GeoteknikPro

STUDIO — SIZMA / YERALTI SUYU

Sürüm 3.0.1

KULLANICI KILAVUZU

ve Hesap Yöntemleri Belgesi

Malzeme ve geçirgenlik · Kesit ve sınır koşulları · Kararlı ve zamana bağlı sızma · Kuyular · Kabarma ve borulanma · Düşürme oturması · Komşu yapı hasarı · Rapor ve çizim · Şev ve İksa aktarımı

Yöntemler kaynak künyeleriyle birlikte verilmiştir

© 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 6
1. Giriş 7
1.1 Program ne yapar 7
1.2 Kapsam 7
1.3 Kimin için 7
1.4 Modülün ana programdaki yeri 7
2. Ekran ve İş Akışı 8
2.1 Pencere düzeni 8
2.2 Menüler 8
2.3 Dört adımlı iş akışı 9
2.4 Girdi değişince sonuç 9
2.5 İlerleme göstergesi ve iptal 9
3. Model Kurma Yolları 10
3.1 Elle model kurma 10
3.2 VERİ AKTAR: diğer modüllerden model kurma 10
3.3 Örnek ve kıyas projeleri 11
3.4 Proje kaydı 11
4. Malzeme ve Geçirgenlik 11
4.1 Malzeme tablosu 11
4.2 Geçirgenlik kaynağı ve k ÖNER 12
4.3 Parametre kütüphanesi 12
4.4 Depolama ve sıkışabilirlik parametreleri 13
5. Kesit, Yeraltı Suyu ve Sınır Koşulları 14
5.1 Kesit türleri 14
5.2 Yeraltı suyu girdileri 14
5.3 Kazı, perde ve palplanş 14
5.4 Şev ve baraj kesiti 15
5.5 Sınır koşulu türleri 16
5.6 Hedef üçgen kenar boyu 16
6. Çözüm Yöntemi 17
6.1 Kararlı durum, doygun 17
6.2 Kararlı, serbest yüzeyli 17
6.3 Zamana bağlı 18
6.4 Su seviyesi programı 18
6.5 Akım çizgileri 19
6.6 Kuyuların kesitte temsili 19

© 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.

6.7 Doygun olmayan akış 19
7. Su İndirme, Kuyular ve Komşu Yapılar 20
7.1 Kuyular 20
7.2 Düşürmeye bağlı oturma 20
7.3 Komşu yapı hasarı 21
7.4 İzleme noktaları 21
8. İksa Sekmesi ve Planda Kuyu Grubu 22
8.1 İksa: aşamalı kazı 22
8.2 Planda kuyu grubu (6 · Planda Kuyu Grubu) 23
9. Analiz ve Sonuçlar 24
9.1 ÇÖZ ve notlar 24
9.2 Sınır debileri 24
9.3 Hidrolik eğim, kabarma ve borulanma 24
9.4 Sonuçlar sekmesi 25
10. Ayarlar 28
11. Rapor, Çizim ve Aktarımlar 29
11.1 Word raporu 29
11.2 DXF paftası 29
11.3 Aktarım paketi ve CSV 29
11.4 Şev'e aktarım 30
11.5 İksa'ya aktarım 30
11.6 Kaynağa geri aktar 30
11.7 Veri Raporu ile birlikte kullanım 30
12. Doğrulama ve Benchmark 31
12.1 Doğrulama yaklaşımı 31
12.2 Kapalı ve analitik çözümlerle kıyas 31
12.3 Başka programlarla kıyas 31
12.4 Bilinen farklar 32
13. Dikkat Edilecek Noktalar 33
14. Yönetmelik ve Kaynak Karşılıkları 34
14.1 Powers vd. (2007) ile kaynak kontrolü 34
15. Bilinen Sınırlar 35
16. Kaynaklar 36

© 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. 1 · Malzeme · Geçirgenlik sekmesi: malzeme tablosu (k, kaynak, γ_{doygun}, sınıflandırma verileri); altta depolama ve sıkışabilirlik tablosu 12

Şekil 2. 2 · Kesit · Sınır Koşulları sekmesi: kesit türü seçimi (kazı ya da şev/baraj), tabakalar, yerleşim ve kazı girdileri; sağda kesit önizlemesi 14

Şekil 3. Perdeli kazı kesiti: tabakalar, kazı içinde su indirme hattı, eş-potansiyel ve akım çizgileri 15

Şekil 4. Şev/baraj kesiti girdileri: arazi çizgisi noktaları, sol ve sağ kenar su kotları ve sızma yüzü seçeneği 15

Şekil 5. Serbest yüzeyli şev örneği: tabakalar, sol ve sağ kenar su kotları ve izleme noktaları (çözüm öncesi) ... 17

Şekil 6. Aynı şevin kararlı, serbest yüzeyli çözümü: boşluk suyu basıncı u haritası, freatik çizgi ve sınır debileri 18

Şekil 7. Su seviyesi programıyla hızlı düşüm (memba su kotu 9 m'den 2 m'ye): toplam yük h haritasının zamanla değişimi 18

Şekil 8. Hızlı düşümde süre sonu (t = 20 gün): boşluk suyu basıncı u haritası ve izleme noktalarındaki değerler 19

Şekil 9. 5 · İksa · Perde Su Basıncı sekmesi: kazı aşamaları, aşama sonuçları ve perde boyunca arka, ön ve net su basıncı 22

Şekil 10. Hidrolik eğim i haritası: kazı tabanında yoğunlaşan eğim ve izleme noktaları tablosu 24

Şekil 11. 4 · Sonuçlar · Aktarım sekmesi: toplam yük h haritası, akım çizgileri ve sınır debisi etiketleri; üstte özet kutuları 25

Şekil 12. Boşluk suyu basıncı u haritası (Gökkuşağı paleti) 26

Şekil 13. Boşluk suyu basıncı u haritası (renk körüne uygun palet) 26

Şekil 14. Düşey hız v_z haritası (+ yukarı): kazı tabanında yukarı yönlü akış 27

Şekil 15. Görünüm seçimi: İksa aşamaları (Aşama 1–3) ve Aşama 1 için boşluk suyu basıncı u haritası 27

