GeoteknikPro

STUDIO — DAYANMA YAPILARI

Sürüm 3.0.1

KULLANICI KILAVUZU

ve Hesap Yöntemleri Belgesi

Taş · Betonarme · Gabion · Toprakarme · Kuyu temel · Ankrajlı duvar
Devrilme · Kayma · Taşıma gücü · Toptan göçme · Newmark · Oturma · Betonarme tasarım

TBDY 2018 Bölüm 16 ve TS 500 esaslarına uygundur

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

İçindekiler

İçindekiler 2
Şekiller Listesi 4
Tablolar Listesi 5
Kullanılan Simgeler ve Birimler 6
1. Giriş 7
1.1 Modül ne yapar 7
1.2 Kapsam 7
1.3 Kimin için 7
2. Ekran ve İş Akışı 8
2.1 Ekran düzeni 8
2.2 Durum kartları — her zaman canlı 8
2.3 Alternatifler 9
3. Duvar Modelini Kurmanın Yolları 10
3.1 Birinci yol — ön boyutlandırma sihirbazı 10
3.2 İkinci yol — boyutların elle girilmesi 12
3.3 Üçüncü yol — taş duvar kesitinin DXF'ten okunması 12
3.4 Dördüncü yol — nokta tablosundan kesit girişi 13
3.5 Beşinci yol — Excel duvar listesi 13
4. Duvar Tipleri ve Geometri 15
4.1 Taş (ağırlık) duvar 15
Karayolları tipi — abak okunur, B türetilir 15
Karayolları taş duvar abakları: dört tür 15
Taş gövde altında betonarme temel plağı 16
4.2 Betonarme konsol duvar 16
4.3 Gabion duvar 18
4.4 Toprakarme (şeritli) 18
4.5 Kuyu temel 19
4.6 Ankrajlar 20
4.7 Yatay hatıl 21
5. Zemin, Su ve Yükler 22
5.1 Zemin profili 22
5.2 Seçilmiş geri dolgu 22
5.3 Arazi biçimi 23
5.4 Yeraltı suyu 23
5.5 Sürşarjlar 24
5.6 Minimum yatay tasarım basıncı 24
6. Deprem Etkisi 26
6.1 r katsayısı ve izin verilen ötelenme 26
6.2 Dinamik itkinin ayrıştırılması 26

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

7. Tahkikler 27
7.1 Dış tahkikler 27
7.2 Duvar tipine özgü tahkikler 27
7.3 İsteğe bağlı tahkikler 29
Toptan göçme 29
Toptan göçmede çözücü seçimi, yöntem karşılaştırması ve rijit blok 29
Oturma 29
Zayıf alt tabaka ve zımbalama 30
8. Betonarme Tasarım 31
9. Sonuçların Okunması 34
9.1 Kuvvet bilançosu 34
9.2 Grafikler 34
9.3 Girdi denetimi 34
10. Ayarlar — Sonucu Değiştirenler 36
11. Doğrulama 38
11.1 Toptan göçme: PLAXIS ve yöntemler arası kıyas 38
11.2 Bilinen farklar ve sınırlar 40
12. Rapor, Çizim ve Aktarım 41
12.1 Word raporu 41
12.2 DXF çizimi 42
12.3 PLAXIS 2D aktarımı 42
12.4 Üç boyutlu görünüş 43
12.5 Metraj ve maliyet 43
13. Dikkat Edilecek Noktalar 45
13.1 Model kurarken 45
13.2 Zemin ve yük girerken 45
13.3 Sonuçları okurken 45
14. Yönetmelik Karşılıkları 46
15. Kapsam ve Bilinen Sınırlar 47
16. Kaynaklar 48

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Şekiller Listesi

Şekil 1. Dayanma Yapıları ana ekranı: alternatif şeridi, dört sekmeli sol panel, kesit ve 3B model, altta durum kartları 8
Şekil 2. Tüm Duvarlar — Sonuç Matrisi: alternatiflerin güvenlik oranları yan yana 9
Şekil 3. Tasarım Sihirbazı — ön boyutlandırma penceresi: girdiler ve bulunan kesitin önizlemesi 11
Şekil 4. DXF kesiti — birim ve önizleme penceresi: okunan gövde, ölçüler ve uyarılar 13
Şekil 5. Karayolları tipi taş duvar: Duvar Parametreleri sekmesinde abak ve eğim seçimleri, kesit ve 3B model 16
Şekil 6. Betonarme konsol duvar: eğimli arka arazi, seçilmiş geri dolgu, kesit ve 3B model 17
Şekil 7. Yük azaltma döşemeli betonarme duvar: kuvvet şeması ve döşeme kotunda kesilen yatay basınç dağılımı 17
Şekil 8. Gabion duvar: kutu düzeni tablosu, sıra bazlı dizilim, kesit ve 3B model 18
Şekil 9. Toprakarme duvar: şerit düzeni ve donatı girdileri, kesit ve 3B model 19
Şekil 10. Ankrajlı betonarme duvar: kesitte ankraj ve 3B modelde ankraj sırası 20
Şekil 11. Zemin Parametreleri sekmesi: zemin profili, seçilmiş geri dolgu ve arazi biçimi girdileri 23
Şekil 12. Kuvvet Grafikleri: sürşarj, çatlak suyu ve minimum tasarım tabanı bileşenleriyle yatay basınç dağılımı 25
Şekil 13. Taş duvar Kuvvet Grafikleri: gövdede kesme, moment ve ezilme dağılımları ile derz taraması 28
Şekil 14. Gabion duvar Kuvvet Grafikleri: kuvvet şeması ve sıra arayüzlerinde kayma ve devrilme güvenliği 28
Şekil 15. Toptan Göçme Analizi penceresi: kritik kayma yüzeyi, aday yüzeyler, yöntemler tablosu ve dilim tablosu 30
Şekil 16. Oturma penceresi: temel altı kesiti, gerilme artışı Δσ(z), kümülatif oturma ve tabaka katkıları 31
Şekil 17. Betonarme Tasarım penceresi (TS 500 + TBDY): donatı konumları, kesit kontrolleri ve gövde tasarım zarfı 33
Şekil 18. Kuvvet Grafikleri penceresi: bilanço terimlerinin kuvvet şeması ve yatay basınç dağılımı 34
Şekil 19. Ayarlar penceresi, Dayanma Yapıları › Genel sekmesi: tasarım yönetmeliği ve minimum yatay tasarım basıncı 37
Şekil 20. PLAXIS 2D'ye aktar penceresi: duvar modeli, sürşarj ve aşama seçenekleri 43
Şekil 21. Ayarlar penceresi, Dayanma Yapıları › Çizim / Drenaj sekmesi: drenaj borusu, barbakan ve metraj değerleri 44

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Tablolar Listesi

Tablo 1. Kılavuzda kullanılan simgeler 6
Tablo 2. Girdi sekmeleri 8
Tablo 3. Beş yolun karşılaştırması 10
Tablo 4. Sihirbaz girdileri 10
Tablo 5. İçe aktarmada yapılan denetimler 12
Tablo 6. Karayolları taş duvar abak türleri 15
Tablo 7. Sürşarj türleri 24
Tablo 8. Her duvarda yapılan tahkikler 27
Tablo 9. Tipe özgü tahkikler 27
Tablo 10. Girdi denetiminden örnekler 35
Tablo 11. Ayar grupları 36
Tablo 12. Doğrulama kaynakları 38
Tablo 13. D-01 örnek kesiti: PLAXIS 1,56 değerine göre karşılaştırma 38
Tablo 14. Yöntemler arası karşılaştırma (aynı yüzey, Spencer'a göre) 39
Tablo 15. Yönetmelik karşılıkları 46
Tablo 16. Kapsam ve bilinen sınırlar 47

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Kullanılan Simgeler ve Birimler

Modül iç hesabını ton-kuvvet ve metre (t–m) sisteminde yürütür, ekranda ve raporda görülen birimler bu sistemdedir. Kuvvet çevrimi tek bir yerde tanımlıdır (1 tf = 9,807 kN) ve suyun birim hacim ağırlığı bu sistemde 1,000 t/m^3 olur. Analiz düzlem şekil değiştirme kabulüyle, duvar boyunca birim genişlik (1 m) için yapılır.

Tablo 1. Kılavuzda kullanılan simgeler

Simge	Açıklama	Birim
H	Duvar yüksekliği — toplam, temel dâhil	m
B	Taban genişliği — geometriden türetilir	m
D_f	Gömülme derinliği	m
γ	Zeminin doğal birim hacim ağırlığı	t/m^3
γ_{sat}	Zeminin doygun birim hacim ağırlığı	t/m^3
c′	Efektif kohezyon	t/m^2
c_u	Drenajsız kayma dayanımı	t/m^2
ϕ′	Efektif içsel sürtünme açısı	°
δ	Duvar–zemin arayüz sürtünme açısı	°
β	Arka arazi eğimi (yataydan)	°
ψ	Basıncın uygulandığı yüzün yataydan açısı	°
θ	Sismik atalet açısı, $\arctan(k_h/(1\mp k_v))$	°
K_a, K_{at}	Statik ve toplam (sismik) aktif basınç katsayıları	—
K_{ad}	Dinamik artış katsayısı, $K_{at} - K_a$	—
K_p	Pasif basınç katsayısı	—
K_0	Sükûnet basıncı katsayısı	—
P_a, P_{ad}	Statik aktif itki ve dinamik artış itkisi	t/m
P_{su}	Su basıncı bileşkesi	t/m
P_p	Pasif direnç bileşkesi	t/m
V, U	Toplam düşey yük ve taban kaldırma kuvveti	t/m
e	Taban bileşkesinin dışmerkezliği	m
B′	Etkin (temas eden) taban genişliği	m
q_{min}, q_{max}	En küçük ve en büyük taban gerilmesi	t/m^2
q_t	Taban için tasarım taşıma gücü	t/m^2
R/E	Devrilmede direnç momentinin devirici momente oranı	—
V_{th}, R_{th}	Yatay tasarım istemi ve taban kayma direnci	t/m
k_h, k_v	Yatay ve düşey sözde-statik deprem katsayıları	—
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı	—
r	İzin verilen ötelenmeye bağlı azaltma katsayısı (Tablo 16.7)	—
γ_R	Kısmi direnç katsayısı (devrilme, kayma, pasif, taşıma)	—
E_s, m_v	Elastisite modülü ve hacimsel sıkışma katsayısı	MPa · cm^2/kg
f_d	Yığma gövde tasarım basınç dayanımı	t/m^2

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

1. Giriş

1.1 Modül ne yapar

Dayanma Yapıları modülü, bir dayanma yapısının dış (global) tasarımını TBDY 2018 Bölüm 16 esaslarına göre yürütür. Kullanıcı duvarın geometrisini, arkasındaki zemin profilini, su durumunu, yükleri ve deprem parametrelerini tanımlar, program yanal basınç katsayılarını ve itkileri hesaplar, statik ve iki deprem durumunu ayrı ayrı çözer, devrilme, kayma, taşıma gücü ve taban gerilmesi tahkiklerini yapar ve yöneten durumu seçer.

Bunların yanında, duvar tipine göre değişen tahkikler de yapılır: taş duvarda yatay derz kayması ve gövde ezilmesi, gabionda sıra arayüzleri, toprakarmede iç stabilite, kuyu temelde her kademenin kesme tahkiki, betonarmede kesit tasarımı ve donatı. Toptan göçme, oturma ve Newmark kalıcı ötelenme kontrolü ayrı pencerelerde yürür.

Aynı proje içinde birden çok duvar alternatifi tanımlanabilir ve hepsi tek bir karşılaştırma matrisinde yan yana çözülebilir. Bu, modülün tasarım aracı olarak kullanılış biçimidir: bir çözüm değil, birkaç çözüm üretilir ve aralarından seçilir.

1.2 Kapsam

Modül duvarın dış stabilitesini ve kesit tasarımını tek bir son durum için çözer. Şev duraylılığı taraması Şev modülünde, aşamalı kazı İksa modülünde yapılır, toptan göçme tahkiki duvarın çevresindeki yüzeyleri arar. Duvarın ötelenmesi Newmark kalıcı yer değiştirme kestirimiyle değerlendirilir, üst yapıdan gelen yükler girdi olarak alınır. Analiz düzlem şekil değiştirme kabulüne dayanır, üç boyutlu görünüş bir gösterimdir.

1.3 Kimin için

Modül, geoteknik ve betonarme tasarım eğitimi almış kullanıcılar içindir. Program hesabı yapar, kabullerini açıkça yazar ve kırptığı her değeri bildirir, parametrelerin sahaya uygunluğu ve nihai mühendislik kararı kullanıcının sorumluluğundadır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

2. Ekran ve İş Akışı

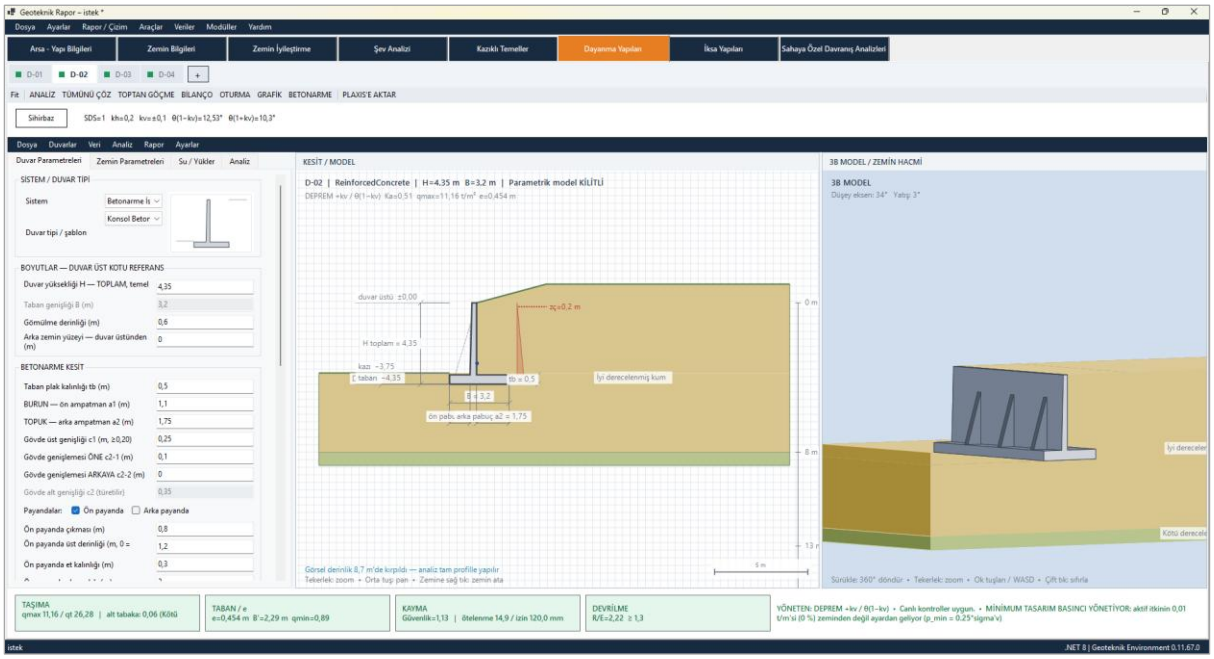
2.1 Ekran düzeni

Üstte ana programın ortak bandı ve onun altında araç şeridi yer alır, ekranın altında dört durum kartı ve bir ileti satırı bulunur. Sol tarafta dört sekmeli girdi paneli, sağ tarafta iki bölmeli bir görünüm vardır: ortada kesit, en sağda üç boyutlu model. En üstte, projedeki bütün duvar alternatiflerini yan yana gösteren bir şerit yer alır.

Dayanma Yapıları verisi, ana programın tek proje dosyasıyla (*.geos) birlikte kaydedilir ve açılır, modülde ayrı bir kaydet ya da aç komutu yoktur. Dayanma Yapıları sekmesi açıkken ortak bantta modülün kendi menüsü görünür: Yeni Proje (yalnız bu modül) komutu yalnız bu modülün verisini sıfırlar, projenin diğer modüllerine dokunmaz. Rapor ve çizim komutları ortak Rapor / Çizim menüsünde, ayarlar ise üstteki tek Ayarlar penceresinin Dayanma Yapıları sekmesindedir.

Tablo 2. Girdi sekmeleri

Sekme	İçerik
Duvar Parametreleri	Sistem ve duvar tipi seçimi, ortak boyutlar ve seçilen tipe ait geometri grubu, betonarmede ayrıca ankraj tablosu. İlgisiz gruplar gizlenir, soluk bırakılmaz.
Zemin Parametreleri	Tek bir zemin profili tablosu, seçilmiş geri dolgu, arazi biçimi ve eğimi.
Su / Yükler	Yeraltı suyu durumu ve iki yandaki su derinlikleri, dinamik geçirimlilik seçimi, sürşarj tablosu.
Analiz	Taban drenaj durumu, taş derz parametreleri, hatıl, saha tarihçesi, deprem parametreleri ve modül ayarlarına giriş.



Şekil 1. Dayanma Yapıları ana ekranı: alternatif şeridi, dört sekmeli sol panel, kesit ve 3B model, altta durum kartları

2.2 Durum kartları — her zaman canlı

Ekranın altındaki dört kart, yöneten durumun sonuçlarını sürekli gösterir: TAŞIMA (q_{max} ve tasarım taşıma gücü), TABAN / e (dışmerkezlik, etkin taban genişliği ve en küçük gerilme), KAYMA (güvenlik oranı ve varsa hesaplanan ötelenme) ve DEVRİLME (R/E ile hedef değer). Altlarındaki ileti satırı yöneten durumu ve varsa uyarıları yazar: zayıf alt tabaka, pasif direnç kapalıyken tanımlanmış taban dişi, yönetmelik sınırının aşıldığı bir r seçimi, girdi denetiminde bulunan hatalar, toprakarme iç stabilite yetersizliği ve izin verilen ötelenmenin aşılması. Toprakarme duvarda beşinci bir kart, İÇ DENGE, açılır ve iç stabilitenin en kritik kullanım oranını ve durumunu

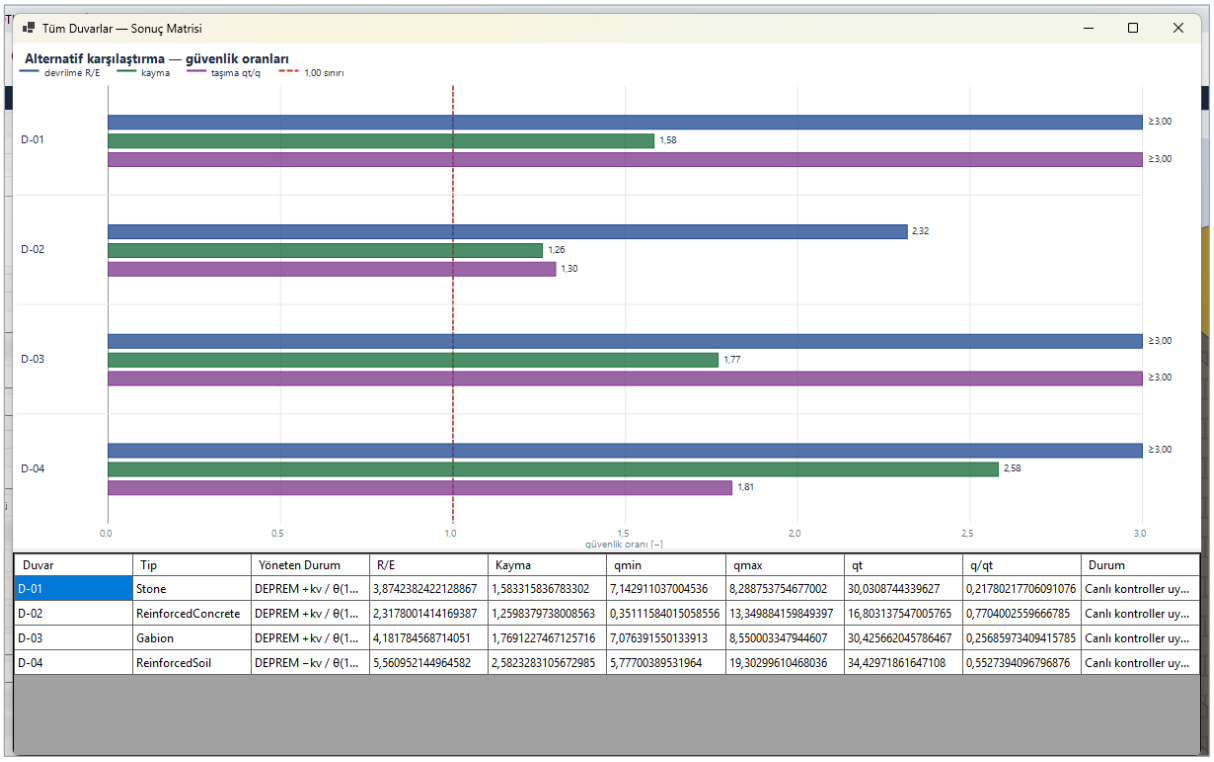
© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

gösterir. Betonarme duvarda donatı detayı yetersizse kartların yanında kırmızı “Donatı detayı SAĞLANMADI (Betonarme)” notu görünür.

2.3 Alternatifler

Üstteki şeritte her duvar alternatifi bir kartla temsil edilir ve durum noktası taşır: bütün tahkikler sağlanıyorsa yeşil, en az biri kalıyorsa kırmızı, henüz çözülmemişse gri. Yeni alternatif eklenebilir, aktif duvar kopyalanabilir ya da silinebilir, projede en az bir alternatif kalmak zorundadır.

“Tümünü çöz” komutu bütün alternatifleri çözer ve bir sonuç matrisi açar: her duvar için tip, yöneten durum, devrilme oranı, taban gerilmeleri ve taşıma oranı yan yana gelir, üstteki çubuk grafikte taşıma çubuğu, üç çubuğun da “büyük = güvenli” yönünde okunabilmesi için tersine çevrilmiştir. Matristeki sayılar üç ondalıkla gösterilir. Bütün duvarların toptan göçmesi de tek komutla hesaplanabilir (7.3).



