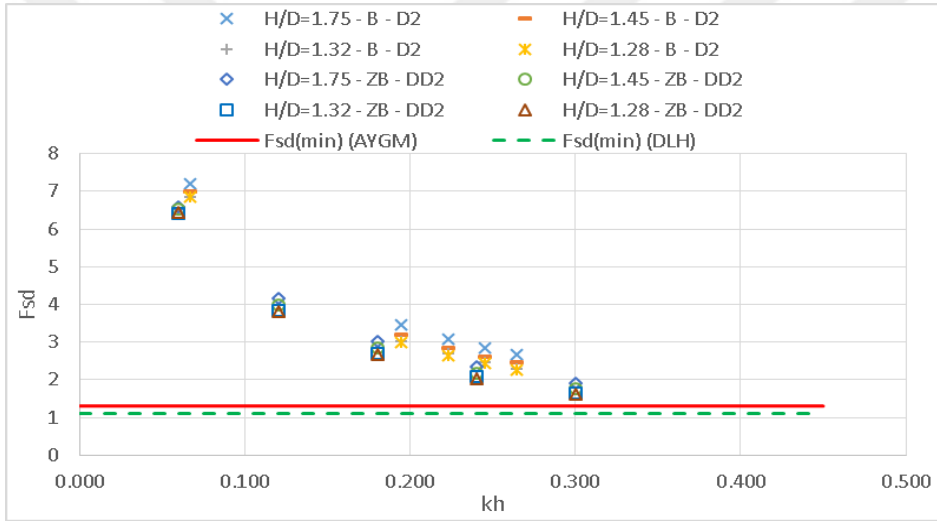
Şekil 10.41: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10.2.2. B/H=1.5 Koşulunda Tasarım

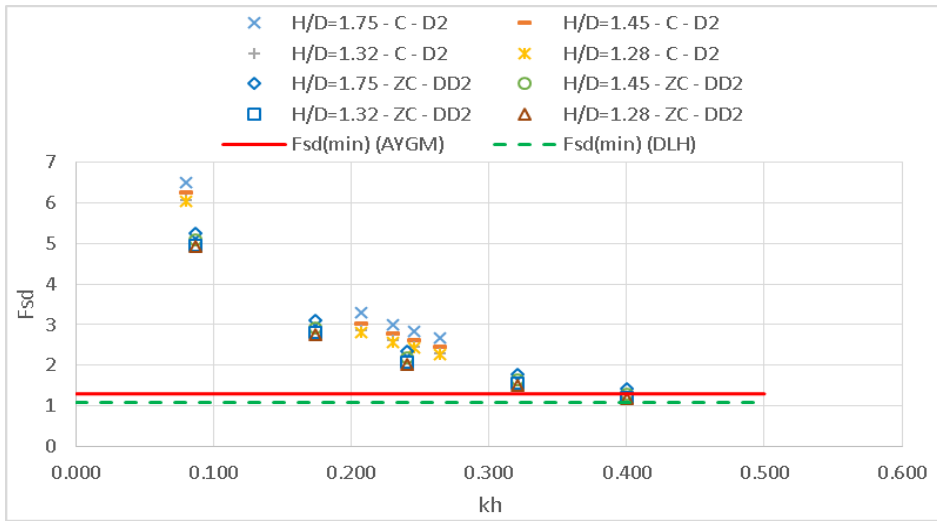
Şekil 10.42-46 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=1.5 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 10.42’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı kh=0.47-0.48 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.43’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak kh=0.48 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.44’te C ve ZC zemin sınıfında kh=0.48, Şekil 10.45’te D ve ZD zemin sınıfında kh=0.48 ve Şekil 10.46’da E-ZE zemin sınıfında ise kh=0.48 değerine kadar devrilmeye karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



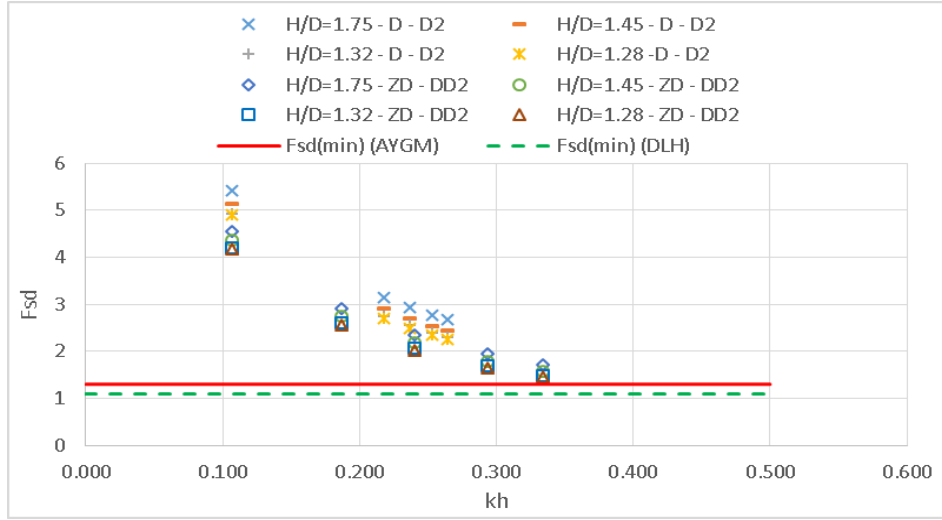
Şekil 10.42: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



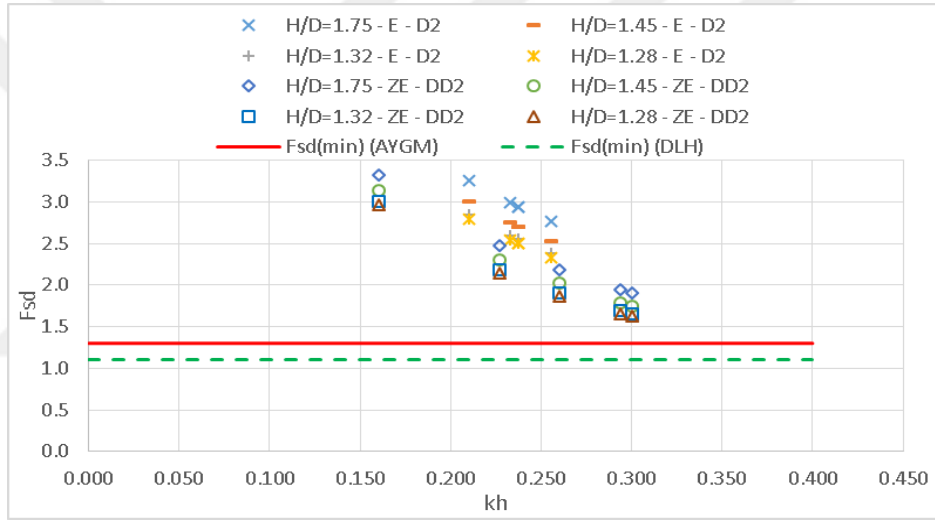
Şekil 10.43: B-ZB zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.44: C-ZC zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



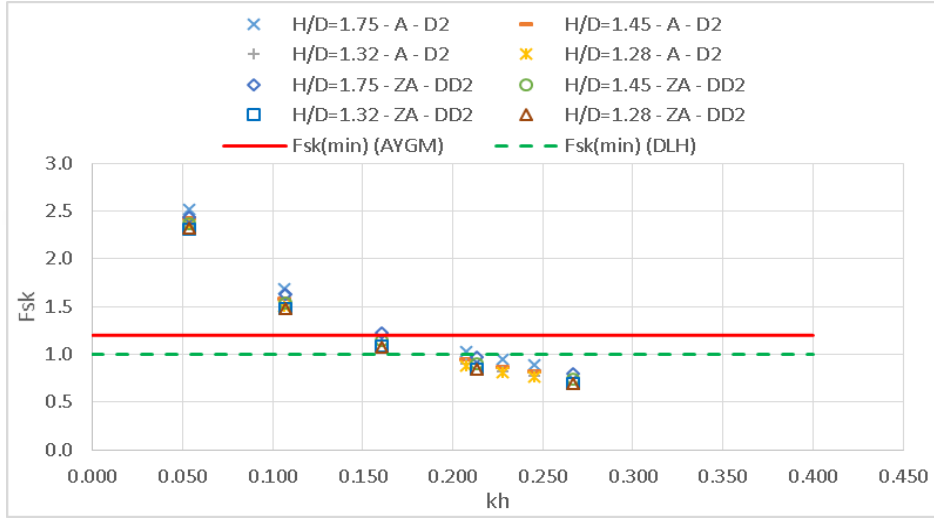
Şekil 10.45: D-ZD zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



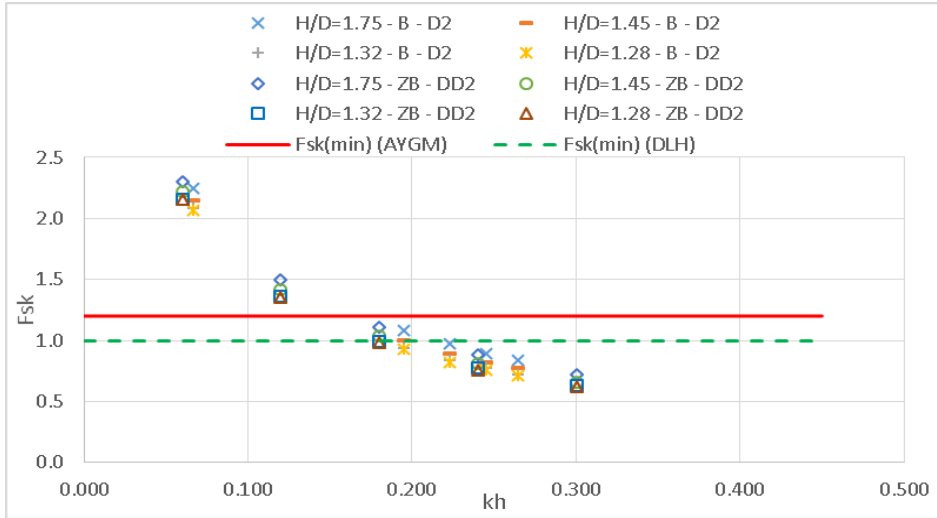
Şekil 10.46: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

Şekil 10.47-51 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde $B/H=1.5$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.47'de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.18-0.19$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.48'de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.19$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.49'da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.18-0.19$, Şekil 10.50'de D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.19$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 10.51'de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.19$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4'ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde

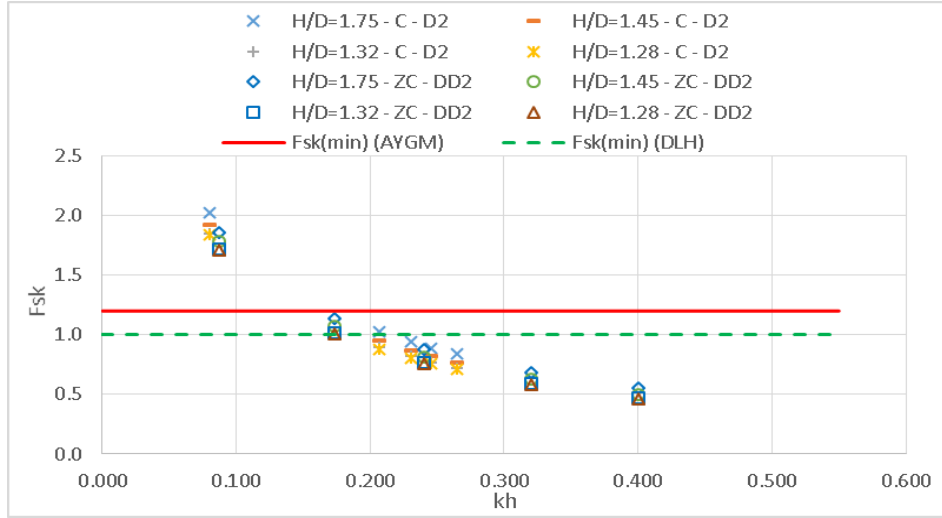
güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



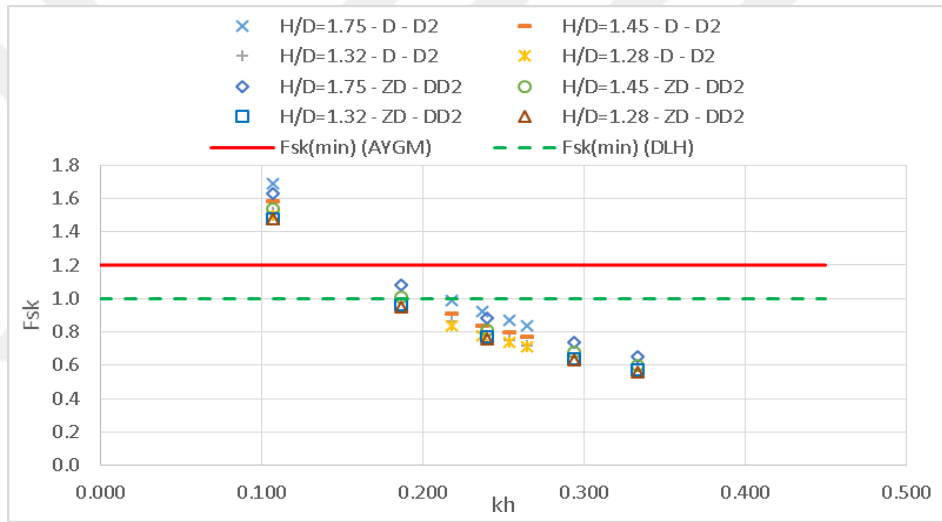
Şekil 10.47: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



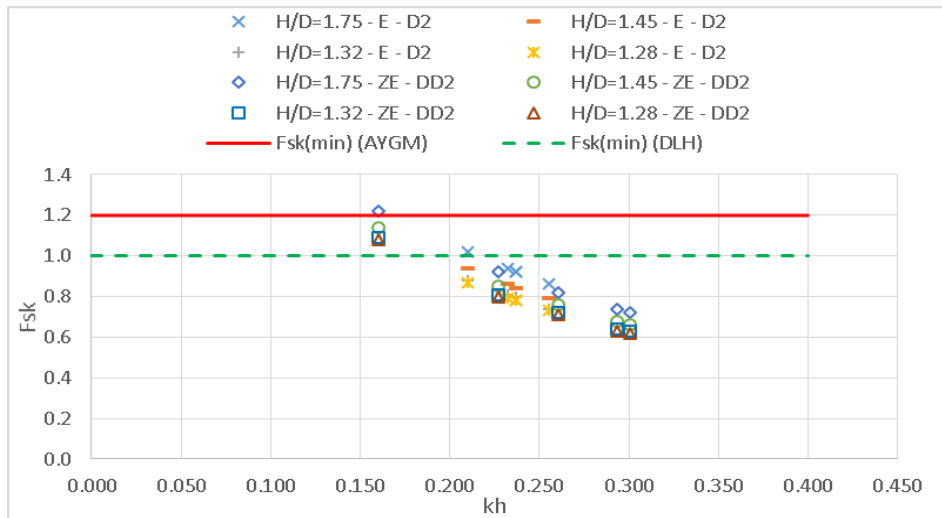
Şekil 10.48: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.49: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



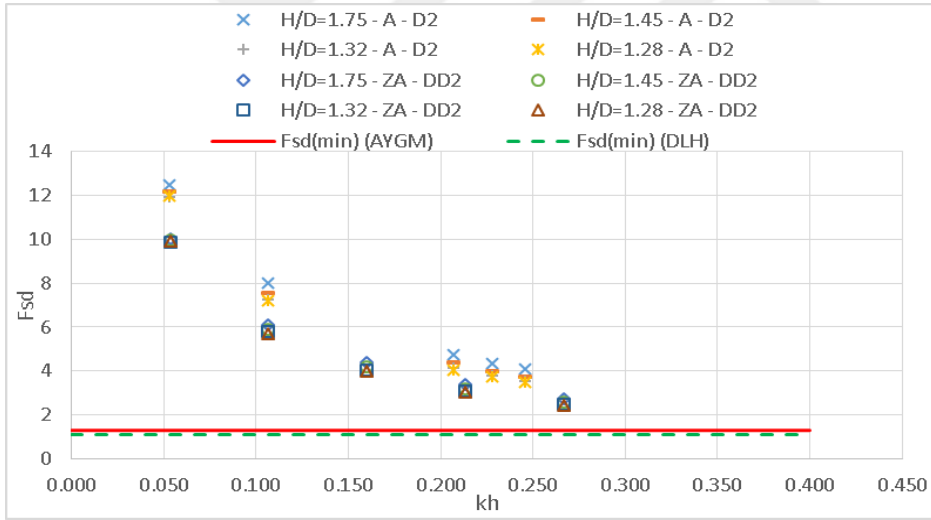
Şekil 10.50: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



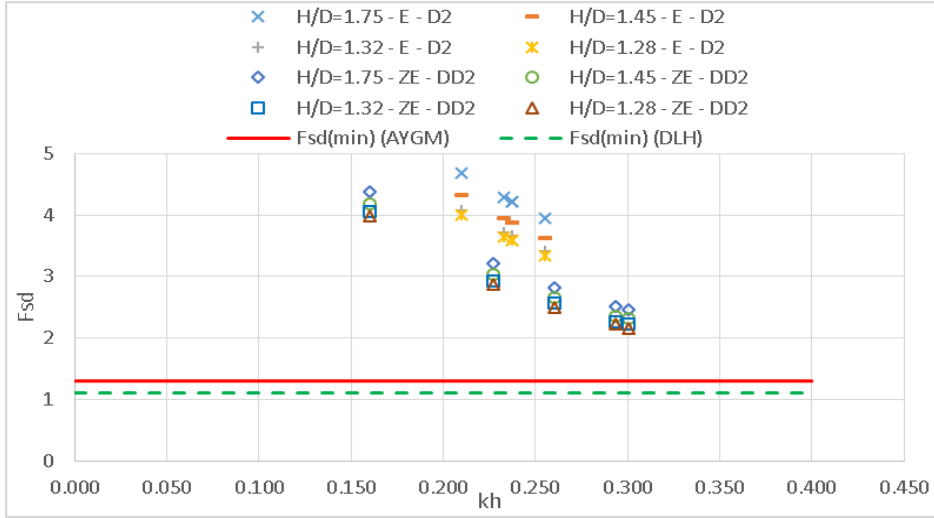
Şekil 10.51: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

10.2.3. B/H=2 Koşulunda Tasarım

Şekil 10.52-56 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde B/H=2 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekli 10.52’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.58$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.53’te B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre $kh=0.58$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.54’te C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.58$, Şekil 10.55’te D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.58$ ve Şekil 10.56’da E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.58$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilite hesabı yapılmaktadır. Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.