© 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. Sızma modülünün sekmeleri 8
Tablo 3. Menü öğeleri 8
Tablo 4. Model kurma yollarının karşılaştırması 10
Tablo 5. VERİ AKTAR kaynakları 10
Tablo 6. Malzeme tablosu sütunları 12
Tablo 7. Alt tablo parametreleri 13
Tablo 8. Sınır koşulları 16
Tablo 9. Kuyu tablosu sütunları 20
Tablo 10. İksa sonuç tablosu 22
Tablo 11. Planda kuyu grubu yöntemleri 23
Tablo 12. Sonuçlar sekmesi denetimleri 25
Tablo 13. Seçmeli ayarlar 28
Tablo 14. Sayısal ayarlar 28
Tablo 15. Rapor bölümleri 29
Tablo 16. Kapalı çözümlerle kıyas 31
Tablo 17. GEO5 ile kıyas (debi, m^3/gün/m) 32
Tablo 18. SEEP/W ve klasik çözümlerle kıyas (debi, m^3/s/m) 32
Tablo 19. Yönetmelik ve kaynak karşılıkları 34

© 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

Kılavuz boyunca kuvvet birimi kN, uzunluk birimi m, gerilme ve basınç birimi kPa, geçirgenlik birimi m/s'dir. Hesap, kesit doğrultusuna dik birim genişlik (1 m) için yapılır; debi bu nedenle $m^3/s/m$ (ekranda $m^3/gün/m$) cinsindendir.

Tablo 1. Kılavuzda kullanılan simgeler

Simge	Açıklama	Birim
h	Toplam hidrolik (piyezometrik) yük	m
u	Boşluk suyu basıncı	kPa
k, k_x, k_y	Geçirgenlik katsayısı (yatay, düşey)	m/s
v	Darcy akış hızı	m/s
i	Hidrolik eğim, $i = -\nabla h$	—
$i_{çıkış}$, i_{cr}	Çıkış hidrolik eğimi; kritik eğim, $i_{cr} = \gamma'/\gamma_w$	—
FS	Kabarma ve borulanma güvenlik sayısı, $i_{cr}/i_{çıkış}$	—
γ_{doygun}, γ_{nem}, γ'	Doygun ve nemli birim ağırlık; batık birim ağırlık	kN/m^3
γ_w	Suyun birim ağırlığı (9,807)	kN/m^3
q, Q	Birim kesit genişliği için debi; toplam ya da kuyu debisi	$m^3/s/m$; L/s
S_s, S_y	Özgül depolama; özgül verim	1/m; —
E_s	Elastik oturma için zemin elastisite modülü	kPa
C_c, C_r, e_0, σ'_p	Sıkışma ve şişme indisi; başlangıç boşluk oranı; ön konsolidasyon basıncı	—; kPa
ψ_a	Kılcal saçak (hava giriş basıncı) parametresi	kPa
a, r_w	Kuyu aralığı; kuyu yarıçapı	m
R, s	Etki yarıçapı; düşüm	m
Δ/L, β, ε_h	Sehim oranı; açısal distorsiyon; yatay birim şekil değiştirme	—; —; %
ε_{lim}	Sınır çekme şekil değiştirmesi (Burland kategorisi için)	%
$\gamma_{G,dst}$, $\gamma_{G,stb}$	EN 1997-1 HYD kısmi katsayıları (devirici, dengeleyici)	—

© 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 Program ne yapar

GeoteknikPro Studio Sızma (Yeraltı Suyu) modülü, iki boyutlu bir kesitte yeraltı suyunun akışını sonlu eleman yöntemiyle çözen ve sonuçlarını bir dizi geoteknik kontrole bağlayan modüldür. Kullanıcı kesiti (tabakalar, yeraltı suyu, kazı, perde ya da şev), her malzemenin geçirgenliğini ve sınır koşullarını tanımlar; program hidrolik yük h ve boşluk suyu basıncı u alanını, sınır debilerini, akım çizgilerini ve hidrolik eğimleri hesaplar.

Aynı çözüm zincirine şu hesaplar bağlıdır: kazı tabanında kabarma ve borulanma denetimi (çıkış eğiminin kritik eğimle ve EN 1997-1 HYD ölçütüyle karşılaştırılması), aşamalı kazıda perde boyunca net su basıncı ve hidrolik taban kırılması, kuyularla su indirme, zamana bağlı yük düşümü, su indirmeye bağlı oturma ve komşu yapılarda hasar değerlendirmesi. Sonuçlar Word raporu, DXF paftası ve CSV dosyası olarak alınabilir; boşluk suyu basıncı Şev ve İksa modüllerine aktarılabilir (Bölüm 11).

Modül ayrıca, kesitten bağımsız çalışan bir planda kuyu grubu hesabı (Thiem, Dupuit–Thiem, Theis ve görüntü kuyu yöntemleri) içerir (Bölüm 8.2).

1.2 Kapsam

Modülün çalışma esasları ve kapsamı şöyledir.

- Geçirgenlik k modülün en büyük belirsizliğidir. Değeri kullanıcı deneyden ya da kaynağı belli literatür bandından girer; seçim rapora kaynağıyla yazılır (Bölüm 4).
- Akış iki boyutludur: kesit, düzlem şekil değiştirme gibi, kesite dik doğrultuda sonsuz uzunluklu kabul edilir. Kuyular kesitte kuyu sırası, yani eşdeğer hendek olarak temsil edilir; tekil kuyuların plandaki etkisi için planda kuyu grubu hesabı vardır.
- Doygun olmayan akış isteğe bağlıdır ve varsayılan olarak kapalıdır. Kapalıyken serbest yüzeyli rejimde su tablasının üstü kuru kabul edilir (Bölüm 6.2); Ayarlar'da açılırsa doygun olmayan bölgedeki akış Richards denklemiyle, malzemede tanımlanan su tutma eğrisi ve geçirgenlik fonksiyonuyla çözülür (Bölüm 6.7).
- Modül boşluk suyu basıncını ve su seviyelerini üretir; taşıma gücü, şev duraylılığı ve perde yapısal tasarımı bu çıktıları kullanan Şev, İksa ve diğer modüllerde yapılır.
- Oturma hesabı su indirmeden kaynaklanan oturmayla sınırlıdır; yapı yükü, sismik ve zamana bağlı sünme oturmaları kapsam dışındadır.
- Gerekli girdi eksikse hesap durur ve nedenini yazar (kuyu parametresi, depolama katsayısı, sıkışabilirlik parametresi); eksik değerin yerine varsayım konmaz.