Duvar	Tip	Yöneten Durum	R/E	Kayma	qmin	qmax	qt	q/qt	Durum
D-01	Stone	DEPREM +kv / θ(1...	3,8742382422128867	1,583315836783302	7,142911037004536	8,288753754677002	30,0308744339627	0,21780217706091076	Canlı kontroller uy...
D-02	ReinforcedConcrete	DEPREM +kv / θ(1...	2,3178001414169387	1,2598379738008563	0,35111584015058556	13,349884159849397	16,803137547005765	0,7704002559666785	Canlı kontroller uy...
D-03	Gabion	DEPREM +kv / θ(1...	4,181784568714051	1,76912274671257 16	7,076391550133913	8,550003347944607	30,425662045786467	0,25685973409415785	Canlı kontroller uy...
D-04	ReinforcedSoil	DEPREM −kv / θ(1...	5,560952144964582	2,5823283105672985	5,77700389531964	19,302996104680 36	34,42971861647108	0,5527394096796876	Canlı kontroller uy...

Şekil 2. Tüm Duvarlar — Sonuç Matrisi: alternatiflerin güvenlik oranları yan yana

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

3. Duvar Modelini Kurmanın Yolları

Bir duvar modeli beş yoldan kurulabilir: ön boyutlandırma sihirbazı, boyutların elle girilmesi, taş duvar kesitinin DXF'ten okunması, taş duvar kesitinin nokta tablosundan girilmesi ve betonarme duvarların bir Excel listesinden toplu olarak kurulması. Hangi yolla başlanırsa başlansın geometri sonradan elle düzenlenebilir.

Tablo 3. Beş yolun karşılaştırması

Yol	Kapsamı	Ne zaman tercih edilir
Sihirbaz	Betonarme, taş ve gabion	Boyutlar henüz belli değilken, tutulacak net yükseklikten başlayıp tahkikleri sağlayan bir kesit aratmak için
Elle giriş	Bütün tipler	Boyutlar proje kesitinden biliniyorken, sihirbazın ürettiği kesiti düzeltmek için
DXF kesit	Yalnız taş duvar	Duvar gövdesi CAD ortamında çizilmişse — düzensiz çokgen gövdeler için tek yol
Nokta tablosu	Yalnız taş duvar	Kesit köşeleri sayı olarak biliniyorken, CAD'e gerek kalmadan
Excel listesi	Yalnız basit betonarme konsol duvar	Projede çok sayıda betonarme duvar varken, ölçüler bir listede toplu olarak verilecekse

3.1 Birinci yol — ön boyutlandırma sihirbazı

Sihirbaz, tutulacak net yükseklikten başlar ve tahkikleri sağlayan bir kesit arar. Net yükseklik, ön zemin yüzeyinden arka zemin yüzeyine olan farktır, gömme derinliği ve temel kalınlığı bunun altına eklenir. Bu ayrım, kullanıcının girdiği sayı ile üretilen duvarın toplam boyunun karışmasını önler.

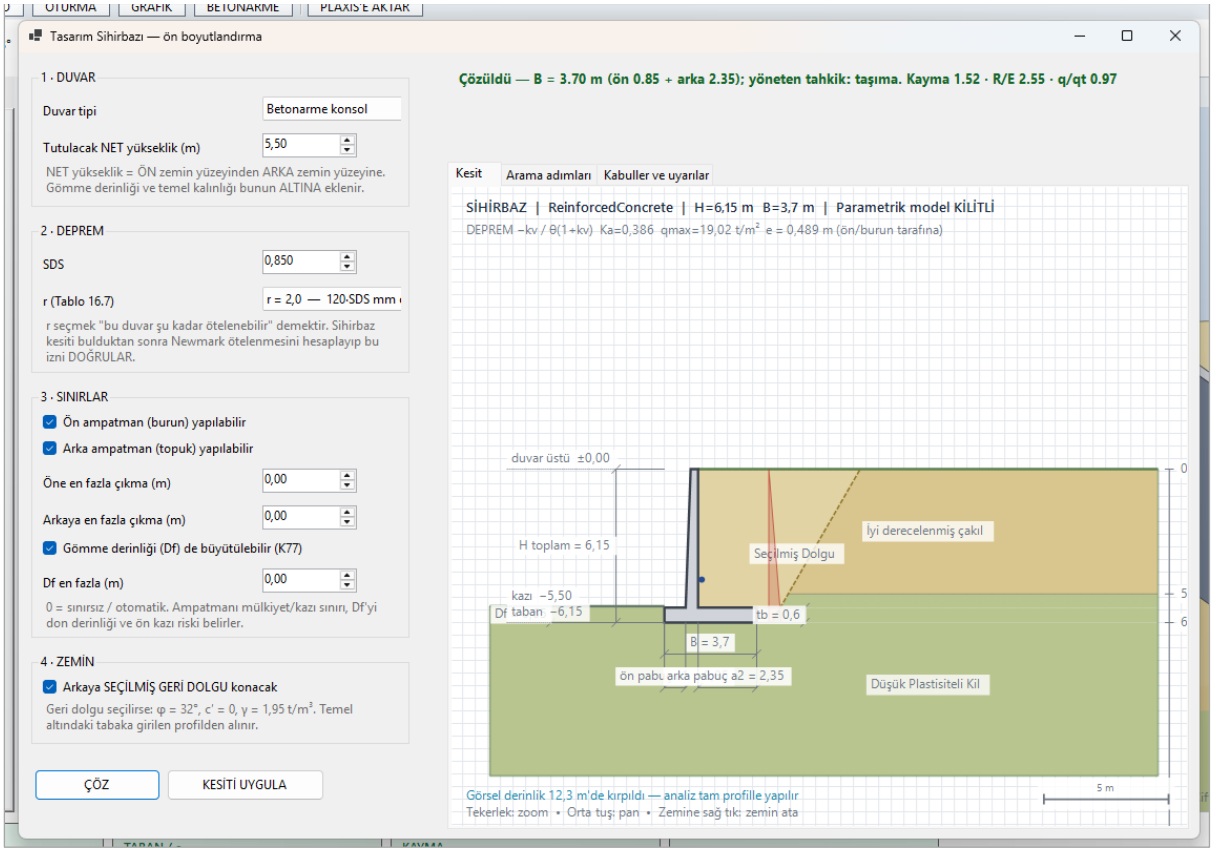
Tablo 4. Sihirbaz girdileri

Grup	Girilenler
Duvar	Duvar tipi (betonarme konsol, taş ağırlık duvarı, gabion) ve tutulacak net yükseklik.
Deprem	S_{DS} ve Tablo 16.7'ye göre r seçimi, her seçenek kendi izin verdiği ötelenmeyle birlikte yazılır.
Sınırlar	Ön ve arka ampatmanın yapılabilir olup olmadığı, gömme derinliğinin büyütülebilirliği ve her biri için en büyük değer, ayrıca tepe genişliği için bir üst sınır (Tepe genişliği en fazla). Sıfır, sınırsız demektir.
Zemin	Arkaya seçilmiş geri dolgu konup konmayacağı, taş duvarın altında betonarme temel bulunup bulunmadığı ve sonsuz sürşarj q (t/m²). q'nun varsayılanı aktif duvardaki sonsuz yüklerin toplamıdır ve sihirbazdaki bütün tahkikler bu q ile yapılır.
Gabion kutusu	Gabionda kutu boyutları. Gabion ara boyutlarla imal edilemediği için sihirbaz tabanı kutu adımlarıyla büyütür.

Arama, ampatmanları santimetre mertebesinde adımlarla büyüterek ilerler, gömme derinliği ve — betonarmede — taban dişi de izin verilmişse büyütülür. Hedef, dışmerkezlik ile kayma, devrilme, taşıma ve (taşta) derz tahkiklerinin hepsinin sağlanmasıdır. Betonarmede kesit tahkiki de arama içinde çalışır ve sonunda seçilen r değeri Newmark ötelenme kontrolüyle doğrulanır.

Sağ panelde üç sekme vardır: kesitin canlı önizlemesi, arama adımlarının tablosu (her adımda B, ampatmanlar, gömme, dışmerkezlik oranı ve dört tahkik oranı) ve kabuller ile uyarılar. Arama adımları tablosu, sonucun nasıl bulunduğunu izlenebilir kılar.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 3. Tasarım Sihirbazı — ön boyutlandırma penceresi: girdiler ve bulunan kesitin önizlemesi

Sihirbaz geometriyi ve sonsuz sürşarjı uygular

"KESİTİ UYGULA" komutu duvar tipini, deprem parametrelerini, yüksekliği, gömme derinliğini, geri dolgu tercihini ve tipe ait geometriyi kopyalar. Ayrıca duvardaki sonsuz sürşarjları sihirbazdaki tek bir q değerine çeker: q = 0 ise duvardaki sonsuz yükler kaldırılır, duvarda sonsuz yük yoksa bir tane eklenir. Şerit, çizgisel ve tekil yüklere dokunulmaz, yük listesi değiştiyse bir bilgi kutusu çıkar. Zemin profili, su, duvarın adı ve modül ayarları olduğu gibi kalır. Sihirbaz bir ön boyutlandırma aracıdır, projenin geri kalanını değiştirmez.

Konsol betonarme duvarın önerilmediği bir yükseklik aşıldığında sihirbaz durur ve sebebini yazar, böyle bir yükseklikte ankrajlı ya da payandalı bir çözüm gerekir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

3.2 İkinci yol — boyutların elle girilmesi

Duvar Parametreleri sekmesinde önce sistem (taş, betonarme, gabion, toprakarme), sonra duvar tipi seçilir. Seçime göre yalnız ilgili geometri grubu görünür, diğerleri gizlenir. Sayı alanları her tuş vuruşunda değil, alandan çıkıldığında ya da Enter'a basıldığında işlenir, böylece yarım yazılmış bir sayı geometriyi bozmaz.

Taban genişliği B türetilir

B alanı bütün duvar tiplerinde salt okunurdur, girilen ölçülerden hesaplanır. Betonarmede gövde alt genişliği de aynı şekilde türetilir, gabionda ise hem B hem H kutu diziliminden çıkar ve H alanı kapalı olur. Aynı büyüklük için tek bir alan bulunur: iki alan, er ya da geç birbirini tutmayan iki sayı demektir.

Duvar tipinin yanındaki küçük önizleme, seçilen şablonun değil gerçek poligonun siluetini çizer, yalnız silüet gösterir. Amacı, seçilen tipin ne ürettiğini bir bakışta görmektir.

3.3 Üçüncü yol — taş duvar kesitinin DXF'ten okunması

Düzensiz çokgen gövdeli bir taş duvar, ölçülerle tarif edilemez, çizilmesi gerekir. Bu yol taş duvar içindir ve dosyadan alınan tek şey duvar gövdesidir.

DXF'ten yalnız gövde okunur

İçe aktarma yalnız duvar gövdesini günceller. Zemin profili, su durumu, sürşarjlar, drenaj ve hatıl bilgileri programdaki haliyle kalır, çizimde ankraj, donatı ya da başka bir eleman bulunsa da yalnız gövde çevrimi alınır.

Okuyucu ASCII DXF ile çalışır ve LINE ile LWPOLYLINE varlıklarını okur, dosya ikili (binary) DXF ise program CAD'den "ASCII DXF" olarak kaydedilmesini ister. Okunan parçalardan kapalı çevrimler kurulur, birden çok kapalı çevrim varsa en büyük alanlı olan gövde kabul edilir ve kaç çevrim bulunduğu bildirilir.

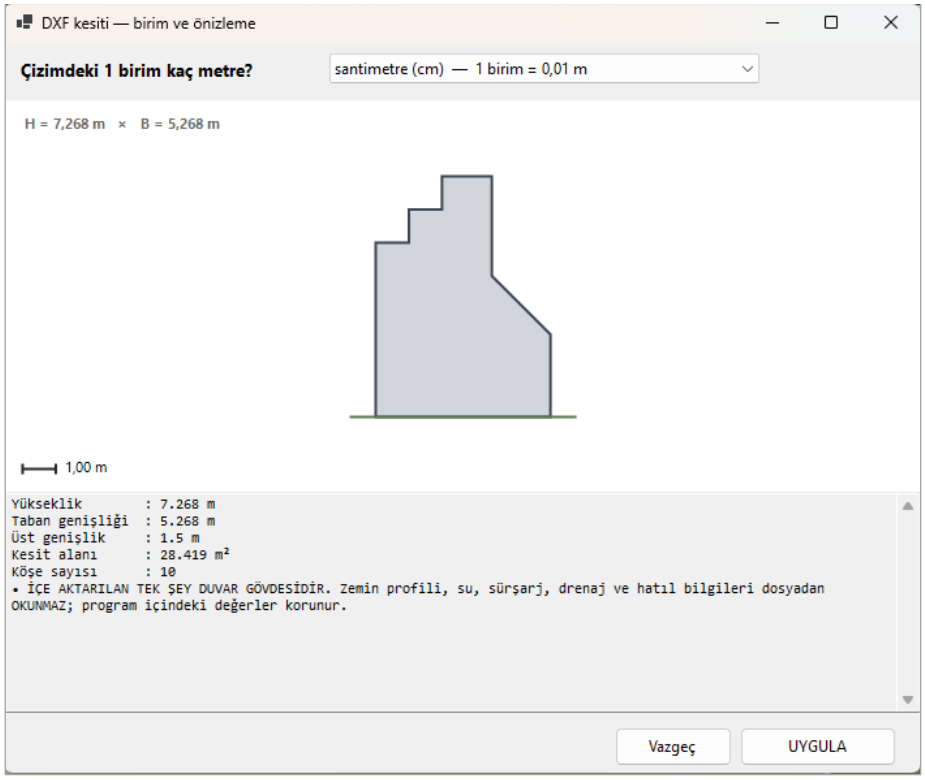
Birim, dosyanın başlığındaki birim tanımından kestirilir ve geometrinin büyüklüğüyle tutarlılığı denetlenir. Önizleme penceresindeki birim kutusundan milimetre, santimetre, metre, inç ya da fit seçilebilir. Seçilen birim olduğu gibi kullanılır, geometriyle tutarsızsa program uyarır.

Tablo 5. İçe aktarmada yapılan denetimler

Denetim	Kural
Kapalı çevrim	En az bir kapalı çevrim bulunmalıdır, bulunamazsa içe aktarma yapılmaz.
Kendini kesme	Poligon kendi kenarlarını kesiyorsa reddedilir. Bu denetim, alan denetiminden önce yapılır: papyon biçimli bir poligonun işaretli alanı sıfır olduğu için, sıra tersine olsaydı kullanıcı yanıltıcı bir gerekçe görürdü.
Yükseklik	Gövde yüksekliği makul bir aralıkta olmalıdır, dışına çıkan bir kesit, birimin yanlış seçildiğinin işaretidir.
Düz üst yüzey	Duvarın üst yüzeyi düz olmalıdır, yamuk tepe kabul edilmez ve CAD'de düzeltilmesi istenir.
Üst ve taban genişliği	Her ikisi de bir alt sınırın üzerinde olmalıdır.
Köşe sayısı ve biçim	Çok fazla köşe ve ters yamuk (üstü tabandan geniş) biçim uyarı üretir, içe aktarmayı durdurmaz.

Önizleme panelinde yükseklik, taban genişliği, üst genişlik, kesit alanı ve köşe sayısı ile uyarılar listelenir, yanında kesit ölçekli olarak çizilir ve bir metrelik ölçek çubuğu konur. Uygula komutundan sonra duvar tipi taş, şablon ise "DXF" olur ve yükseklik, taban ve üst genişlik okunan poligondan türetilir. DXF'ten ya da nokta tablosundan kurulan taş duvarda ön zemin yüzeyi varsayılan düz biçimindeyse, Df değiştirildiğinde ön zemin Df'e göre yeniden kurulur; başka bir ön zemin yüzeyi çizilmişse ona dokunulmaz.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 4. DXF kesiti — birim ve önizleme penceresi: okunan gövde, ölçüler ve uyarılar

3.4 Dördüncü yol — nokta tablosundan kesit girişi

Kesit köşeleri sayı olarak biliniyorsa CAD'e gerek yoktur. Nokta tablosu penceresinde x ve y değerleri kesit çevresi boyunca sırayla girilir — saat yönünde ya da tersinde, fark etmez. Poligonun elle kapatılması gerekmez, son nokta ilkine bağlanır. Ölçü birimi metredir ve bu yüzden birim denetimi yapılmaz.

Tablo, o an tanımlı poligonla önceden doldurulur, böylece DXF'ten gelen ya da şablondan üretilen bir kesit burada sayı olarak düzeltilebilir. Denetimler DXF yolundakiyle aynıdır, ek olarak üst üste binen noktalar temizlenir ve en az üç nokta aranır.

3.5 Beşinci yol — Excel duvar listesi

Projede çok sayıda betonarme duvar varsa duvarlar bir Excel listesinden toplu olarak kurulabilir. Bu yol yalnız basit betonarme konsol duvar içindir: taban dişi, payanda, yük azaltma döşemesi ve ankraj kurulmaz, yeraltı suyu tanımlanmaz ve doygun birim hacim ağırlık doğal değere eşit alınır (γsat = γ).

Duvarlar › Duvar Şablonu Oluştur (Excel)… önce kaç duvar satırı istendiğini (1–200) sorar, sonra şablonu kaydeder. Şablonun üstünde bütün duvarlara uygulanan ortak blok (SDS, r, zemin ϕ, c', E ve mv) bulunur ve aktif duvardan ön doldurulur. Altındaki tabloda her satır bir duvardır: duvar no ve adı, duvar yüksekliği (temel hariç), en küçük gövde ve temel kalınlığı, ön ve arka ampatmanın en küçük ve en büyük değeri (boş = sınırsız), duvar üst kotu, dolgu ve zemin birim hacim ağırlığı, gömülme Df, arka zemin derinliği, duvar boyu L, geri dolgu c ve ϕ, sonsuz sürşarj q. Zorunlu sütunların başlığı yıldızla işaretlidir: yükseklik, gövde ve temel kalınlığı, iki birim hacim ağırlık, Df ve dolgu ϕ. Şablon arayüz diline göre Türkçe ya da İngilizce yazılır ve bir kesit şeması içerir. Program sütunları başlıklarından değil gizli anahtar satırlarından tanır; bu satırlar silinmiş bir dosya reddedilir.

Duvarlar › Duvarları İçe Aktar (Excel)… doldurulan dosyayı okur ve bir ön izleme açar: her satırın durumu (aktarılacak, uyarılı ya da AKTARILMAZ) ve ayrıntısı görülür, aktarılacak satırlar Aktar sütunundan seçilir. Zorunlu alanı boş ya da sayı olmayan satır aktarılmaz. Onaydan sonra her duvar arka planda sihirbazla en küçük kalınlık kipinde çözülür (girilen ampatman sınırları ve q ile, diş kapalı, Df sabit) ve hesap çalıştırılır; İptal ile durdurulursa

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

o ana kadar çözülen duvarlar kalır. Zemin profili aktif duvardan kopyalanır ve ortak blokla güncellenir. Sihirbaz sınırlar içinde bütün tahkikleri sağlayan bir kesit bulamazsa duvar yine eklenir ve uyarı yazılır. Yeni duvarlar alternatif şeridine eklenir, mevcut duvarlar silinmez, ilk yeni duvar aktif olur. Sonunda her duvar için sihirbaz sonucunu, uyarıları ve notları listeleyen bir özet penceresi açılır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

4. Duvar Tipleri ve Geometri

Dört sistem ve bunların altında dokuz şablon vardır. Bütün tiplerde ortak olan dört ölçü şunlardır: toplam yükseklik H (duvar üstünden temel tabanına — temel dâhil), türetilen taban genişliği B, gömülme derinliği D_f ve arka zemin yüzeyinin duvar üstünden ölçülen derinliği.

H her tipte toplam yüksekliktir

Girilen H, duvar üstünden temel tabanına olan toplam boydur. Betonarmede gövde boyu H eksi taban plağı kalınlığıdır, taş gövde altına betonarme plak konduğunda taş gövde kısalır, duvar uzamaz. Böylece 4,5 girip 5,0 görmek mümkün değildir.

4.1 Taş (ağırlık) duvar

Üç şablon vardır: Karayolları tipi (abaklı), basamaklı (arka kademeli) ve trapez / özel (açılardan). Bunlara DXF ve nokta tablosu yollarından gelen serbest poligon eklenir.

Karayolları tipi — abak okunur, B türetilir

Bu şablonda kullanıcı tepe genişliğini ve yüksekliği girer, duvar üstü şev yüksekliği H kullanıcıdan alınmaz, program hesaplar (aşağıya bakınız). Abaktan okunan K değeri gövdenin arka hattını belirler ve geri kalan poligon otomatik kurulur: düz tepe, ön yüz eğimi, arka yüz eğimi, düz ya da içe eğik taban, harçlı abaklarda ayrıca arka üst köşeden bir pah ve düşey sırt, kuru abaklarda düşey sırt ya da tek eğim. Ara değerlerde abak bir üst kademeye yuvarlanır, abağın kendi mantığı kademeli olduğundan enterpolasyon uygulanmaz ve yuvarlama güvenli taraftadır.

İçe eğik taban seçildiğinde gövdenin en derin noktası toplam yüksekliğin altına inebilir. Program şekli hedef boya sığdırır: gövde, taşma kadar kısaltılıp yeniden kurulur ve toplam yükseklik tam H olur. Düz tabanda kısaltma gerekmez.

Karayolları taş duvar abakları: dört tür

Karayolları tipi taş duvar, Karayolu Tasarım El Kitabı'ndaki taş duvar şekillerinden biriyle kurulur. Abak seçimi, Duvar Parametreleri sekmesindeki dört maddeli abak kutusundan yapılır. Abak tabloları programın içindedir, program tabloyu kendisi okur ve okunan K değeri raporda ve denetim bilgisinde görünür.