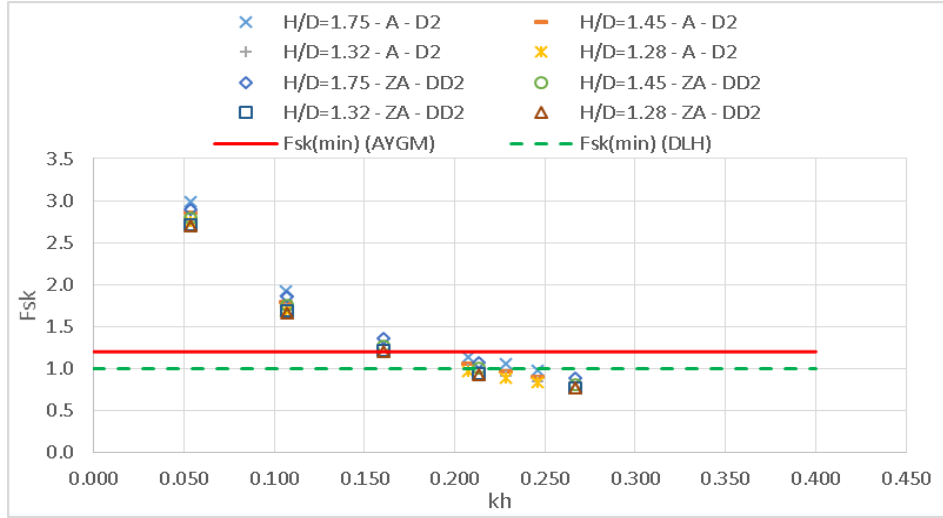


Şekil 10.52: A-ZA zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

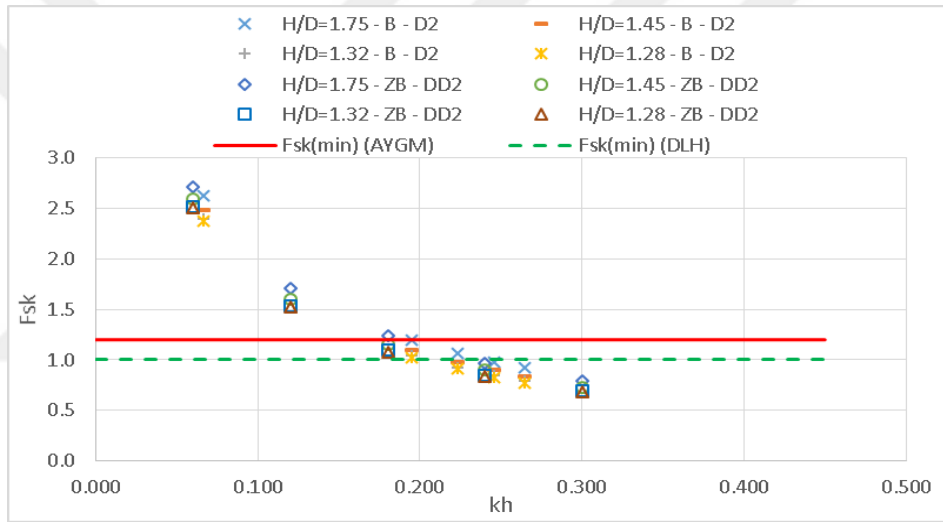


Şekil 10.56: E-ZE zemin sınıflarına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

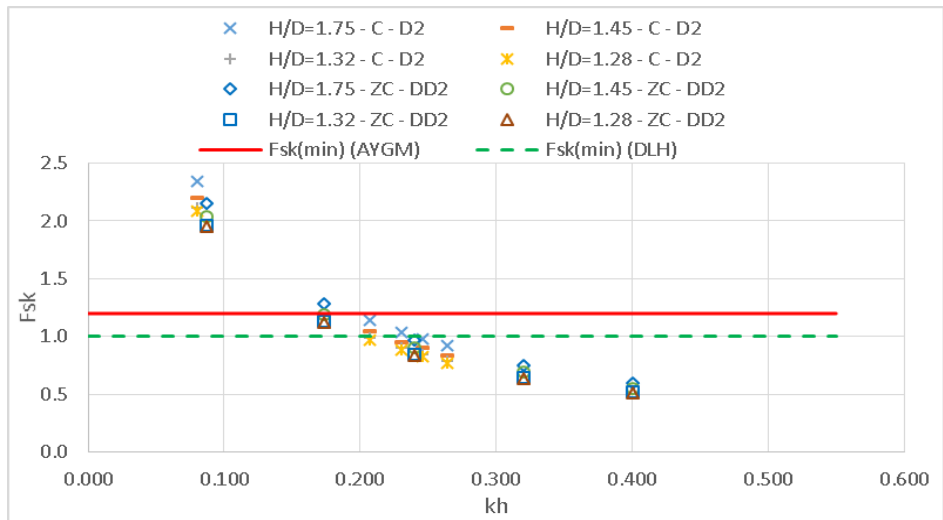
Şekil 10.57-61 farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D2 ve DD2 deprem düzeyinde $B/H=2$ koşulundaki farklı yüksekliklere sahip keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. Şekil 10.57’de görüldüğü gibi A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı $kh=0.16$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.58’de B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak $kh=0.16$ değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. Şekil 10.59’da C ve ZC zemin sınıfında $kh=0.16-0.17$, Şekil 10.30’ta D ve ZD zemin sınıfında $kh=0.17$ değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, Şekil 10.61’de E-ZE zemin sınıfında ise $kh=0.17$ değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Çizelge 10.3 ve Çizelge 10.4’ten de görüleceği gibi yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük kh değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, AYGM (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, DLH (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



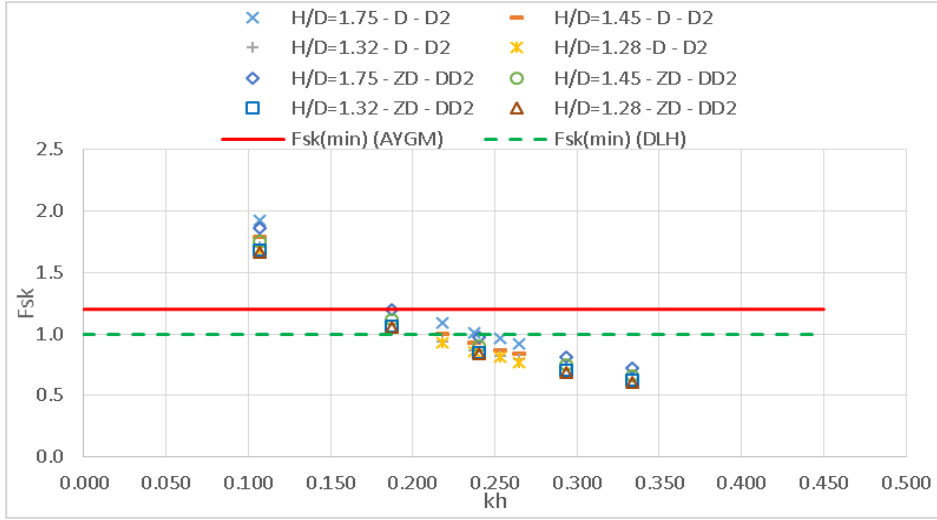
Şekil 10.57: A-ZA zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



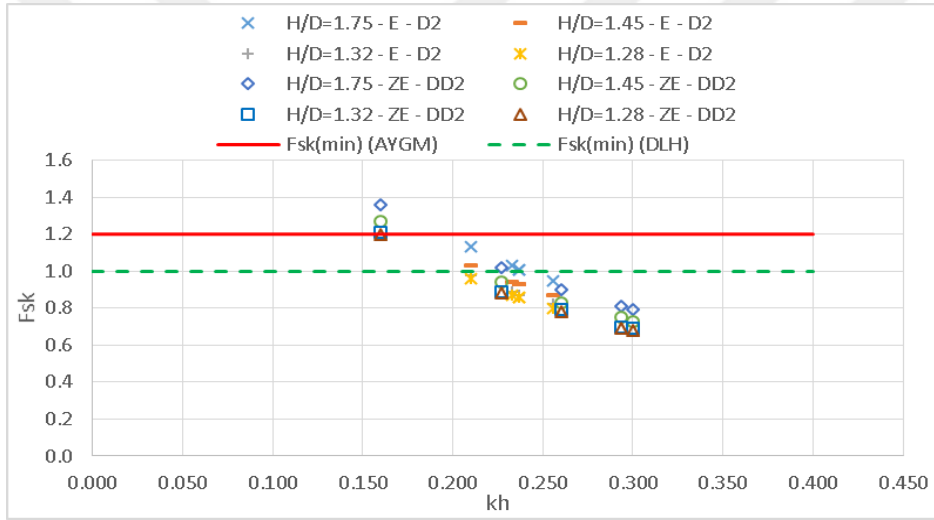
Şekil 10.58: B-ZB zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.59: C-ZC zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.60: D-ZD zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 10.61: E-ZE zemin sınıflarına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

11. AYGM (2020) DEPREM ŞARTNAMESİNE GÖRE FARKLI KOORDİNATLARA SAHİP BÖLGELERDE L TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ

Önceki bölümlerde DLH (2008) ve AYGM (2020) deprem teknik şartnamelerine göre aynı koşullar altındaki yapıların stabiliteleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde ise farklı iki bölgede (İzmir ve İstanbul) seçilen lokasyonlara ait deprem seviyeleri (DD2, DD2a ve DD3) için B/H=2 boyutlarındaki L tipi yanaşma yapısının AYGM (2020) deprem teknik şartnamesine göre kaymaya ve devrilmeye karşı güvenlik katsayıları elde edilerek karşılaştırılmıştır.

11.1. L Tipi Yanaşma Yapısının İstanbul'a Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı stabilite hesapları yapılan L tipi yanaşma yapısının İstanbul için hesap özetleri Çizelge 11.1'de verilmiştir.

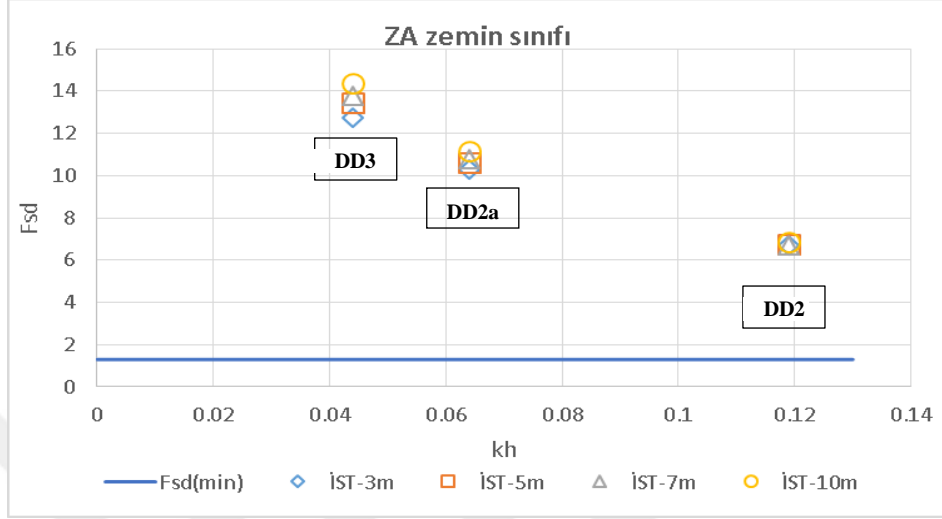
Çizelge 11.1: İstanbul için tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD2	ZA	0.4464	3	1.75	2	0.119	6.67	2.00
DD2a	ZA	0.2384	3	1.75	2	0.064	10.29	3.00
DD3	ZA	0.1656	3	1.75	2	0.044	12.74	3.66
DD2	ZA	0.4464	5	1.45	2	0.119	6.73	1.93
DD2a	ZA	0.2384	5	1.45	2	0.064	10.64	2.96
DD3	ZA	0.1656	5	1.45	2	0.044	13.42	3.66
DD2	ZA	0.4464	7	1.32	2	0.119	6.70	1.87
DD2a	ZA	0.2384	7	1.32	2	0.064	10.77	2.91
DD3	ZA	0.1656	7	1.32	2	0.044	13.75	3.64
DD2	ZA	0.4464	10	1.28	2	0.119	6.87	1.87
DD2a	ZA	0.2384	10	1.28	2	0.064	11.17	2.93
DD3	ZA	0.1656	10	1.28	2	0.044	14.39	3.69
DD2	ZB	0.5022	3	1.75	2	0.134	6.08	1.83
DD2a	ZB	0.2682	3	1.75	2	0.072	9.54	2.80
DD3	ZB	0.1863	3	1.75	2	0.050	11.89	3.43
DD2	ZB	0.5022	5	1.45	2	0.134	6.11	1.76

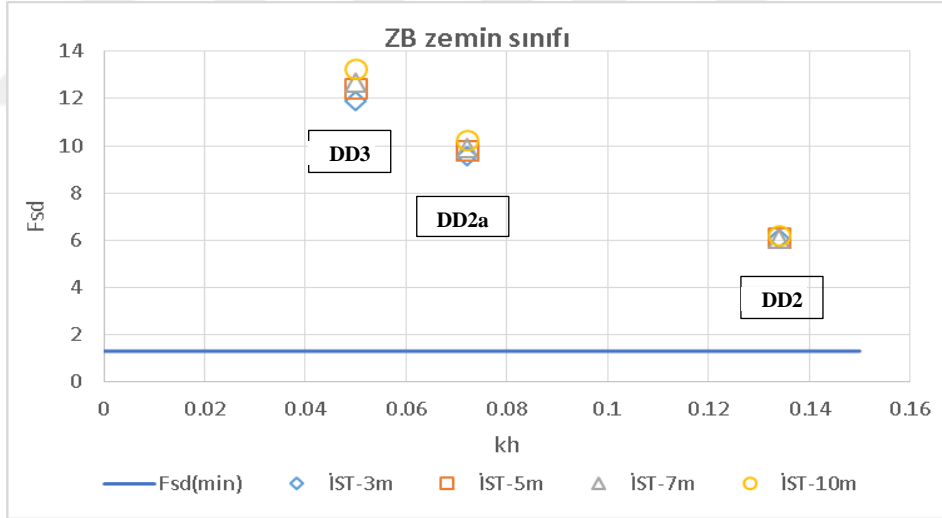
DD2a	ZB	0.2682	5	1.45	2	0.072	9.82	2.75
DD3	ZB	0.1863	5	1.45	2	0.050	12.45	3.42
DD2	ZB	0.5022	7	1.32	2	0.134	6.06	1.70
DD2a	ZB	0.2682	7	1.32	2	0.072	9.91	2.69
DD3	ZB	0.1863	7	1.32	2	0.050	12.70	3.39
DD2	ZB	0.5022	10	1.28	2	0.134	6.20	1.70
DD2a	ZB	0.2682	10	1.28	2	0.072	10.25	2.71
DD3	ZB	0.1863	10	1.28	2	0.050	13.25	3.42
DD2	ZC	0.7198	3	1.75	2	0.192	4.50	1.38
DD2a	ZC	0.3874	3	1.75	2	0.103	7.44	2.22
DD3	ZC	0.2691	3	1.75	2	0.072	9.54	2.80
DD2	ZC	0.7198	5	1.45	2	0.192	4.47	1.31
DD2a	ZC	0.3874	5	1.45	2	0.103	7.55	2.15
DD3	ZC	0.2691	5	1.45	2	0.072	9.82	2.75
DD2	ZC	0.7198	7	1.32	2	0.192	4.40	1.26
DD2a	ZC	0.3874	7	1.32	2	0.103	7.54	2.09
DD3	ZC	0.2691	7	1.32	2	0.072	9.91	2.69
DD2	ZC	0.7198	10	1.28	2	0.192	4.48	1.25
DD2a	ZC	0.3874	10	1.28	2	0.103	7.75	2.09
DD3	ZC	0.2691	10	1.28	2	0.072	10.25	2.71
DD2	ZD	0.77	3	1.75	2	0.206	4.23	1.30
DD2a	ZD	0.4759	3	1.75	2	0.127	6.34	1.91
DD3	ZD	0.3312	3	1.75	2	0.088	8.33	2.47
DD2	ZD	0.77	5	1.45	2	0.206	4.19	1.23
DD2a	ZD	0.4759	5	1.45	2	0.127	6.39	1.84
DD3	ZD	0.3312	5	1.45	2	0.088	8.51	2.40
DD2	ZD	0.77	7	1.32	2	0.206	4.12	1.18
DD2a	ZD	0.4759	7	1.32	2	0.127	6.34	1.78
DD3	ZD	0.3312	7	1.32	2	0.088	8.53	2.34
DD2	ZD	0.77	10	1.28	2	0.206	4.20	1.18
DD2a	ZD	0.4759	10	1.28	2	0.127	6.50	1.77
DD3	ZD	0.3312	10	1.28	2	0.088	8.79	2.35
DD2	ZE	0.9207	3	1.75	2	0.246	3.59	1.12
DD2a	ZE	0.7122	3	1.75	2	0.190	4.54	1.39
DD3	ZE	0.4968	3	1.75	2	0.133	6.12	1.85
DD2	ZE	0.9207	5	1.45	2	0.246	3.54	1.06
DD2a	ZE	0.7122	5	1.45	2	0.190	4.51	1.32
DD3	ZE	0.4968	5	1.45	2	0.133	6.15	1.77
DD2	ZE	0.9207	7	1.32	2	0.246	3.47	1.01
DD2a	ZE	0.7122	7	1.32	2	0.190	4.44	1.27
DD3	ZE	0.4968	7	1.32	2	0.133	6.10	1.71
DD2	ZE	0.9207	10	1.28	2	0.246	3.53	1.00
DD2a	ZE	0.7122	10	1.28	2	0.190	4.53	1.26
DD3	ZE	0.4968	10	1.28	2	0.133	6.25	1.71

Şekil 11.1-5'te farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan L tipi yanaşma yapısının devrilmeye karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerine göre elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Tüm zemin sınıflarında DD3 deprem yer hareketi düzeyinde yapılan tasarıma ait stabilite

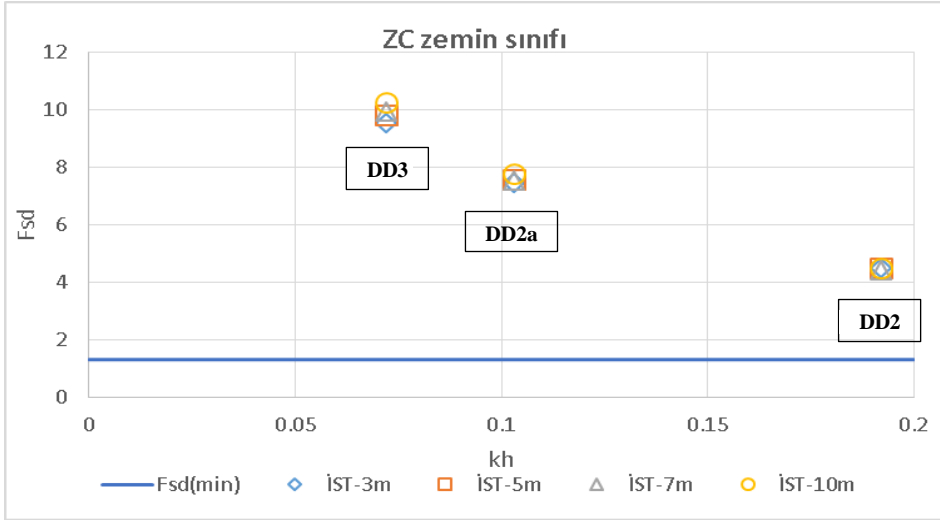
değerleri en yüksek, DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre stabilite değerleri ise en düşüktür. Ayrıca zemin sınıflarına göre elde edilen devrilmeye karşı stabilite durumlarında ise ZA zemin sınıfında en yüksek, ZE zemin sınıfında en düşük değerler elde edilmiştir.