1.3 Kimin için

Modül, mühendislik eğitimi almış ve sızma, filtre ve yeraltı suyu kontrolü kavramlarına (Darcy yasası, hidrolik yük, akım ağı, kritik eğim, kuyu hidroliği) aşina kullanıcılar için hazırlanmıştır. Model kurulumu, k değerinin seçimi ve sonuçların yorumu kullanıcıya aittir; program hesaplar ve sonuçları kaynaklarıyla birlikte kaydeder.

1.4 Modülün ana programdaki yeri

Modül GeoteknikPro Studio içinde Sızma sekmesi olarak çalışır; verisi ana proje dosyasında (*.geos) saklanır. Modül kullanılmadığında Şev, İksa ve diğer modüllerin sonuçları değişmez: bu modüller kendi klasik su kabulleriyle (düz freatik çizgi, hidrostatik diyagram, tek YASS) çalışmaya devam eder. Sızma sonucunun başka bir modülde kullanılması her zaman kullanıcı onayıyla ve isteğe bağlıdır (Bölüm 11.4, 11.5). Bu kılavuz 3.0.1 sürümüne karşılık gelir.

© 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 Pencere düzeni

Sızma sekmesinin üstünde ana programın ortak bandı yer alır: modülün komutları Sızma menüsünde, rapor ve çizim komutları Rapor / Çizim menüsünün Sızma alt menüsünde, ayarlar ise Ayarlar penceresinin "Yeraltı Suyu / Sızma" sekmesindedir. Bandın altında dört adımı gösteren bir akış şeridi ve bir yönerge satırı bulunur; onun altında sekmeler, en altta durum satırı vardır. Adım şeridi sırasıyla "1 · Malzeme (k)", "2 · Kesit ve sınırlar", "3 · Analiz" ve "4 · Sonuçlar ve aktarım" adımlarını gösterir; yönerge satırı bulunulan adımın ne beklediğini söyler (örneğin birinci adımda: önce malzemeleri ve geçirgenlik kaynağını girin; program k için varsayım yapmaz).

Tablo 2. Sızma modülünün sekmeleri

Sekme	İçerik	Bölüm
1 · Malzeme · Geçirgenlik	Malzeme tablosu: k, kaynak, γ_{doygun}, zemin sınıfı; depolama ve sıkışabilirlik alt tablosu; k ÖNER ve KÜTÜPHANE	4
2 · Kesit · Sınır Koşulları	Kesit türü (kazı ya da şev/baraj), tabakalar, YASS, kazı, palplanş, yerleşim, KESİTİ ÜRET	5
2b · Su İndirme · Kuyular · Komşu Yapılar	Kuyu sırası, komşu yapılar, izleme noktaları, düşürme öncesi su kotu	7
3 · Analiz	ÇÖZ, ilerleme ve İPTAL, notlar ve kabuller, sınır debileri, aktarım paketi, Word raporu	9
4 · Sonuçlar · Aktarım	Renkli harita, eş-basınç, akım çizgileri, ağ, oturma, izleme noktaları, DXF, kaynağa geri aktarım	9, 11
5 · İksa · Perde Su Basıncı	Aşamalı kazı: perde su basıncı, hidrolik taban kırılması, kazıya debi	8.1
6 · Planda Kuyu Grubu	Analitik su indirme: Thiem, Dupuit–Thiem, Theis, görüntü kuyu	8.2

Sızma › Düzen menüsündeki "Bütün sekmeleri göster (iş tipinden bağımsız)" seçeneği kapalıyken program, proje iş tipine (iksa kazısı, şev/set, kuyu ile düşürme, serbest kesit) ilgili sekmeleri öne çıkarır. İş tipi ayrıca sorulmaz; kesit türünden (şev/baraj), İksa sekmesinin kullanılmasından, VERİ AKTAR kaynağından ya da yüklenen örnekten kendiliğinden belirlenir. İş tipi yalnızca görünümü etkiler; hesap aynıdır.

2.2 Menüler

Tablo 3. Menü öğeleri

Menü	Öğe	İşlev
Sızma	Yeni Proje (yalnız bu modül)	Yalnız Sızma verisini siler ve modülü boş başlatır; ana projenin diğer modülleri etkilenmez (Bölüm 3.4)
Sızma	Dosya › Saha örnekleri; Kıyas (benchmark) problemleri; örnek kazı/şev yükleme	Hazır örnek ve kıyas projeleri (Bölüm 3.3)
Sızma	Düzen › Bütün sekmeleri göster (iş tipinden bağımsız)	Sekme görünürlüğü
Sızma	Düzen › Su seviyesi programı (hızlı düşüm · taşkın)…	Zamana bağlı kenar su kotu programı (Bölüm 6.4)
Sızma	Düzen › Geri al	Son düzenlemeyi geri alır
Rapor/ Çizim	Sızma › Rapor › RAPOR (docx)…	Word raporu (Bölüm 11.1)
Rapor/Çizim	Sızma › Çizim › AKIM AĞI PAFTASI (DXF)…	Sonuçlar sekmesindeki görünümle DXF paftası (Bölüm 11.2)
Ana bant	Ayarlar › Yeraltı Suyu / Sızma sekmesi	Tek Ayarlar penceresinin Sızma sayfası (Bölüm 10)

© 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.

2.3 Dört adımlı iş akışı

- Malzeme: her tabaka için bir malzeme satırı açılır; k değeri ve kaynağı girilir (1 · Malzeme · Geçirgenlik).
- Kesit: arazi kotu, YASS, tabaka kalınlıkları ve malzemeleri, kazı ya da şev geometrisi girilir; KESİTİ ÜRET ile bölgeler ve sınır koşulları oluşturulur (2 · Kesit · Sınır Koşulları). Kuyu, komşu yapı ve izleme noktaları varsa 2b sekmesinde tanımlanır.
- Analiz: Ayarlar penceresinden rejim ve ölçütler seçilir; hedef üçgen kenar boyu belirlenir ve ÇÖZ düğmesine basılır (3 · Analiz).
- Sonuçlar: harita, akım çizgileri ve izleme noktaları incelenir; rapor, DXF, aktarım paketi ya da Şev/İksa aktarımı alınır (4 · Sonuçlar · Aktarım).