Tablo 6. Karayolları taş duvar abak türleri

Abak	Duvar türü	Tablodaki h	K ölçüsü	Arka yüz
Şekil 4.15	Harçlı taş duvar, normal dolgu	Toplam duvar yüksekliği (h + D_f)	Sol-üst köşeden arkadaki düzlüğe yatay mesafe	Pah, düşey sırt ve arka eğim
Şekil 4.18	Harçlı taş duvar, iksa	Toplam duvar yüksekliği (h + D_f)	Sol-üst köşeden arkadaki düzlüğe yatay mesafe	Pah, düşey sırt ve arka eğim
Şekil 4.19-A	Kuru taş duvar, sert ve akmayan zemin	Görünen yükseklik	Tepe genişliği	Düşey sırt ve arka eğim
Şekil 4.19-B	Kuru taş duvar, yumuşak ve akmayan zemin	Görünen yükseklik	Tepe genişliği	Düşey sırt yok, tek eğim (varsayılan 1:5)

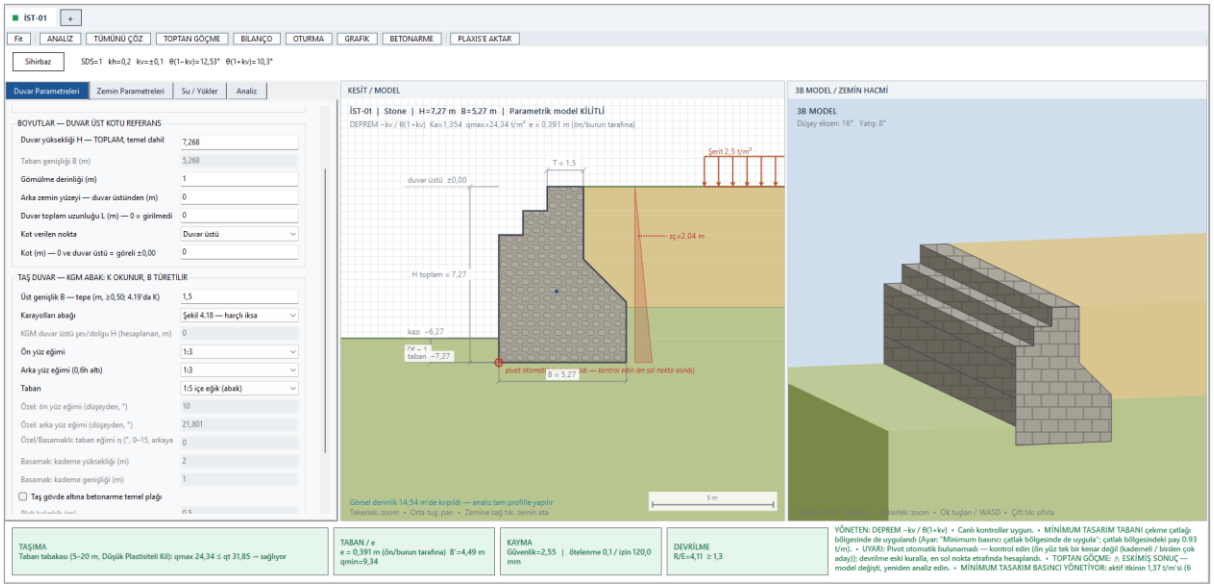
© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Harçlı abaklarda (4.15 ve 4.18) tablodaki h, duvarın toplam yüksekliğidir, net ve toplam yükseklik ayrımı yapılmaz. Kayada net yükseklik yerine toplam yüksekliğin alınması güvenli taraftadır. Kuru abaklarda (4.19) K, tepe genişliğine eşittir, bu yüzden taban genişliği kutusu pasif olur ve B = K alınır. 4.19-B seçildiğinde arka eğim 1:5'e getirilir.

Duvar üstü şev yüksekliği H şöyle hesaplanır: duvarın ön yüzünün pasif zemine değdiği noktadan arkaya doğru 1:1 (45°) bir çizgi çekilir, çizginin arka zemin yüzeyini kestiği kot ile duvar üstü kotunun farkı H'dir (sıfırdan küçükse sıfır). Bütün kütle zemin sayılır, kayada gerçek H daha küçük olacağından bu kabul güvenli taraftadır. H alanı salt okunurdur.

Abak kapsamı aşıldığında hesap sürer, girdi denetimi uyarı verir ve K, abağın son değerinden okunur: 4.15 ve 4.18 için h > 12 m, 4.19 için h > 4 m, H'nin 4.15'te 10 m'yi, 4.18'de 20 m'yi aşması, ayrıca 4.15'te ön araziye dik gömülmenin 1,00 m'den az olması. Bilgi satırları H'nin 1:1 çizgiyle hesaplandığını ve 4.15'te sağlam kayada kademeli (dişli) temel altına izin verildiği hâlde hesapta düz taban esas alındığını bildirir.

Taş duvarın tabanı (özel ya da basamaklı şablon, betonarme plak yok) topuk tarafına doğru 0° ile 15° arasında eğilebilir, taban eğimi kutusunun varsayılanı 0°'dir ve bu değerde sonuçlar eğimsiz hesapla aynıdır. Eğik tabanda yükler taban eksenine normal ve teğet bileşenlere ayrılır, eğiklik katsayıları buna göre kurulur. Tasarım kipinde (sihirbaz, şablon, nokta girişi) yalnız elverişli yön (topuk tarafı derin) ve en çok 15° girilebilir, ters yön ya da 15°'nin aşılması hata sayılır. DXF içe aktarma (mevcut duvar) kipinde iki yön de serbesttir, elverişsiz yön uyarı üretir.



Şekil 5. Karayolları tipi taş duvar: Duvar Parametreleri sekmesinde abak ve eğim seçimleri, kesit ve 3B model

Taş gövde altında betonarme temel plağı

Taş gövde bir betonarme plağın üstüne oturtulabilir, plak öne ve arkaya uzatılabilir. Poligon yine tektir — plak dikdörtgeni taş dış hattına eklenir — ve alan, ağırlık merkezi, taban genişliği ile su kolonu hep aynı poligondan okunur. Ağırlık kompozittir: plak alanı beton, kalanı taş birim hacim ağırlığıyla sayılır. Yatay hatıl seçildiğinde betonarme plak kendiliğinden açılır.

4.2 Betonarme konsol duvar

Kesit, ön ampatman (burun), arka ampatman (topuk), taban plağı kalınlığı ve gövde ölçüleriyle tanımlanır. Gövde üstte bir genişlikle başlar ve aşağı doğru öne ve/veya arkaya genişleyebilir, genişlemeler açı olarak değil, metre cinsinden girilir. Taban genişliği bu ölçülerin toplamından türetilir.

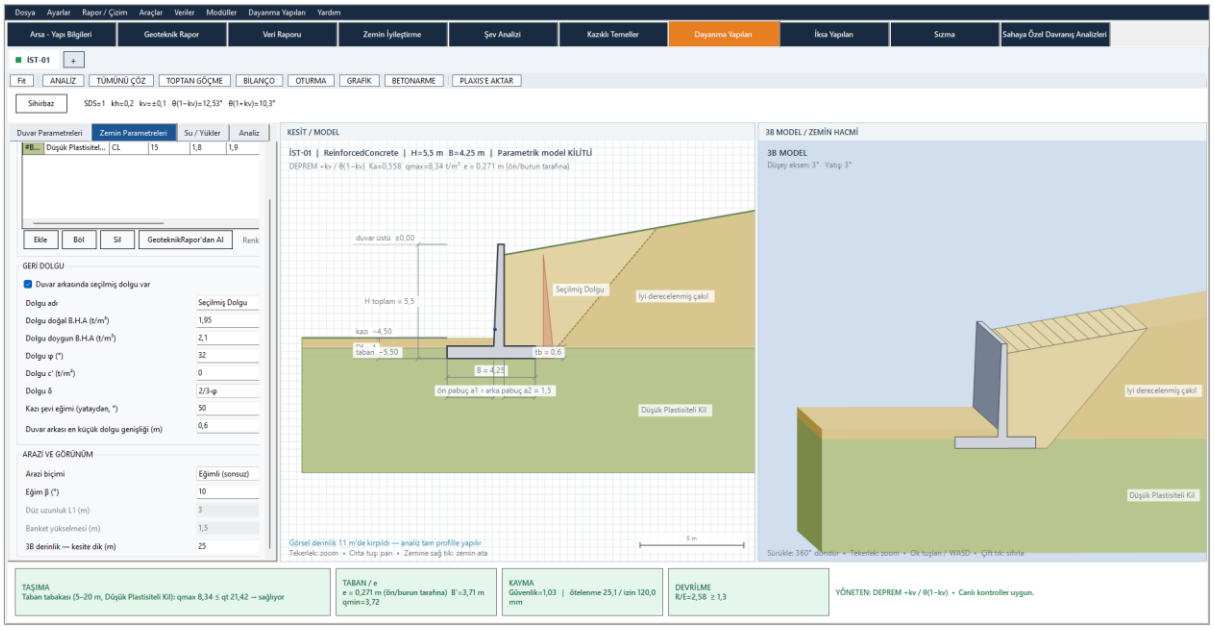
İsteğe bağlı elemanlar: ön ve arka payanda (çıkma, üst derinlik, et kalınlığı ve aks aralığıyla), taban dişi (genişlik, derinlik ve burundan konum) ve yük azaltma döşemesi (duvar üstünden mesafe, uzunluk ve kalınlıkla). Yük

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

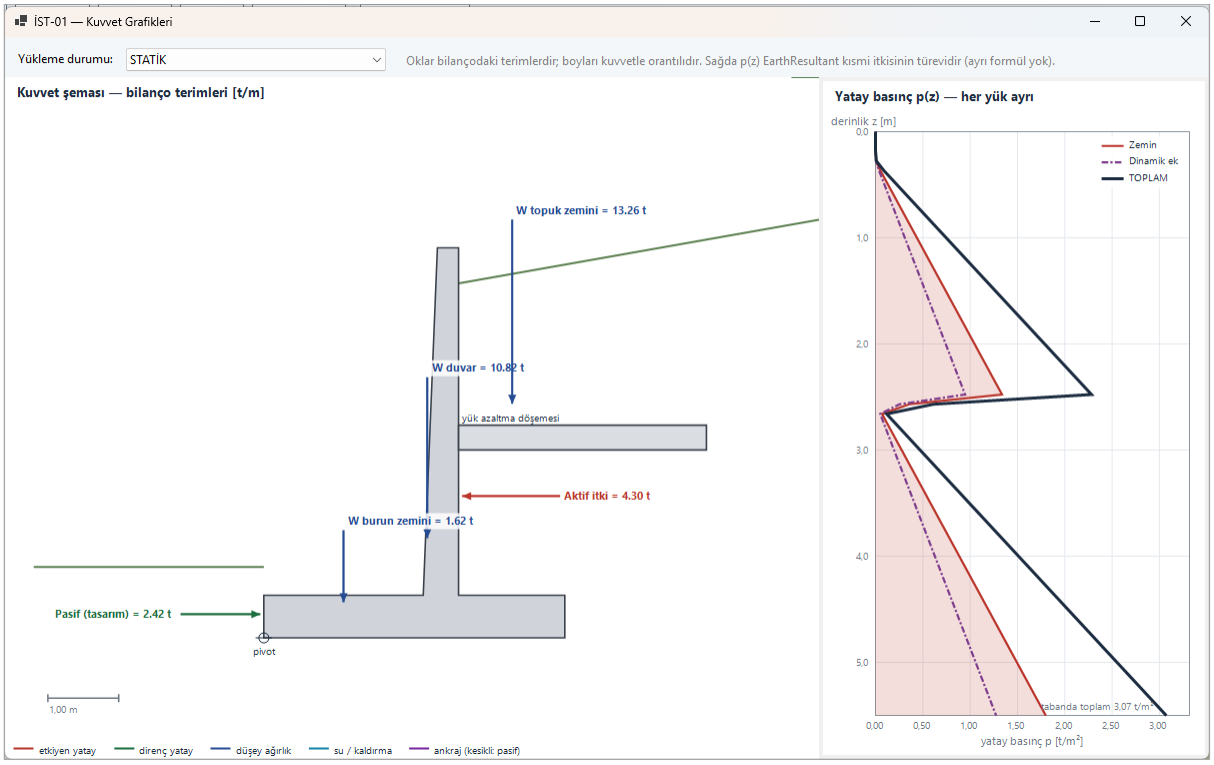
azaltma döşemesi arka payandayla birlikte kullanılamaz, bu dışlama hem arayüzde hem geometri kurucusunda uygulanır.

Yük azaltma döşemesi ancak yeterince uzunsa sayılır

Döşeme, basıncı ancak aktif kamayı kesecek kadar uzun olduğunda azaltır. Gerekli uzunluk, arka ampatman ile döşeme altındaki yüksekliğin aktif kama açısına göre izdüşümünün toplamıdır. Kısa bir döşemede azaltma kısmen de sayılmaz — ya tamamı ya hiçbiri — ancak döşeme yine çizilir ve kendi tasarımı yapılır.



Şekil 6. Betonarme konsol duvar: eğimli arka arazi, seçilmiş geri dolgu, kesit ve 3B model



Şekil 7. Yük azaltma döşemeli betonarme duvar: kuvvet şeması ve döşeme kotunda kesilen yatay basınç dağılımı

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

4.3 Gabion duvar

Gabion duvar bir kutu dizilimden kurulur. Dizilim tipi üç seçenekten biridir: arkaya dayalı (ön yüz basamaklı), öne dayalı (arka yüz basamaklı) ya da sıra bazlı elle hizalama. Sıra tablosunda her sıranın kutu sayısı, kutu ölçüleri ve hizalaması girilir, tablo alttan üste doğru sıralanır. Burada şev yoktur: kutular bir yüze dayanır, öteki yüz basamaklanır.

Yükseklik ve taban genişliği dizilimden türetilir, bu yüzden H alanı gabionda kapalıdır. Sıra arayüzleri için sürtünme katsayısı ve kohezyon ayrıca girilir, varsayılan kohezyon sıfırdır — tel örgü kenetlenmesi dayanım olarak sayılmaz, bu güvenli taraftır.

Üst sıra, altındaki sıranın dış sınırını (ön yüze doğru) aşamaz, aşıldığında uyarı verilir ve üst sıra sınırlanır, hesap bozulmaz.

Gabion duvar tasarımında otomatik tasarım yapılabileceği gibi, istenirse tüm sıralar kullanıcı tarafından ayrı ayrı öne, arkaya dayalı veya ortalanmış şekilde dizilebilir. Analizler bu seçimlere göre sürekli olarak yenilenir.



Şekil 8. Gabion duvar: kutu düzeni tablosu, sıra bazlı dizilim, kesit ve 3B model

4.4 Toprakarme (şeritli)

Toprakarme duvarda gövde, donatılı dolgu kütlesidir. Girilenler: şerit boyu, düşey ve yatay şerit aralığı, ön yüz eğimi, ön yüz elemanının türü (betonarme panel, blok/segmental, sargı) ile kalınlığı ve yüksekliği, donatı tipi (çelik şerit, çelik hasır, geosentetik) ve donatıya ait dayanım parametreleri. Çelik donatıda korozyon payı ve akma dayanımı, geosentetikte kopma dayanımı ile azaltma katsayıları girilir.

Dış tahkikler (devrilme, kayma, taşıma) diğer tiplerdeki gibi yapılır, ancak toprakarmede pasif direnç hiç sayılmaz ve duvar ataleti kh·W ayardan bağımsız olarak her zaman katılır. Sürşarj mesafesi ön plakanın dış yüzünden ölçülür, donatılı blok üstündeki yük dış stabilitede yalnız düşey yük olarak taban basıncına girer, kayma ve devrilmede direnç sayılmaz. Buna ek olarak iç stabilite — her şerit sırası için kopma ve sıyrılma — ayrı bir pencerede hesaplanır ve yetersizlik durum çubuğuna ve İÇ DENGE kartına yazılır.

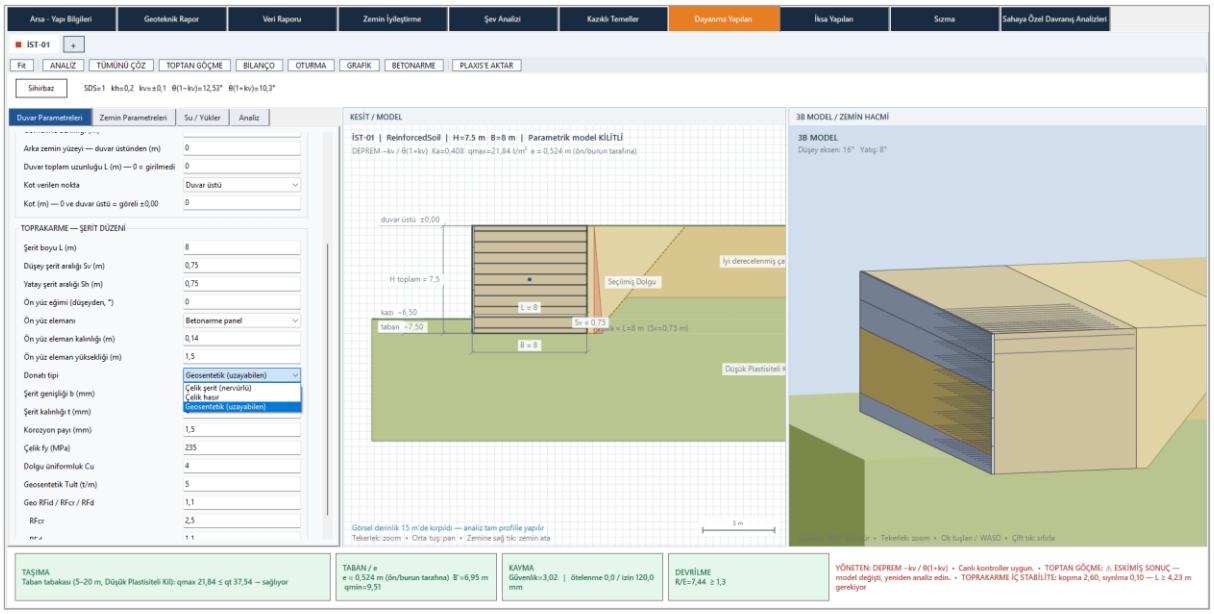
Toprakarme hesabı FHWA NHI-10-024 esaslarına göre yapılır. Girdi alanları seçilen donatı tipine göre değişir ve yalnız ilgili alanlar görünür. Çelik şerit ve çelik hasırda donatı genişliği ve kalınlığı, korozyon payı ve akma dayanımı girilir; hasırda ayrıca enine tel çapı ve aralığı ile boy tel çapı (0 girilirse b×t modeli kullanılır). Geosentetikte kopma dayanımı, RFid, RFcr ve RFd azaltma katsayıları, α ve F* çarpanı, polimer türü (PET, PP, HDPE; azaltma katsayılarının aralığı buna göre denetlenir), bağlantı CRcr ve bağlantı bölgesi RFd girilir. Bağlantı dayanımı bütün tiplerde girilebilir (0 = girilmedi). İç stabilite yöntemi ASD (izinli gerilme) ya da LRFD (yük/direnç katsayıları) olarak seçilir; FHWA kılavuzu LRFD esaslıdır, ASD çalışma oranları kılavuzda bulunmadığı için uyarıyla kullanılır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Depremli durumda iç stabiliteye sismik ek çekme Tmd eklenir (FHWA NHI-10-024, Bölüm 7). Bunun için PGA, S1, Fpga ve Fv değerleri ile zemin sınıfının A/B (kaya) olup olmadığı girilir; PGA = 0 girilirse SDS/2,5 kullanılır. Ek çekme sıralara eşit dağıtılır ve toplam çekme 1,35·Tmax + Tmd alınır. Arka arazi eğimliyse iç stabilite eğimli dolguya göre hesaplanır. Deprem, 8°'den büyük ön yüz eğimi, eğimli arka arazi, şerit, çizgisel ya da tekil yük veya 2 t/m²'yi aşan sonsuz sürşarj varsa bileşik (compound) stabilite de kendiliğinden hesaplanır: donatılı bölgeden geçen dairesel yüzeyler Bishop yöntemiyle aranır, yüzeyin kestiği donatı ayrık bir direnç olarak sayılır ve hedef güvenlik sayısı, aşağıdaki "Duvar yapı / temel taşıyor" kutusuna göre 1,30 ya da 1,50'dir.

"Duvar yapı / temel taşıyor" kutusu: Duvar bir yapıyı (bina temeli, köprü ayağı vb.) taşıyorsa işaretleyin. İşaretliyse bileşik (compound) stabilite hedefi GS ≥ 1,50, işaretsizse GS ≥ 1,30 alınır (FHWA NHI-10-024, md. 4.4.9 / 4.4.10). Kullanılan hedef ve gerekçesi iç stabilite notlarında ve raporun yazılı hesabında yazılır.

Kuvvet Grafikleri penceresinde toprakarme duvar için iki sekme vardır: Dış denge (kuvvetler) ve İç denge (toprakarme). İç denge sekmesinde sıra tablosu ile "Sıra kuvvetleri · Tmax / Ta / Pr", "Gerilme · oranlar · T(x)" ve "K/Ka · mobilize sürtünme · boylar" grafikleri bulunur. Word raporunun tipe özgü tahkik bölümünde her sıra "Sıra Sıra İç Stabilite Tahkiki" tablosunda ayrı satırla yazılır; DXF'te toprakarme paftaları ve MSE_METRAJ tablosu üretilir (12.2).



Şekil 9. Toprakarme duvar: şerit düzeni ve donatı girdileri, kesit ve 3B model

4.5 Kuyu temel

Kuyu temel, el ile açılan kuyular içinde aşağıdan yukarı örülen kademeli bir gövdedir, gövde yukarı çıktıkça incelir. Birinci seviye en alttaki kademedir. Arka (zemin) yüz düşeydir, ön (kazı) yüz kademelidir ve pabuç yalnız öne taşar — arkaya taşan bir pabuç komşu temelin altına girer.

Kademe sayısı sınırlıdır ve sınır aşıldığında program bunun bir kuyu temel olmaktan çıktığını söyleyerek durur. Kademe kalınlığı ve yüksekliği için alt sınırlar vardır, yeni kademe her zaman üste eklenir ve bir öncekinden ince önerilir. Her kademe kendi kesme tahkikini görür. Üst yapıdan gelen düşey yük, dışmerkezliği, yatay yük ve moment ayrıca girilir.