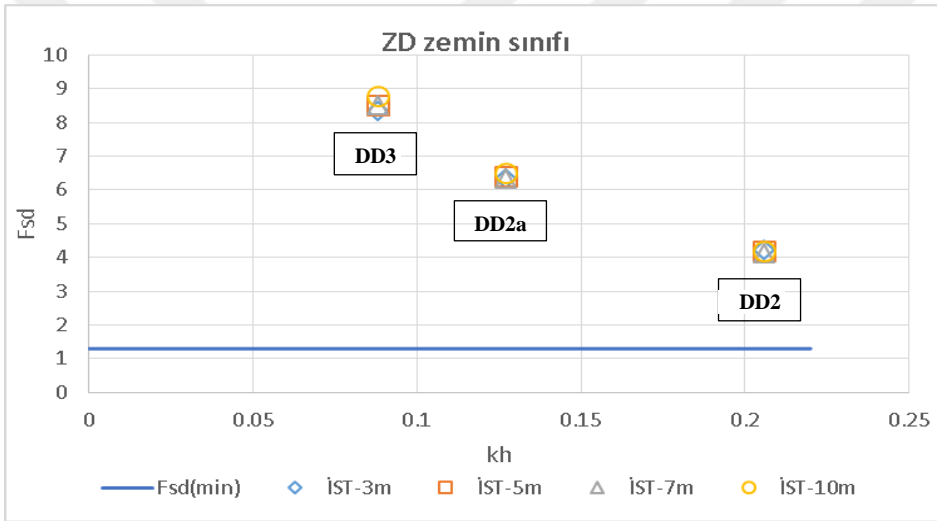
Şekil 11.1: ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



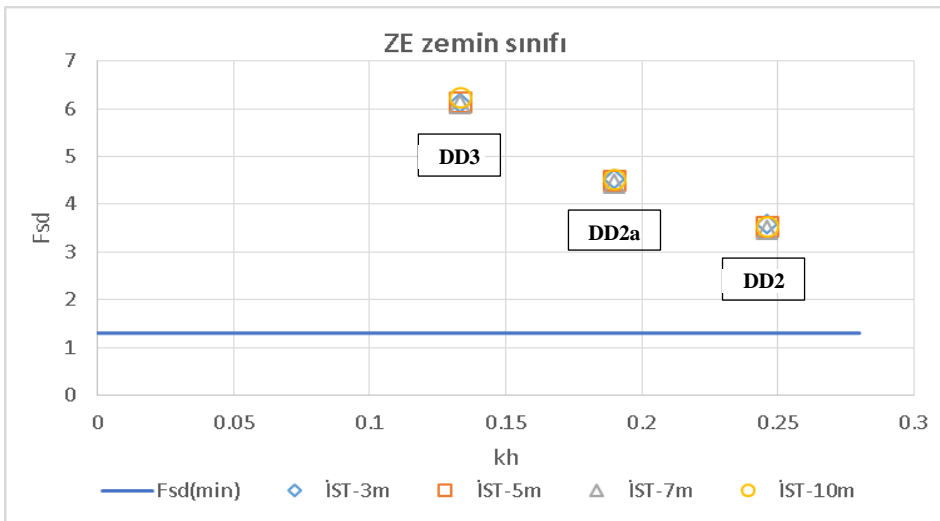
Şekil 11.2: ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.3: ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

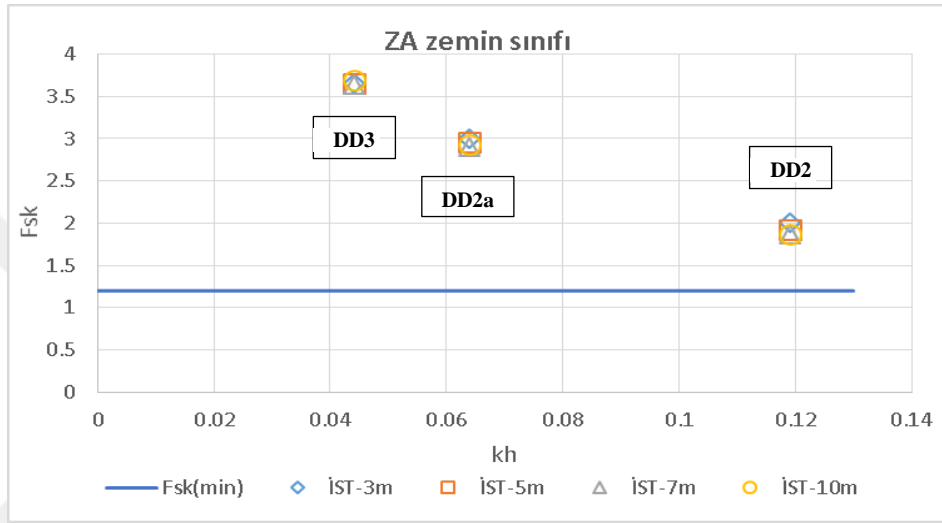


Şekil 11.4: ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

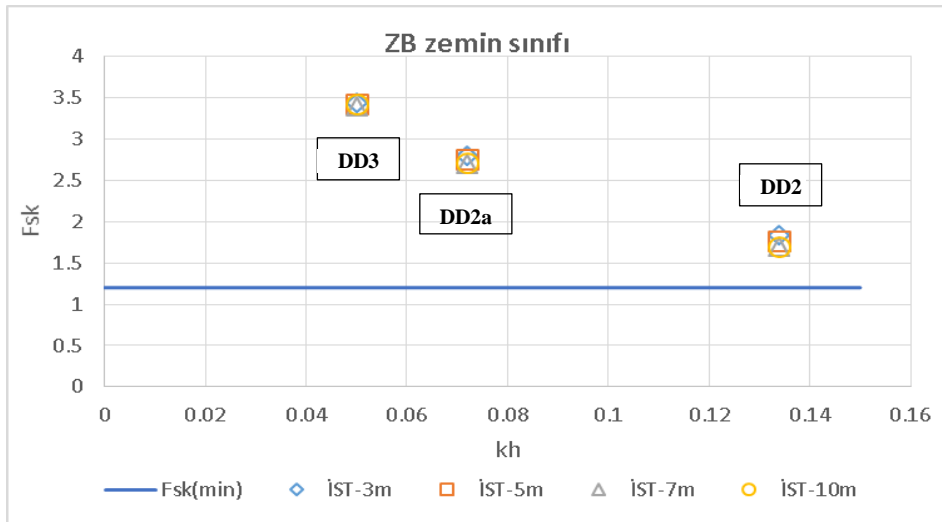


Şekil 11.5: ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

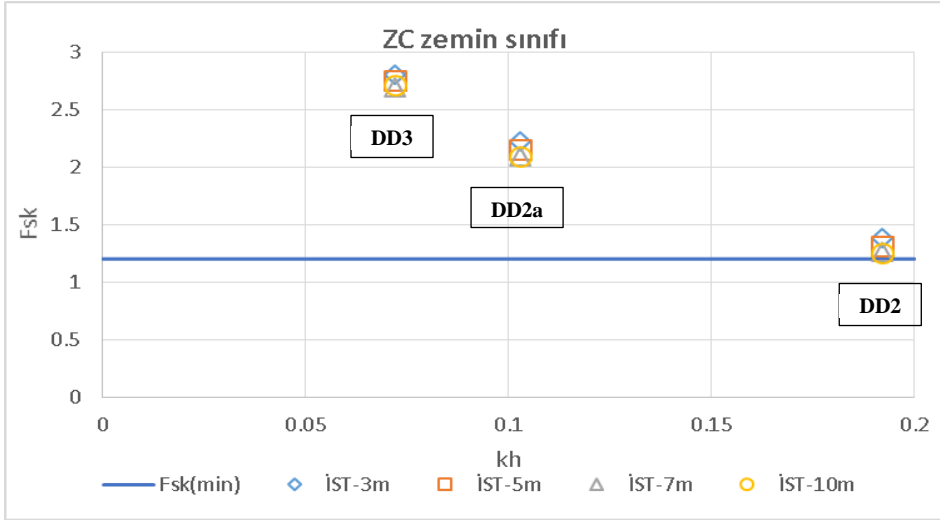
Şekil 11.6-10'da farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan L tipi yanaşma yapısının DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. ZA, ZB ve ZC zemin sınıflarında farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite sağlanmıştır. ZD zemin sınıfında ise $H/D=1.75$ ve 1.45 için yapılan tasarım sonucunda kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Ancak ZD zemin sınıfında $H/D=1.32$ ve 1.28 için yapılan tasarımda ve ZE zemin sınıfında yapılan tasarım sonucunda DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.



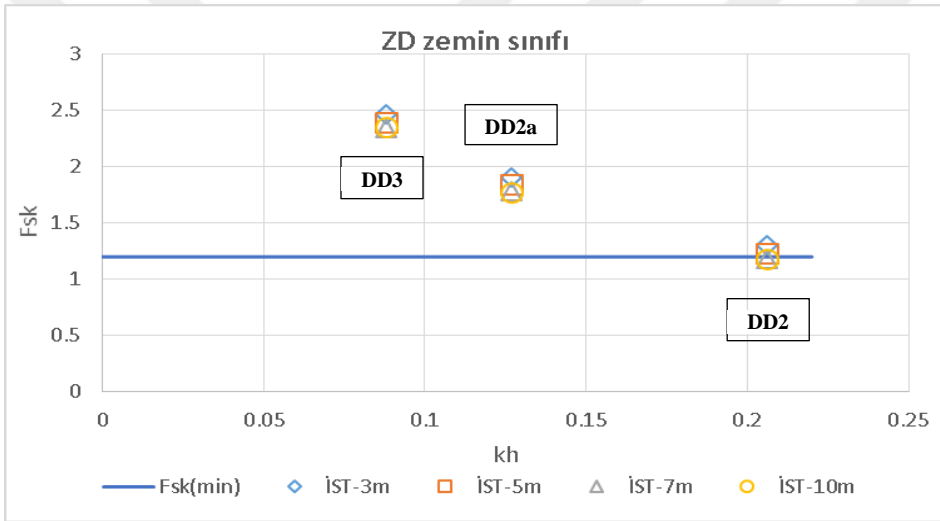
Şekil 11.6: ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



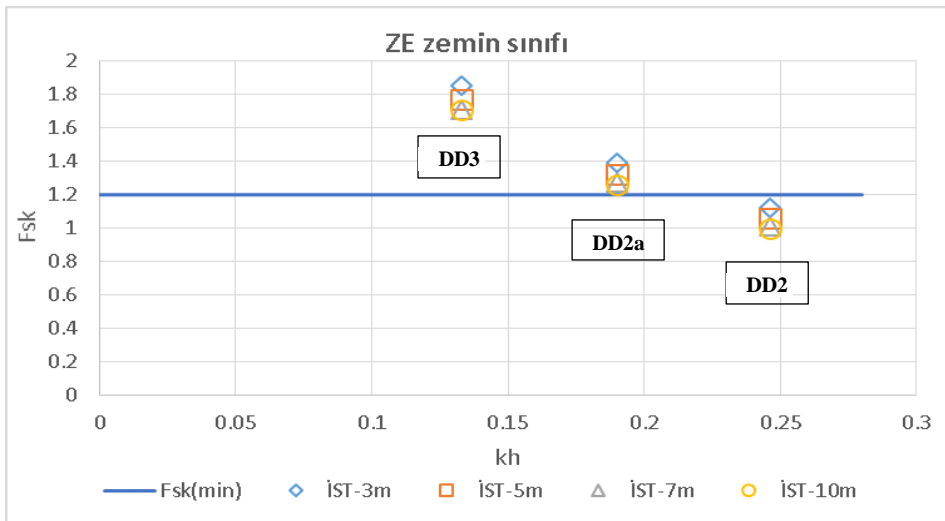
Şekil 11.7: ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.8: ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.9: ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.10: ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

11.2. L Tipi Yanaşma Yapısının İzmir'e Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı

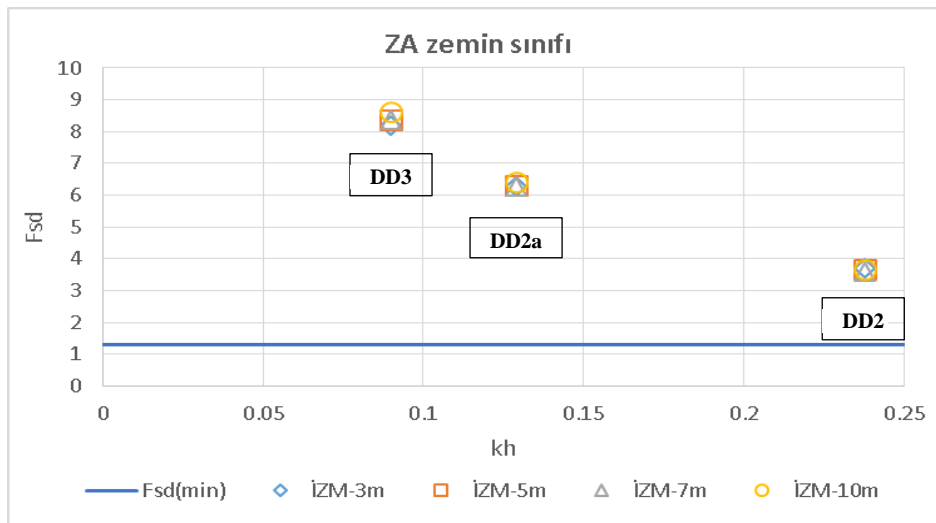
Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için AYGEM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı stabilite hesapları yapılan L tipi yanaşma yapısının İzmir için hesap özetleri Çizelge 11.2'de verilmiştir.

Çizelge 11.2: İzmir için tasarım hesap özeti

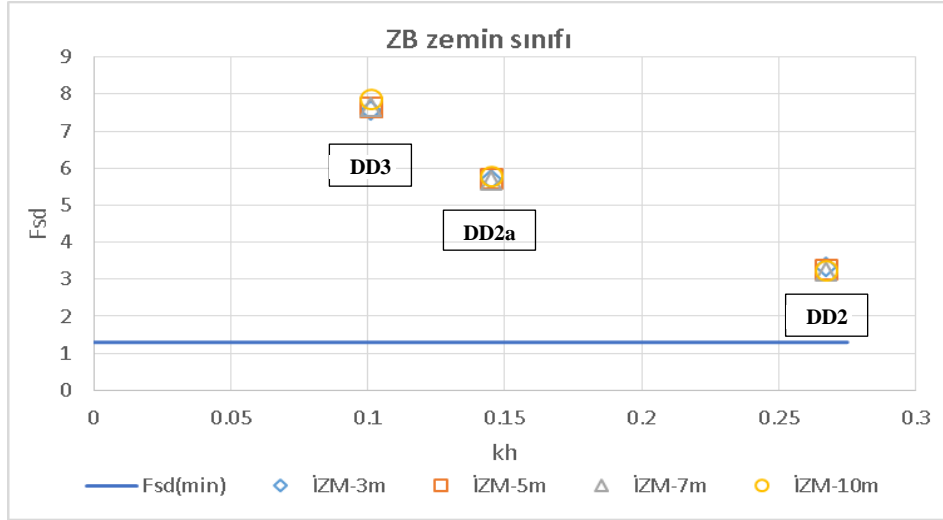
Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD2	ZA	0.8904	3	1.75	2	0.238	3.71	1.15
DD2a	ZA	0.4816	3	1.75	2	0.129	6.27	1.89
DD3	ZA	0.3376	3	1.75	2	0.090	8.20	2.43
DD2	ZA	0.8904	5	1.45	2	0.238	3.66	1.09
DD2a	ZA	0.4816	5	1.45	2	0.129	6.30	1.81
DD3	ZA	0.3376	5	1.45	2	0.090	8.37	2.36
DD2	ZA	0.8904	7	1.32	2	0.238	3.59	1.04
DD2a	ZA	0.4816	7	1.32	2	0.129	6.26	1.76
DD3	ZA	0.3376	7	1.32	2	0.090	8.38	2.31
DD2	ZA	0.8904	10	1.28	2	0.238	3.65	1.03
DD2a	ZA	0.4816	10	1.28	2	0.129	6.41	1.75
DD3	ZA	0.3376	10	1.28	2	0.090	8.64	2.31
DD2	ZB	1.0017	3	1.75	2	0.267	3.32	1.04
DD2a	ZB	0.5418	3	1.75	2	0.145	5.71	1.73
DD3	ZB	0.3798	3	1.75	2	0.101	7.55	2.25
DD2	ZB	1.0017	5	1.45	2	0.267	3.27	0.98
DD2a	ZB	0.5418	5	1.45	2	0.145	5.72	1.65
DD3	ZB	0.3798	5	1.45	2	0.101	7.66	2.18
DD2	ZB	1.0017	7	1.32	2	0.267	3.20	0.94
DD2a	ZB	0.5418	7	1.32	2	0.145	5.66	1.60
DD3	ZB	0.3798	7	1.32	2	0.101	7.66	2.12
DD2	ZB	1.0017	10	1.28	2	0.267	3.25	0.93
DD2a	ZB	0.5418	10	1.28	2	0.145	5.79	1.59
DD3	ZB	0.3798	10	1.28	2	0.101	7.87	2.12
DD2	ZC	1.4358	3	1.75	2	0.383	2.31	0.74
DD2a	ZC	0.7826	3	1.75	2	0.209	4.17	1.29
DD3	ZC	0.5486	3	1.75	2	0.146	5.67	1.72
DD2	ZC	1.4358	5	1.45	2	0.383	2.24	0.69
DD2a	ZC	0.7826	5	1.45	2	0.209	4.13	1.22
DD3	ZC	0.5486	5	1.45	2	0.146	5.68	1.65
DD2	ZC	1.4358	7	1.32	2	0.383	2.18	0.66
DD2a	ZC	0.7826	7	1.32	2	0.209	4.06	1.17
DD3	ZC	0.5486	7	1.32	2	0.146	5.63	1.59
DD2	ZC	1.4358	10	1.28	2	0.383	2.21	0.65
DD2a	ZC	0.7826	10	1.28	2	0.209	4.14	1.16
DD3	ZC	0.5486	10	1.28	2	0.146	5.76	1.58
DD2	ZD	1.5359	3	1.75	2	0.410	2.14	0.70
DD2a	ZD	0.9614	3	1.75	2	0.257	3.45	1.08

DD3	ZD	0.6752	3	1.75	2	0.180	4.76	1.46
DD2	ZD	1.5359	5	1.45	2	0.410	2.08	0.65
DD2a	ZD	0.9614	5	1.45	2	0.257	3.40	1.01
DD3	ZD	0.6752	5	1.45	2	0.180	4.73	1.39
DD2	ZD	1.5359	7	1.32	2	0.410	2.01	0.61
DD2a	ZD	0.9614	7	1.32	2	0.257	3.33	0.97
DD3	ZD	0.6752	7	1.32	2	0.180	4.67	1.33
DD2	ZD	1.5359	10	1.28	2	0.410	2.03	0.61
DD2a	ZD	0.9614	10	1.28	2	0.257	3.38	0.96
DD3	ZD	0.6752	10	1.28	2	0.180	4.76	1.32
DD2	ZE	1.8365	3	1.75	2	0.490	1.73	0.58
DD2a	ZE	1.4388	3	1.75	2	0.384	2.30	0.74
DD3	ZE	1.0128	3	1.75	2	0.270	3.29	1.03
DD2	ZE	1.8365	5	1.45	2	0.490	1.65	0.53
DD2a	ZE	1.4388	5	1.45	2	0.384	2.24	0.69
DD3	ZE	1.0128	5	1.45	2	0.270	3.24	0.97
DD2	ZE	1.8365	7	1.32	2	0.490	1.58	0.50
DD2a	ZE	1.4388	7	1.32	2	0.384	2.17	0.66
DD3	ZE	1.0128	7	1.32	2	0.270	3.17	0.93
DD2	ZE	1.8365	10	1.28	2	0.490	1.58	0.49
DD2a	ZE	1.4388	10	1.28	2	0.384	2.20	0.65
DD3	ZE	1.0128	10	1.28	2	0.270	3.22	0.92

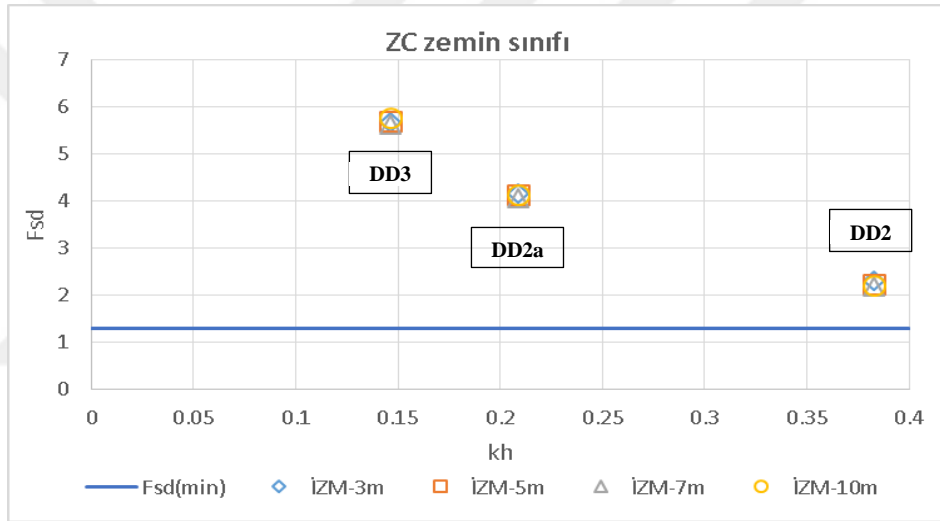
Şekil 11.11-15'te farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan L tipi yanaşma yapısının devrilmeye karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerine göre elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Tüm zemin sınıflarında DD3 deprem yer hareketi düzeyinde yapılan tasarıma ait stabilite değerleri en yüksek, DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre stabilite değerleri ise en düşüktür. Ayrıca zemin sınıflarına göre elde edilen devrilmeye karşı stabilite durumlarında ise ZA zemin sınıfında en yüksek, ZE zemin sınıfında en düşük değerler elde edilmiştir.