2.4 Girdi değişince sonuç

Girdi değiştiğinde eski sonuç ekranda bırakılmaz; böylece eski eş-potansiyeller ile yeni etiketler karışmaz. ÇÖZ son girdiyi alır; ancak kesit değiştirildiyse önce KESİTİ ÜRET ile bölgeler ve sınır koşulları yeniden oluşturulmalıdır. Çözüm sürerken girdi değiştirilirse çalışan hesabın sonucu atılır.

2.5 İlerleme göstergesi ve iptal

ÇÖZ, hesabı arka planda ve proje kopyası üzerinde yürütür; pencere kilitlenmez. 3 · Analiz sekmesinde yüzde, geçen ve kalan süre gösterilir; hesap aşamaları şunlardır: ağ, kararlı son durum, zaman adımı, serbest yüzey yinelemesi ve oturma. İPTAL düğmesi çalışan hesabı durdurur. Tahmini düğüm sayısı 40 000'i aştığında program çözmeden önce onay ister. Çok ince ağ (0,25 m) ile zamana bağlı rejimin birleşimi dakikalar sürebilir; ilerleme ekranda izlenir ve hesap istenirse iptal edilebilir.

© 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. Model Kurma Yolları

Bir model üç yoldan kurulabilir: elle girdi, diğer modüllerden VERİ AKTAR ve hazır örnek/kıyas projeleri. DXF yalnızca çıktı olarak üretilir (Bölüm 11.2).

Tablo 4. Model kurma yollarının karşılaştırması

Yol	Ne zaman	Kurulanlar
Elle (sekmeler 1 ve 2)	Her durum; en esnek yol	Malzemeler, tabakalar, YASS, kazı/palplanş ya da şev çizgisi
VERİ AKTAR	Geoteknik Rapor sondajları, İksa cephesi, Şev kesiti ya da Dayanma duvarı mevcutsa	Kaynağa göre sondaj/tabaka, perde ve aşamalar, malzeme bölgeleri, su
Örnek ve kıyas projeleri	Öğrenme, kıyas, hızlı deneme	Hazır projeler

3.1 Elle model kurma

Önce 1 · Malzeme · Geçirgenlik sekmesinde malzemeler (Bölüm 4), sonra 2 · Kesit · Sınır Koşulları sekmesinde kesit (Bölüm 5) girilir. Kesit genişliği; sol zemin uzunluğu, kazı genişliği ve sağ zemin uzunluğunun toplamıdır. Sol ve sağ zemin uzunlukları için kazı genişliğinin 2–3 katı iyi bir başlangıç değeridir; sınır etkisinin sonucu bozmadığını görmek için bu uzunluk artırılıp sonucun değişmediği denetlenmelidir. Sabit yüklü yan sınır su indirmenin etki yarıçapı içindeyse program “SINIR ETKİSİ” uyarısı verir (Bölüm 13).

3.2 VERİ AKTAR: diğer modüllerden model kurma

Akış şeridindeki VERİ AKTAR… düğmesi küçük bir pencere açar. Pencerede sırasıyla kaynak modül, kaynak öğe, aktarılacak veri grupları ve tek satırlık özet bulunur; AKTAR ve Kapat düğmeleriyle sonlanır. Mevcut bir model varsa üzerine yazma onayı sorulur. Aktarım sonunda; gelenler, kabul edilenler, gelmeyen ya da Sızma’da temsil edilemeyenler ve bilgi notlarından oluşan bir özet gösterilir.

Tablo 5. VERİ AKTAR kaynakları

Kaynak modül	Öğe	Aktarılanlar	Aktarılmayanlar (özette yazılır)
Geoteknik Rapor	Sondajlar	Sondajlar ve tabakalar, YASS, temel (veri grupları işaretlenebilir; işaretsiz grup için mevcut değer korunur)	Kesit kurulmaz; malzeme ve YASS davranışı
İksa	Cephe	Perde tipi, üst ve uç kotu, geçirimlilik, tüm farklı aşama derinlikleri, cephenin kendi tabakaları, arka ve ön su, kazı genişliği, cephe uzunluğu	Jet-grout bloğu; karşı cephe (kesit simetrik kurulur); ankraj ve destekler (akıma etkisiz)
Şev	Kesit	Malzeme bölgeleri (poligon ve malzeme), arazi çizgisi, su çizgisinden kenar su kotları	Kazı aşaması kavramı; yapı, rijit blok ve boşluklar akışsız bölge olarak çıkarılır; yük ve destek akıma girmez
Dayanma Yapıları	Duvar	Ön ve arka zemin, duvar gövdesinin basamağı, geçirimsiz duvarda düşey geçirimsiz çizgi, seçilmiş dolgu kaması, barbakanlı yüz (sızma yüzü), topuk borusu (nokta dren), su	Temel tabanının yatay geçirimsizliği; eğik arka yüz (yalnız düşey geçirimsiz çizgi taşınır)

- Kaynak modülün analizi yoksa ya da eskiyse (sonuç kaydı güncel değilse) penceredeki “Önce kaynak modülün analizini çalıştır” seçeneği işaretli gelir; analiz ilgili modülün kendi yolundan, ilerleme penceresiyle çalıştırılır. “Yalnız geometri (analizsiz)” seçilebilir. Dayanma için duvar geometrisi analizden bağımsız olduğundan analiz çalıştırılmaz.
- Geoteknik Rapor’un birimleri çevrilir: γ için t/m^3 ve c için t/m^2 değerleri 9,807 ile çarpılarak kN/m^3 ve kPa’ya dönüştürülür; c_u zaten kPa’dır.
- Kaynakta k yoksa k, zemin sınıfından atanır (USCS ya da ad; örneğin “siltli KUM” kum sınıfına gider): sınıfın literatür bandının logaritmik ortası alınır, kaynak “k sınıftan atandı” olarak işaretlenir ve rapora

© 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.

literatür/kullanıcı kabulü olarak düşer. Sınıf bulunamazsa k atanmaz; özette belirtilir. Atanan değer kullanıcı tarafından sahaya özgü k ile değiştirilmelidir.

- Aktarılan modelin kaynağı hatırlanır; Sonuçlar sekmesindeki “Kaynağa geri aktar” düğmesi bu bilgiyi kullanır (Bölüm 11.6).