Kuyu temelde ankraj sıraları betonarme duvardaki gibi girilebilir. Dış tahkiklerde pasif ankraj bir dirençtir ve güvenlik katsayısına bölünerek sayılır, kesit hesabında ise hiç sayılmaz, çünkü öngermesiz bir ankrajın kuvveti ancak eleman öteledikçe doğar. Aktif ankraj kesit hesabına girer, ancak kuyu aşağıdan yukarı örüldüğü için her kademe iki durumda (ankrajlı ve ankrajsız evre) hesaplanır, elverişsiz olan tasarıma girer ve hangisinin belirlediği raporda yazılır. Ankrajın yatay bileşeni yalnız kesitin üstünde kalan sıralardan gelir. İlgili ayar açıkken pasif itki,

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

aktif itki ile yüzey yükü itkisinin toplamıyla sınırlanır (pasif direncin tam gelişmesi komşu yapının oturmasını başlatır), kırpma olursa mesajda belirtilir. Ön ve arka yüz donatısı işaretiyle ayrı değerlendirilir: ankraj öngermesi itkiyi aşarsa çekme ön yüzde oluşur.

Kuyu temelde gömülme derinliği temel kalınlığına eşittir ve H, kademe yüksekliklerinin toplamı ile temel kalınlığından türer, bu iki alan girdi olarak kapalıdır. Deprem analizi varsayılan olarak kapalıdır (Ayarlar › Kuyu Temel): kapalıyken S_{DS} = 0 alınır, deprem etkisi hesaba girmez ve raporda yer almaz.

4.6 Ankrajlar

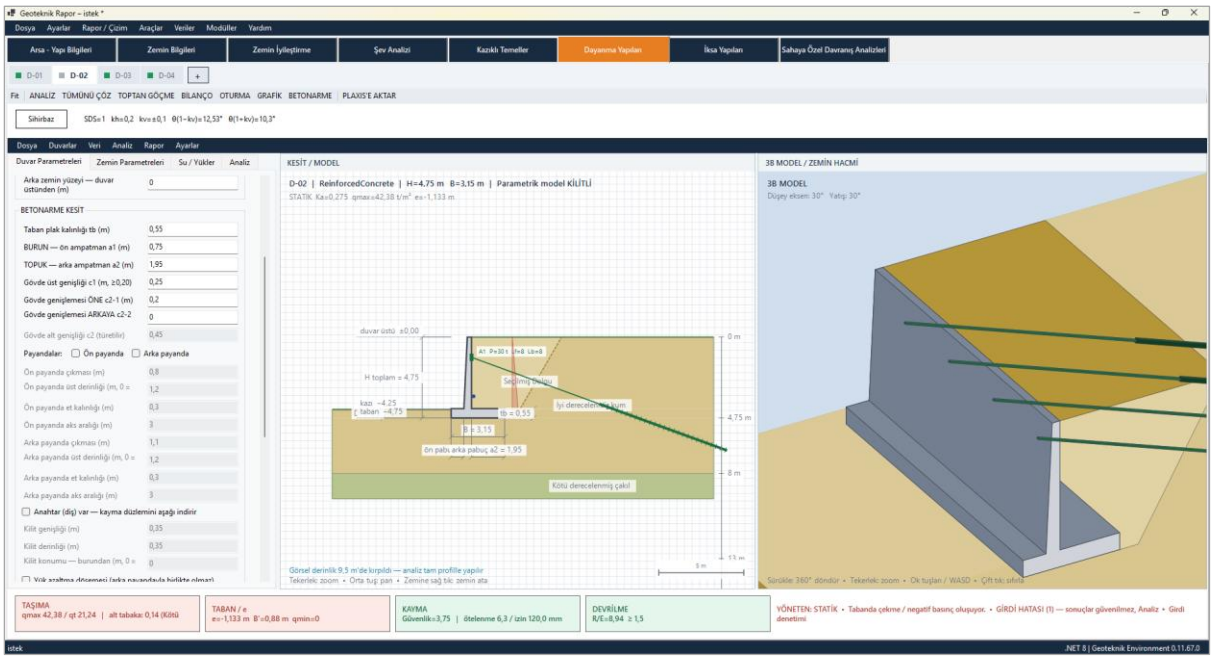
Ankraj tablosu betonarme duvarlarda (kuyu temel dâhil) görünür ve yalnız orada hesaba katılır. Her sıra için başlık derinliği, serbest boy, kök boyu, eğim, yatay aralık, delgi çapı, öngerme, çelik alanı, çeliğin akma dayanımı ve aderans gerilmesi girilir.

Öngerme sıfırsa ankraj pasiftir

Öngerme sıfır girilirse ankraj pasiftir: kuvvet duvar hareket ettikçe doğar, bir dirençtir ve güvenlik sayısına bölünür. Öngerme sıfırdan büyükse ankraj aktiftir ve kuvveti bir yük gibi davranır. Kök, aktif kamanın gerisinde başlamalıdır, serbest boyu buna yetmeyen bir ankrajın katkısı sıfır alınır.

Ankrajlı duvarlarda ayrıca Kranz yöntemiyle derin blok (kök gerisindeki kütlenin duraylılığı) tahkiki yapılır, ankrajın kökü ne kadar derine giderse gitsin, o kütle kayabiliyorsa ankraj bir yere tutunmuyor demektir.

Ankraj betonarme gövdede (kuyu temel dâhil) hesaba girer. Taş duvarda ankraj yalnız Duvar Parametreleri sekmesinin taş duvar grubundaki “Taş duvarda pasif ankraj / rock bolt” kutusu işaretliyse (varsayılan kapalı) sayılır: ankraj yalnız pasif olarak, Td = min(çelik, kök) tasarım kapasitesiyle kayma ve devrilmeye direnç verir, taban basıncında ve gövde kesit hesabında sayılmaz. Bu kutu kapalıyken taş duvara, ayrıca gabiona ya da toprakarmeye girilmiş ankraj sıraları silinmez, hesaba katılmazlar ve bu durum ileti satırında bildirilir. Duvar tipi betonarmeye çevrilirse sıralar yeniden hesaba girer. Delgi çapı Ayarlar › Ankraj sekmesinden verilir, varsayılan değer sahadaki delgi çapıyla değiştirilmelidir. Aynı sekmede taş duvar ankrajının katsayıları da bulunur: çelik katsayısı γs (varsayılan 1,15), aderans katsayısı γa (varsayılan 1,98 = 1,80 × 1,10), gerekli Kranz GS (varsayılan 1,50) ve taş–harç bağ dayanımı τ (0 = girilmedi, gövde içi sıyrılma tahkiki yapılmaz). τ girilmişse ve gövde içindeki bağ kapasitesi π·D·L·τ/γa yetmiyorsa program uyarır. Betonarme ankrajı bu katsayılardan etkilenmez.



Şekil 10. Ankrajlı betonarme duvar: kesitte ankraj ve 3B modelde ankraj sırası

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

4.7 Yatay hatıl

Yatay hatıl, taş duvarlarda en üst seviyede her zaman bulunur, en altta hatıl konmaz, çünkü hatıl seçildiğinde taş gövdenin altına betonarme temel plağı zorunlu olarak gelir ve gövdeyi oturduğu düzlemde plak bağlar. Araya girecek seviyeler girilen aralıktan türetilir ve plağa binmez. Hatıl, zemin itkisini ya da kayma gerilmesini azaltmaz, duvarın bağımsız bloklara ayrılmasını engeller. Hesaptaki karşılığı, hatıl seviyelerinin derz taramasından çıkarılmasıdır. Aralık bir alt sınırın altına inemez — altında eleman taş duvar olmaktan çıkar ve betonarme çerçeveye döner. Hatıl, ano derzinde kesilir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

5. Zemin, Su ve Yükler

5.1 Zemin profili

Tek bir zemin profili girilir ve duvarın önü ile arkası bu profilden türetilir. Derinlikler duvar üstünden aşağı pozitif ölçülür. Her tabaka için ad, renk, kalınlık, doğal ve doygun birim hacim ağırlık, içsel sürtünme açısı, efektif kohezyon, drenajsız kayma dayanımı, arayüz sürtünme açısı seçimi, elastisite modülü ve hacimsel sıkışma katsayısı girilir. İki kutu daha vardır: tabakada yüksek boşluk suyu basıncı beklenip beklenmediği ve tabakanın kısa dönemde drenajsız çözülüp çözülmeyeceği.

Arayüz sürtünme açısı δ tabaka bazında seçilir: içsel sürtünme açısının üçte ikisi (varsayılan), üçte biri ya da sıfır. Bu bir tercih değil bir beyandır, duvar arka yüzünün pürüzlülüğüne ve inşa biçimine göre verilir.

Zemin tablosunda Sınıf (USCS) sütunu bulunur. Tabaka adından bir sınıf önerilir (ör. “Kil” için CL ya da CH), ad ile sınıf birbirini tutmuyorsa uyarı verilir.

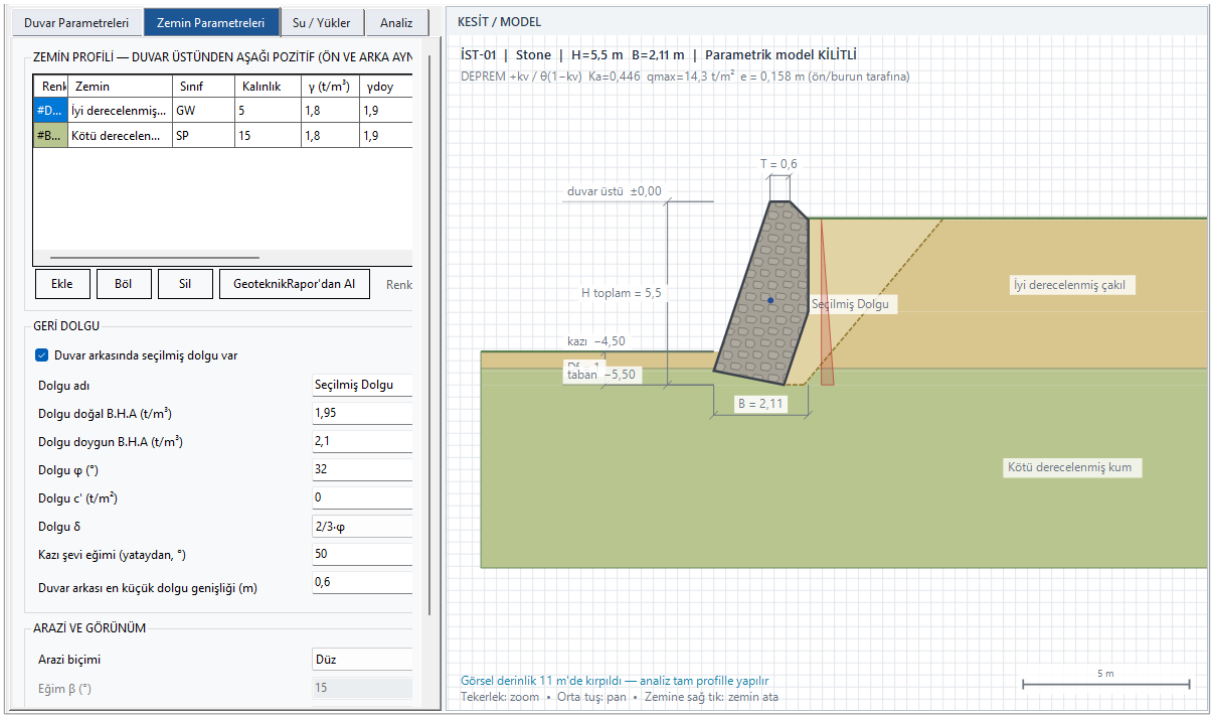
Zemin parametreleri Geoteknik Rapor modülünden tek bir komutla (Zemin Parametreleri sekmesindeki GeoteknikRapor’dan Al düğmesi ya da Veri menüsündeki GeoteknikRapor zeminlerini aktar) alınabilir. Aktarım bir kopyadır, canlı bir bağ kurulmaz ve ana rapordaki sonraki değişiklikler buraya kendiliğinden yansımaz, gerekirse aktarım yinelenir. Aktarılanlar tabaka adı, kotlar, birim hacim ağırlıklar, içsel sürtünme açısı, kohezyon, drenajsız kayma dayanımı, elastisite modülü ve hacimsel sıkışma katsayısıdır. Yeraltı suyu, deprem parametreleri, sürşarjlar, δ seçimi ve bütün geometri bu modülde ayrıca girilir.

5.2 Seçilmiş geri dolgu

Duvarın arkasına seçilmiş dolgu konacaksa, dolgunun kendi birim hacim ağırlıkları, içsel sürtünme açısı, kohezyonu ve arayüz açısı ayrıca girilir, ayrıca kazı şevinin eğimi ve duvar arkasındaki en küçük dolgu genişliği tanımlanır. Bu iki ölçü, dolgunun gerçekte ne kadar yer kapladığını belirler.

Dolgu dar kalır ve aktif kama kazı şevini keserse kayma düzlemi kısmen doğal zeminden geçer. Bu durumda program karma kama hesabı yapar: topuktan geçen düz kayma düzlemleri için deneme-kama (Coulomb) çözümü kurulur, ağırlık ile c ve ϕ parça uzunluklarına göre karıştırılır. Karma itkinin yalnız dolgu itkisine oranı (en az 1) stabilite itkisine uygulanır; itki bu yolla yalnız artar, hiç azalmaz. Hesap düz arka yüzey içindir, toprakarmede uygulanmaz ve uygulandığında ileti satırına “KARMA KAMA” notu ve kullanılan oran yazılır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 11. Zemin Parametreleri sekmesi: zemin profili, seçilmiş geri dolgu ve arazi biçimi girdileri

5.3 Arazi biçimi

Arka arazi dört biçimden biri olabilir: düz, sonsuz eğimli, önce düz sonra eğimli ya da banket (önce eğimli sonra düz). Aktif basınç katsayısının kapalı formülü sonsuz düzlem yüzey için türetilmiştir, kırık bir yüzeyde doğrudan uygulanamaz.

Kırık yüzey bir eşdeğer eğimle değiştirilir

Kırık yüzeyde program, duvarın arkasında duvar yüksekliğiyle orantılı bir etki uzunluğu boyunca arazinin gerçek yükselmesini ölçer ve bu yükselmeden bir eşdeğer düzgün eğim türetir. Eşdeğer eğim gerçek eğimi asla aşamaz ve uç durumlara doğru indirgenir: sonsuz eğimde girilen eğime, düz arazide sıfıra döner. Bilanço satırı girilen eğim ile etkin eğimi ve kullanılan etki uzunluğunu birlikte yazar.

5.4 Yeraltı suyu

Su seviyeleri yerel zemin yüzeyinden ölçülür: arka su arka zemin yüzeyinden, ön su ön (kazı) yüzeyinden aşağı pozitif girilir. Kuruluş gereği su yüzeyin üstüne çıkamaz. Suyun olmadığı bir model için tek bir kutu işaretlenir.

İki yanda farklı su seviyesi varsa iki bağımsız hidrostatik dağılım kurulur ve taban kaldırması iki uçtaki su basıncından doğrusal olarak alınır, bir sızıntı ağı çözülmez ve bu kabul raporda yazılır.

Deprem durumunda suyun davranışı, zeminin geçirimliliğine göre değişir. Geçirimsiz seçilirse su duvarla birlikte hareket eder ve ek bir dinamik su basıncı doğmaz, geçirimli seçilirse serbest su kütlesi için ek bir dinamik basınç eklenir. Seçim ekranda geçirimlilik katsayısı sınırıyla birlikte sunulur.

Geçirimli durumda ek dinamik su itkisi $\Delta P_{su} = 7/12 \cdot (0{,}4\ S_{DS}) \cdot \gamma_w \cdot d_{su}^2$ bağıntısıyla hesaplanır (TBDY 2018, Denk. 16.20, basınç dağılımı Denk. 16.19). Burada d_{su} su sütununun yüksekliğidir, bileşke su yüzeyinden 0,6 d_{su} derinliğindedir. Zemin dinamik itkisinde kullanılan azaltma (r) suya uygulanmaz. ΔP_{su} bilançoda ve kuvvet şemasında ayrı terim olarak, basınç grafiğinde ayrı eğri olarak görünür ve betonarme kesit tesirlerine eklenir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Duvarın arkasında granüler seçilmiş dolgu varsa zemin dinamik olarak geçirimli sayılmalıdır (TBDY 2018, 16.12.3.2). Dolgu granüler iken “Geçirimsiz” seçilmişse girdi denetimi uyarı verir, granüler dolgu işaretlendiğinde varsayılan seçim “Geçirimli” olur.

Çekme çatlağı suyla dolu kabul edilebilir (Ayarlar › Genel, varsayılan açık). Çatlak suyu ½ $\gamma_w z_c^2$ olarak bilançoda “Çatlak suyu” adıyla ayrı terimdir, basınç grafiğinde ayrı eğridir ve betonarme kesit tesirlerine girer. Westergaard ek dinamik su basıncı çatlak suyuna uygulanmaz, dar çatlakta hidrodinamik etki ihmal edilir.

5.5 Sürşarjlar

Dört sürşarj türü vardır ve hepsi aynı tabloda tutulur.

Tablo 7. Sürşarj türleri

Tür	Girilen	Davranışı
Sonsuz	Şiddet	Yüzey boyunca sonsuza uzanır, düşey gerilmeye doğrudan eklenir.
Şerit	Şiddet, duvardan mesafe, genişlik	Sınırlı genişlikte bir yük şeridi, yatay gerilmesi elastik çözümden gelir.
Çizgisel	Metre başına yük, duvardan mesafe	Duvara paralel bir çizgi yük.
Tekil	Yük, duvardan mesafe	Noktasal yük, yanal dağılım yapılmaz, en yakın düşey düzlem alınır — güvenli taraf.

Genişlik yalnız şerit yükünde anlamlıdır, diğer türlerde hücre kapalıdır ve bir tire gösterir. Her yüke ayrıca duvar üstünden bir derinlik verilebilir. Yük kotu, girilen derinlik ile arka zemin yüzeyinin derinliğinin büyüğüdür: yük yalnız girilen derinlik arka zemin yüzeyinden derindeyse gömülü sayılır ve yalnız yük kotunun altı hesaba katılır. Toptan göçme ve PLAXIS aktarımı aynı kuralı kullanır, çizim yükü düşürülmüş zemin yüzeyindeki kotunda gösterir. Toprakarmede yükün mesafesi ön plakanın dış yüzünden ölçülür.

Şerit, çizgisel ve tekil yüklerin yatay gerilmesi elastik (Boussinesq) çözümden, yansıma çarpanı 1,0 alınarak hesaplanır: duvar yer değiştirdiği için NAVFAC’ın rijit duvar kabulündeki iki katına çıkarma (2× yansıma) uygulanmaz, kullanılan katsayılar NAVFAC değerlerinin yarısıdır. Yatay basınç ayrıca üstten sınırlanır: şerit yükte en çok Ka·q, çizgisel ve tekil yükte en çok Ka·σv,max olabilir. Burada Ka ilk arka zemin tabakasının Rankine katsayısı, σv,max yükün aynı derinlikte hemen altındaki en büyük düşey gerilmedir. Program bu sınırı aşan değeri kırpar. Bu yükler deprem katsayısından bağımsızdır, dinamik artış zemin itkisine uygulanır, yüzey yüklerine değil.

5.6 Minimum yatay tasarım basıncı

Çok yumuşak ya da içsel sürtünme açısı sıfıra yakın bir zeminde hesaplanan aktif basınç, gerçekte hiçbir duvarın tasarlanmayacağı kadar küçük, hatta sıfır çıkabilir. Buna karşı bir taban basıncı tanımlanır ve dört biçimden biri seçilir: kapalı, sabit bir değer, efektif düşey gerilmeye bağlı bir oran (varsayılan) ya da eşdeğer akışkan basıncı. Oran biçiminde katsayı dar bir aralıkta sınırlıdır: bunun altında koşul anlamını yitirir, üstünde ise ölçülen drenajsız kayma dayanımı anlamını yitirir.

Bu basıncın katkısı ayrı izlenir ve zemin itkisiyle karıştırılmaz, basınç grafiğinde kendi bileşeni olarak görünür ve bilançoda ayrı bir satırdır. Yük azaltma döşemesinin altında minimum basınç, üç biçimde de (oran, eşdeğer akışkan ve sabit) palye oranıyla (σv,azaltılmış / σv,tam) azaltılır.

Minimum basınç, çekme çatlağı bölgesinde de uygulanır (Ayarlar › Genel, varsayılan açık). Seçenek kapalıyken çatlak bölgesinde sıfırdır, ancak duvarın tamamı çatlak bölgesinde kalıyorsa, tabaka türünden bağımsız olarak bütün yükseklikte uygulanır. Böylece yüksek kohezyonlu ve düşük sürtünme açılı bir zeminde duvar sıfır yatay yüke göre tasarlanmaz. Minimum basınç efektif düşey gerilmeye bağlıdır, çatlak suyu ise γ_w ile ayrıca eklenir, aynı bileşen iki kez sayılmaz.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 12. Kuvvet Grafikleri: sürşarj, çatlak suyu ve minimum tasarım tabanı bileşenleriyle yatay basınç dağılımı

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

6. Deprem Etkisi

Deprem etkisi sözde-statik olarak alınır. Yatay ve düşey deprem katsayıları S_{DS} ve seçilen r katsayısından TBDY 2018 esaslarıyla türetilir, başlık satırında bu değerlerle birlikte iki sismik atalet açısı da yazılır.

Her model üç yükleme durumunda çözülür: statik, düşey depremin aşağı yönlü olduğu durum ve yukarı yönlü olduğu durum. Hangisinin daha elverişsiz olduğu geometriye bağlıdır ve önceden bilinemez, bu yüzden ikisi de çözülür ve yöneten durum, her tahkiki kendi hedefiyle normalleştirerek seçilir.

6.1 r katsayısı ve izin verilen ötelenme

r katsayısı, duvara izin verilen kalıcı ötelenmeye bağlı bir azaltmadır: ötelenmeye hiç izin verilmiyorsa bir, sınırlı bir ötelenmeye izin veriliyorsa daha büyük değerler seçilir. Seçim bir tercih değil bir taahhüttür: seçilen değerin izin verdiği ötelenme, yapının kullanımıyla bağdaşmalıdır.