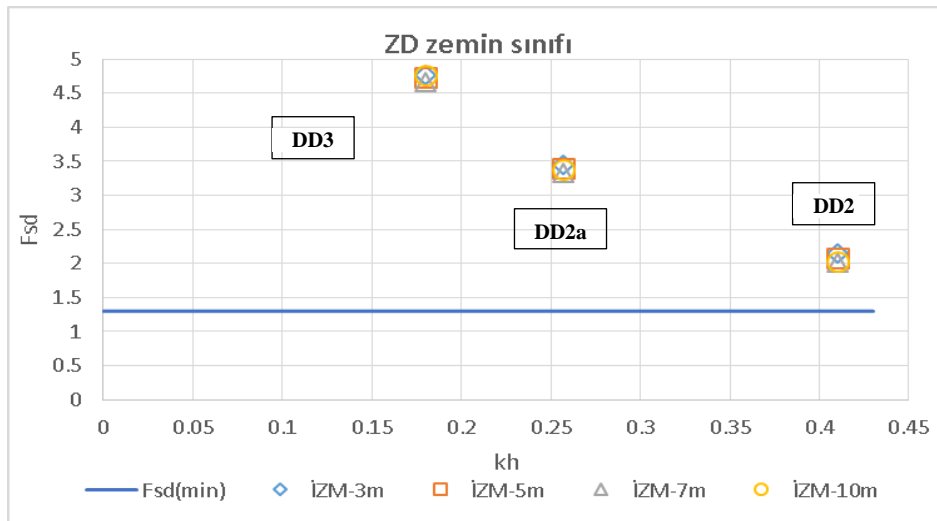
Şekil 11.11: ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



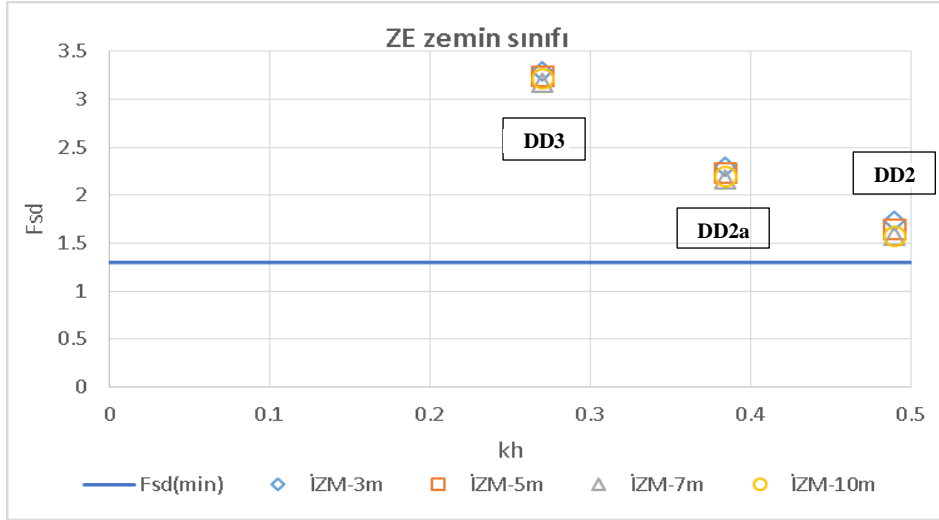
Şekil 11.12: ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.13: ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

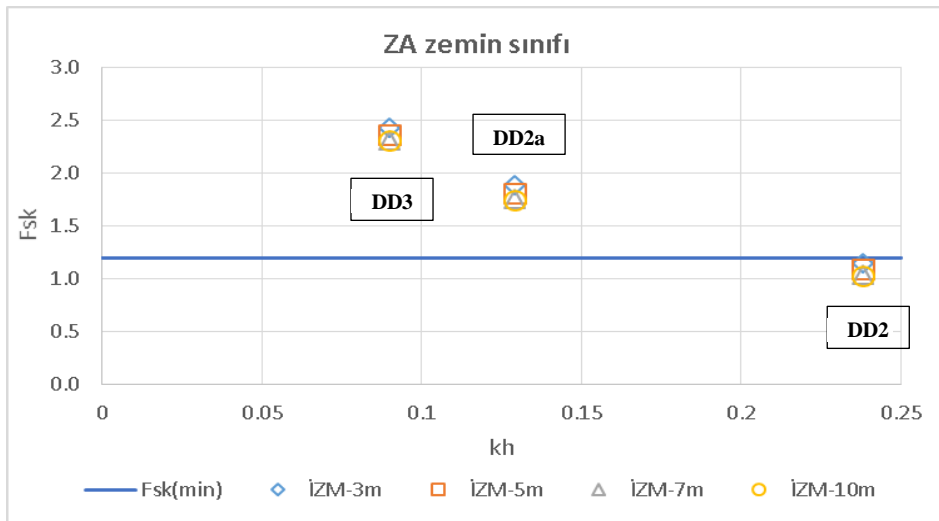


Şekil 11.14: ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

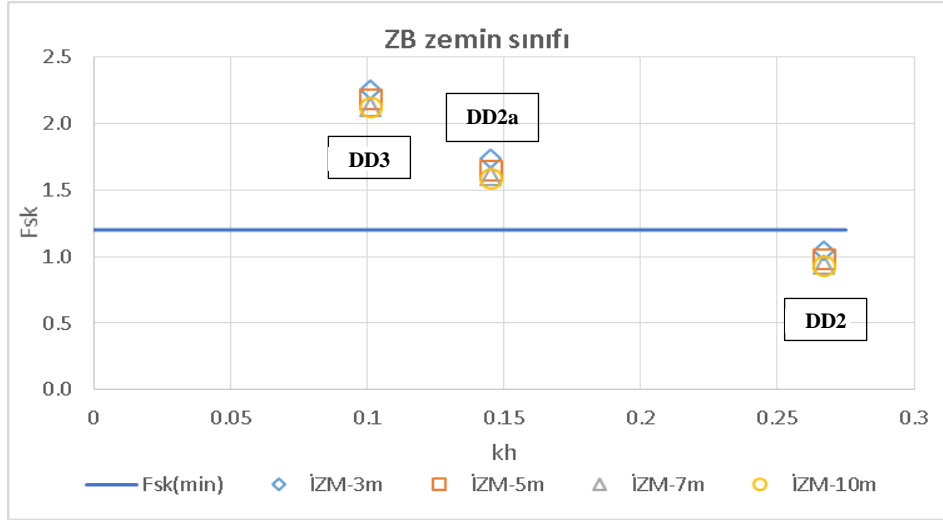


Şekil 11.15: ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

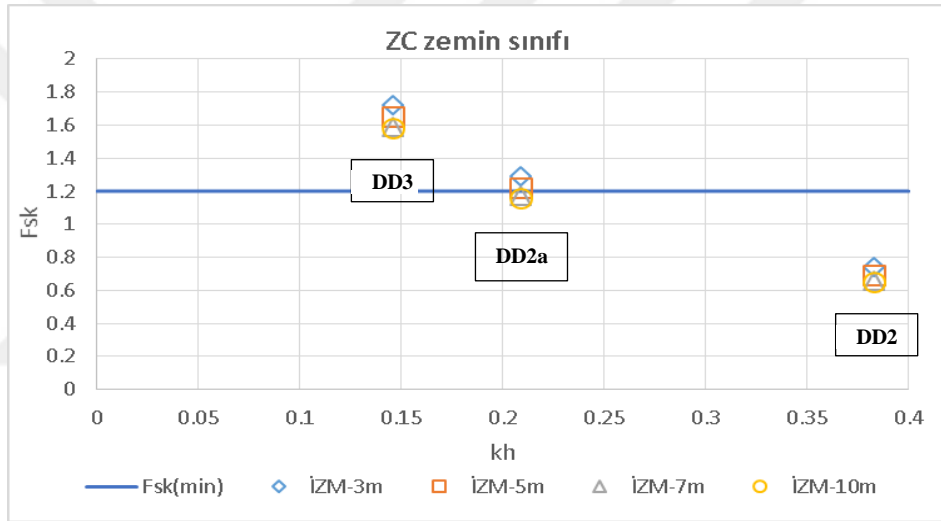
Şekil 11.16-20'de farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan keson tipi yanaşma yapısının DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. ZA ve ZB zemin sınıflarında tasarımı yapılan L tipi yanaşma yapısı DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZC zemin sınıfında tasarımı yapılan yapı ise 3 ve 5 m tasarım derinliklerinde DD2 deprem yer hareketi düzeyinde, 7 ve 10 m tasarım derinliklerinde ise DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite elde edilememiştir. ZD zemin sınıfında L tipi yanaşma yapısının tasarımı sonucunda DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZE zemin sınıfında ise ele alınan tüm durumlar için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.



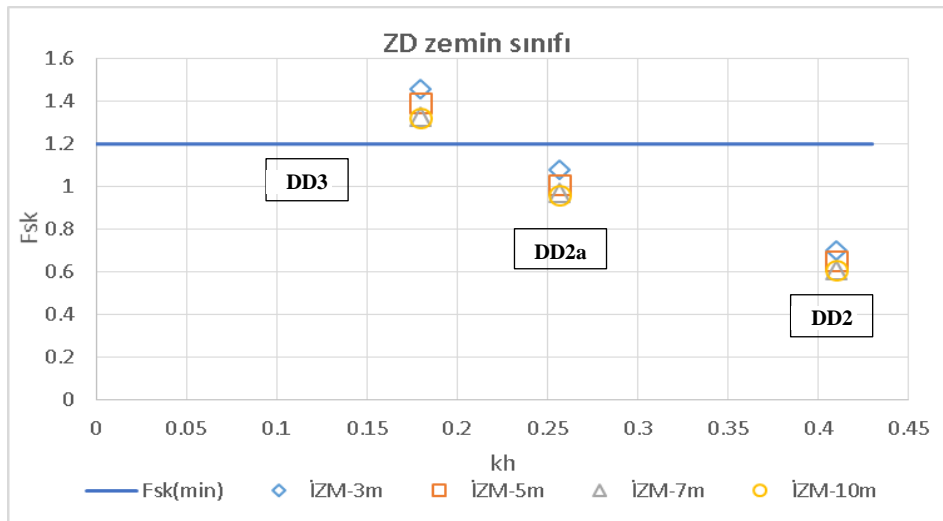
Şekil 11.16: ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



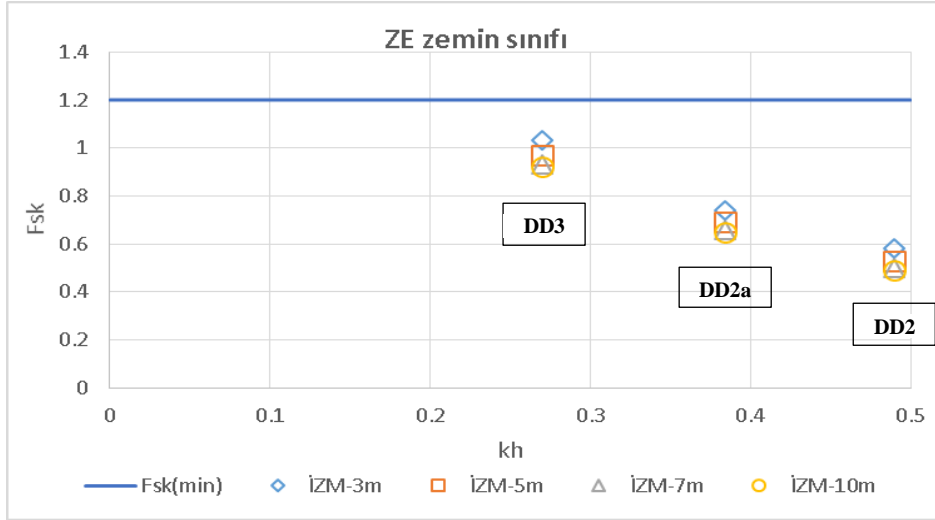
Şekil 11.17: ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.18: ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.19: ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 11.20: ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

11.3. İzmir Bölgesi L Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımında AYG (2020)'de Verilen Sınır Değerlerin Sağlanması İçin Gerekli Boyutların Elde Edilmesi

İzmir bölgesi için farklı derinliklere ve farklı zemin sınıflarına göre yapılan tasarımda DD2, DD2a ve DD3 deprem yer hareketi düzeyleri için devrilmeye karşı stabilite sağlanmıştır. Ancak çalışmada kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumlar bulunmaktadır. Bu bölümde L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumlarda stabilitenin sağlanabilmesi için yapının 10 m derinlikte sahip olması gereken boyutlar ve boyutlardaki artış miktarları verilmiştir.

Çizelge 11.3'te DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanmadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek son durumda elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 11.3'te de görüleceği üzere ZA zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %100 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. ZB zemin sınıfı için yapılan tasarımda ise yapı boyutu % 450 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite sağlanmıştır. Diğer zemin sınıflarında yapı boyutu % 5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.

Çizelge 11.3: DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZA	DD2	2	1.03	4	1.22	100
ZB	DD2	2	0.93	9	1.21	450
ZC	DD2	2	0.65	100	0.92	5000
ZD	DD2	2	0.61	100	0.86	5000
ZE	DD2	2	0.49	100	0.72	5000

Çizelge 11.4'te DD2a deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 11.4'te de görüleceği üzere ZC zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %25 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. ZD zemin sınıfı için yapılan tasarımda ise yapı boyutu %300 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite sağlanmıştır. Ancak ZE zemin sınıfında yapı boyutunun %5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.

Çizelge 11.4: DD2a deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZC	DD2a	2	1.16	2.5	1.24	25
ZD	DD2a	2	0.96	6	1.21	300
ZE	DD2a	2	0.65	100	0.92	5000

Çizelge 11.5'te DD3 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 11.5'te de görüleceği üzere ZE zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %500 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Ancak bu artış oranlarına göre tasarım yapılması prototip koşullarında mümkün değildir.

Çizelge 11.5: DD3 deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZE	DD3	2	0.92	10	1.21	500

Genel Değerlendirme

İstanbul deprem verilerine göre DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri incelendiğinde (Çizelge 11.1) ZA, ZB ve ZC zemin sınıflarında farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite sağlanmıştır. ZD zemin sınıfında ise $H/D=1.32$ ve 1.28 için yapılan tasarımda ve ZE zemin sınıfında yapılan tasarım sonucunda sadece DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. Buna karşın, İzmir deprem verilerine göre (Çizelge 11.2)

DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri incelendiğinde, ZA ve ZB zemin sınıflarında sadece DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZC zemin sınıfında $H/D=1.75$ ve 1.45 koşullarında DD2 deprem yer hareketi düzeyinde, $H/D=1.32$ ve 1.28 koşullarında ise DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite elde edilememiştir. ZD zemin sınıfında L tipi yanaşma yapısının tasarımı sonucunda DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde hiçbir koşulda kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZE zemin sınıfında ise ele alınan tüm durumlar için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. İstanbul ile İzmir Bölgeleri'nde stabilite katsayılarındaki bu şekildeki farklılığın temel sebebi, İzmir bölesinde depremselliğin ve sonucunda kh katsayılarının İstanbul Bölgesi'ne göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 11.3-5 sonuçları incelendiğinde, ZE zemin sınıfında, her üç deprem seviyesine göre yapılan tasarımlarda yapı kaymaya karşı gerekli güvenlik katsayısını sağlayamamaktadır. Ağırlık tipi bir yapı olmasından kaynaklı yapı boyutlarının arttırılması ile istenilen stabilite koşullarının sağlanması durumunda ise yapı genişliğindeki artış oranının %500 olması ile ancak stabilite koşulu sağlanabilmektedir. Bu durumda ZE zemin sınıfında mevcut koşullarda ($B/H=2$, $H/D=1.32$) L tipi yanaşma yapılarının uygun olmayacağı söylenebilir. Bununla birlikte DD2a deprem koşullarında tasarım yapılması halinde ZC zemin sınıfında DD2a deprem düzeyinde %25'lik artış ile istenen güvenlik katsayısına ulaşabilmekte, fakat ZD zemin sınıfında %300 artış durumunda gereken stabiliteyi sağlarken ZE zemin sınıfında %5000 olması halinde bile stabilite sağlanamamaktadır. Aynı yapısal koşullar ve DD2 deprem sınıfı göz önüne alınarak ZA zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %100 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. ZB zemin sınıfı için yapılan tasarımda ise yapı boyutu %450 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite sağlanmıştır. Diğer zemin sınıflarında yapı boyutu %5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. Bu sonuçların prototip koşullarında uygulanması mümkün değildir. DD2a deprem koşullarının kullanılması ile İzmir gibi kh değerlerinin yüksek olduğu bir bölgede $H/D=1.28$ (10 m su derinliği) olduğu seviyelerde bile ZC zemin sınıfına kadar stabiliteyi sağlayabilmeleri, limanlarda L tipi ağırlık tipi yanaşma yapılarının tasarımı için önemli bir bulgudur.

12. AYGM (2020) DEPREM ŞARTNAMESİNE GÖRE FARKLI KOORDİNATLARA SAHİP BÖLGELERDE KESON TİPİ YANAŞMA YAPISININ STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ

Önceki bölümlerde DLH (2008) ve AYGM (2020) deprem teknik şartnamelerine göre aynı koşullar altındaki yapıların stabiliteleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde ise farklı iki bölgede (İzmir ve İstanbul) seçilen lokasyonlara ait deprem seviyeleri (DD2, DD2a ve DD3) için B/H=2 boyutlarındaki Keson tipi yanaşma yapısının AYGM (2020) deprem teknik şartnamesine göre kaymaya ve devrilmeye karşı güvenlik katsayıları elde edilerek karşılaştırılmıştır.

12.1. Keson Tipi Yanaşma Yapısının İstanbul'a Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı

Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için AYGM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı stabilite hesapları yapılan keson tipi yanaşma yapısının İstanbul için hesap özetleri Çizelge 12.1'de verilmiştir.