Veri Raporu ile ilişki

Veri Raporu modülünün sondaj ve zemin verisi doğrudan Sızma’ya değil, önce Geoteknik Rapor’a aktarılır (ana programın Veriler menüsündeki “Veri Raporu’ndan Geoteknik Rapor’a Aktar…”); Sızma bu sondajları “Geoteknik Rapor” kaynağından alır. Ayrıntı için Veri Raporu kılavuzuna bakınız.

3.3 Örnek ve kıyas projeleri

Sızma › Dosya menüsü, hemen çözülebilen hazır projeler sunar. Saha örnekleri alt menüsünde beş örnek vardır: yol yarması şevi (tünek su, şev yüzünde sızma); derin kazı, kile soketli diyafram duvar ve komşu bina; kuyularla ön drenaj (zamana bağlı, yumuşak kil oturması); aşamalı kazılı iksa (perde su basıncı, hidrolik taban kırılması, debi); set ve hızlı düşüm. “Örnek kazı yükle” (perdeli kazı ve su indirme), “Örnek kazı yükle (su kazı tabanının ALTINDA — dren hattı)” ve “Örnek şev / baraj yükle (serbest yüzey)” de bu menüdedir. Kıyas (benchmark) problemleri alt menüsündeki projeler kapalı çözümle ya da başka bir programla karşılaştırma içindir (Bölüm 12). Kıyas projesi açılıp ÇÖZ’e basılınca Notlar’da “KIYAS” satırı çıkar: kapalı çözümden fark yüzdesi ve “UYUMLU” ya da “UYUMSUZ” hükmü.

Doygun olmayan akış ve Şev’e emme aktarımı ayrıca dört kıyas örneğiyle kontrol edilmiştir: A (Srivastava–Yeh kararlı 1B sızma kolonu), B (yağışlı şev, göllenme, akışsız sol kenar), C (B ile Şev’e emme aktarımı, öncül kararlı başlangıç) ve C2 (C ile su tablası ve 75 kPa emme sınırı başlangıcı). Sonuçları Bölüm 12.2 ve 12.3’tedir.

3.4 Proje kaydı

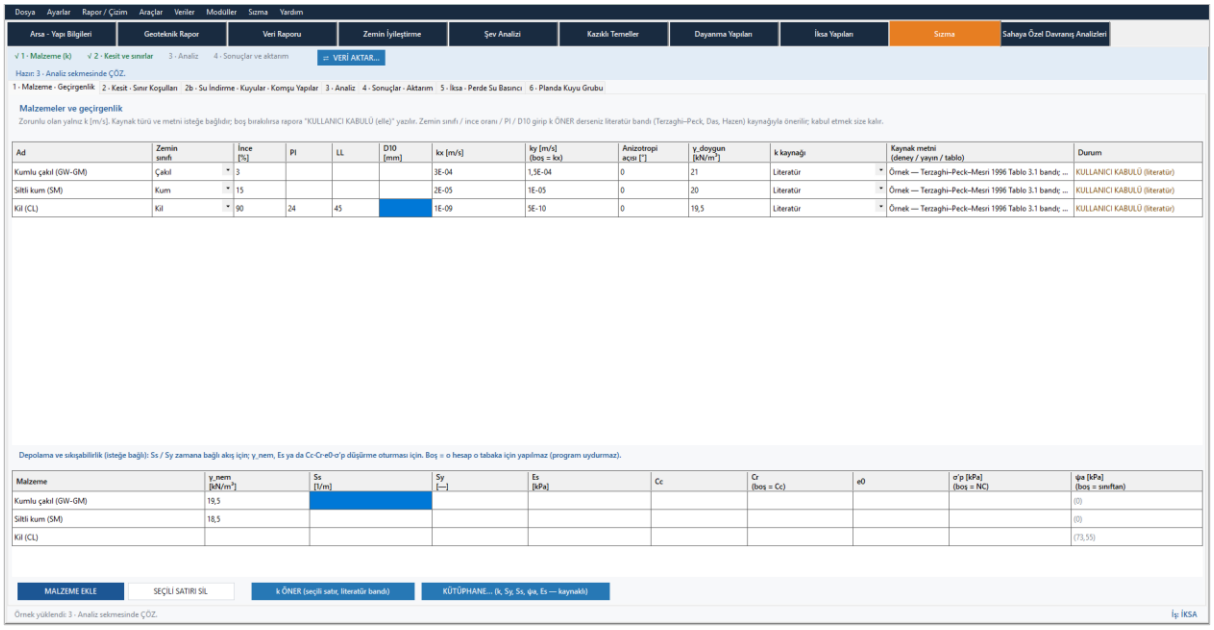
Sızma verisi (girdiler, ayarlar, çıktılar ve aktarım paketi, kıyas bilgisi, aktarımın geldiği kaynak) ana proje dosyasında (*.geos) saklanır; projeyi ana programdan kaydeder ve açarsınız. Modülün verisini sıfırlamak için Sızma › Yeni Proje (yalnız bu modül) komutu kullanılır: onaydan sonra yalnız Sızma verisi silinir ve modül boş başlar, ana projenin diğer modülleri etkilenmez.

4. Malzeme ve Geçirgenlik

4.1 Malzeme tablosu

1 · Malzeme · Geçirgenlik sekmesinde her tabaka için bir satır açılır (MALZEME EKLE, SEÇİLİ SATIRI SİL). Zorunlu olan tek girdi geçirgenlik k’dır; kaynak türü ve kaynak metni isteğe bağlıdır, boş bırakılırsa rapora “KULLANICI KABULÜ (elle)” 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 1. 1 · Malzeme · Geçirgenlik sekmesi: malzeme tablosu (k, kaynak, γ_{doygun}, sınıflandırma verileri); altta depolama ve sıkışabilirlik tablosu

Tablo 6. Malzeme tablosu sütunları

Sütun	Anlamı
Ad	Malzeme adı
k_x [m/s], k_y [m/s]	Yatay ve düşey geçirgenlik; k_y boşsa k_x alınır
Anizotropi açısı [°]	Geçirgenlik asal ekseninin yatayla açısı
k kaynağı, Kaynak metni	Kaynak türü (deney, literatür vb.) ve deney/yayın/tablo künyesi
γ_{doygun} [kN/m³]	Kabarma güvenliği ($\gamma' = \gamma_{doygun} - \gamma_w$) ve oturma için gerekli
Durum	Satırın eksik/tamam durumu
Zemin sınıfı, İnce [%], PI, LL, D_{10} [mm]	k ÖNER ve sınıf tahmini için sınıflandırma verileri