Program bu taahhüdü denetler. Newmark kalıcı yer değiştirme kontrolü, duvarın kayma başlangıcına karşılık gelen kritik katsayıyı hesaplar ve iki bağımsız ampirik bağıntıyla beklenen kalıcı ötelenmeyi kestirir, sonuç, seçilen r'nin izin verdiği değerle karşılaştırılır. Aşılıyorsa durum çubuğuna "r seçimi doğrulanmıyor" uyarısı düşer.

Su bulunan bir modelde r birin üzerinde seçilirse, yönetmeliğin bu durumdaki sınırına göre bir uyarı üretilir.

6.2 Dinamik itkinin ayrıştırılması

Toplam aktif basınç katsayısı ile statik katsayı arasındaki fark dinamik artış katsayısıdır. Düşey deprem çarpanı yalnız bu dinamik artışa uygulanır, statik itki çarpansız kalır. Duvar ağırlığı da zeminle aynı işaretli çarpanı alır — yukarı yönlü bir depremde zeminin ağırlaşıp duvarın hafiflemesi fiziksel değildir.

Duvarın kendi ataleti (yatay deprem katsayısı çarpı ağırlık, $k_h \cdot W$) Ayarlar › Betonarme sekmesindeki "Duvar analizinde kh·W kullanılsın mı?" ayarıyla, "kh·W duvar ataleti" olarak yönetilir, varsayılan olarak kapalıdır. Ayar açıkken $k_h \cdot W$ kayma, devrilme ve taşıma bilançosuna, taş gövdenin iç kuvvetlerine (kesme, moment, ezilme), yatay derz kaymasına ve gabion sıra arayüzlerine birlikte katılır, kapalıyken hiçbirine katılmaz. Toprakarme duvarda kh·W bu ayardan bağımsız olarak her zaman katılır. Hangi hâlde olduğu bilançoda ve raporda açıkça yazılır. Ataletin momenti, tek bir "duvar merkezi" etrafında değil, duvarın, topuk üstündeki zeminin ve — varsa — eğim kamasının kendi ağırlık merkezlerinin ağırlıklı ortalaması etrafında ölçülür. Betonarme kesit tasarımında gövdenin kendi ataleti ayrı bir ayarla ("Betonarme tasarımında kh·W kullanılsın mı?", varsayılan kapalı) kesme ve momente yayılı olarak eklenir, bu ayar stabiliteyi değiştirmez.

Sismik pasif basınç katsayısı her zaman statik değerin altında kalır; deprem etkisiyle pasif direncin büyümesi fiziksel değildir.

Deprem ek itkisinin (ΔPae) duvar yüksekliği boyunca dağılımı Ayarlar › Genel sekmesindeki "Deprem ek itkisinin yükseklik boyunca dağılımı" seçeneğiyle belirlenir: "Düzgün — etkime noktası H/2", "Göbekli (yarım sinüs) — etkime noktası H/2 (ÖNERİLEN)" (varsayılan) ya da "Seed–Whitman — etkime noktası 0,6H (yönetmelik dışı)". Toplam ΔPae değişmez. Seçim gövde kesit tesirlerini ve basınç diyagramını, Seed–Whitman'da ayrıca devrilme kolunu değiştirir. Kullanılan dağılım bilançoda ayrı bir satırla yazılır.

Kısa dönem drenajsız işaretli bir tabakada statik yatay basınç σv − 2·cu alınır; depremli durumda bunun üstüne (Kae − Ka)·σv ek itkisi de eklenir, ek itki kohezyondan bağımsızdır. ϕ = 0 olan bir tabakada Mononobe–Okabe bağıntısında Kae = Ka = 1 olduğundan ek itki sıfır çıkar. Arka zeminde ϕ = 0 tabaka varken kh > 0 ise ileti satırına bunu söyleyen bir uyarı düşer ve sahaya özel dinamik doğrulama önerilir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

7. Tahkikler

Tahkikler üç kümeye ayrılır: her duvarda yapılan dış tahkikler, duvar tipine özgü tahkikler ve isteğe bağlı çalıştırılan tahkikler.

7.1 Dış tahkikler

Tablo 8. Her duvarda yapılan tahkikler

Tahkik	Esası
Devrilme	Direnç momentinin devirici momente oranı, durumun kendi hedefiyle karşılaştırılır. Pasif direnç devrilmeye varsayılan olarak tam değeriyle katılır (Ayarlar › Güvenlik katsayıları, “Devrilmede pasif direnci kat”). Kapalıyken duvarı gömdükçe devrilme güvenliği düşerdi, çünkü gömme aktif basıncı büyütüp direnç tarafına bir şey koymazdı. Toprakarme duvarda pasif direnç devrilme, kayma ve taban basıncı tahkiklerinde hiç sayılmaz. Betonarme duvarda taban dişinin ön yüzü burundan en çok 0,15 m gerideyse devrilme pivotu diş ucudur: aktif itkinin kolu diş derinliği d kadar uzar, pasif direnç D + d derinliği boyunca tam alınır, diş altındaki zemin bloğu devrilmeye katılmaz. Bu kural yalnız devrilme oranını değiştirir; ankraj ya da kuyu temel terimi varsa pivot burunda kalır.
Tabanda kayma	Yatay istem, taban direnci ile pasif direncin sınırlı bir payının toplamıyla karşılaştırılır. Taban direnci drenajlı durumda net düşey yük ile arayüz sürtünme katsayısından, drenajsız kilde temas alanı ile drenajsız kayma dayanımından gelir. Pasif direncin yalnız sınırlı bir payı sayılır: $R_{th} + 0{,}3 \cdot R_{pt}$, burada R_{pt}, kısmi katsayıya bölünmüş pasif dirençtir (TBDY 2018, 16.9). Kısa dönem drenajsız işaretli ve cu’su girilmiş ön zemin tabakasında pasif direncin kohezyon terimi c’ yerine cu ile hesaplanır.
Taban gerilmesi	Tek bir kabul kullanılır: dışmerkezlik taban genişliğinin altıda birinden küçükse doğrusal dağılım, büyükse çekmesiz üçgen dağılım. Bileşke tabanın dışına düşerse bu açık bir başarısızlıktır ve öyle raporlanır.
Taşıma gücü	TBDY 2018 taşıma gücü bağıntısı, şekil, derinlik ve eğiklik katsayıları ayarlardan seçilen yöntemle. Temel altındaki tabakalar da taranır ve zayıf bir alt tabaka bulunursa durum çubuğuna yazılır.

Statik ve depremli durumun güvenlik düzeni ayrıdır

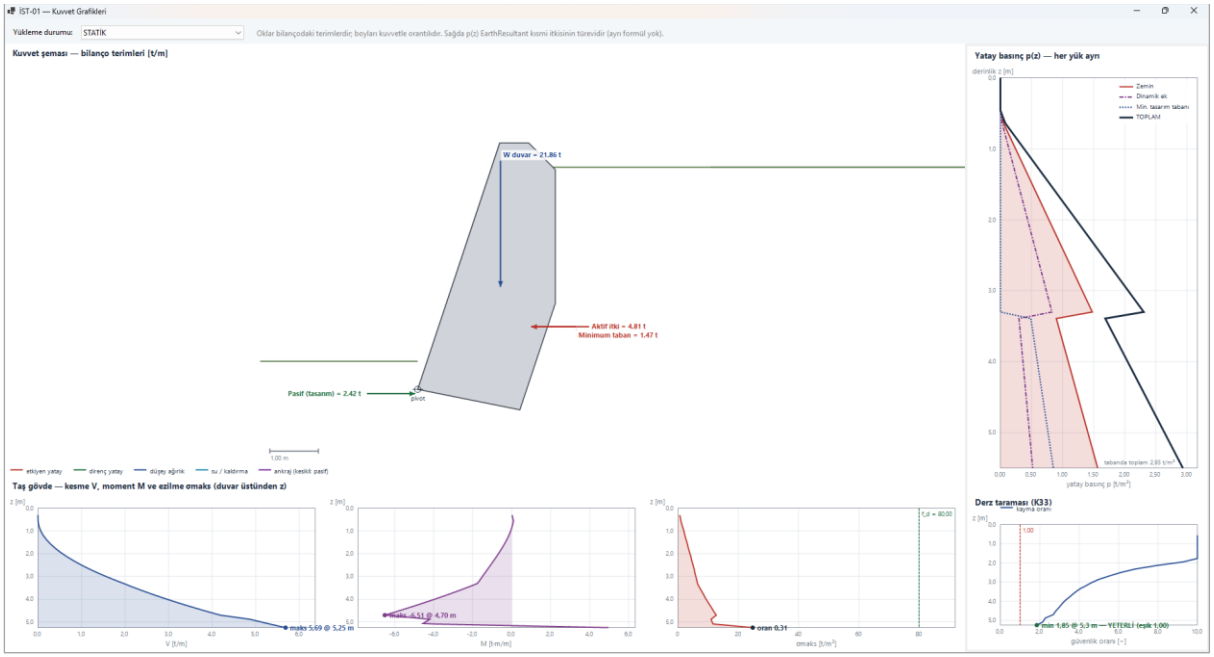
Statik durumda kayma ve devrilme için daha yüksek hedefler kullanılır, depremli durumda yönetmeliğin kendi değerleri geçerlidir. Yöneten durum sıralaması devrilmeyi her durumun kendi hedefiyle normalleştirir, aksi hâlde sayıca daha büyük bir oran, aslında daha dar bir paya sahip olabilirdi.

7.2 Duvar tipine özgü tahkikler

Tablo 9. Tipe özgü tahkikler

Tip	Tahkik
Taş	Yatay derz kayması: duvar boyunca sabit adımlarla ve köşe kotlarında taranır. Her derzde, derz üstünde kalan her şey serbest cisim alınır, itkiler toplamı, derz kohezyonu ile efektif normal kuvvetten doğan sürtünmeye karşı denetlenir. Hatıl seviyeleri taramadan çıkarılır. Ayrıca gövde ezilmesi: en büyük basınç, yığmanın tasarım basınç dayanımıyla karşılaştırılır. Derzde ve gövde kesitinde V = itki + $k_h \cdot W_{üst}$ ve M = … + $k_h \cdot W_{üst} \cdot \bar{y}$ alınır, $k_h \cdot W_{üst}$ terimi yalnız “kh·W duvar ataleti” ayarı açıkken katılır.
Gabion	Sıra arayüzleri: gabion monolit değildir, her sıra arayüzü hem bir kayma hem bir devrilme düzlemidir. Her arayüzde üstteki blok serbest cisim alınır, kayma direnci iki sıranın örtüşen temas genişliğinden, devrilme pivotu ise temas alanının ön kenarından ölçülür.
Toprakarme	İç stabilite: her şerit sırası için kopma (şeritteki çekme, tasarım dayanımına karşı) ve sıyrılma (kamanın gerisinde kalan ankraj boyu üzerindeki sürtünme) hesaplanır ve gereken şerit boyu bildirilir. Depremde sismik ek çekme Tmd eklenir, koşulları oluşursa bileşik stabilite de hesaplanır (4.4).
Kuyu temel	Her kademe kendi kesme tahkikini görür, kademeli bir gövdede kritik kesit her zaman en alt kademe değildir.
Betonarme	Gövde ve pabuçların kesit tasarımı, ankrajlı duvarlarda ankraj hükümleri ve Kranz derin blok tahkiki.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 13. Taş duvar Kuvvet Grafikleri: gövdede kesme, moment ve ezilme dağılımları ile derz taraması



Şekil 14. Gabion duvar Kuvvet Grafikleri: kuvvet şeması ve sıra arayüzlerinde kayma ve devrilme güvenliği

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

7.3 İsteğe bağlı tahkikler

Toptan göçme

Toptan göçme, duvarın çevresinde limit denge yöntemiyle kayma yüzeyi araştırır. Duvar gövdesi rijit blok olarak modellenir: ağırlığı hesaba girer, kayma yüzeyi içinden geçemez. Bu tahkik her girdi değişiminde kendiliğinden çalışmaz, ayrı bir düğmeyle (Toptan göçme) çalıştırılır ve sonucu, hesaplandığı girdilerin kaydıyla birlikte saklanır. Girdi değişince sonuç kesitten kalkar, eskimiş bir sayı ekranda kalmaz.

Toptan göçmede bazı sadeleştirmeler yapılır ve hepsi tanı notlarına yazılır: seçilmiş geri dolgu toptan göçmede ayrıca modellenmez (güvenli taraf), çizgisel, tekil ve gömülü sürşarjlar atlanır, yalnız drenajsız kayma dayanımı tanımlı tabaka drenajsız çözülür ve son tabaka model tabanına uzatılır.

Toptan göçmede çözücü seçimi, yöntem karşılaştırması ve rijit blok

Yöneten çözücü, Ayarlar › Toptan göçme sekmesindeki “Toptan göçme yöneten çözücü” seçeneğiyle belirlenir: Spencer (varsayılan) ya da TBDY 2018 (idari zorunluluk, Denk. 16.30). TBDY seçildiğinde yöneten çözücü TBDY 16.30 olur, ekran, rapor ve sonuç kaydı hangisinin yönettiğini yazar. TBDY 16.30 dairesel yüzeyler için kurulmuştur ve kohezyonlu, dik yüzeylerde kohezyon terimi nedeniyle Spencer’a göre daha düşük sonuç verebilir, seçenek yönetmelik uyumu içindir. Aynı kesitte iki çözücünün sonuçları için bkz. 11.1.

Yöneten çözücünün yanında Janbu (basit ve düzeltilmiş), Bishop ve benzeri yöntemler aynı yüzeyde bilgi amaçlı hesaplanır ve yöntemler tablosu ekrana ve rapora yazılır. Yöntemler arasındaki fark yöneten güvenlik sayısının %10’unu aşarsa “YÖNTEMLER ARASI FARK” uyarısı verilir, en düşük yöntem değeri hedefin altında kalıp yöneten yöntem hedefi sağlıyorsa ek bir uyarı yazılır. Janbu, dilimler arası kesme kuvvetini yok saydığından kayma yüzeyinin üst ucu çok dik olduğunda Spencer’dan belirgin düşük çıkması beklenir. Uyarı yöneten güvenlik sayısını değiştirmez, kesit ve yüzey geometrisinin gözle denetlenmesini ister.

Kayma yüzeyi rijit bloğun (duvar gövdesi, temel plağı) içinden geçemez. Blok kontrolü, ardışık iki örnek noktası bloğun ters taraflarında kalan yüzeyi bloğu kesmiş sayar ve geçersiz kılar, bu kural, ince ve geniş bir plağı delip geçen yüzeylerin geçerli sayılmasını önler. Yüzeyler üç nokta, giriş-çıkış ve merkez ızgarası üreteçleriyle, modelde tabaka varsa ayrıca zayıf tabaka ve kompozit üreteçlerle aranır.

Aramanın yoğunluğu Ayarlar › Toptan göçme sekmesindeki “Toptan göçme arama yoğunluğu” seçeneğiyle belirlenir. “Duvar — hızlı (varsayılan)” duvar gövdesi çevresindeki bir pencerede seyrek tarar ve en iyi adayların çevresini yerel olarak sıklaştırır (durum başına yaklaşık 900–1 330 aday yüzey). “Detaylı — tam tarama (yavaş)” tam tarama yapar (durum başına yaklaşık 21 000 aday). Duvar yoğunluğunda güvenlik sayısı tam taramaya göre yaklaşık %2 farklı çıkabilir, hedefe çok yakın bir sonuç Detaylı ile teyit edilmelidir. Kama (iki bloklu) ve altını oyma yüzeyleri Detaylı yoğunlukta her zaman, Duvar yoğunluğunda ise yalnız “Duvar yoğunluğunda kama / altını oyma yüzeylerini de ara” kutusu işaretliyse (varsayılan kapalı) aranır. Sonuç kutusu ve rapor kullanılan yoğunluğu ve durum başına aday yüzey sayısını yazar. Yoğunluk bir sayısal arama ayarıdır ve girdi kaydına girmez: değiştirildiğinde mevcut sonuç eskimiş sayılmaz.

Bütün duvarların toptan göçmesi tek komutla da hesaplanabilir: Duvarlar › Tüm duvarlarda toptan göçme… ya da araç şeridindeki TÜMÜ düğmesi. Açılan pencere duvar sayısını, güncel sonucu olduğu için atlanacak ve hesaplanacak duvar sayısını yazar. Girdileri değişmemiş ve başarılı bir sonucu olan duvar atlanır; “Hepsini zorla yeniden hesapla (güncel sonuçlar da)” kutusu işaretlenirse bütün duvarlar yeniden hesaplanır. Başlat ile arka planda çalışır, duvarlar aynı anda birden çok çözülür (en çok işlemci çekirdeği sayısının bir eksiği kadar) ve ayarlardaki arama yoğunluğu kullanılır. İptal ile durdurulduğunda o ana kadar çözülen duvarların sonuçları kalır. Sonunda bir özet penceresi açılır: her duvar için statik ve depremli güvenlik sayısı, hedefler ve durum yazılır, hedefi sağlamayan satır kırmızıdır; Kopyala düğmesi tabloyu panoya alır. Word raporundan önce sorulan “şimdi hesapla” seçeneği de aynı toplu hesabı kullanır (12.1).

Oturma

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

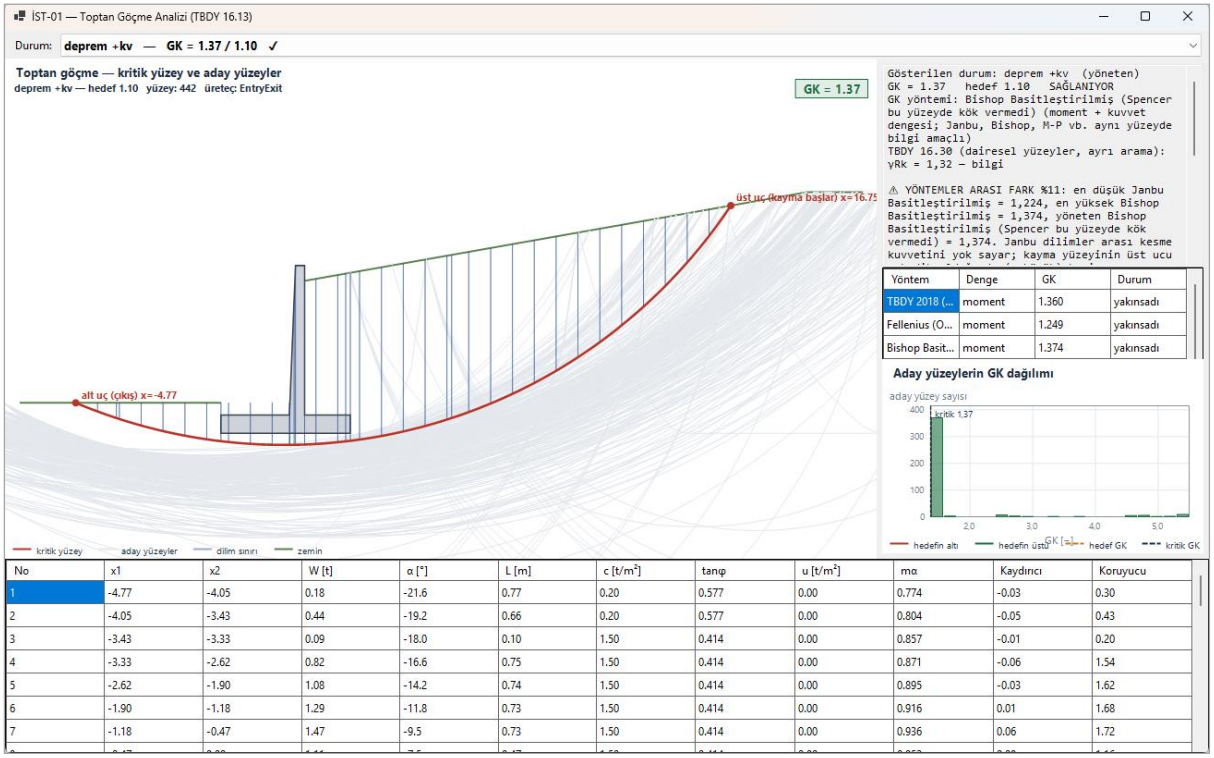
Oturma, tabaka bazında elastisite modülü ve — tanımlıysa — hacimsel sıkışma katsayısıyla hesaplanır, ikincisi girilmişse konsolidasyon oturması eklenir. Basınç, statik taban dağılımından ön örtü gerilmesi düşülerek net alınır ve derinliğe Boussinesq şerit süperpozisyonuyla yayılır, kaba bir yayılma açısı kullanılmaz. Sonuç üç noktada (burun, orta, topuk) ve bir dönme olarak verilir.

Elastisite modülü girilmemiş bir tabaka atlanır ve bu bildirilir; kullanıcıya bildirilmeden bir varsayılan değer kullanılmaz. Saha tarihçesi — yarma mı dolgu mu — konsolidasyon oturmasında hangi gerilmenin düşüleceğini belirler ve ekrandan seçilir.