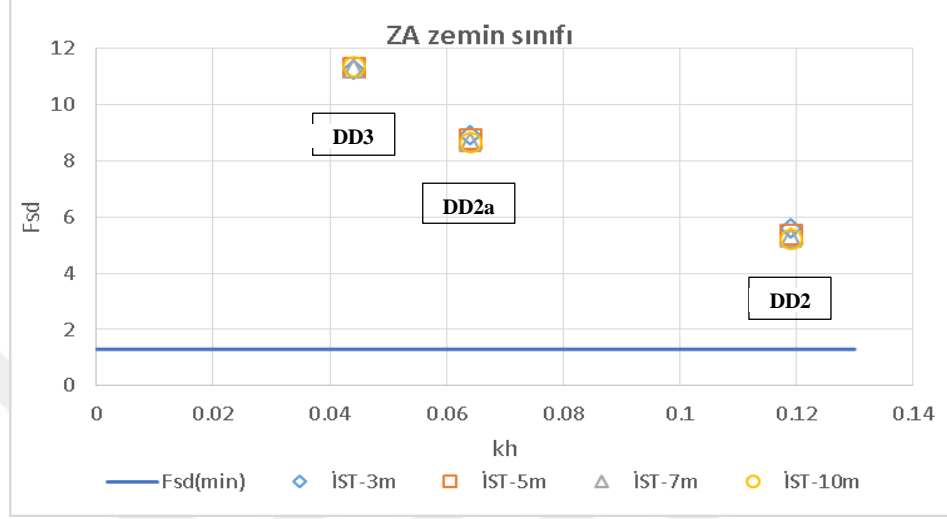
Çizelge 12.1: İstanbul için tasarım hesap özeti

Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD2	ZA	0.4464	3	1.75	2	0.119	5.61	1.72
DD2a	ZA	0.2384	3	1.75	2	0.064	8.89	2.61
DD3	ZA	0.1656	3	1.75	2	0.044	11.24	3.21
DD2	ZA	0.4464	5	1.45	2	0.119	5.41	1.61
DD2a	ZA	0.2384	5	1.45	2	0.064	8.79	2.50
DD3	ZA	0.1656	5	1.45	2	0.044	11.32	3.11
DD2	ZA	0.4464	7	1.32	2	0.119	5.28	1.54
DD2a	ZA	0.2384	7	1.32	2	0.064	8.68	2.42
DD3	ZA	0.1656	7	1.32	2	0.044	11.27	3.03
DD2	ZA	0.4464	10	1.28	2	0.119	5.21	1.53
DD2a	ZA	0.2384	10	1.28	2	0.064	8.66	2.41
DD3	ZA	0.1656	10	1.28	2	0.044	11.35	3.04
DD2	ZB	0.5022	3	1.75	2	0.134	5.09	1.57

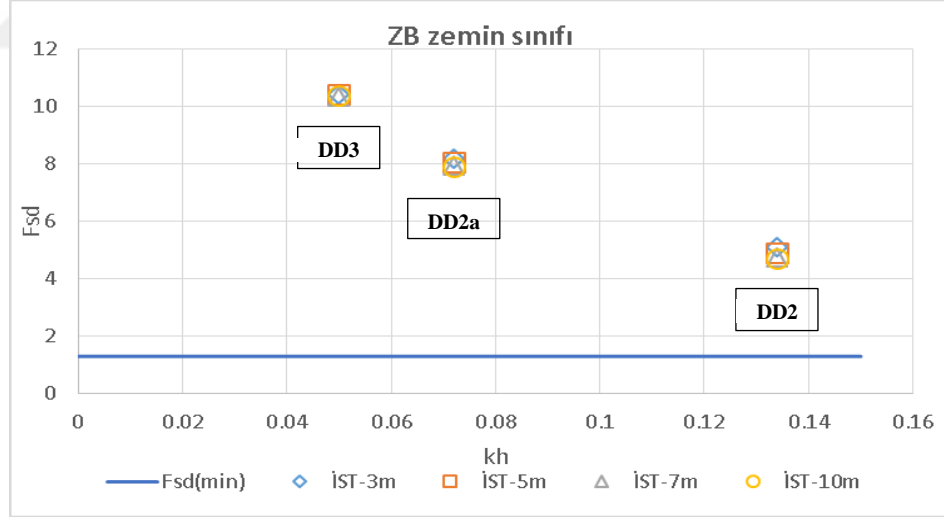
DD2a	ZB	0.2682	3	1.75	2	0.072	8.20	2.43
DD3	ZB	0.1863	3	1.75	2	0.050	10.42	3.00
DD2	ZB	0.5022	5	1.45	2	0.134	4.89	1.47
DD2a	ZB	0.2682	5	1.45	2	0.072	8.06	2.31
DD3	ZB	0.1863	5	1.45	2	0.050	10.42	2.90
DD2	ZB	0.5022	7	1.32	2	0.134	4.76	1.40
DD2a	ZB	0.2682	7	1.32	2	0.072	7.94	2.23
DD3	ZB	0.1863	7	1.32	2	0.050	10.35	2.82
DD2	ZB	0.5022	10	1.28	2	0.134	4.69	1.39
DD2a	ZB	0.2682	10	1.28	2	0.072	7.90	2.22
DD3	ZB	0.1863	10	1.28	2	0.050	10.39	2.82
DD2	ZC	0.7198	3	1.75	2	0.192	3.74	1.18
DD2a	ZC	0.3874	3	1.75	2	0.103	6.29	1.91
DD3	ZC	0.2691	3	1.75	2	0.072	8.20	2.43
DD2	ZC	0.7198	5	1.45	2	0.192	3.55	1.09
DD2a	ZC	0.3874	5	1.45	2	0.103	6.10	1.80
DD3	ZC	0.2691	5	1.45	2	0.072	8.06	2.31
DD2	ZC	0.7198	7	1.32	2	0.192	3.43	1.04
DD2a	ZC	0.3874	7	1.32	2	0.103	5.96	1.73
DD3	ZC	0.2691	7	1.32	2	0.072	7.94	2.23
DD2	ZC	0.7198	10	1.28	2	0.192	3.37	1.02
DD2a	ZC	0.3874	10	1.28	2	0.103	5.90	1.71
DD3	ZC	0.2691	10	1.28	2	0.072	7.90	2.22
DD2	ZD	0.77	3	1.75	2	0.206	3.51	1.11
DD2a	ZD	0.4759	3	1.75	2	0.127	5.32	1.64
DD3	ZD	0.3312	3	1.75	2	0.088	7.09	2.13
DD2	ZD	0.77	5	1.45	2	0.206	3.32	1.03
DD2a	ZD	0.4759	5	1.45	2	0.127	5.12	1.53
DD3	ZD	0.3312	5	1.45	2	0.088	6.92	2.02
DD2	ZD	0.77	7	1.32	2	0.206	3.21	0.97
DD2a	ZD	0.4759	7	1.32	2	0.127	4.99	1.47
DD3	ZD	0.3312	7	1.32	2	0.088	6.78	1.94
DD2	ZD	0.77	10	1.28	2	0.206	3.15	0.96
DD2a	ZD	0.4759	10	1.28	2	0.127	4.92	1.45
DD3	ZD	0.3312	10	1.28	2	0.088	6.73	1.93
DD2	ZE	0.9207	3	1.75	2	0.246	2.98	0.95
DD2a	ZE	0.7122	3	1.75	2	0.190	3.77	1.19
DD3	ZE	0.4968	3	1.75	2	0.133	5.12	1.58
DD2	ZE	0.9207	5	1.45	2	0.246	2.81	0.88
DD2a	ZE	0.7122	5	1.45	2	0.190	3.58	1.10
DD3	ZE	0.4968	5	1.45	2	0.133	4.92	1.48
DD2	ZE	0.9207	7	1.32	2	0.246	2.71	0.83
DD2a	ZE	0.7122	7	1.32	2	0.190	3.47	1.05
DD3	ZE	0.4968	7	1.32	2	0.133	4.79	1.41
DD2	ZE	0.9207	10	1.28	2	0.246	2.65	0.82
DD2a	ZE	0.7122	10	1.28	2	0.190	3.40	1.03
DD3	ZE	0.4968	10	1.28	2	0.133	4.72	1.40

Şekil 12.1-5'te farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan keson tipi yanalma yapısının DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde devrilmeye karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. Tasarım sonucunda tüm durumlarda

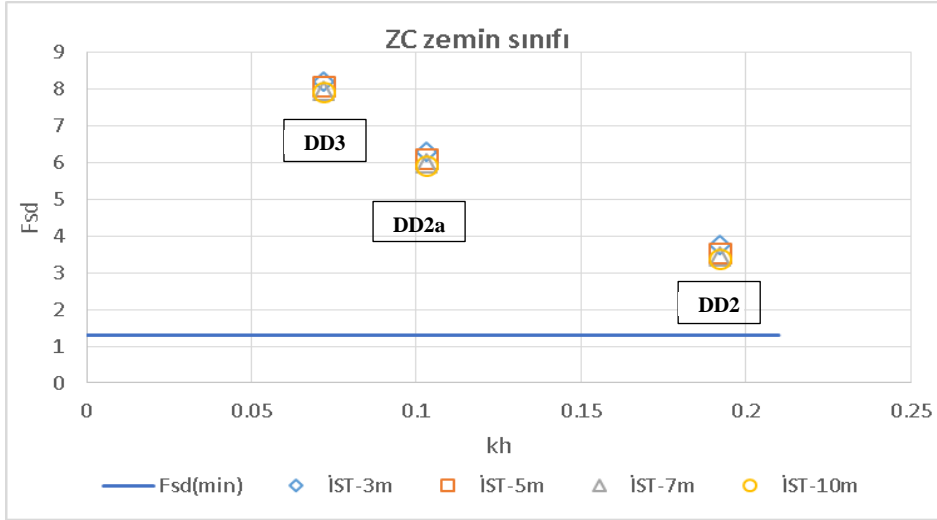
yapı devrilmeye karşı stabiliteye sahiptir. Tüm zemin sınıflarında DD3 deprem yer hareketi düzeyinde yapılan tasarıma ait stabilite değerleri en yüksek, DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre stabilite değerleri ise en düşüktür. Ayrıca zemin sınıflarına göre elde edilen devrilmeye karşı stabilite durumlarında ise ZA zemin sınıfında en yüksek, ZE zemin sınıfında en düşük değerler elde edilmiştir.



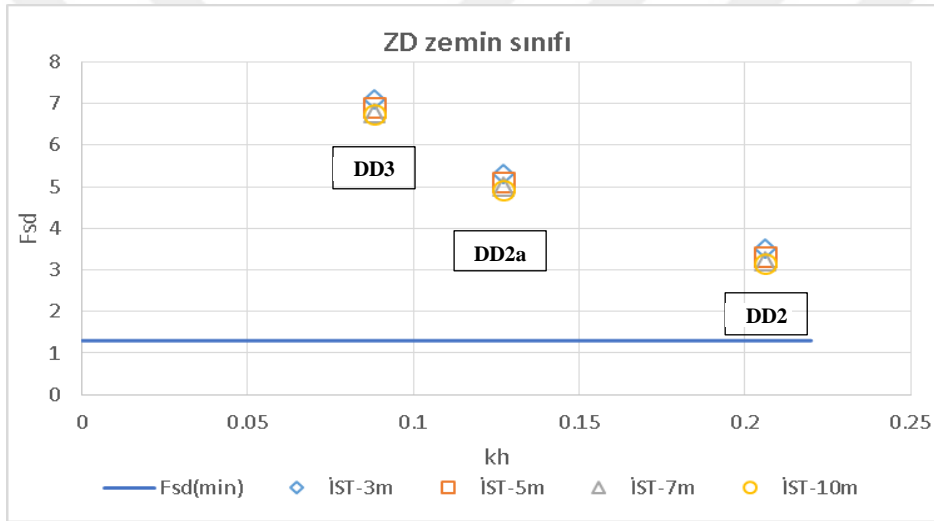
Şekil 12.1: ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



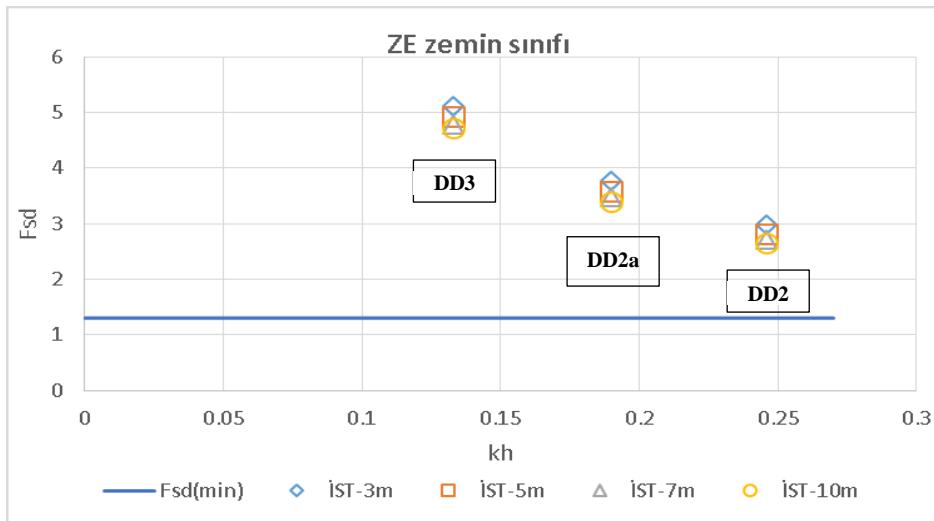
Şekil 12.2: ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.3: ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

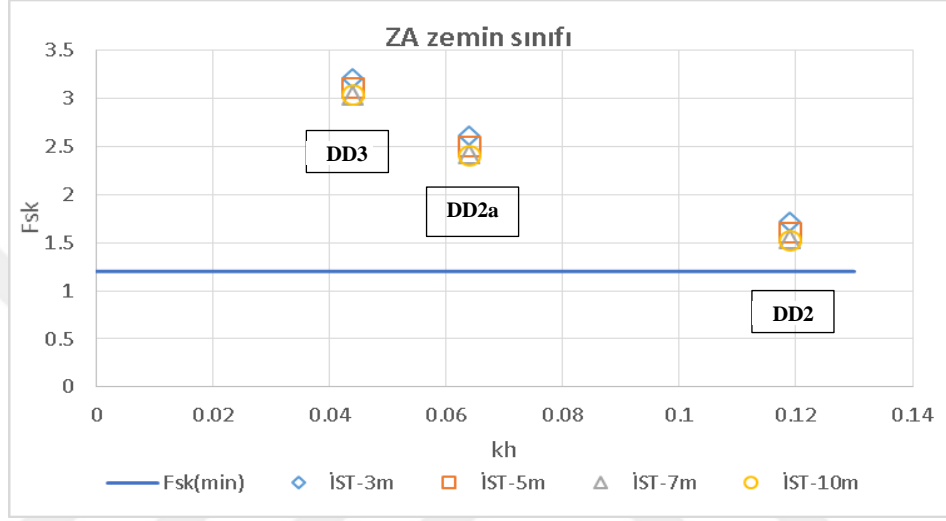


Şekil 12.4: ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

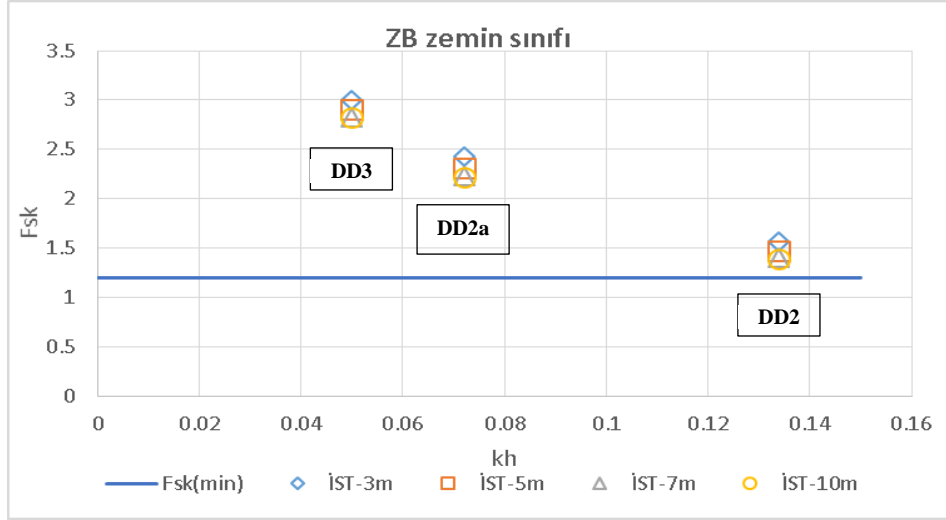


Şekil 12.5: ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

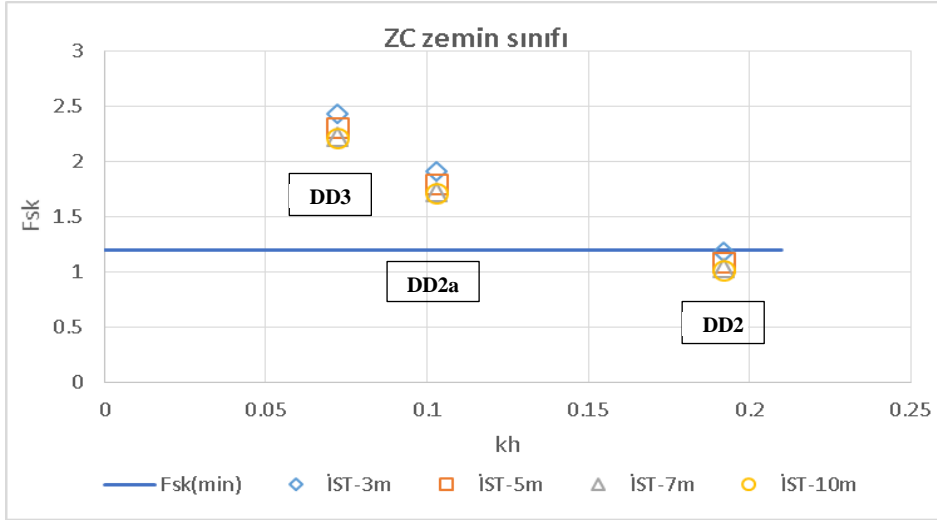
Şekil 12.6-10'da farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan keson tipi yanaşma yapısının DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. ZA ve ZB zemin sınıflarında farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite sağlanmıştır. Ancak ZC ve ZD zemin sınıflarına göre hazırlanan tasarımda DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZE zemin sınıfına göre hazırlanan tasarımda ise DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite elde edilememiştir.