4.2 Geçirgenlik kaynağı ve k ÖNER

k değerini kullanıcı girer; arazide permeabilite deneyi yoksa zemin sınıfı, ince oranı, PI ve LL, D_{10} girilip k ÖNER (seçili satır, literatür bandı) düğmesine basıldığında program kaynaklı bir literatür bandı önerir (Terzaghi–Peck–Mesri ve Das tabloları; D_{10} için Hazen bağıntısı). Öneriyi kabul etmek kullanıcıya aittir: kabul edilirse k_x=k_y olarak bandın logaritmik ortası yazılır ve kaynak metni otomatik dolar. Kabul edilen değer rapora literatür kaynağıyla ve kullanıcı kabulü olarak yazılır.

k belirsizliği sonucu orantılı etkiler

Debi k ile doğru orantılıdır. Kuyularla su indirmede kuyu debisi ve etki yarıçapı, serbest yüzeyli akışta serbest yüzeyin konumu k'ya ve k'lar arası oranlara bağlıdır. Literatür bandının bir ya da iki mertebe genişlik taşıdığı unutulmamalı; mümkün olduğunca arazi deneyi (pompaj, Lefranc, Lugeon) ya da laboratuvar deneyi tercih edilmelidir. Duyarlılık için k'nın bandın alt ve üst değerleriyle çözümün tekrarı önerilir.

4.3 Parametre kütüphanesi

KÜTÜPHANE… düğmesi (k, S_y, S_s, ψ_a, E_s — kaynaklı) "Parametre kütüphanesi" penceresini açar. Her satır kaynağıyla birlikte verilir; seçilen değer, hedef malzemeye "Malzemeye yaz" ile yazılır ve rapora kaynağıyla 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.

Pencerede parametre, zemin sınıfı ve kaynak/ülke süzgeçleri ve arama kutusu vardır; satırın künyesi ve notu alt bölümde görünür. Kütüphanedeki değerlerin bir kısmı kaynakla karşılaştırılmadığı için "Durum" sütununda belirtilir; "Kaynaktan kontrol ettim…" düğmesiyle kullanıcı kaydı kaynaktan doğruladığını işaretler. Firma arşivi, saha deneyi ortalaması ya da başka ülke kaynağı gibi kendi kayıtlarınızı "Kütüphaneme kaydet" ile kullanıcı kütüphanesine ekleyebilir, "Kendi kaydımı sil" ile silebilirsiniz.

4.4 Depolama ve sıkışabilirlik parametreleri

Malzeme sekmesinin alt tablosu isteğe bağlı parametreleri içerir. Boş bırakılan parametre için ilgili hesap o tabakada yapılmaz.

Tablo 7. Alt tablo parametreleri

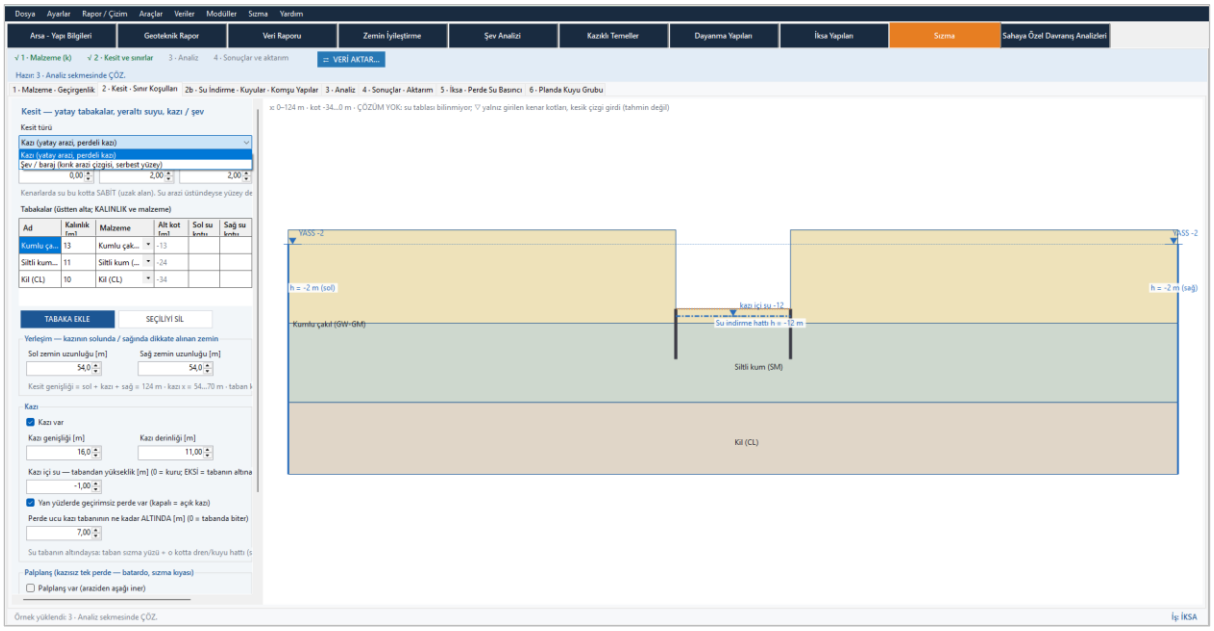
Parametre	Ne için	Eksikse
S_s [1/m]	Doygun bölgede özgül depolama; zamana bağlı rejim	Zamana bağlı hesap durur
S_y [—]	Serbest yüzeyi kesen elemanlarda özgül verim; zamana bağlı rejim	Zamana bağlı hesap durur
γ_{nem} [kN/m³]	Su tablasının üstünde kalan kesimde birim ağırlık	γ_{doygun} kullanılır (oturmada fark yaratır)
E_s [kPa]	Elastik oturma	Elastik oturma hesaplanmaz, not düşer
C_c, C_r, e_0, σ'_p [kPa]	Konsolidasyon oturması (σ'_p boşsa normal konsolide)	Konsolidasyon oturması hesaplanmaz; C_r boşsa C_c alınır
ψ_a [kPa]	Kılcal saçak (su tablasının üstünde emme basıncı)	Boşsa zemin sınıfından program kabulü; 0 girilirse saçak yok
SWCC, k(ψ)	Doygun olmayan akış: su tutma eğrisi (Doygun (yok) / van Genuchten / Fredlund–Xing) ve geçirgenlik fonksiyonu (van Genuchten–Mualem / Gardner (üstel) / Fredlund–Xing–Huang)	SWCC boşsa malzeme doygun kabul edilir; yalnız doygun olmayan akış açıkken etkilidir
α [1/m], n_vG, θs, θr; a_FX [kPa], n_FX, m_FX	Su tutma eğrisi parametreleri (van Genuchten ya da Fredlund–Xing); θs zamana bağlı çözümde gerekir	θr boşsa 0 alınır
χ Şev	Şev'e emme aktarımı katsayısı (0…1, ≈ tanϕb/tanϕ')	Boşsa Ayarlar'daki genel χ 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.