Zayıf alt tabaka ve zımbalama

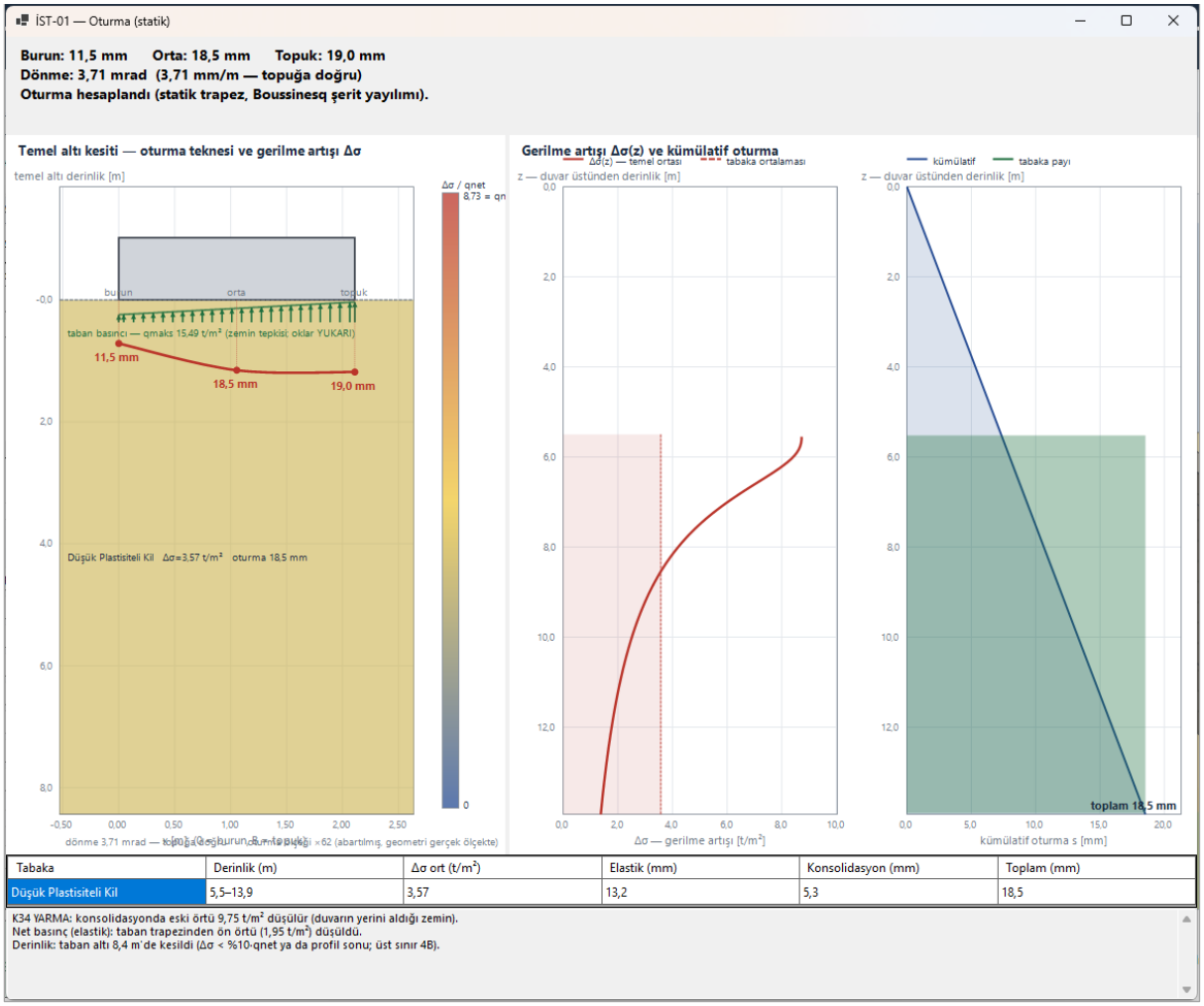
Temelin altındaki tabakalar taranır ve gerilmenin derinlikle yayıldığı hesaba katılarak her tabakanın kendi taşıma gücü denetlenir. Temel tabanı sağlam bir tabakaya otururken altındaki yumuşak tabakanın yetersiz kalması, yalnız taban tahkikine bakan bir hesabın göremeyeceği bir göçme biçimidir.

Tek tabakalı profilde taban altında ikinci bir tabaka yoktur. Taban kotundaki (z = 0) satır yalnız referanstır ve diğer satırlarla yarışmaz, ZAYIF ALT TABAKA uyarısı yalnız z > 0 satırı varsa verilir. Eğik tabanlı duvarlarda z = 0 satırı, ana taşıma tahkikiyle aynı normal ve teğet kuvvet ayrışımı ile eğiklik kuralıyla hesaplanır, ancak talep düzgün gerilme (V_{net}/B') olarak alındığı için ana tahkikteki q_{max} ile tam eşit çıkmaz. Yöneten tahkik ana taşıma tahkikidir.



Şekil 15. Toptan Göçme Analizi penceresi: kritik kayma yüzeyi, aday yüzeyler, yöntemler tablosu ve dilim tablosu

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 16. Oturma penceresi: temel altı kesiti, gerilme artışı Δσ(z), kümülatif oturma ve tabaka katkıları

8. Betonarme Tasarım

Betonarme duvarlarda gövde, taban plağı ve — varsa — payandalar ile yük azaltma döşemesi TS 500 ve TBDY esaslarıyla boyutlandırılır. Beton ve çelik sınıfları ile pas payı ayarlardan gelir. Gövde kesit tesirlerinde statik zarf, toprak ve su itkisi ile sürşarjın 1,6 ile çarpılmasıyla (TS 500), depremli zarf 1,0 ile kurulur. Tasarım zarfı, üç yükleme durumunun her biri için ayrı hesaplanan kesit tesirlerinin en büyüğüdür.

Kesit tesirleri ayrı bir formülden gelmez

Gövdenin herhangi bir kotundaki kesme ve moment, basınç dağılımının o kota kadar olan kısmi integralinden ve su ile özel sürşarjlardan türetilir — dış tahkiklerde kullanılan terimlerin ta kendisinden. Aynı büyüklük için ikinci bir hesap yolu açılmaz, böylece bilanço, derz taraması ve betonarme kesiti aynı sayıları kullanır.

Eğilme donatısı dikdörtgen gerilme bloğu kabulüyle hesaplanır ve en küçük donatı oranı denetlenir. Kesitin yetersiz kaldığı durum açıkça bildirilir. Kesme, etriyesiz kesit dayanımı ile karşılaştırılır ve aşıldığında etriye gerektiği yazılır. Kesme tahkiki yalnız gövde dibinde değil, bütün gövde kotlarında taranır, gövde kalınlığı yükseklikle değiştiğinde en kritik kesme oranı alt kesitte olmayabilir, böyle bir kesit çıkarsa tahkik tablosuna “Gövde — en kritik kesme kesiti” satırı olarak ayrıca yazılır. Gövde–temel derzinde sürtünme kesmesi dayanımı $0{,}2 \cdot f_{cd} \cdot A_c$ ile sınırlanır (f_{cd} en çok 25 MPa alınır).

Pabuçlar taban gerilmesi dağılımıyla — çekmesiz üçgen dağılım dâhil — konsol olarak çözülür. Ön pabuçta üstteki örtü ihmal edilir (güvenli taraf), arka pabuçta üstteki zemin kolonu, sürşarj ve öz ağırlık aşağı yönde sayılır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Payandalı bir duvarda gövde paneli payandalar arasında sürekli döşeme gibi çözülür, payanda ise kendi genişliğindeki şeridin istemini konsol olarak taşır. Aks aralığı için bir tarama tablosu üretilir: panel momenti aralığın karesiyle, payanda momenti aralıkla büyür, yani ekonomik aralık bu iki eğilimin kesişiminde aranır.

Payandalı duvarda perde, taban ve iki payanda arasında üstü serbest bir levha olarak çalışır ve yükü yatayda payandalara aktarır. Panelin yatay momenti ve kesmesi, levha boyut oranı EM-27 tablolarının kapsamındaysa bu tablolarla, değilse $M = p \cdot s^2/10$ ve $V = 0{,}6 \cdot p \cdot s$ ile hesaplanır. Düşey doğrultuda taban kenarındaki ankastre moment de $M = p \cdot s^2/10$, $V = 0{,}6 \cdot p \cdot s$ alınır, tabandan s kadar yukarıda doğrusal olarak sıfıra iner ve her kotta konsol değeriyle sınırlanır; payanda aralığı büyüdükçe davranış konsola döner. Ön ve arka payandanın aks aralıkları farklıysa panel büyük aralığa göre hesaplanır.

Payanda ana donatısı adet × Φ olarak verilir ve payanda gövdesine en çok üç sırada sığmalıdır; sığmazsa çapın ya da payanda kalınlığının artırılması istenir. Payanda ana donatısının izin verilen çap listesi ayrıdır (varsayılan Φ16–Φ36). Perdenin payandaya aktardığı çekme ($T = p \cdot s$) payanda–perde birleşiminde iki kollu yatay U bağlarıyla karşılanır; bu bağlar alt, orta ve üst bölge için ayrı pozlarla verilir. Payanda gövdesinde $V_d > V_{cr}$ ise TS 500 Madde 8.1'e göre hesaplanan bir kesme etriyesi satırı açılır. Payandanın uçlarında bağlantı bölgesi (basamak ve tab) her zaman bulunur ve en az 0,20 m'dir; geometriye sığmazsa kırpılır ve girdi denetimi uyarır.

Ayarlar › Betonarme sekmesinde donatı detayıyla ilgili şu seçenekler de vardır. "Bindirme bölgesinde yatay donatıyı sıklaştır" (varsayılan açık) TS 500 Madde 9.2.5 koşulu sağlanmıyorsa bindirme boyunca ek bir yatay poz koyar. "Yatay donatı kademe (bölge) sayısı" payandalı panelde yatay donatının kaç bölgede değiştiğini belirler (1, 2 ya da 3; 1 = tek bölge). Gövde filizinin temel içindeki ucuna 90° kanca her zaman yapılır ve metraja girer; kenetlenme kademeli denetlenir ve hüküm "kanca + sarım indirimiyle sağlandı" ya da "kancayla da kısa" (temel kalınlığı artırılmalı) gibi yazılır. "Gövde filizi kenetlenmesi — kanca indirimi" varsayılan 0,75'tir (TS 500 Madde 9.1.2.2). "Sarım indirimi" varsayılan 0,80'dir ve 1,0 girilirse kapanır; bu indirim TS 500'de yer almaz.

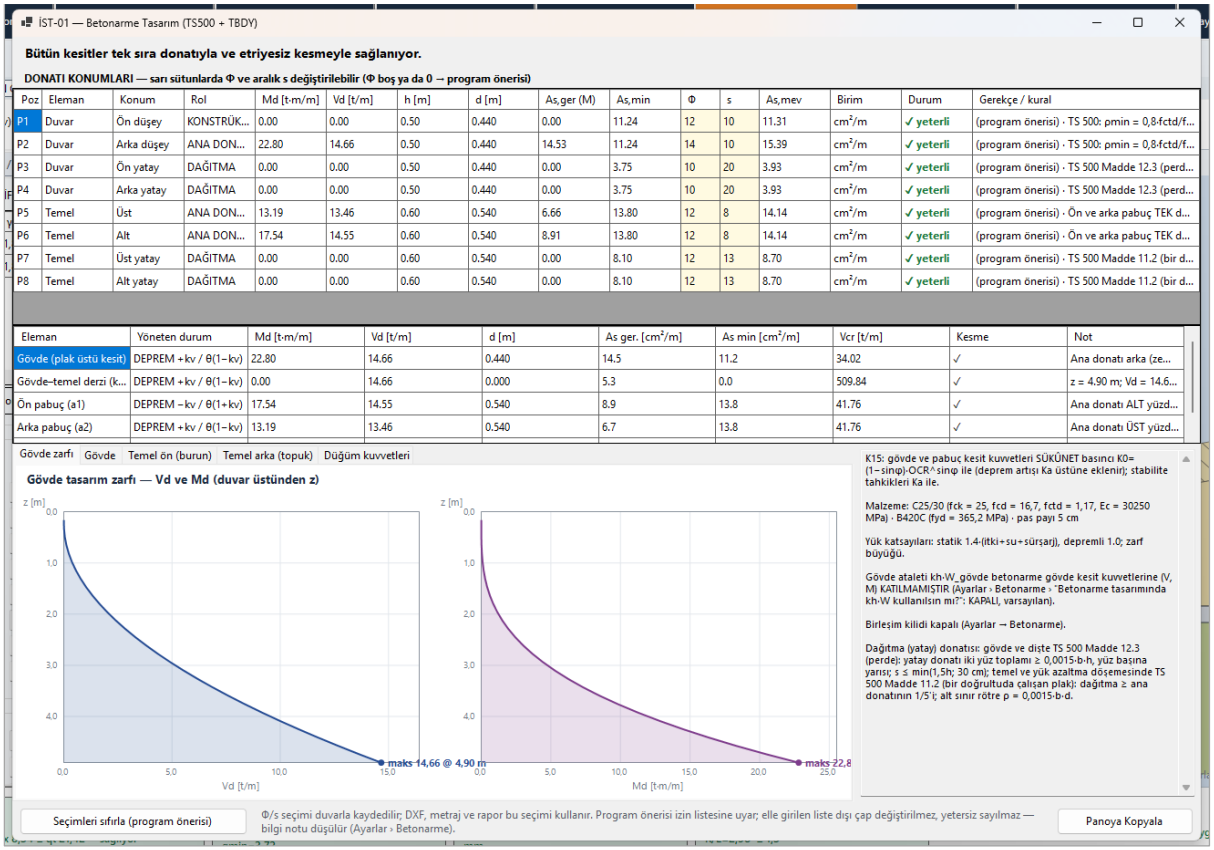
Betonarme Tasarım penceresindeki donatı tablosunda gerekli donatının ($A_{s,ger}$) yanında en küçük donatı ($A_{s,min}$) da ayrı bir sütundur. Gövde filizi kenetlenmesinin hükmü ve demir listesinin detay uyarıları (TS 500 Madde 9.2.5 sargı koşulu, Φ > 30 bindirmesi, sığmayan kanca, sehpa) pencerenin altında tek satırlık bir durum yazısıyla gösterilir, ayrıntılar ipucundadır. Bir yetersizlik varsa ana ekranda "Donatı detayı SAĞLANMADI (Betonarme)" notu da görünür (2.2).

Donatı çapları için izin listeleri ayarlardan tanımlanabilir, ayrıntılı betonarme penceresinde her elemanın iki yüzü ve iki yönü ayrı ayrı görülür ve kullanıcının seçtiği çap ve aralıklar duvarla birlikte saklanır.

Kancalar TS 500'e göre alınır: 90° kancada kol 12Φ, 135° kancada kuyruk en az 10Φ ve 70 mm olur, kancalı kenetlenmede ℓ_b 0,75 ile çarpılır. Gövde tepesinde ön ve arka yüz kancaları net genişliğe sığmayıp çakışırsa kanca donatıyı dışarıdan sarar: arka yüz kancası en üstte kalır, ön yüz kancası bir çubuk çapı aşağıda biter, çizim ve metraj aynı değeri kullanır. Gövde düşey donatısında bindirme varsayılan olarak şaşırtmalıdır (kademe 1 ve 2, $\ell_0 = 1{,}25 \times \ell_b$), Ayarlar › Betonarme sekmesindeki "Düşey donatı bindirmesi TEKİL olsun" seçeneği işaretlenirse tek kademe kullanılır, bütün çubuklar aynı kesitte bindirilir ($\alpha_1 = 1{,}5$) ve ℓ_0 yaklaşık yüzde yirmi uzar.

Temelde alt donatının üstüne oturup üst donatının altına gelen sehpa donatısı varsayılan olarak konur, çapı ve adedi (varsayılan Φ12, 2 adet/m^2) aynı sekmeden ayarlanır. Payanda bağ etriyelerinin bacakları payandanın eğik kenarını izler, boylar aralık olarak yazılır, metrajda ortalama boy alınır ve ℓ_b boyuna yetmeyen uç etriyeler uyarı olarak listelenir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 17. Betonarme Tasarım penceresi (TS 500 + TBDY): donatı konumları, kesit kontrolleri ve gövde tasarım zarfı

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

9. Sonuçların Okunması

9.1 Kuvvet bilançosu

Bilanço, üç yükleme durumunun her birini terim terim yazan bir metin dökümüdür: basınç katsayıları, itkiler ve kolları, ağırlıklar ve kolları, devirici ve direnç momentleri, yatay istem ve dirençler, taban gerilmeleri. Amaç, hesabın elle izlenebilmesidir — dökümdeki sayılar toplandığında ekrandaki sonuç çıkar. Metin panoya kopyalanabilir.

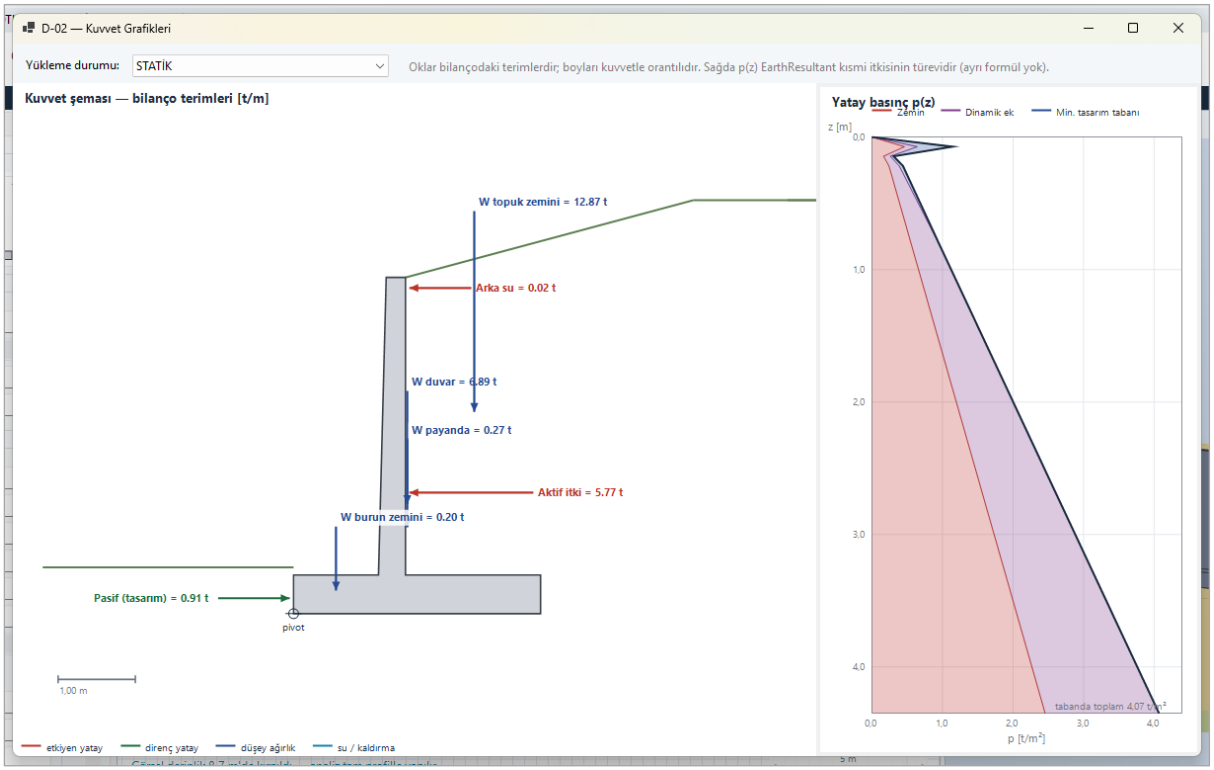
Bilançonun sonuna, ilgili olduklarında üç bölüm daha eklenir: zayıf alt tabaka ve zımbalama taraması, Newmark ötelenme kontrolü ve toprakarme iç stabilitesi.

9.2 Grafikler

Kuvvet grafikleri penceresi, seçilen yükleme durumu için bilançodaki terimleri ok olarak çizer, okların boyu kuvvetle orantılıdır. Yanında derinlik boyunca basınç dağılımı bulunur ve dört bileşen ayrı ayrı görülür: zemin, su, sürşarj ve dinamik artış.

Grafikler bilançoyla aynı sayıları kullanır

Çizilen her sayı, bilançoyu üreten aynı hesaptan gelir. Basınç grafiğinin bileşenleri kısmi integrallerin sayısal türevidir ve tabana kadar toplandıklarında bilançodaki itki terimlerini verir.