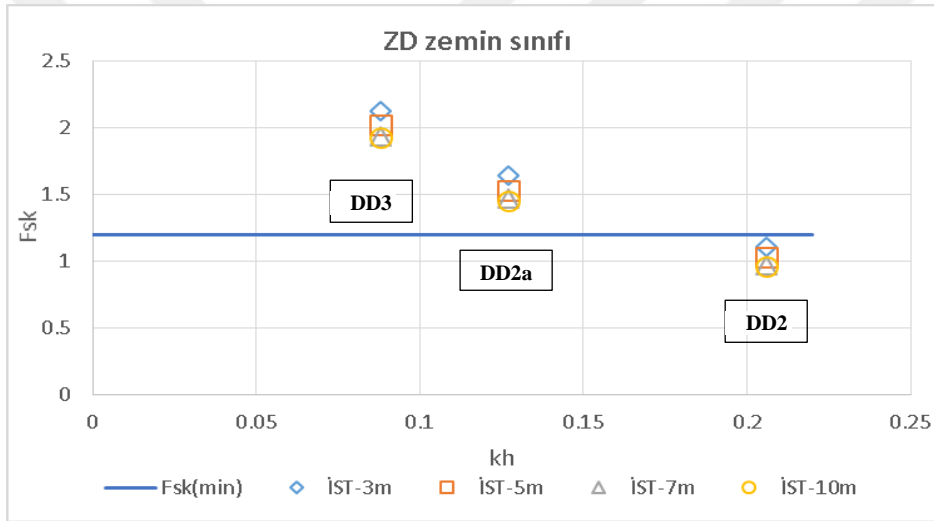
Şekil 12.6: ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



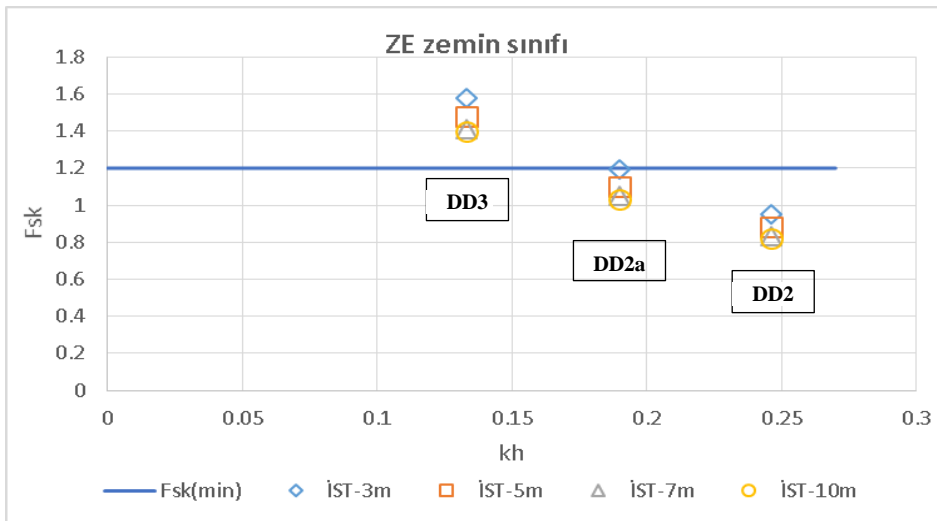
Şekil 12.7: ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.8: ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.9: ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.10: ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

12.2. Keson Tipi Yanaşma Yapısının İzmir'e Ait Deprem Verilerine Göre Tasarımı

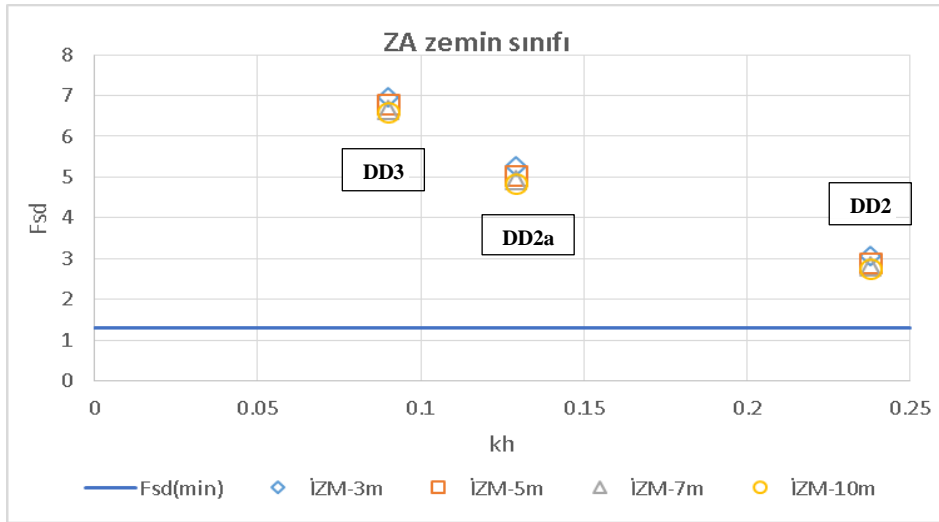
Deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için AYGEM (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak devrilmeye ve kaymaya karşı stabilite hesapları yapılan keson tipi yanaşma yapısının İzmir için hesap özetleri Çizelge 12.2'de verilmiştir.

Çizelge 12.2: İzmir için tasarım hesap özeti

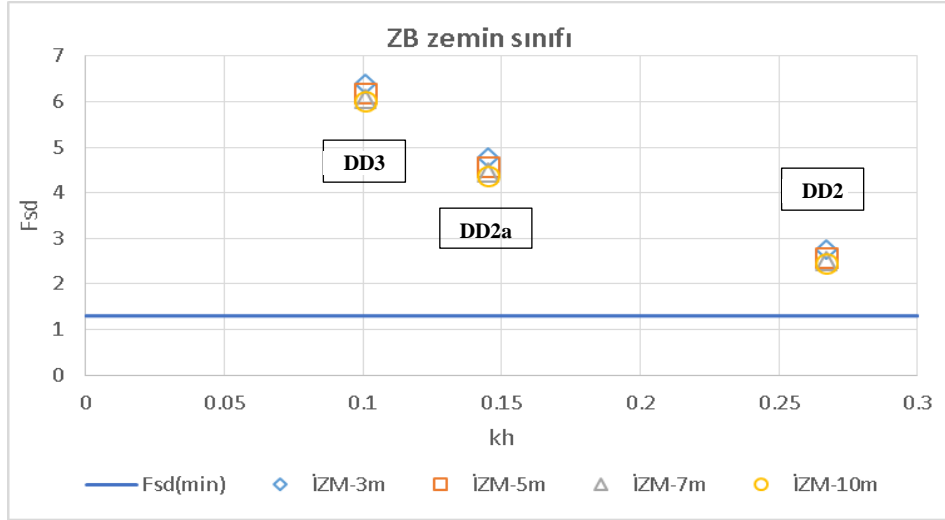
Deprem Düzeyi	Zemin Sınıfı	SDS	Derinlik	H/D	B/H	kh	Fsd	Fsk
DD2	ZA	0.8904	3	1.75	2	0.238	3.07	0.98
DD2a	ZA	0.4816	3	1.75	2	0.129	5.26	1.62
DD3	ZA	0.3376	3	1.75	2	0.090	6.97	2.10
DD2	ZA	0.8904	5	1.45	2	0.238	2.90	0.90
DD2a	ZA	0.4816	5	1.45	2	0.129	5.05	1.51
DD3	ZA	0.3376	5	1.45	2	0.090	6.80	1.98
DD2	ZA	0.8904	7	1.32	2	0.238	2.80	0.86
DD2a	ZA	0.4816	7	1.32	2	0.129	4.92	1.45
DD3	ZA	0.3376	7	1.32	2	0.090	6.66	1.91
DD2	ZA	0.8904	10	1.28	2	0.238	2.74	0.84
DD2a	ZA	0.4816	10	1.28	2	0.129	4.85	1.43
DD3	ZA	0.3376	10	1.28	2	0.090	6.60	1.89
DD2	ZB	1.0017	3	1.75	2	0.267	2.76	0.88
DD2a	ZB	0.5418	3	1.75	2	0.145	4.77	1.48
DD3	ZB	0.3798	3	1.75	2	0.101	6.39	1.94
DD2	ZB	1.0017	5	1.45	2	0.267	2.59	0.81
DD2a	ZB	0.5418	5	1.45	2	0.145	4.57	1.38
DD3	ZB	0.3798	5	1.45	2	0.101	6.20	1.83
DD2	ZB	1.0017	7	1.32	2	0.267	2.50	0.77
DD2a	ZB	0.5418	7	1.32	2	0.145	4.44	1.32
DD3	ZB	0.3798	7	1.32	2	0.101	6.06	1.75
DD2	ZB	1.0017	10	1.28	2	0.267	2.44	0.76
DD2a	ZB	0.5418	10	1.28	2	0.145	4.37	1.30
DD3	ZB	0.3798	10	1.28	2	0.101	6.00	1.74
DD2	ZC	1.4358	3	1.75	2	0.383	1.93	0.63
DD2a	ZC	0.7826	3	1.75	2	0.209	3.46	1.09
DD3	ZC	0.5486	3	1.75	2	0.146	4.74	1.47
DD2	ZC	1.4358	5	1.45	2	0.383	1.79	0.58
DD2a	ZC	0.7826	5	1.45	2	0.209	3.28	1.01
DD3	ZC	0.5486	5	1.45	2	0.146	4.54	1.37
DD2	ZC	1.4358	7	1.32	2	0.383	1.71	0.54
DD2a	ZC	0.7826	7	1.32	2	0.209	3.17	0.96
DD3	ZC	0.5486	7	1.32	2	0.146	4.41	1.31
DD2	ZC	1.4358	10	1.28	2	0.383	1.67	0.53
DD2a	ZC	0.7826	10	1.28	2	0.209	3.11	0.95
DD3	ZC	0.5486	10	1.28	2	0.146	4.34	1.29
DD2	ZD	1.5359	3	1.75	2	0.410	1.79	0.59
DD2a	ZD	0.9614	3	1.75	2	0.257	2.86	0.91

DD3	ZD	0.6752	3	1.75	2	0.180	3.96	1.24
DD2	ZD	1.5359	5	1.45	2	0.410	1.66	0.54
DD2a	ZD	0.9614	5	1.45	2	0.257	2.69	0.84
DD3	ZD	0.6752	5	1.45	2	0.180	3.77	1.15
DD2	ZD	1.5359	7	1.32	2	0.410	1.58	0.51
DD2a	ZD	0.9614	7	1.32	2	0.257	2.59	0.80
DD3	ZD	0.6752	7	1.32	2	0.180	3.65	1.10
DD2	ZD	1.5359	10	1.28	2	0.410	1.54	0.50
DD2a	ZD	0.9614	10	1.28	2	0.257	2.54	0.79
DD3	ZD	0.6752	10	1.28	2	0.180	3.58	1.08
DD2	ZE	1.8365	3	1.75	2	0.490	1.47	0.49
DD2a	ZE	1.4388	3	1.75	2	0.384	1.92	0.63
DD3	ZE	1.0128	3	1.75	2	0.270	2.73	0.87
DD2	ZE	1.8365	5	1.45	2	0.490	1.34	0.44
DD2a	ZE	1.4388	5	1.45	2	0.384	1.79	0.58
DD3	ZE	1.0128	5	1.45	2	0.270	2.57	0.81
DD2	ZE	1.8365	7	1.32	2	0.490	1.26	0.41
DD2a	ZE	1.4388	7	1.32	2	0.384	1.70	0.54
DD3	ZE	1.0128	7	1.32	2	0.270	2.47	0.76
DD2	ZE	1.8365	10	1.28	2	0.490	1.21	0.40
DD2a	ZE	1.4388	10	1.28	2	0.384	1.66	0.53
DD3	ZE	1.0128	10	1.28	2	0.270	2.41	0.75

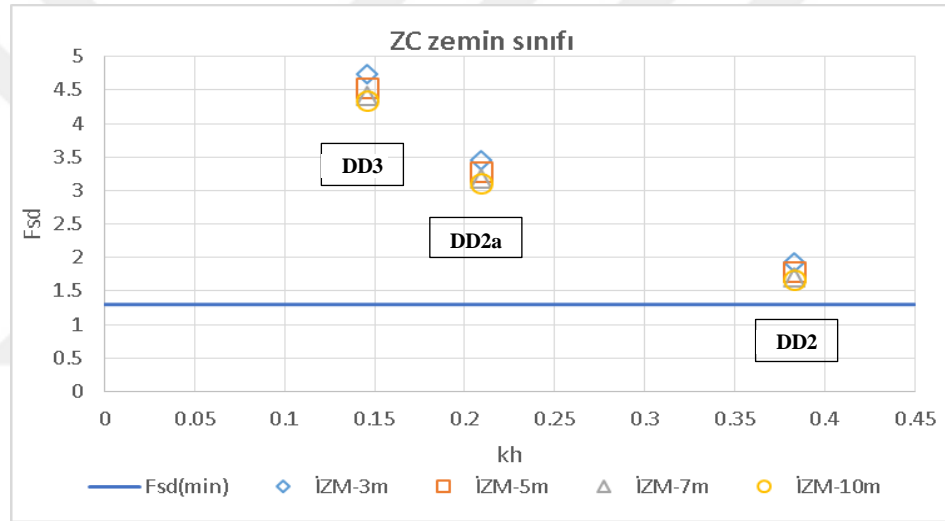
Şekil 12.11-15'te farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan L tipi yanaşma yapısının devrilmeye karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerine göre elde edilen değerler kıyaslanmıştır. Tüm zemin sınıflarında DD3 deprem yer hareketi düzeyinde yapılan tasarıma ait stabilite değerleri en yüksek, DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre stabilite değerleri ise en düşüktür. Ayrıca zemin sınıflarına göre elde edilen devrilmeye karşı stabilite durumlarında ise ZA zemin sınıfında en yüksek, ZE zemin sınıfında en düşük değerler elde edilmiştir.



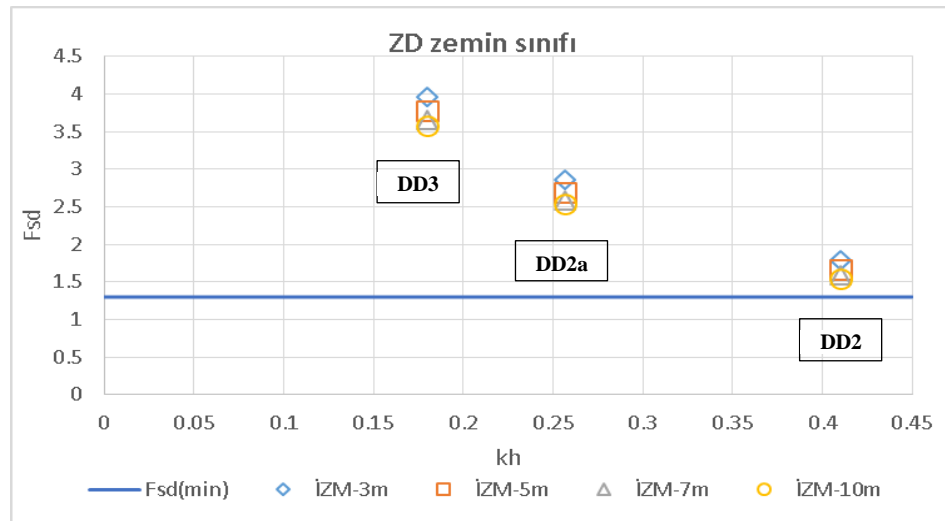
Şekil 12.11: ZA zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



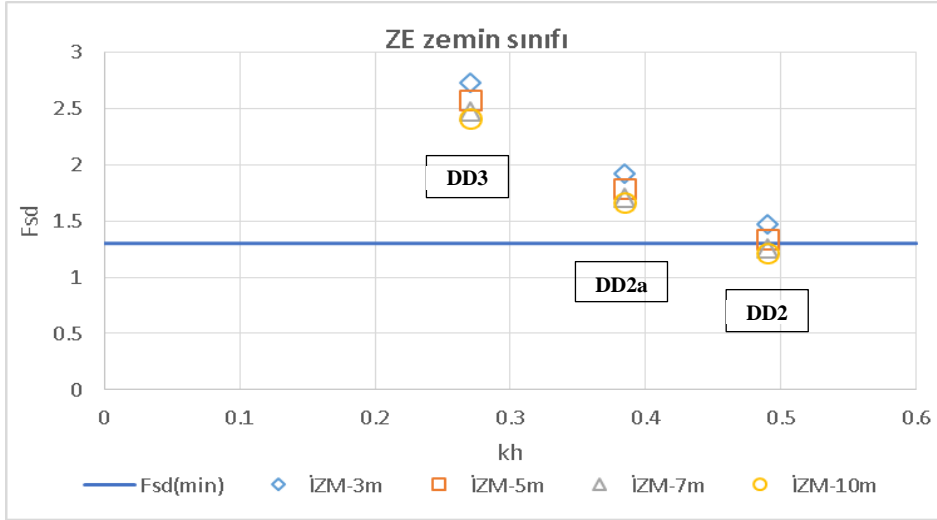
Şekil 12.12: ZB zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.13: ZC zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

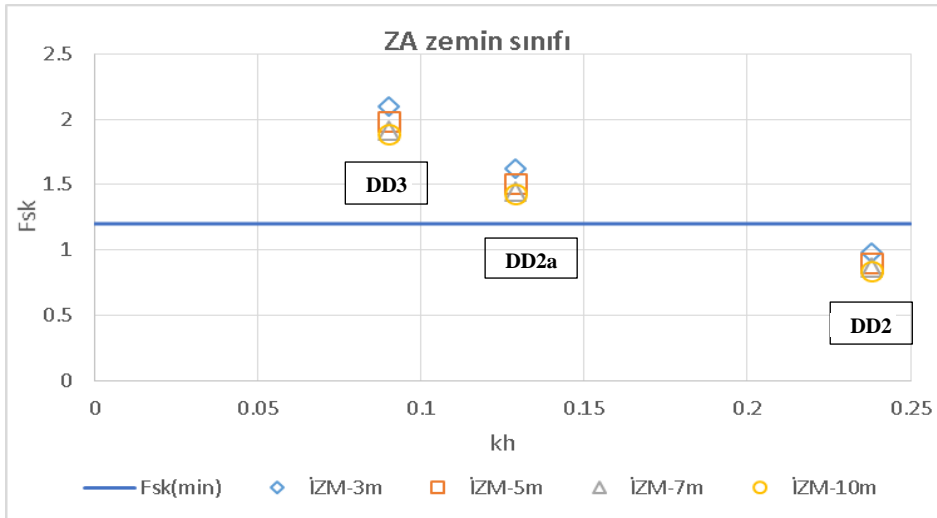


Şekil 12.14: ZD zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

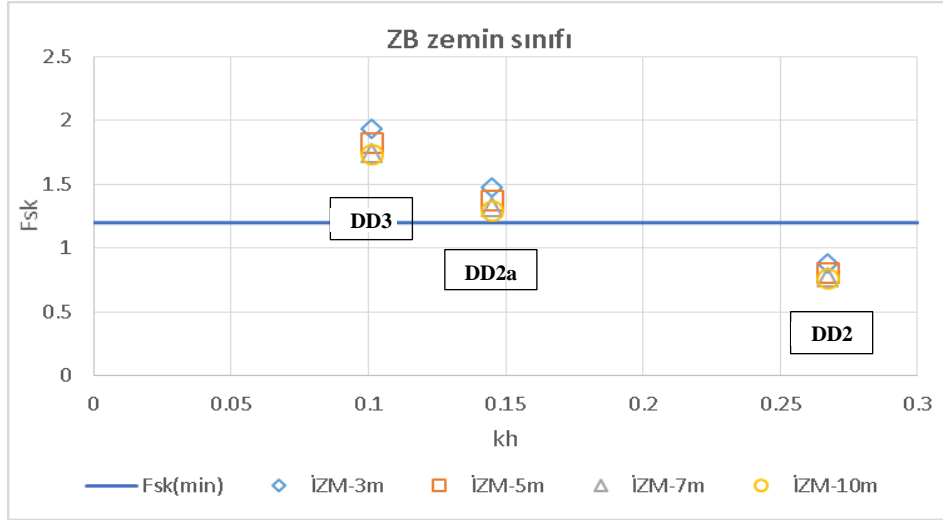


Şekil 12.15: ZE zemin sınıfına ait devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

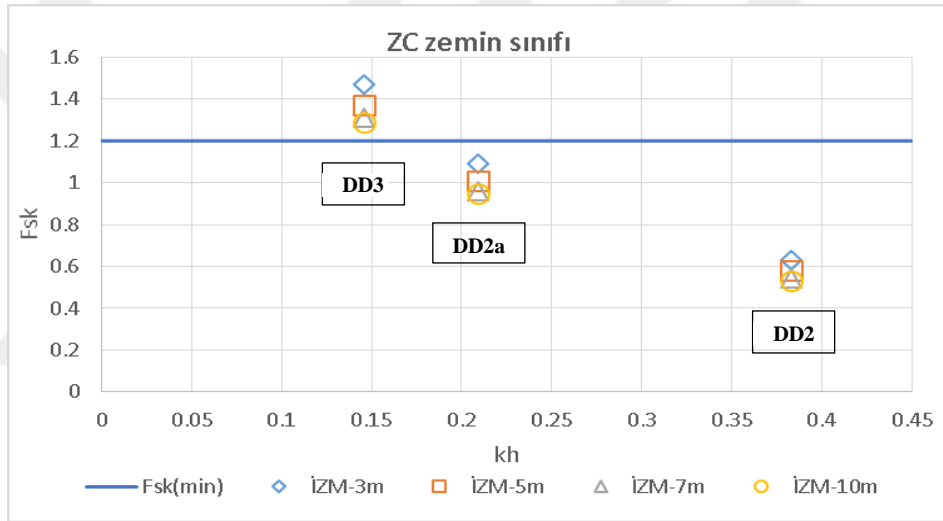
Şekil 12.16-20'de farklı zemin sınıflarına ve farklı derinliklere göre tasarımı yapılan keson tipi yanaşma yapısının DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri gösterilmiştir. ZA ve ZB zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre hazırlanan tasarımda kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZC zemin sınıfında ve 3 m derinlikte ZD zemin sınıfında DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerine göre tasarımı yapılan keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı stabilite elde edilememiştir. 5, 7 ve 10 m derinliklerde ZD sınıfında ve tasarım için seçilen tüm tasarım derinlikleri için ZE zemin sınıfında DD2, DD2a ve DD3 deprem yer hareketi düzeyleri için stabilite sağlanamamıştır.