5. Kesit, Yeraltı Suyu ve Sınır Koşulları

5.1 Kesit türleri

2 · Kesit · Sınır Koşulları sekmesi iki kesit türü sunar: kazı ve şev/baraj. Her iki türde de kesit yatay tabakalardan oluşur; tabakalar üstten alta kalınlıkla girilir (alt kot bilgi sütunu olarak görünür). Girdiler girildikten sonra “KESİTİ ÜRET (bölgeler + sınır koşulları)” düğmesi geometriyi bölgelere ayırır ve sınır koşullarını oluşturur. Çözüm yokken tuvalde yalnız girilen kenar su kotları ve aralarında ince bir “girdi” çizgisi görünür; su tablası ancak ÇÖZ ile bulunur. Çözümden sonra açık mavi dolgu doygun bölgeyi (u > 0), koyu kesik çizgi hesaplanan u = 0 çizgisini, ince mavi çizgiler eş-potansiyelleri gösterir. “Üçgen ağı göster”, “Akım çizgilerini göster” ve “Komşu yapıları göster” kutuları görünümü değiştirir.



Şekil 2. 2 · Kesit · Sınır Koşulları sekmesi: kesit türü seçimi (kazı ya da şev/baraj), tabakalar, yerleşim ve kazı girdileri; sağda kesit önizlemesi

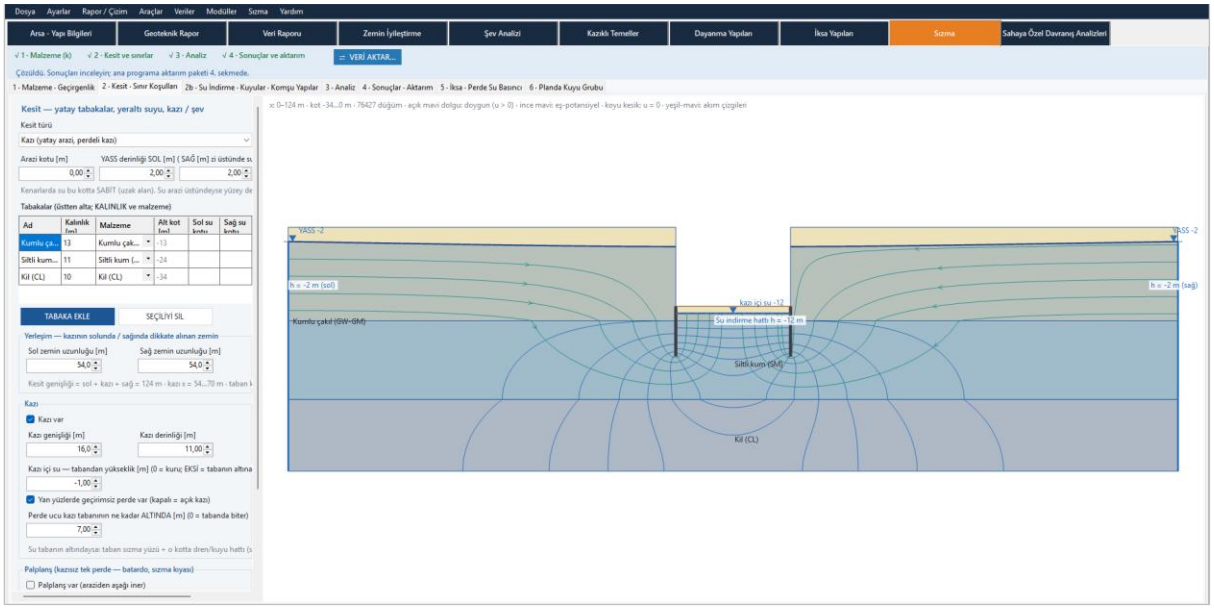
5.2 Yeraltı suyu girdileri

- Arazi kotu ve YASS derinliği: sol ve sağ kenar için ayrı girilir. Kenarlarda su bu kotta sabit kabul edilir (uzak alan). Eksi derinlik arazi üstündeki suyu ifade eder: bu durumda arazi yüzeyi de sabit yüklü olur (rezervuar); kazı ya da palplanş yüzeyi böler.
- Tabaka başına kenar su kotu: tabaka tablosundaki “Sol su kotu” ve “Sağ su kotu” sütunları boşsa genel YASS kullanılır. Ayrı piyezometrik seviyeli tabakalar (örneğin basınçlı çakıl) bu sütunlarla tanımlanır. Tabakaların ara yüzündeki ortak köşede alttaki tabakanın kotu geçerlidir ve bu bir not olarak düşer.
- Kazı içi su: tabandan yükseklik olarak girilir (0 = kuru kazı). Değer eksi girilirse su kazı tabanının altına indirilmiştir: taban sızma yüzü olur, o kotta kazı genişliğince yatay bir sabit yük çizgisi (dren ya da kuyu hattı) eklenir ve rejim otomatik olarak serbest yüzeyli olur. Notlar’da “SU İNDİRME: çekilecek debi” satırı yazılır.