Şekil 18. Kuvvet Grafikleri penceresi: bilanço terimlerinin kuvvet şeması ve yatay basınç dağılımı

9.3 Girdi denetimi

Girdi denetimi, hesabın fark etmeden kabul ettiği tutarsızlıkları bulup adıyla söyler. Bulgular üç düzeyde toplanır: HATA (sonuçlar güvenilmez), UYARI ve BİLGİ, her biri ilgili alana göre gruplanır. Denetim hesabı etkilemez, yalnız bir kırpmanın ya da varsayımın neyi gizlediğini görünür kılar.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Tablo 10. Girdi denetiminden örnekler

Düzey	Örnek bulgular
Hata	Hiç zemin tabakası yok, bir tabakanın üç dayanım parametresinin de sıfır olması, doygun birim hacim ağırlığın doğaldan küçük olması, temel üst kotunun tabii ön zemin kotunun üstünde kalması, toprakarmede korozyon payının şerit kalınlığına eşit ya da ondan büyük olması. Taban eğiminin tasarım kipinde ters yönde ya da 15°'den büyük girilmesi.
Uyarı	İçsel sürtünme açısının kırpıldığı bir değer girilmesi, "kısa dönem drenajsız" işaretliyken drenajsız kayma dayanımının sıfır olması, profilin temel tabanının üstünde bitmesi, su varken doygun birim hacim ağırlığın girilmemiş olması, şerit dışı bir yüke genişlik girilmesi, taban dişi tanımlıyken pasif direncin kapalı olması. Karayolları taş duvar abak kapsamının aşılması (h, H) ya da Şekil 4.15'te gömülmenin 1,00 m'den az olması, granüler seçilmiş dolgu varken dinamik geçirimliliğin "Geçirimsiz" seçilmesi, ad ile zemin sınıfının çelişmesi. Ön zemin çizgisinin Df kutusundan 5 cm'den fazla farklı olması, payanda uç bağlantı bölgesinin geometriye sığmaması, dar dolguda aktif kamanın kazı şevini kesmesi. Toprakarmede korozyon payının 0 olması, L/H'nin 0,5'in altında kalması ve iç stabiliteye şerit, çizgisel ya da tekil yüklerin katılmaması.
Bilgi	Tekil yükün bir etki uzunluğuna yayıldığının hatırlatılması, duvardan çok uzaktaki bir sürşarj, gömme derinliğinin sıfır olması, S_{DS} sıfırken yalnız statik durumun çözüleceği, elastisite modülü ve sıkışma katsayısı bulunmayan tabakaların oturma hesabında atlanacağı. Abak okumasında H'nin 1:1 çizgiyle hesaplandığı ve sağlam kayada kademeli temel yerine düz taban esas alındığı.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

10. Ayarlar — Sonucu Değiştirenler

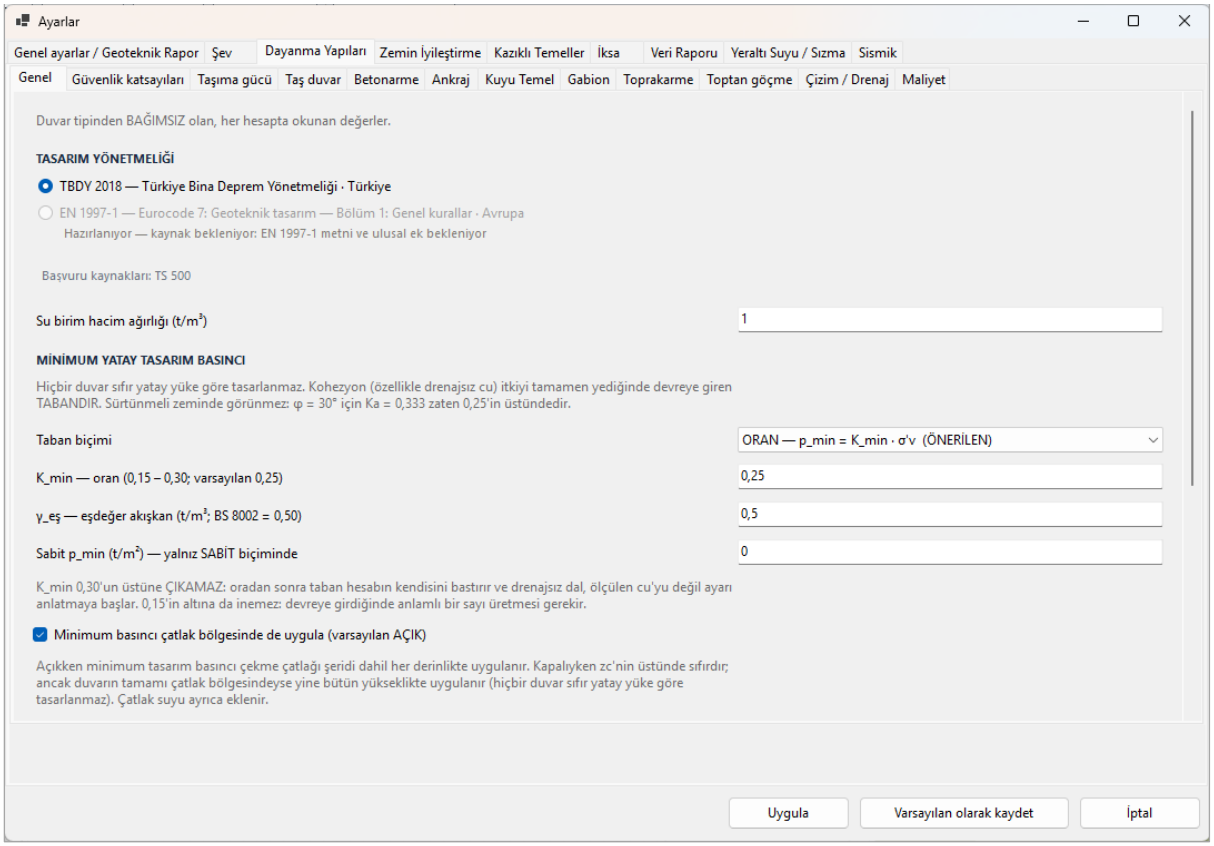
Dayanma ayarları, üstteki tek Ayarlar penceresinin Dayanma Yapıları sekmesinde on iki alt sekmede toplanır. Hepsi ana proje dosyasında taşınır ve raporun kabuller bölümünde yazılır, farklı ayarlarla üretilmiş iki rapor karşılaştırılırken başvurulacak yer burasıdır.

Tasarım yönetmeliği: hesabın hangi yönetmeliğe göre yapıldığı buradan seçilir. Yalnız programda uygulanmış (Etkin) yönetmelikler seçilebilir; henüz uygulanmamış yönetmelikler gri görünür ve yanında “Bu sürümde kullanılamaz.” notu bulunur. Dayanma hesapları TBDY 2018 Bölüm 16’ya göredir, KDYY ve EN 1997-1 bu modülde henüz uygulanmadığı için gri görünür. Seçici Genel sekmesindedir ve seçim raporun “Esas Alınan Yönetmelik” satırına yazılır.

Tablo 11. Ayar grupları

Grup	İçerdikleri
Genel	Suyun birim hacim ağırlığı, minimum yatay tasarım basıncının biçimi ve katsayısı ile çatlak bölgesinde de uygulanıp uygulanmayacağı, hesap ızgarası aralığı, izin verilen ötelenme tablosu aralığı, tasarım yönetmeliği, çekme çatlağının dikkate alınması ve çatlağın su ile dolu kabulü, çizgisel ve tekil yüklerin eşdeğer genişlikleri, deprem ek itkisinin yükseklik boyunca dağılımı.
Güvenlik katsayıları	Statik ve depremli durum için devrilme hedefi ile kayma kısmi katsayısı, pasif ve taşıma kısmi katsayıları, pasif direncin stabiliteye ve devrilmeye katılıp katılmayacağı (ikisi de varsayılan olarak açıktır, devrilmede pasif direnç tam değeriyle sayılır), burun üstü zemin ağırlığının sayılması, taban adezyon oranı.
Taşıma gücü	Düzeltme yöntemi (üç seçenek), derinlik, zemin ve taban eğimi katsayılarının açılıp kapanması, en büyük gömme oranı, su derinlik etkisi, taban tahkikinin net kurulması, depremde dışmerkezlik sınırı, taban arayüzü sürtünme katsayısı (tablo değerleri ya da kullanıcı tanımlı, sınırlı bir aralıkta), temel altındaki tabakaların taranması. N_γ tanımı (TBDY 16.8b bağıntısı — varsayılan — ya da seçilen yöntemin kendi bağıntısı).
Taş duvar	Taşın birim hacim ağırlığı, yığmanın tasarım basınç dayanımı, basamak üstündeki zeminin ağırlığa katılması.
Betonarme	Betonun birim hacim ağırlığı, kesit tesirlerinin sükûnet basıncıyla hesaplanıp hesaplanmayacağı, duvar, temel ve palye için izin verilen donatı çapları. Duvar ataleti $k_h \cdot W$’nin (bilanço, taş gövde, derz ve gabion sıraları, varsayılan kapalı) ve betonarme tasarımda gövde ataletinin (varsayılan kapalı) katılıp katılmayacağı, $\phi = 0$ tabakada kesit tesirlerinin minimum basınçla hesaplanması, donatı aralığının 5 cm’nin katı olması, çiroz (gövde, döşeme, temel, adet ve çap), gövde–temel derzi (sürtünme katsayısı, ek bağ donatısı, kilit ve döküm aralığı), düşey bindirmenin tekil olması, temelde sehpa donatısı (çap ve adet).
Ankraj	Bütün ankraj sıralarında kullanılan delgi çapı, kök kapasitesi bu çapla hesaplanır. Taş duvar pasif ankrajı için çelik katsayısı γs, aderans katsayısı γa, gerekli Kranz GS ve taş–harç bağ dayanımı τ.
Kuyu temel	Kuyu temelde deprem (S_{DS}) analizinin yapılıp yapılmayacağı, varsayılan olarak kapalıdır. Gömülme derinliği ve H kademe geometrisinden türetilir.
Gabion	Yeni gabion duvarlar ve sihirbaz için varsayılan kutu ölçüleri, basamak üstü zeminin ağırlığa katılması, dolgu taşının birim hacim ağırlığı (varsayılan 2,60 t/m3) ve dolgu boşluk oranı n (0,10–0,35, varsayılan 0,25). Kutu birim hacim ağırlığı $\gamma_{taş} \cdot (1 - n)$ olarak alınır.
Toprakarme	Donatılı dolgunun birim hacim ağırlığı ve içsel sürtünme açısı, sıyrılma güvenlik katsayısı, çelik ve geosentetik donatının çalışma oranları.
Toptan göçme	Statik ve depremli hedef güvenlik sayıları — bunlar yönetmelik tabanıdır ve analiz her zaman tabanla ayarın büyüğünü alır, yani ayardan yalnız artırılabilir, gömülü sürşarjın yüzey yükü gibi katılıp katılmayacağı. Yöneten çözücü: Spencer (varsayılan) ya da TBDY 2018. Toptan göçme arama yoğunluğu (Duvar — hızlı, varsayılan, ya da Detaylı — tam tarama) ve Duvar yoğunluğunda kama / altını oyma yüzeylerinin de aranıp aranmayacağı (varsayılan kapalı).
Çizim ve drenaj	Drenaj borusu ve barbakanların varlığı, çapları ve aralıkları, filtre tanımı, metrajda donatı fire payı ve grobeton kalınlığı. Bunlar hesaba girmez, çizime ve metraja girer.
Maliyet	Para birimi etiketi ve birim fiyatlar (beton, donatı, kalıp, taş, imalat). Sıfır bırakılan kalem maliyete girmez, hiçbir fiyat girilmemişse maliyet üretilmez. Hesaba girmez, metraj ve maliyet çıktısına girer.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 19. Ayarlar penceresi, Dayanma Yapıları › Genel sekmesi: tasarım yönetmeliği ve minimum yatay tasarım basıncı

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

11. Doğrulama

Modülün hesapları, yayımlanmış çözümlü örneklerle, el hesaplarıyla ve bağımsız bir ticari programın çıktısıyla sayı sayı karşılaştırılmıştır. Toptan göçme için ayrıca PLAXIS 2D ile kıyas yapılmıştır (11.1).

Tablo 12. Doğrulama kaynakları

Kaynak	Kapsam ve sonuç
TBDY 2018 resmî çözümlü örneği (Ek 16A)	Aktif ve toplam basınç katsayıları, pasif katsayı, statik ve dinamik itkiler, yatay istem, net düşey yük, devirici ve direnç momentleri ile kayma direnci — bütün terimler örneğin kendi yuvarlaması içinde eşleşir.
Bağımsız ticari program karşılaştırması	Bir betonarme duvarın statik durumu birebir karşılaştırılmıştır; basınç dağılımı temel tabanına kadar alınır ve sonuçlar eşleşir.
El hesabı karşılaştırmaları	Yük azaltma döşemesinin palye modeli, gabion sıra arayüzü tahkiki ve taş derz taraması el hesabıyla birebir doğrulanmıştır.
İç tutarlılık kontrolleri	Basınç grafiğinin bileşenleri tabana kadar toplandığında bilançodaki itki terimlerini verir, sismik pasif katsayı statik değerin altında kalır, eğik tabanlı bir gövdenin toplam yüksekliği tam H çıkar.
Karayolları taş duvar abakları	Dört abağın okunması, H'nin 1:1 çizgiden hesabı, 4.19 poligonları ve sınır uyarıları el hesabıyla kontrol edilmiştir.

Doğrulamanın kapsamı

Bu karşılaştırmalar, hesabın yayımlanmış örneklerle ve kendi kurallarıyla tutarlı olduğunu gösterir. Bir sahanın zemin parametrelerinin doğru seçildiğini ya da modelin o duvarı temsil ettiğini göstermez, bunlar mühendisin sorumluluğundadır.

11.1 Toptan göçme: PLAXIS ve yöntemler arası kıyas

Kıyas kesiti: taş duvar, tek tabaka (geri dolgu, SM), H = 4 m, statik durum, hedef güvenlik sayısı 1,50. PLAXIS 2D dayanım indirgeme çözümü 1,56 vermiştir. PLAXIS yer değiştirme haritasında göçme mekanizması kama (çokgen) biçimindedir: duvar ve dolgu bloğu birlikte hareket eder. Programda yöneten çözücü Spencer'dır (üç nokta üreteci, 420 yüzey).

Tablo 13. D-01 örnek kesiti: PLAXIS 1,56 değerine göre karşılaştırma

Yöntem	GK	PLAXIS'e göre fark (%)	Durum
PLAXIS 2D (referans)	1,560	—	Referans
Spencer (yöneten)	1,460	−6,4	Yöneten, güvenli yönde
TBDY 2018 (16.30)	1,440	−7,7	Bilgi, ayrı dairesel arama
Janbu düzeltilmiş	1,292	−17,2	Bilgi
Janbu basit	1,224	−21,5	Bilgi

Yöneten Spencer, PLAXIS'e en yakın yöntemdir ve %6 kadar güvenli yöndedir, TBDY 16.30 değeri de PLAXIS'in altındadır. Janbu yöntemleri %17–22 düşüktür: Janbu dilimler arası kesme kuvvetini yok saydığından, üst ucu dik kayma yüzeyinde sistematik düşük çıkar. Bu fark yöntemin doğasından kaynaklanır; Janbu değeri yöneten değildir, yalnız bilgi olarak yazılır ve fark %10'u aşınca uyarı üretilir. Karşılaştırma tek kesit içindir, başka kesitlerle ve elle tanımlı kama yüzeyiyle yinelenmemiştir; başka kesitlerde fark farklı çıkabilir. Varsayılan örnek kesitte Spencer 1,437, TBDY 16.30 ise 1,343 bulunmuştur (TBDY, Spencer'ın yaklaşık %6,6 altında).

Aşağıdaki tablo, D-01 benzeri bir kesitte (üç nokta üreteci) aynı kayma yüzeyinde yöntemleri Spencer'a göre karşılaştırır. Bu bir bağımsız referans değil, yöntemler arası tutarlılık ölçüsüdür. Tablo 13 ve 14'teki değerler

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Detaylı (tam tarama) arama yoğunluğuyla elde edilmiştir. Varsayılan Duvar yoğunluğunda güvenlik sayıları yaklaşık %2 farklı çıkabilir.

Tablo 14. Yöntemler arası karşılaştırma (aynı yüzey, Spencer'a göre)

Yöntem	GK	Spencer'a göre fark (%)
Spencer	1,662	—
TBDY 2018 (16.30)	1,650	−0,7
Bishop	1,652	−0,6
Corps of Engineers	1,806	+8,7
Janbu düzeltilmiş	1,476	−11,2
Janbu basit	1,399	−15,8
Fellenius	1,358	−18,3

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

11.2 Bilinen farklar ve sınırlar

Toptan göçme aramasında kayma yüzeyi duvar gövdesini ve temel plağını kesemez (7.3); bu kural gerçek dışı yüzeylerin elenmesini sağlar ve Şev ile Dayanma modüllerinde ortaktır. Bu modülün hesapları bağımsız doğrulama örnekleri ve el hesaplarıyla kontrol edilmiştir.

Bilinen farklar ve sınırlar:

- Janbu yöntemleri PLAXIS'e göre %17–22 düşüktür (yukarıda). Yöneten değildir, neden yüzeyin üst ucunun dikliğidir.
- PLAXIS mekanizması kama (çokgen) biçimindedir. Dayanma aramasında kama yüzeyleri Detaylı yoğunlukta ya da ilgili kutu işaretliyken aranır (7.3). Elle tanımlı kama yüzeyiyle kıyas yapılmamıştır.
- Spencer çözümünde itme çizgisi denetimi yoktur, yalnız dilim kuvveti sınırı, m(α) eşiği ve güvenlik sayısı bandı denetlenir.
- PLAXIS kıyası tek kesit içindir, başka kesitlerle yinelenmemiştir.
- Tek tabakalı profilde taban referans satırı ile ana taşıma tahkiki eğik tabanda tam eşit değildir (7.3).
- PLAXIS aktarım betiği PLAXIS içinde doğrulanmamıştır (12.3).

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

12. Rapor, Çizim ve Aktarım

12.1 Word raporu

Rapor, duvar tipine göre seçilen düzenlenebilir bir Word şablonundan üretilir. Şablondaki yer tutucular hesaplanan değerlerle değiştirilir, tablo blokları satır sayısına göre çoğaltılır ve şekiller kendi çerçevelerine yerleştirilir. Raporun biçimi kullanıcının, içeriği programındır.

Rapor, başta bir özet sayfası olmak üzere on dokuz bölümden oluşur: genel bilgiler, kesit geometrisi, zemin profili, sürşarjlar, deprem parametreleri, basınç katsayıları ve itkiler, yatay ve düşey yükler, devrilme, kayma, taşıma gücü ve taban gerilmeleri, oturma, toptan göçme, Newmark, tipe özgü tahkik (derz kayması, sıra arayüzü ya da iç stabilite), betonarme tasarım ya da gövde malzemesi koşulları, metraj, girdi denetimi bulguları, kabuller ve kısmi katsayılar, sonuç ve öneriler.

Özet sayfasında yükleme durumu başına devrilme (M_r/M_d), kayma (R_d/H_d) ve taşıma kullanım oranları gerekli değerleriyle birlikte, bütün tahkiklerin hükmü de tek tabloda toplanır. Basınç katsayıları bölümüne tabaka bazlı bir tablo girer: her tabaka için γ, ϕ′, c′, δ, ψ, statik ve toplam aktif katsayılar (K_{as}, K_{at}), $K_{ad} = K_{at} - K_{as}$, K_0 ve statik/sismik K_p yazılır. Derinliğe göre basınç tablosu 0,5 m aralıkla, tabaka sınırları, yeraltı suyu ve arka zemin yüzeyi gibi kırılma noktaları eklenerek verilir.

Toptan göçme bölümü statik, $+k_v$ ve $-k_v$ durumlarının güvenlik sayılarını ayrı bir tabloda gösterir. Betonarme bölümünde pabuç yük şeması yer alır: taban gerilmesi diyagramı üzerinde ön ve arka pabucun G_1 (plak öz ağırlığı) ve G_2 (pabuç üstü zemin ve sürşarj) yükleri ile a_1 ve a_2 kesitlerinin tesirleri görülür. İsteğe bağlı bölümlerin durumu Kontrol edildi (zayıf alt tabaka, toprakarme iç stabilitesi), Hesaplandı (oturma), Analiz edildi (toptan göçme, Newmark) ya da Yapıldı (betonarme tasarım) olarak yazılır, yapılmamış bölümde Yapılmadı görünür.

Word raporu alınırken önce “Rapor içeriği” penceresi açılır. Bölümler tek bir ağaçta tek tek seçilir.

- Seçim bütün duvarlara uygulanır. “Duvar bazında farklı seç” seçeneği vardır, varsayılanı kapalıdır.
- Zorunlu bölümler her zaman rapordadır: Özet, 1, 2, 3 ve 19.
- Bazı bölümler kapatılınca hesapları da yapılmaz ve rapor hızlanır: Toptan göçme, Newmark, Oturma, Alt tabaka, Betonarme ve MSE iç stabilite. Diğer bölümler yalnız rapordan çıkarılır.
- Kaldırılan bölümlerin numaraları kapanır.
- Seçim proje dosyasına kaydedilir. DXF çıktıları seçimden etkilenmez.

Rapor toptan göçmeyi kendiliğinden hesaplamaz. Güncel toptan göçme sonucu olmayan duvarlar (hiç hesaplanmamış, girdisi değişmiş ya da önceki hesabı başarısız) rapordan önce listelenir ve sorulur: Evet, şimdi hesaplar (arka planda, iptal edilebilir); Hayır, hesaplamadan yazar; İptal, çıktı almaz. Hesaplamadan yazılan duvarın belgesinde “Toptan göçme hesaplanmadı (TOPTAN GÖÇME ile hesaplayın).” yazar, karşılaştırma tablosunda güvenlik sayısı yerine “—” görünür. Word belgesi arka planda, ilerleme ve İptal düğmesiyle üretilir, iptal edilirse yarım dosya silinir. Belgede İçindekiler, Şekiller ve Tablolar listeleri bulunur.

Ardından, eksik ya da hatalı girdi, çözülemeyen bir hesap veya girilmemiş rapor künyesi varsa ortak rapor ön kontrol penceresi açılır. Bulgular önem (hata ya da uyarı), bölüm ve açıklama sütunlarıyla sıralanır, ön kontrol rapora eklenmez. “Yine de devam et” raporu üretir, “Vazgeç” (varsayılan) işlemi iptal eder.

Bütün duvarlar tek bir belgede de alınabilir, bu belge ortak bir kapak, bir karşılaştırma özeti ve ortak kabuller bölümünden sonra her duvarın kendi raporunu ekler. Çizilemeyen bir şeklin yerine bunu bildiren bir şerit konur.

Rapor ve çizim komutları üstteki Rapor / Çizim menüsünde, Dayanma Yapıları adı altında Rapor ve Çizim olarak ayrı iki başlıkta toplanır. Rapordaki kesit, kuvvet ve donatı şekillerinde payanda ile yük azaltma döşemesi ölçüleriyle birlikte çizilir ve şekiller DXF ile aynı geometriden üretilir. Raporun girdi tablosunda zemin sınıfı (USCS) sütunu yer alır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

Raporun biçimi Rapor / Çizim menüsünün sonundaki “Rapor şablonları…” penceresinden değiştirilir. Pencere programla gelen Word şablonlarını Modül, Şablon, Kullanılan ve Varsayılan dosya sütunlarıyla tek listede gösterir. Dayanma Yapıları için beş satır vardır: Betonarme duvar, Taş duvar, Gabion duvar, Toprakarme duvar ve Toplu rapor kapağı / karşılaştırma. Bir duvar tipi için özel şablon seçilmişse Word raporu o şablonla üretilir.

“Kopyasını kaydet…” varsayılan şablonun bir kopyasını seçilen yere yazar; kopya Word’de kuruma göre düzenlenir, yer tutucular (|…|) korunmalıdır. “Özel şablon ekle…” düzenlenen dosyayı şablon klasörüne kopyalar, denetler ve o satır için seçer: açılmayan dosya eklenmez, varsayılandaki yer tutuculardan bazıları eksikse uyarı verilir (o alanlar raporda boş kalır, rapor yine üretilir). “Özel şablon seç…” daha önce eklenmiş bir özel şablonu seçer, “Varsayılana dön” seçimi kaldırır, dosya silinmez. “Şablonları yedekle…” şablon klasörünün tamamını tek bir zip dosyasına yazar; “Yedekten geri yükle…” bu dosyayı geri açar ve klasörde bulunan dosyaların üstüne yazılıp yazılmayacağını sorar. “Şablon klasörünü aç” klasörü Windows Gezgini’nde açar. Özel şablonlar %LocalAppData%\GeoteknikPro Studio\Sablonlar altında tutulur; program Belgeler’e ya da OneDrive’a kendiliğinden yazmaz.