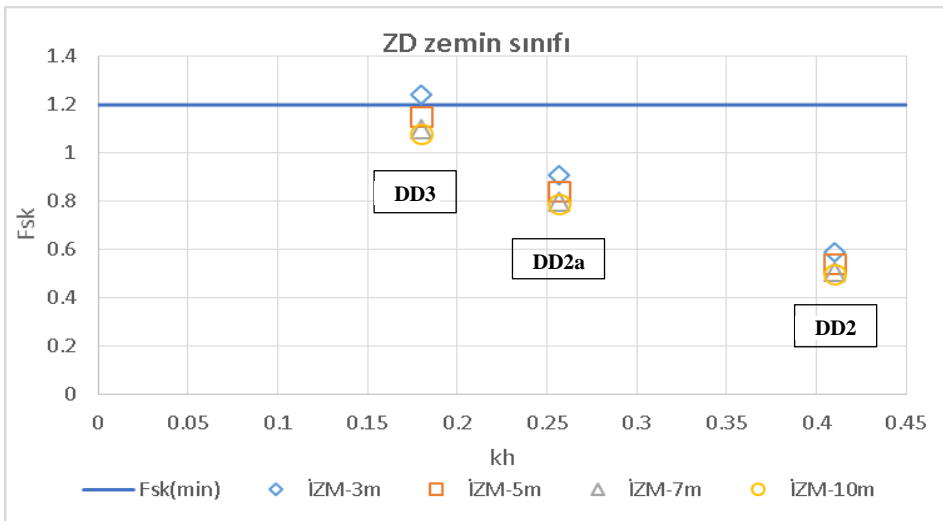
Şekil 12.16: ZA zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



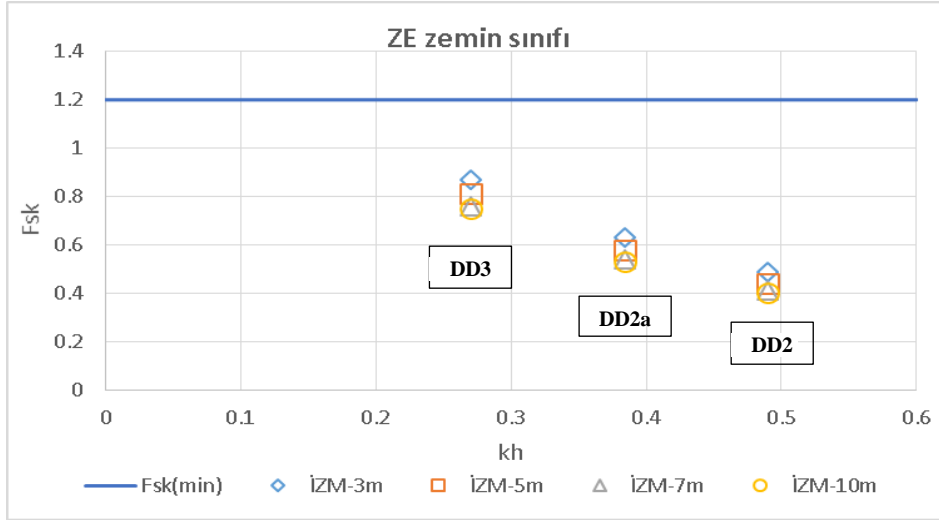
Şekil 12.17: ZB zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.18: ZC zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.19: ZD zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları



Şekil 12.20: ZE zemin sınıfına ait kaymaya karşı güvenlik katsayıları

12.3. İzmir Bölgesi Keson Tipi Yanaşma Yapısının Tasarımında AYGM (2020)'de Verilen Sınır Değerlerin Sağlanması İçin Gerekli Boyutların Elde Edilmesi

İzmir bölgesi için farklı derinliklere ve farklı zemin sınıflarına göre yapılan tasarımda DD2, DD2a ve DD3 deprem yer hareketi düzeyleri için devrilmeye karşı stabilite sağlanmıştır. Ancak çalışmada kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumlar bulunmaktadır. Bu bölümde keson tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumlarda stabilitenin sağlanabilmesi için yapının 10 m derinlikte sahip olması gereken boyutlar ve boyutlardaki artış miktarları verilmiştir.

Çizelge 12.3'te DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanmadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek son durumda elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 12.3'te de görüleceği üzere ZA zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %5000 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Ancak bu değerlerde yapı pratikte uygulanamaz. Diğer zemin sınıflarında yapı boyutu %5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.

Çizelge 12.3: DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZA	DD2	2	0.84	100	1.22	5000
ZB	DD2	2	0.76	100	1.08	5000
ZC	DD2	2	0.53	100	0.76	5000
ZD	DD2	2	0.50	100	0.71	5000
ZE	DD2	2	0.40	100	0.59	5000

Çizelge 12.4'te DD2a deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 12.4'te de görüleceği üzere ZC zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %300 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Ancak bu değerlerde yapı pratikte uygulanamaz. ZD ve ZE zemin sınıflarında yapı boyutunun %5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.

Çizelge 12.4: DD2a deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZC	DD2a	2	0.95	6	1.21	300
ZD	DD2a	2	0.79	100	1.13	5000
ZE	DD2a	2	0.53	100	0.75	5000

Çizelge 12.5'te DD3 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilitenin sağlanamadığı durumda yapının boyutunu değiştirerek elde edilen stabilite değerleri verilmiştir. Çizelge 12.5'te de görüleceği üzere ZD zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %50 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Ancak bu değerlerde yapı pratikte uygulanamaz. ZE zemin sınıfında yapı boyutunun %5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır.

Çizelge 12.5: DD3 deprem yer hareketi düzeyine göre tasarımda yapı boyutunu değiştirme

Zemin Sınıfı	Deprem Düzeyi	Mevcut B/H	Fsk	Revize B/H	Fsk	Artış Oranı (%)
ZD	DD3	2	1.08	3	1.23	50
ZE	DD3	2	0.75	100	1.07	5000

Genel Değerlendirme

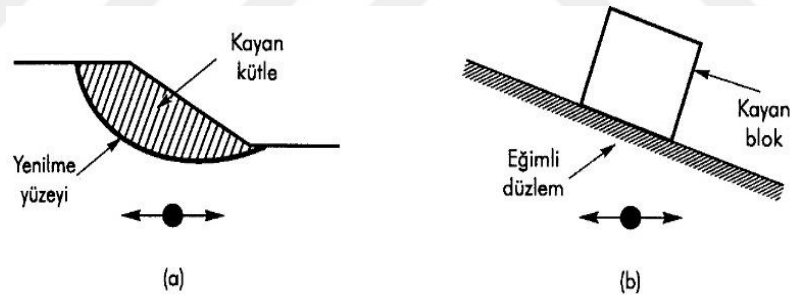
İstanbul deprem verilerine göre DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri incelendiğinde (Çizelge 12.1) ZA ve ZB zemin sınıflarında farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite sağlanmıştır. ZC ve ZD zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeyine göre kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZE zemin sınıfında ise DD2 DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite elde edilememiştir. Buna karşın, İzmir deprem verilerine göre (Çizelge 12.2) DD3, DD2a ve DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite değerleri incelendiğinde, ZA ve ZB zemin sınıflarında sadece DD2 deprem yer hareketi düzeyinde kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. ZC zemin sınıfında DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite elde edilememiştir. ZD zemin sınıfında H/D=1.75 koşulunda DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde,

H/D=1.45, 1.32 ve 1.28 koşullarında ise DD2, DD2a ve DD3 deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabilite elde edilememiştir. ZE zemin sınıfında ise ele alınan tüm durumlar için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. İstanbul ile İzmir Bölgeleri'nde stabilite katsayılarındaki bu şekildeki farklılığın temel sebebi, İzmir bölgesinde depremselliğin ve sonucunda kh katsayılarının İstanbul Bölgesi'ne göre yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 12.3-5 sonuçları incelendiğinde, ZE zemin sınıfında, her üç deprem seviyesine göre yapılan tasarımlarda yapı kaymaya karşı gerekli güvenlik katsayısını sağlayamamaktadır. Ağırılık tipi bir yapı olmasından kaynaklı yapı boyutlarının arttırılması ile istenilen stabilite koşullarının sağlanması durumunda ise yapı genişliğindeki artış oranının %500 olması ile ancak stabilite koşulu sağlanabilmektedir. Bu durumda ZE zemin sınıfında mevcut koşullarda (B/H=2, H/D=1.32) keson tipi yavaşma yapılarının uygun olmayacağı söylenebilir. Bununla birlikte DD2a deprem koşullarında tasarım yapılması halinde ZC zemin sınıfında DD2a deprem düzeyinde %300'lük artış ile istenen güvenlik katsayısına ulaşabilmekte, fakat ZD ve ZE zemin sınıflarında %5000 olması halinde bile stabilite sağlanamamaktadır. Aynı yapısal koşullar ve DD2 deprem sınıfı göz önüne alınarak ZA zemin sınıfı için yapılan tasarımda yapı boyutu %5000 arttırıldığında kaymaya karşı stabilite elde edilmiştir. Diğer zemin sınıflarında yapı boyutu % 5000 arttırılması halinde dahi yapı için kaymaya karşı stabilite sağlanamamıştır. Bu sonuçların prototip koşullarında uygulanması mümkün değildir. DD2a deprem koşullarının kullanılması ile İzmir gibi kh değerlerinin yüksek olduğu bir bölgede H/D=1.28 (10 m su derinliği) olduğu seviyelerde bile ZC zemin sınıfına kadar stabiliteyi sağlayabilmeleri, limanlarda keson tipi ağırılık tipi yavaşma yapılarının tasarımı için önemli bir bulgudur.

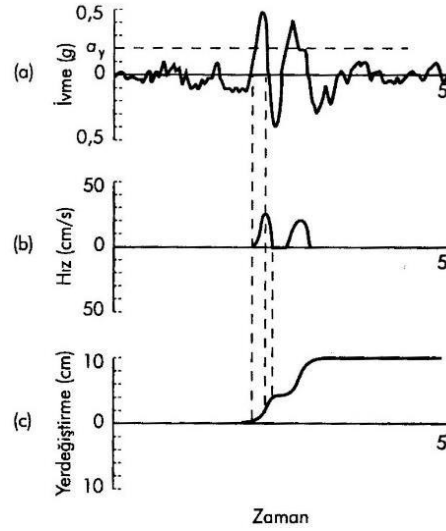
13. NEWMARK KAYAN BLOK YÖNTEMİ İLE YER DEĞİŞTİRME HESAPLAMA

Deprem kayıtları incelendiğinde ivmelerin zaman içinde değiştiğini ve eşdeğer statik emniyet katsayısının da zamanla değiştiği görülmektedir. Yapı üzerine etkiyen ve harekete zorlayan kuvvetler (statik + dinamik), harekete karşı koyan kuvvetlerden daha büyük olması halinde, güvenlik katsayısı 1.0'ın altına düşecektir. Newmark (1965) şev stabiliteelerini bu koşullar için incelemiştir. Güvenlik katsayısının 1.0'den küçük olması halinde, incelenen yapı (şev) denge durumunda olmaz ve harekete başlayacaktır. Şekil 13.1'de gösterilen eğimli bir düzlem üzerinde duran blok ile şev stabilitesinde göz önüne alınan durum benzerdir. Newmark, bir şevde deprem etkisinde oluşacak yer değiştirmeyi tahmin etmek için bir metot önermiştir.



Şekil 13.1: a) Potansiyel heyelan ve b) Eğimli düzlem üzerinde sükunetteki blok arasındaki benzerlik (Kayabalı, 2003)

Newmark (1965), güvenlik katsayısının 1.0 olduğu duruma karşılık gelen ivme değerini yenilme ivmesi (a_y) olarak tanımlamıştır. Göz önüne alınan ivme kaydında yenilme ivmesinden büyük olan ivme değerleri, yapının yer değiştirmesine sebep olmakta ve ivme değerlerinin iki kere integralinin alınması ile yapının yer değiştirmesi elde edilmektedir. Wilson ve Keefer, (1985)'in iki kere integral alma yöntemi Şekil 13.2'de gösterilmiştir.

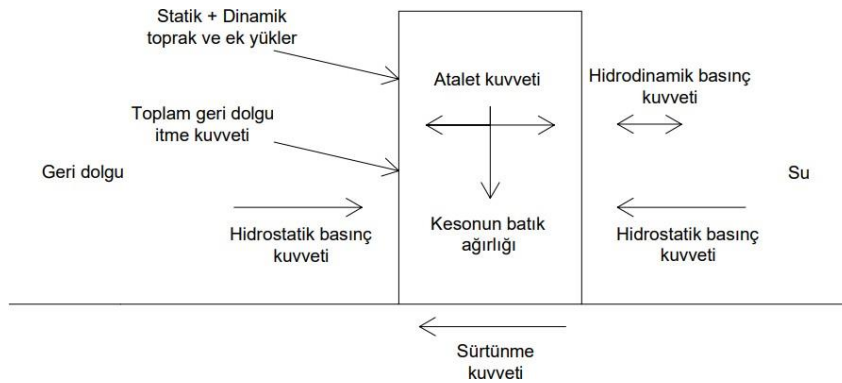


Şekil 13.2: Gerçek deprem yer hareketinde kalıcı şev yer değiştirmelerinin gelişmesi (Wilson ve Keefer, 1985)

13.1. Kritik İvmenin Belirlenmesi

Şekil 13.3'te yapıya etkileyen kuvvetler gösterilmiştir. Kaydırmaya çalışan kuvvetler ile karşı koyan kuvvetlerin eşit olduğu ya da güvenlik katsayısının (Fsk) 1 olması durumunu sağlayan tek bir pozitif ivme değeri vardır. Bu değer yenilme ivmesi (a_y) olarak tanımlanmıştır.

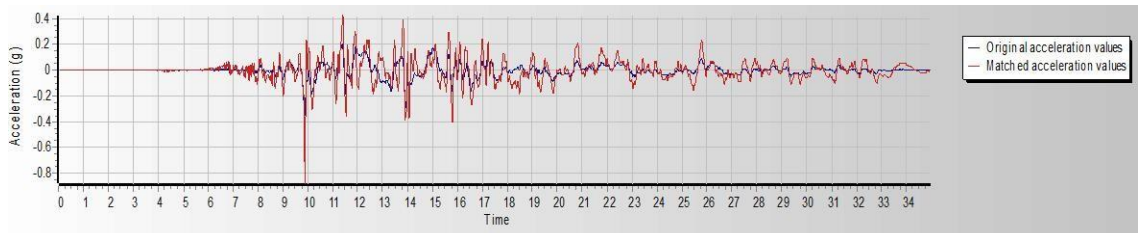
Newmark (1965) bu tanımlamayı şev stabilitesinin incelenmesi durumu için önermiş olsa da keson ya da L tipi gibi ağırlık tipi yapılarda da aynı yöntem kullanılabilir. AYG (2020) şartnamesinde DD2a deprem seviyesi için yapılan analizlerde eşdeğer statik yöntem ile yapılacak tasarımdan sonra Newmark kayan blok yöntemi ile yer değiştirmelerin hesaplanması istenmektedir (KLÖS=1 ve DTS=2, 3 olması durumunda).



Şekil 13.3: Sisteme etkileyen yükler

13.2. L Tipi ve Keson Tipi Yapıların Newmark Kayan Blok Yöntemi ile Yer Değiştirmelerinin Hesaplanması

AYGM (2020)'e göre yapı sınıfının KLÖS 1 ve Deprem tasarım sınıfının (DTS) 2,3 olması durumunda birinci aşama hesaplar statik-eşdeğer hesap ve ikinci aşama hesaplar ise Newmark kayan blok analizine göre yapılmaktadır. Newmark kayan blok analizi için DD1 deprem koşulları kullanılacaktır. Newmark kayan blok yönteminin kullanılabilmesi için öncelikle yapıya etkiyecek ivme kayıtlarının elde edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Kocaeli deprem kaydı kullanılarak farklı zemin sınıflarına ve bölge deprenselliğine göre deprem kayıtları Seismomatch (2023) yazılımı ile elde edilmiştir. Bu amaçla Bölüm 11 ve Bölüm 12'de eşdeğer statik hesaplarla İstanbul ve İzmir'e ait lokasyonlarda olduğu varsayılan yapılardan B/H=2 koşuluna uyan ve su derinliğinin 10 m olduğu yapı tipleri göz önüne alınmıştır. Şekil 13.4'te Seismomatch yazılımı ile İstanbul'a ait lokasyonun DD1 deprem seviyesine göre S_S ve S_1 spektral ivme (sırasıyla 1,052 ve 0,295) değerleri kullanılarak ZE zemin sınıfı için 1999 Kocaeli deprem kaydı kullanılarak elde edilen ivme kaydı ile orijinal ivme kaydı birlikte gösterilmiştir. Şekil 13.5'te ise bölgeye ait spektrum ve elde edilen ivme kaydına ait ortalama spektrum gösterilmektedir. Benzer ivme kayıtları ve spektrumlar İstanbul ve İzmir'deki lokasyonlar için ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları için aynı deprem kaydı kullanılarak üretilmiştir. İzmir'e ait lokasyondaki S_{DS} değerleri >1 olduğundan DTS 1 olmaktadır ve bu koşullarda AYGM (2020)'ye göre Newmark Kayan Blok yöntemi kullanılamamaktadır. İstanbul'da inşa edildiği kabul edilen yapının ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfı için S_{DS} değerleri sırasıyla 0.84, 0.95, 1.26, 1.16 ve 0.95 olarak elde edilmiştir. ZC ve ZD zemin sınıfı S_{DS} değerlerine göre DTS 1 sınıfına girmesine rağmen, tüm zemin sınıfları için ikinci aşama tasarımda kayan blok analizinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sebeple sadece İstanbul'daki lokasyon için kayan blok yöntemi ile yer değiştirmeler hesaplanacaktır.