12.2 DXF çizimi

Her duvar için temel olarak üç pafta üretilir: ölçü paftası (kesit, ölçülendirme, drenaj ve barbakanlar, zemin tabakaları), donatı ya da detay paftası (kesit, donatı ve metraj bloğu) ve cephe paftası. Duvara göre ek paftalar gelir: yük azaltma döşemeli duvarda palye donatı planı, payandalı betonarme duvarda payanda donatı boyları paftası ile payandaları önden ve arkadan gösteren 3B izometrik görünüş, toprakarme duvarda kademe, bitmiş kesit ve uygulama detayı paftaları. Paftalar alt kenardan hizalanır. Duvar uzunluğu L girilmişse demir listesi duvarın tamamı için verilir ve başlığında L yazılır. Her pafta çerçeve ve antetle sarılır, antette duvarın beton ve donatı sınıfı yazılır. Ölçek her zaman 1/25, kâğıt en az A0’dır, çizim büyükse kâğıt büyür, ölçek değişmez. Bütün duvarlar yan yana tek bir dosyada da alınabilir.

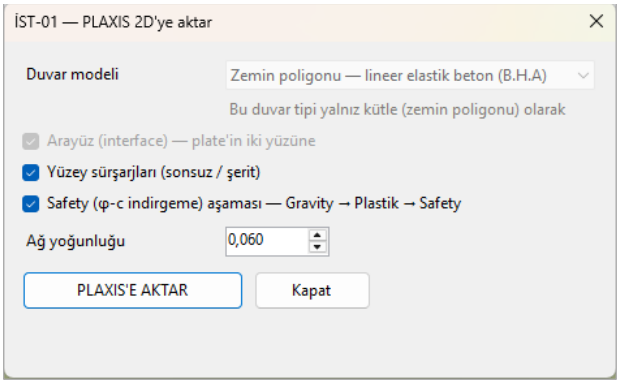
Çizim katmanlara ayrılır: duvar gövdesi ve iç derzler, tarama, zemin ve tabakalar, dolgu, su, drenaj, ölçü ve kotlar, yazı, eksen, donatı ve pozlar, metraj, çerçeve ve antet, cephe, hatıl, kuyu, ankraj ve Kranz, toprakarmede ayrıca MSE_* katmanları ve MSE_METRAJ tablosu.

Betonarme duvarın çiziminde payanda (ön ve arka) hem ölçü hem donatı paftasında gösterilir. Cephe paftası, tek ano için (temsilî parça) cephe açılımını verir: payanda aralıkları, barbakan ızgarası ve dilatasyon derzleri, toplam boy ve ano sayısı not olarak yazılır. Yatay donatı açılımı barbakan çiziminden ayrıdır: aynı cephe görünüşüyle ve her ano için ayrı ayrı, gerçek boyunda çizilir, çubuklar ticari boyda parçalanır ve bindirmeler işaretlenir. Donatı paftasında düşey çubuk açılımları kesitin sağında, kesitle aynı kotlarda yer alır, kesitte gövde taraması çizilmez ve donatı okunaklı kalır. Duvar üstü kot çizgisi kesikli çizilir ve ön zemin çizgisi duvara kadar sürer, paftanın yatay uzantıları duvar çevresine kırpılır. Değişken kalınlıklı gövdede çiroz boyu “L = Lmin–Lmax (değişken)” olarak yazılır, metrajda ortalama boy alınır. Yük azaltma döşemesinin U çubuklarının kancaları içe dönüktür, bindirme boyu “$\ell_0 = 1{,}25 \times \ell_b$” biçiminde değer ile birlikte yazılır (TS 500, 9.2.7), tekil bindirmede katsayı 1,5’tir. 3B izometrik pafta yalnız betonu gösterir (duvar, temel, burun, topuk ve payandalar), donatı çizilmez ve görünüm döndürülemez.

12.3 PLAXIS 2D aktarımı

Model bir PLAXIS 2D komut betiğine çevrilebilir. Duvar gövdesi, rijit blok kabulünün sonlu eleman karşılığı olarak beton malzemeli bir alan olarak aktarılır, tabakalar zemin alanlarıdır ve duvara değen tabaka duvarın dış hattı boyunca izlenir, böylece alanlar çakışmaz. Akış yerçekimi yüklemesi, plastik hesap ve dayanım indirgeme aşamalarından oluşur.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 20. PLAXIS 2D'ye aktar penceresi: duvar modeli, sürşarj ve aşama seçenekleri

Pencerede iki sekme vardır: yapıştırılacak betik ve yalnız okumak için yorumlu bir önizleme, kopyalama komutu her zaman betiği kopyalar. Sadeleştirmeler açıkça yazılır: tek yatay ön kot, gömülmenin ikinci bir tabakaya girdiği durumda yalnız üstteki malzemenin kullanılması, seçilmiş dolgunun ayrıca modellenmemesi ve yalnız yüzey sürşarjlarının aktarılması. Betiğin PLAXIS içinde doğrulanmadığı da açıkça belirtilir.

12.4 Üç boyutlu görünüş

Sağ bölmedeki üç boyutlu görünüş duvarı, zemin hacmini ve gömülü elemanları gösterir, payandalar, hatıl ve ankrajlar içinde bulundukları kütlenin önünde saydam olarak çizilir. Sahne fare ile döndürülür ve yakınlaştırılır. Sahnenin kesite dik derinliği bir girdidir ama yalnızca görseldir, hesaba girmez.

12.5 Metraj ve maliyet

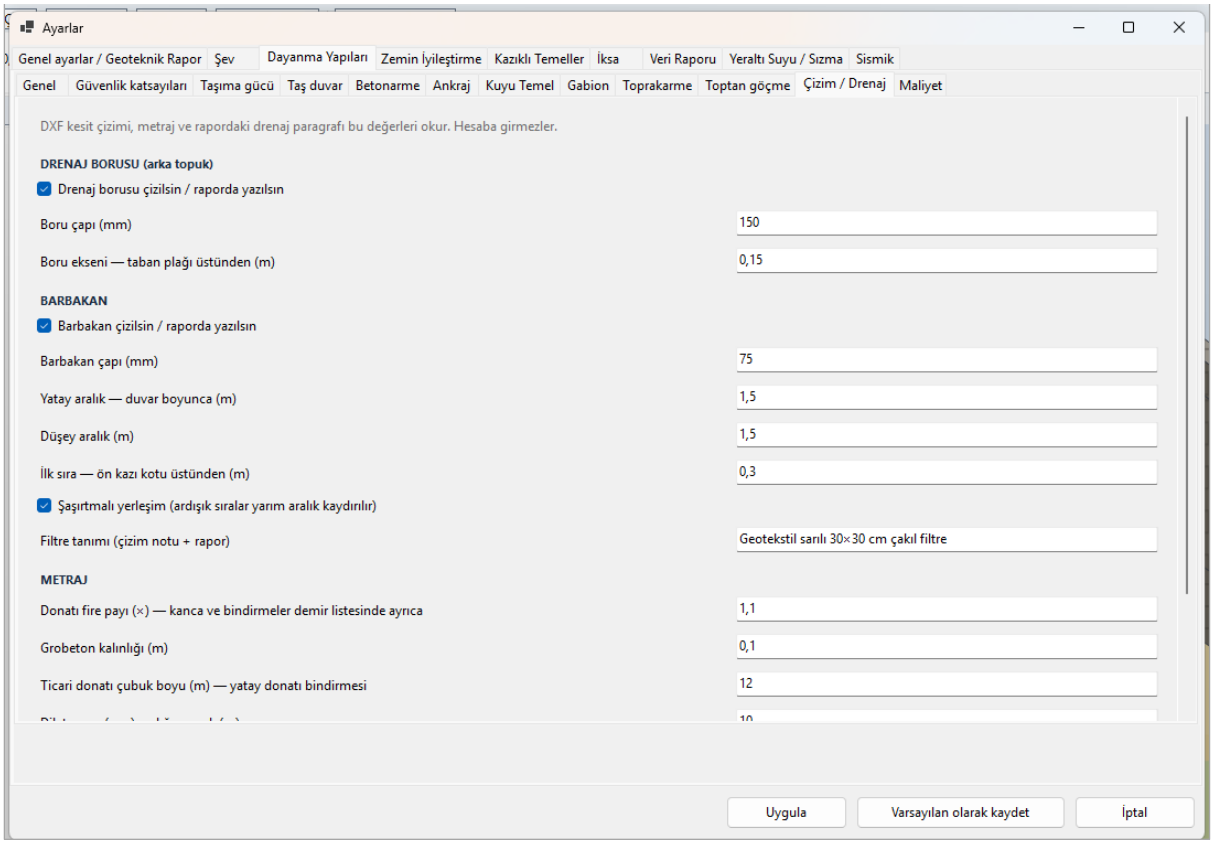
Metraj, Çizim ve drenaj sekmesindeki değerlerle (donatı fire payı, grobeton kalınlığı, ticari çubuk boyu, dilatasyon aralığı, yatay donatı bindirmesi) hazırlanır. Duvar toplam uzunluğu L girilmemişse yalnız metre şeridi değerleri verilir, L girilmişse toplam metraj da kurulur ve duvar boyunca uzanan yatay donatılar ticari boyda çubuklarla, her eklemde bindirme verilerek eklenir.

Duvar toplam uzunluğu, Duvar Parametreleri sekmesindeki "Duvar toplam uzunluğu L (m) — 0 = girilmedi" kutusuna girilir. Word raporunda metraj "16. METRAJ" bölümündedir. Toplam Metraj ve Maliyet tablolarının miktar sütunu L girilmişse duvarın tamamı içindir ve başlığında "(L = x m)" yazar. L girilmemişse aynı sütun 1 m şerit değerini verir, başlıkta "(1 m şerit — L girilmedi)" yazar, birimler "/m" olur ve tablonun notu "UYARI — Duvar toplam uzunluğu (L) girilmedi …" ile başlar; rapor ön kontrolü de bunu uyarı olarak listeler.

Bütün duvarların tek belgede alındığı toplu raporda "Genel Toplam Metraj ve Maliyet" tablosu bulunur: her duvar için L, beton, kalıp, donatı, taş / sepet dolgu, sepet ve maliyet duvarın tamamı için yazılır, son satır GENEL TOPLAM'dır. L girilmemiş duvarın satırı 1 m şerit içindir ("/m"), genel toplama girmez ve tablonun notunda adıyla bildirilir.

Ekrandaki metraj penceresi (Rapor › Metraj ve maliyet tablosu — AKTİF DUVAR) L girilmişse önce toplam sütununu (kalın), yanında 1 m şerit değerini gösterir; maliyet tablosunda da toplam tutar öndedir. L girilmemişse yalnız 1 m şerit sütunları görünür ve pencerenin üstünde kırmızı bir uyarı bandı çıkar. Demir listesinin duvarın tamamı için verdiği donatı ağırlığı, uç çubuklar nedeniyle metraj tablosundaki donatı toplamından %1–2 kadar farklı olabilir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.



Şekil 21. Ayarlar penceresi, Dayanma Yapıları › Çizim / Drenaj sekmesi: drenaj borusu, barbakan ve metraj değerleri

Maliyet, birim fiyatların metrajdan gelen miktarlarla çarpılmasıdır (Ayarlar › Maliyet). Fiyatı sıfır bırakılan kalem maliyete girmez, hiçbir fiyat girilmemişse maliyet üretilmez. Donatı miktarı yalnız betonarme tasarım yapılmışsa maliyete girer, ön tahmin yoluyla bir donatı miktarı eklenmez. Metre şeridi maliyeti her zaman, toplam maliyet ise L girilmişse verilir.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

13. Dikkat Edilecek Noktalar

13.1 Model kurarken

- Girilen H her tipte toplam yüksekliktir. Gövde boyunu H sanmak, betonarmede taban plağı kalınlığı kadar bir hata demektir.
- Taban genişliği B türetilir. Proje kesitindeki B'ye ulaşmak için ampatmanlar ve gövde ölçüleri ayarlanır.
- DXF ya da nokta tablosu yolu duvar gövdesini günceller, zemin, su ve yük verisi korunur.
- Sihirbaz bir ön boyutlandırma aracıdır. Ürettiği kesit bir başlangıçtır, zemin ve yük verisiyle birlikte yeniden çözülmelidir.
- Yatay hatıl seçmek betonarme temel plağını kendiliğinden açar, duvarın ağırlığı ve taban genişliği buna göre değişir.
- Karayolları tipi taş duvarda H girilmez, program 1:1 çizgiden hesaplar. Abak kapsamı aşıldığında girdi denetimindeki uyarılar okunmalıdır.

13.2 Zemin ve yük girerken

- Geoteknik Rapor'dan zemin almak bir kopyadır. Ana raporda bir parametre değişirse aktarım tekrarlanmalıdır.
- Arayüz sürtünme açısı δ seçimi sonucu belirgin biçimde değiştirir ve tabaka bazındadır, varsayılanı düşünmeden bırakmak bir karar sayılmaz.
- Kırık arazi yüzeyinde eşdeğer eğim kullanılır. Bilançodaki "girilen eğim / etkin eğim" ikilisi okunmalıdır, ikisi aynı değilse arazi biçimi hesabı etkiliyor demektir.
- Şerit, çizgisel ve tekil yüklerin yatay gerilmesi yansıma çarpanı 1,0 ile (rijit duvar 2× yansıması olmadan) hesaplanır ve Ka·q ya da Ka·σv,max ile sınırlanır. Rijit duvar (NAVFAC 2×) kabulüyle çalışan bir programla karşılaştırırken bu fark bilinmelidir: o program bu yüklerden belirgin biçimde büyük basınç verir.
- Su seviyeleri yerel zemin yüzeyinden ölçülür, arka ve ön yüzey farklı kotlarda olduğu için aynı sayı iki yanda aynı su kotunu vermez.

13.3 Sonuçları okurken

- Yöneten durum en küçük güvenlik sayısına sahip olan değil, kendi hedefine göre en dar payı olandır.
- Toptan göçme sonucu otomatik yenilenmez. Girdi değiştiğinde sonuç kesitten kalkar, tahkik yeniden çalıştırılmalıdır.
- Elastisite modülü girilmemiş tabakalar oturma hesabına hiç girmez. Bu tabakalar sıfır oturma vermez — atlanır ve bu bildirilir.
- r birden büyük seçildiğinde, Newmark kontrolünün bu seçimi doğrulayıp doğrulamadığı okunmalıdır. Doğrulanmayan bir r, duvarın kabul edilenden fazla öteleneceği anlamına gelir.
- Girdi denetiminde hata varsa sonuçlar güvenilmez, durum çubuğu bunu yazar ve rapora da girer.
- Toptan göçmede yöneten çözücü ile yöntemler tablosu birlikte okunmalıdır. "Yöntemler arası fark" uyarısı varsa kesit ve kayma yüzeyi gözle denetlenmelidir, Janbu değerleri yöneten değildir.
- Depremli durumda su altındaki granüler dolguda dinamik geçirimlilik seçimi dinamik su itkisinin varlığını belirler, seçim granüler dolguyla tutarlı olmalıdır.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

14. Yönetmelik Karşılıkları

Tablo 15. Yönetmelik karşılıkları

Konu	Kaynak	Programdaki karşılığı
Yanal toprak basıncı katsayıları	TBDY 2018, 16.12	Aktif, toplam ve pasif katsayılar, her tabaka için ayrı
Sözde-statik deprem katsayıları	TBDY 2018, 16.12	S_{DS} ve r'den türetilir, başlık satırında yazılır
İzin verilen kalıcı ötelenme	TBDY 2018, Tablo 16.7	r seçimi ve Newmark kontrolü
Yatayda kayma tahkiki	TBDY 2018, 16.9 – 16.11	Taban direnci ve pasif direncin sınırlı payı, drenajlı ve drenajsız analiz
Taban arayüzü sürtünme katsayısı	TBDY 2018, Tablo 16.3	Ayarlardan seçilir, kullanıcı tanımlı değer sınırlı bir aralığa kıstırılır
Taşıma gücü	TBDY 2018, 16.8	Taşıma gücü katsayıları, şekil, derinlik ve eğiklik faktörleri ayarlardan
Toptan göçme	TBDY 2018, 16.13	Limit denge yüzey araması, yöneten çözücü Spencer (varsayılan) ya da TBDY 16.30, hedefler yönetmelik tabanından yalnız artırılabilir
Sismik kalıcı yer değiştirme	TBDY 2018, 16.22	Newmark kontrolü, iki ampirik bağıntı
Betonarme kesit tasarımı	TS 500 ve TBDY 2018	Eğilme ve kesme tahkikleri, en küçük donatı oranı, statik durumda toprak ve su itkisi için 1,6 yük katsayısı
Kenetlenme ve bindirme	TS 500, 9.2.5 – 9.2.7	Bindirme boyu $\ell_0 = \alpha_1 \cdot \ell_b$, 90° kanca kolu 12Φ, 135° kanca kuyruğu en az 10Φ ve 70 mm, kancalı kenetlenmede 0,75 azaltması
Karayolları taş duvar abakları	Karayolu Tasarım El Kitabı, Şekil 4.15, 4.18, 4.19-A ve 4.19-B	Karayolları tipi taş duvar şablonu
Dinamik su basıncı	TBDY 2018, 16.12.3.2, Denk. 16.19–16.20	$0{,}4 \cdot S_{DS}$ katsayısıyla, r azaltması olmadan, ayrı terim

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

15. Kapsam ve Bilinen Sınırlar

Tablo 16. Kapsam ve bilinen sınırlar

Konu	Durum
DXF içe aktarma kapsamı	Yalnız taş duvar gövdesi, yalnız LINE ve LWPOLYLINE, ikili DXF desteklenmez, yay bilgisi okunmaz.
Sızıntı çözümü	Sızıntı ağı çözülmez, iki yandaki farklı su seviyeleri iki bağımsız hidrostatik dağılım ve doğrusal taban kaldırması olarak modellenir.
Şekil değiştirme analizi	Duvarın ötelenmesi Newmark kestirimiyle değerlendirilir, sonlu eleman çözümü içermez.
Kademeli inşaat	Duvar tek bir son durumda çözülür, aşamalı kazı İksa modülünde ele alınır.
Toptan göçmede sadeleştirmeler	Seçilmiş geri dolgu ayrıca modellenmez, çizgisel, tekil ve gömülü sürşarjlar atlanır. Hepsi tanıya yazılır ve güvenli taraftadır.
PLAXIS betiği	Betik PLAXIS içinde doğrulanmamıştır ve bu açıkça yazılır, sadeleştirmeleri uyarı listesinde sayılır.
Üç boyutlu görünüş	Yalnız gösterimdir, sahne derinliği hesaba girmez.
Betonarmede gövde ataleti	Gövdenin kendi ataleti varsayılan olarak kesit tesirlerine katılmaz, Ayarlar › Betonarme sekmesindeki ayar açılırsa yayılı olarak eklenir. Durum nota yazılır.
Olasılıksal değerlendirme	Tasarım deterministik değerler ve kısmi katsayılarla yapılır.
Toptan göçmede kama yüzey üreteci	Kama (iki bloklu) ve altını oyma yüzeyleri Detaylı arama yoğunluğunda her zaman, varsayılan Duvar yoğunluğunda yalnız ilgili kutu işaretliyse aranır. Diğer yüzeyler üç nokta, giriş-çıkış ve merkez ızgarası üreteçleriyle, tabakalı modelde ayrıca zayıf tabaka ve kompozit üreteçlerle aranır.
Spencer itme çizgisi denetimi	Dilim kuvveti sınırı, m(α) eşiği ve güvenlik sayısı bandı denetlenir, itme çizgisi ayrıca denetlenmez.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.

16. Kaynaklar

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018). Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları. Türk Standardları Enstitüsü.

Karayolu Tasarım El Kitabı. T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü.

Kıyı ve Deniz Yapıları Yönetmeliği (KDYY) ve Tasarım El Kitabı. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.

EN 1997-1:2004. Eurocode 7 — Geotechnical design, Part 1: General rules. CEN.

BS 8002:2015. Code of practice for earth retaining structures. British Standards Institution.

Coulomb, C. A. (1776). Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de statique relatifs à l'architecture. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences.

Rankine, W. J. M. (1857). On the stability of loose earth. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 147.

Mononobe, N. ve Matsuo, H. (1929). On the determination of earth pressures during earthquakes. Proceedings, World Engineering Congress, Tokyo.

Okabe, S. (1926). General theory of earth pressure. Journal of the Japanese Society of Civil Engineers, 12(1).

Newmark, N. M. (1965). Effects of earthquakes on dams and embankments. Géotechnique, 15(2).

Ambraseys, N. N. ve Menu, J. M. (1988). Earthquake-induced ground displacements. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 16(7).

Jibson, R. W. (2007). Regression models for estimating coseismic landslide displacement. Engineering Geology, 91(2–4).

Kranz, E. (1953). Über die Verankerung von Spundwänden. Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin.

Westergaard, H. M. (1933). Water pressures on dams during earthquakes. Transactions of the ASCE, 98.

Boussinesq, J. (1885). Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques. Gauthier-Villars, Paris.

Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. John Wiley and Sons.

Meyerhof, G. G. (1963). Some recent research on the bearing capacity of foundations. Canadian Geotechnical Journal, 1(1).

Hansen, J. B. (1970). A revised and extended formula for bearing capacity. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No. 28.

Vesić, A. S. (1973). Analysis of ultimate loads of shallow foundations. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, 99(1).

NAVFAC (1982). Design Manual 7.2 — Foundations and Earth Structures. Naval Facilities Engineering Command.

FHWA (2009). Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes. FHWA-NHI-10-024.

Bowles, J. E. (1996). Foundation Analysis and Design, 5. baskı. McGraw-Hill.

© 2026 Medra Mühendislik Ltd. Şti. — Bu kılavuz Medra Mühendislik Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup tüm hakları saklıdır. Kılavuzun tamamı veya herhangi bir bölümü, yazılı izin alınmadan çoğaltılamaz, dağıtılamaz ve kaynak gösterilmeden alıntılanamaz.