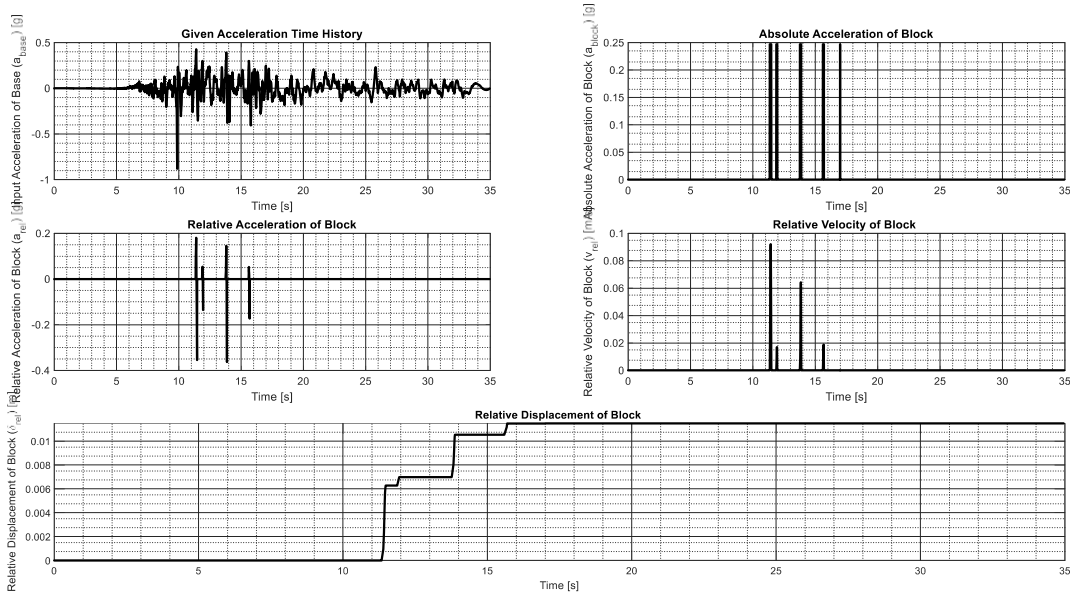


Şekil 13.4: 1999-Kocaeli deprem kaydı ile bu deprem kaydı kullanılarak elde edilen ivme kaydı (ZC zemin sınıfı için)



Şekil 13.5: Ortalama eşleştirilmiş spektrum ve hedef spektrumu

Newmark kayan blok yönteminin uygulanması için a_y ivme değerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu değer 10 m su derinliğinde B/H oranının 2 olması durumunda L tipi ve keson yanaşma yapısı için sırasıyla 0.247 g ve 0.19 g olarak elde edilmiştir. Newmark kayan blok analizi, Sumeet (2023) tarafından yazılan matlab kodu ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 13.6'da İstanbul'da ZC zemin sınıfına sahip bir bölgeye yerleştirilen L tipi yanaşma yapısına, Seismomatch yazılımı ile üretilen istenilen spektrum özelliklerine sahip bir ivme kaydına Newmark kayan blok yönteminin uygulanması ile elde edilen sonuçları göstermektedir.



Şekil 13.6: L tipi yanaşma yapısına ait Newmark kayan blok analizinin çıktıları (Zemin sınıfı ZC, B/H=2 ve su derinliği 10 m)

Çizelge 13.1 ve Çizelge 13.2’de sırasıyla L tipi ve keson tipi yanaşma yapısına ait sonuçlar verilmiştir. Elde edilen sonuçlardan güvenlik katsayılarının 1’in altına düşmesiyle birlikte yapının yer değiştirmeye başladığı ve güvenlik katsayılarının küçülmesiyle birlikte yer değiştirmelerin arttığı görülmektedir. Bu durum ya a_y değerinin küçülmesiyle ya da sunulan çalışmada olduğu gibi ivme kaydındaki ivme değerlerinin artmasıyla olabilmektedir. Bu örnekte zemin sınıflarının farklılığından kaynaklı olarak üretilen ivme değerleri farklı olmaktadır. ZE zemin sınıfı için en büyük ivmeye sahip ivme kayıtları elde edilirken, ZA zemin sınıfı için en küçük ivmeye sahip ivme kayıtları elde edilmektedir.

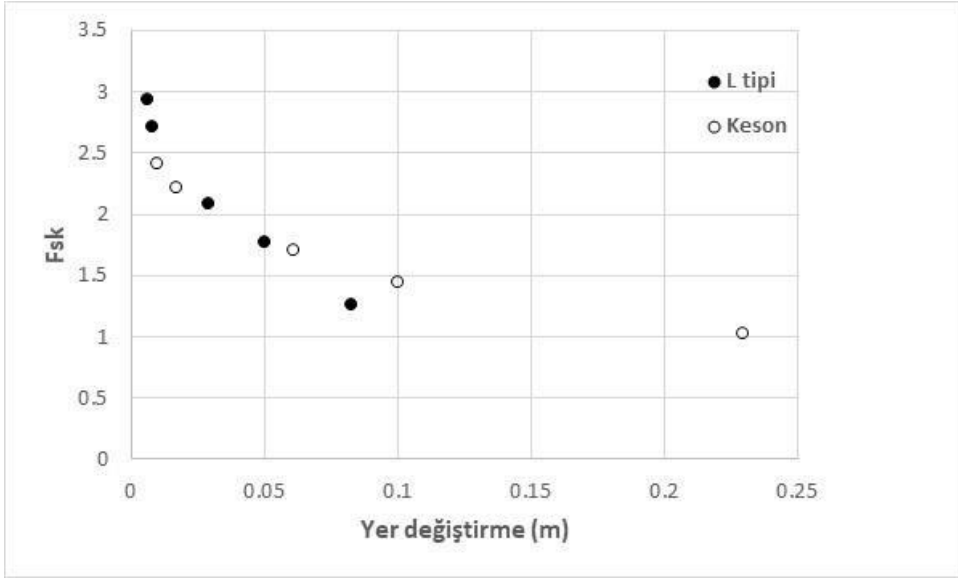
Çizelge 13.1: L tipi yanaşma yapısına ait eşdeğer statik analiz ve Newmark kayan blok yöntemi sonuçları

	Fsk (İstanbul)	Yer değiştirme (m)
ZA	2.93	0.006
ZB	2.71	0.008
ZC	2.09	0.029
ZD	1.77	0.050
ZE	1.26	0.083

Çizelge 13.2: Keson tipi yanaşma yapısına ait eşdeğer statik analiz ve Newmark kayan blok yöntemi sonuçları

	Fsk (İstanbul)	Yer değiştirme (m)
ZA	2.41	0.010
ZB	2.22	0.017
ZC	1.71	0.061
ZD	1.45	0.10
ZE	1.03	0.23

Şekil 13.7 İstanbul’da inşa edildiği düşünülen L tipi ve keson tipi yanaşma yapıları için güvenlik katsayılarına karşılık Newmark kayan blok yöntemi ile elde edilen yer değiştirme değerleri gösterilmektedir. Her iki yapı için Fsk değerlerinin azalmasıyla yapıların yapacağı yatay yer değiştirme değerlerinin arttığı görülmektedir. Keson yapısının yenilme ivmesi L tipi yapısına göre daha küçük olmasından dolayı hesaplanan yer değiştirmeler daha büyük elde edilmiştir.



şekil 13.7: L tipi yanaşma yapısı için Fsk ve yer değiştirme

14. SONUÇLAR

- L tipi ve keson yanaşma yapılarının deprem etkisindeki stabilite değerleri DLH (2008) ve AYGM (2020) şartnamelerine göre farklı yapı ve zemin koşullarına göre incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir: Deprem etkisi altında farklı boyutlardaki L tipi yanaşma yapısının hesaplanan stabilite değerleri D1-DD3 ve D2-DD2 deprem yer hareketi düzeylerine göre karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Yapı yüksekliği sabit tutularak yapıya ait genişlik değiştirilmiş ve kritik statik-eşdeğer deprem katsayısı değerleri Çizelge 14.1, Çizelge 14.2 ve Çizelge 14.3'te verilmiştir. Bu değerler aşıldığı zaman yapı kaymaya ve devrilmeye karşı stabil olmamaktadır. Yapı genişliğinin arttırılmasına bağlı olarak kritik kh değerlerinde de artış meydana gelmektedir. Bu durumda yapının stabilite değerlerinde artış sağlanmaktadır. Ancak yapı genişliğinin artması malzeme kullanımını ve buna bağlı olarak da maliyeti arttırmıştır. DLH (2008) ve AYGM (2020) arasında anlamlı bir farklılık elde edilmediğinden dolayı her iki yönetmelik için hesaplanan stabilite değerleri yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 14.1: B/H=1 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 1	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.267	0.15
B-ZB	0.28	0.15
C-ZC	0.28	0.15
D-ZD	0.28	0.14
E-ZE	0.275	0.13-0.14

Çizelge 14.2: B/H=1.5 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 1.5	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.485	0.198
B-ZB	0.486	0.198
C-ZC	0.485	0.198
D-ZD	0.485	0.198
E-ZE	0.485	0.198

Çizelge 14.3: B/H=2 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 2	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.594	0.22
B-ZB	0.594	0.23
C-ZC	0.594	0.22
D-ZD	0.594	0.22
E-ZE	0.594	0.22

- Deprem etkisi altında farklı boyutlardaki keson tipi yanaşma yapısının hesaplanan stabilite değerleri D1-DD3 ve D2-DD2 deprem yer hareketi düzeylerine göre karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Yapı yüksekliği sabit tutularak yapıya ait genişlik değiştirilmiş ve kritik statik-eşdeğer deprem katsayısı değerleri Çizelge 14.4, Çizelge 14.5 ve Çizelge 14.6'da verilmiştir. Bu değerler aşıldığı zaman yapı kaymaya ve devrilmeye karşı stabil olmamaktadır. Yapı genişliğinin artırılmasına bağlı olarak kritik kh değerlerinde de artış meydana gelmektedir. Bu durumda yapının stabilite değerlerinde artış sağlanmaktadır. Ancak yapı genişliğinin artması malzeme kullanımını ve buna bağlı olarak da maliyeti arttırmıştır. DLH (2008) ve AYG (2020) arasında anlamlı bir farklılık elde edilmediğinden dolayı her iki yönetmelik için hesaplanan stabilite değerleri yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 14.4: B/H=1 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 1	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.27	0.12
B-ZB	0.28	0.10-0.11
C-ZC	0.28	0.10-0.11
D-ZD	0.28	0.11
E-ZE	0.27-0.28	0.11

Çizelge 14.5: B/H=1.5 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 1.5	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.48	0.14
B-ZB	0.48-0.49	0.15
C-ZC	0.48-0.49	0.14-0.15
D-ZD	0.48	0.15
E-ZE	0.48	0.14-0.15

Çizelge 14.6: B/H=2 koşulunda kritik kh değerleri

Zemin Sınıfı	B/H = 2	
	Devrilme Tahkiki	Kayma Tahkiki
	kh	kh
A-ZA	0.594	0.20
B-ZB	0.594	0.17
C-ZC	0.594	0.16-0.17
D-ZD	0.594	0.15-0.16
E-ZE	0.594	0.15-0.16

- L tipi yanaşma yapısı B/H=2 koşulunda AYGEM (2020)'ye göre farklı spektral ivme katsayıları (S_s) ve farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite durumları incelenmiştir. Çalışmada İstanbul ve İzmir illerine ait parametreler seçilmiştir. Her iki il için tasarım sonucunda yapının devrilmeye karşı güvenli olduğu belirlenmiştir. Ancak İstanbul için ZD ve ZE zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde yapının kaymaya karşı stabil olmadığı bulunmuştur. İzmir için yapılan tasarımda ise ZA ve ZB zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde yapının kaymaya karşı güvenli olmadığı belirlenmiştir. ZC zemin sınıfında 3 m ve 5 m derinlikte yapılan tasarımda DD2 deprem yer hareketi düzeyi için, 7 m ve 10 m derinlikte yapılan tasarımda ise DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeyi için stabilite sağlanamamıştır. ZD zemin sınıfında DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeyi için stabilite elde edilememiştir. ZE zemin sınıfında ise tüm derinlik ve deprem yer hareketi düzeyleri için yapılan tasarımlara ait stabilite elde edilememiştir.

L tipi yanaşma yapısı için elde edilen değerlerin karşılaştırılması sonucunda İzmir'in depremselliğinin daha yüksek olmasından dolayı yapının stabilitesinin İstanbul verilerine göre tasarlanan yapının stabilitesine göre daha düşük olduğu görülmüştür.

- Keson tipi yanaşma yapısı B/H=2 koşulunda AYGEM (2020)'ye göre farklı spektral ivme katsayıları (S_s) ve farklı deprem yer hareketi düzeylerinde stabilite durumları incelenmiştir. Çalışmada İstanbul ve İzmir illerine ait parametreler seçilmiştir. Her iki il için tasarım sonucunda yapının devrilmeye karşı güvenli olduğu belirlenmiştir. Ancak İstanbul için ZC ve ZD zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde, ZE zemin sınıfında ise DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde yapının kaymaya karşı stabil

olmadığı belirlenmiştir. İzmir için yapılan tasarımda ise ZA ve ZB zemin sınıflarında DD2 deprem yer hareketi düzeylerinde yapının kaymaya karşı güvenli olmadığı belirlenmiştir. ZC zemin sınıfında DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde kaymaya karşı stabil olmadığı elde edilmiştir. ZD zemin sınıfında 3 m derinliğe göre hazırlanan tasarımın DD2 ve DD2a deprem yer hareketi düzeylerinde, diğer derinlik durumunda ise herhangi bir deprem yer hareketi düzeyinde stabilitesi sağlanamamıştır. ZE zemin sınıfında ise tüm derinlik ve deprem yer hareketi düzeyleri için yapılan tasarımlara ait stabilite elde edilememiştir. Keson tipi yanaşma yapısı için elde edilen değerlerin karşılaştırılması sonucunda İzmir'in depremselliğinin daha yüksek olmasından dolayı yapının stabilitesinin İstanbul verilerine göre tasarlanan yapının stabilitesine göre daha düşük olduğu görülmüştür..

- KLÖS=1 ve DTS=2, 3 sınıfına giren kıyı ve liman yapıları için AYGM (2020)'de 2 aşamalı tasarım yapılması belirtilmiştir. Birinci aşamada statik-eşdeğer deprem hesabı yapıldıktan sonra ikinci aşamada DD2a deprem yer hareketi düzeyinde Newmark kayan blok yöntemi ile yer değiştirme hesabı yapılmıştır. KLÖS=1 ve DTS=1 durumları tez kapsamı dışında tutulmuştur. İstanbul ve İzmir bölgelerinde 10 m su derinliğinde B/H oranının 2 olması durumunda L tipi ve keson tipi yanaşma yapıları için Newmark kayan blok yöntemi uygulanmıştır. Hazırlanan çalışma sonucunda İzmir'e ait lokasyonda S_{DS} değeri 1'den küçük olduğu için DTS=1 olmaktadır ve bu durumda AYGM (2020)'ye göre Newmark Kayan Blok yöntemi uygulanamamaktadır. İstanbul'a ait lokasyona göre tasarımı yapılan yapının sadece ZC ve ZD zemin sınıfı S_{DS} değerlerine göre DTS 1 sınıfına girmesine rağmen, tüm zemin sınıfları için ikinci aşama tasarımda kayan blok analizinin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle sadece İstanbul'daki lokasyon için kayan blok yöntemi ile yer değiştirme hesabı yapılmıştır. F_{sk} değerinin azalışına bağlı olarak yer değiştirme değerlerinde artış meydana gelmiştir. Zemin sınıfları arasında en yüksek yer değiştirme değeri ZE zemin sınıfı için elde edilmiştir.
- DLH (2008) ve AYGM (2020) şartnamelerinde bazı hesap ve yaklaşım farklılıkları olduğu görülmektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda eş değer deprem seviyelerinde (D1-D3, D2-DD2) yapılan tasarımlarda elde edilen güvenlik katsayılarının AYGM (2020)'ye göre yapılan tasarımlarda

daha yüksek çıkmasına rağmen, bu farklılık anlamlı seviyelerde olmayacak kadar küçüktür. İki şartname arasındaki temel farklılık liman yapılarının 144 yılda bir gelebilecek depremi temsil eden DD2a deprem düzeyine göre tasarlanmasını önermesidir. Bu deprem seviyesi için tasarlanan liman yapılarının boyutları, D2 deprem düzeyinde tasarlanan yapılara göre uygulanabilir boyutlarda çıkması önemlidir. Ayrıca KLÖS 1 yapılar için DTS 1 olması durumunda statik-eşdeğer hesabın birinci aşamada yapılması ve ikinci aşamada yapı-zemin etkileşiminin incelenmesinin istenmesi, yapı davranışının anlaşılabilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, KLÖS 1 yapılar için ve DTS 2,3 olması durumunda, birinci aşamada statik-eşdeğer hesap yapılması ve ikinci aşamada kayan blok analizine göre yatay yer değiştirmenin belirlenerek yapı stabilitesine karar verilmesi daha güvenilir yapıların tasarımı için önemlidir.

KAYNAKLAR

- Aydınoğlu, M.N. (2007). Dayanıma Göre Tasarımdan Şekil Değiştirmeye Göre Tasarıma, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 31 Mayıs 2007, Kocaeli.
- AYGM, Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği, Ankara, Türkiye, 2020.
- BS 6349 (2000). British Standart Code of Practise for Maritime Structures.
- Demir, A.E. (2007). Limanlarda Tasarım Esasları ve Rıhtım Yapılarının Davranışa Dayalı Tasarımı (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Goda, Y. (1999). Design of Gravity Type of Port Structures, Japan.
- Hasanoğlu, C.K. (1999). Gemi Yanaşma Tipleri, Hesap Esasları ve En Ekonomik Rıhtım Seçimi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Newmark, N. m. (1965), ‘‘Effects of Earthquakes on Dams and Embankments’’, Geotechnique, 15 (2): 139-160.
- OCDI The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (2002). Technical Standarts and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan, Tokyo, Japan.
- PIANC Permanent International Navigation Association, (2001). Seismic Design Guidelines for Port Structures, A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands.
- Polat, Ş.Ş. (2008). *Deformation Based Seismic Design of Pile Supported Marine Facilities* (Doktora Tezi), Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırmaları Enstitüsü, İstanbul.
- Seismosoft (2023) <https://seismosoft.com/products/seismomatch/>
- Sumeet (2023). Newmark Sliding Block Analysis (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/57758-newmark-sliding-block-analysis>), MATLAB Central File Exchange. Retrieved January 27, 2023.
- Sumer, B.M., Ansal, A., Cetin, K.O., Damgaard, J., Gunbak, A.R., Hansen, N.E.O., Sawicki, A., Synolakis, C.E., Yalciner, A.C., Yuksel, Y. and Zen, K., 2007. Earthquake-induced liquefaction around marine structures, *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 133(1), 55–82.
- T.C Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği, İMO, İstanbul, 2008.
- Thoresen, C.A. (2015). Port designer’s Handbook: Recommendations and Guidelines, London: Thomas Telford Publishing.
- Topsoy, E. (2016). Kıyı Yanaşma Yapılarının Tasarımı, Onarım ve Güçlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Wilson, R.C., Keefer, D.K., (1985), ‘‘Predicting the Areal Limits of Earthquakes Induced Landslides’’ In: Ziony, J. (Ed.), Evaluating Earthquake Hazards in the Los Angeles Metropolitan Area, US Geological Survey, Professional Paper 1360, 317-345.

Yüksel Y. ve Özkan, E.Ç. (2010). Liman Mühendisliği, İstanbul: Beta Yayınları.

Yüksel, Y., Alpar, B., Yalçın, A.C., Çevik, E., Özgüven, O. and Çelikoğlu, Y., 2002. Effects of the Eastern Marmara Earthquake on marine structures and coastal areas, *Water and Maritime Engineering*, 156(2), 147–163.





ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet TAŞKAFİ

Doğum Tarihi : 1996

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lisans : 2019, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı Kurumlar

- Ulutaş İnşaat Elektrik Taahhüt, 2017 (Stajyer)
- Ulutaş İnşaat Elektrik Taahhüt, 2019 (İnşaat Mühendisi)
- CW Enerji, 2022 (Güneş Paneli Üretim Teknisyeni)
- Antalya Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü,2023 (devam) (Memur)