5.3 Kazı, perde ve palplanş

Kazı grubunda “Kazı var” işaretlenip kazı genişliği ve derinliği girilir. “Yan yüzlerde geçirimsiz perde var” işaretliyse yan yüzler geçirimsiz kabul edilir; işaretli değilse açık kazıdır. “Perde ucu kazı tabanının ne kadar ALTINDA” alanı perdenin gömme boyunu verir (0 = tabanda biter). Perdenin iki yüzü ağda ayrı düğümlerle temsil edilir, uç ortaktır; perdeyi kesen üçgen sayısı raporlanır ve sıfır 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.

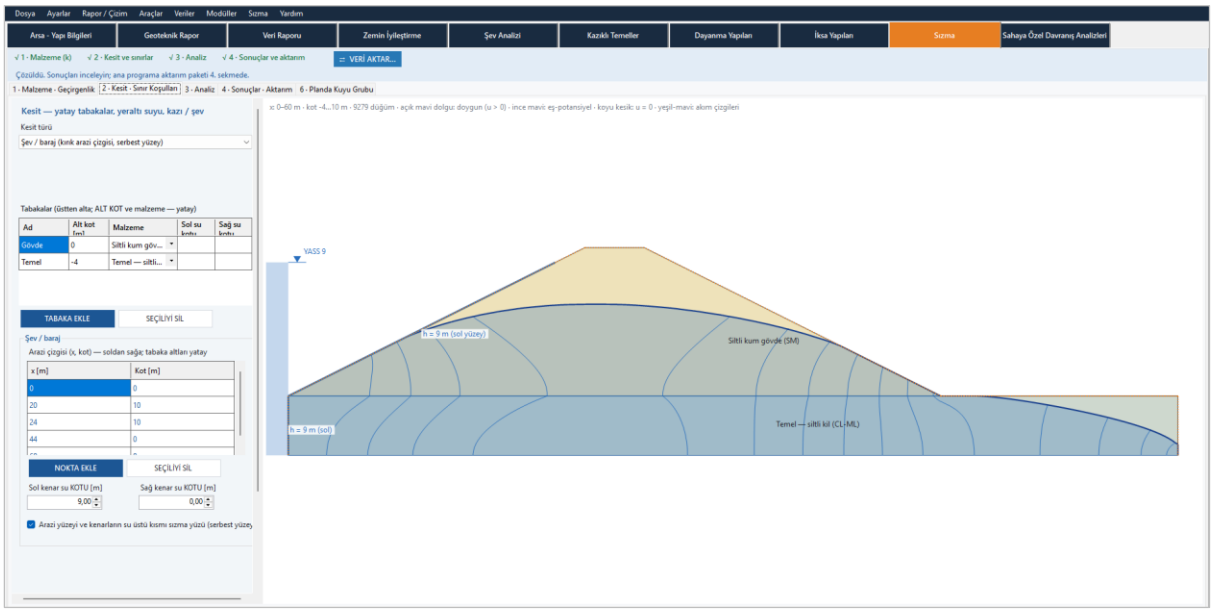


Şekil 3. Perdeli kazı kesiti: tabakalar, kazı içinde su indirme hattı, eş-potansiyel ve akım çizgileri

Palplanş grubu, kazısız tek perde (batardo, klasik sızma problemi) içindir: sol kenardan uzaklık ve araziden penetrasyon girilir. Arazi yüzeyi perdede bölünür ve sol/sağ su kotu ile iki ayrı sabit yük olur.

5.4 Şev ve baraj kesiti

Şev/baraj türünde arazi çizgisi (x, kot) soldan sağa noktalarla girilir (NOKTA EKLE), tabaka altları yataydır. Sol ve sağ kenar su kotu girilir. “Arazi yüzeyi ve kenarların su üstü kısmı sızma yüzü (serbest yüzey rejimi)” seçeneği işaretliyse program rejimi serbest yüzeyli yapar. Su altında kalan arazi yüzü rezervuar yükünde sabit yük, su üstündeki kısımlar sızma yüzü adayıdır; tepenin solundaki kenarlar sol, sağındakiler sağ su kotunu alır. Sol ve sağ kenar için kenar türü (“Sabit su seviyesi (h)” ya da “Akışsız (q = 0)”) ayrıca seçilir; arazi yüzeyine yağış “Yağış (arazi yüzeyi akı sınırı)” grubundan verilir (Bölüm 6.7).



Şekil 4. Şev/baraj kesiti girdileri: arazi çizgisi noktaları, sol ve sağ kenar su kotları ve sızma yüzü seçeneği

© 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.

5.5 Sınır koşulu türleri

Tablo 8. Sınır koşulları

Tür	Anlamı	Nerede kullanılır
Akışsız	q = 0 (varsayılan; ayrıca tanımlanmaz)	Geçirimsiz perde, geçirimsiz taban, kesit alt ve yan sınırları
Sabit yük h	Hidrolik yük verilir	Rezervuar, kenar YASS, kazı içi su, kuyu içi seviye, dren hattı
Sızma yüzü	Su üstünde, h = y (atmosfer basıncı); yalnız dışarı akış	Şev yüzü, baraj mansap yüzü, kazı tabanı (su tabanın altındaysa)
İç sabit yük çizgisi	Kesit içinde yatay sabit yük	Dren ya da kuyu hattı idealleştirmesi
Yağış (akı)	Arazi yüzeyine verilen akı: yağış şiddeti (mm/saat) yatay izdüşüm başına düğüm akısına çevrilir; potansiyel buharlaşma E girildiyse net akı q − E alınır. Göllenme açıksa ψ > 0 olan düğümde yüzey h = y olur, fazlası yüzey akışıdır. Su altındaki (sabit yük) düğümde yağış yok sayılır	Su altında olmayan arazi yüzeyi; Kesit sekmesindeki “Yağış (arazi yüzeyi akı sınırı)” grubu (Bölüm 6.7)

Sabit yük yalnız su altındaki düğümlere uygulanır; su üstünde kalan sınır kuru kabul edilir ve akışsızdır.

5.6 Hedef üçgen kenar boyu

Ağ, Delaunay yöntemiyle üretilir. Hedef kenar boyu 3 · Analiz sekmesinde ve Ayarlar’da verilir; varsayılan 0,5 m’dir. Sonucun ağdan bağımsızlığını görmek için 0,25 m ile karşılaştırma önerilir (Bölüm 12’de palplanş için örnek verilmiştir).

© 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. Çözüm Yöntemi

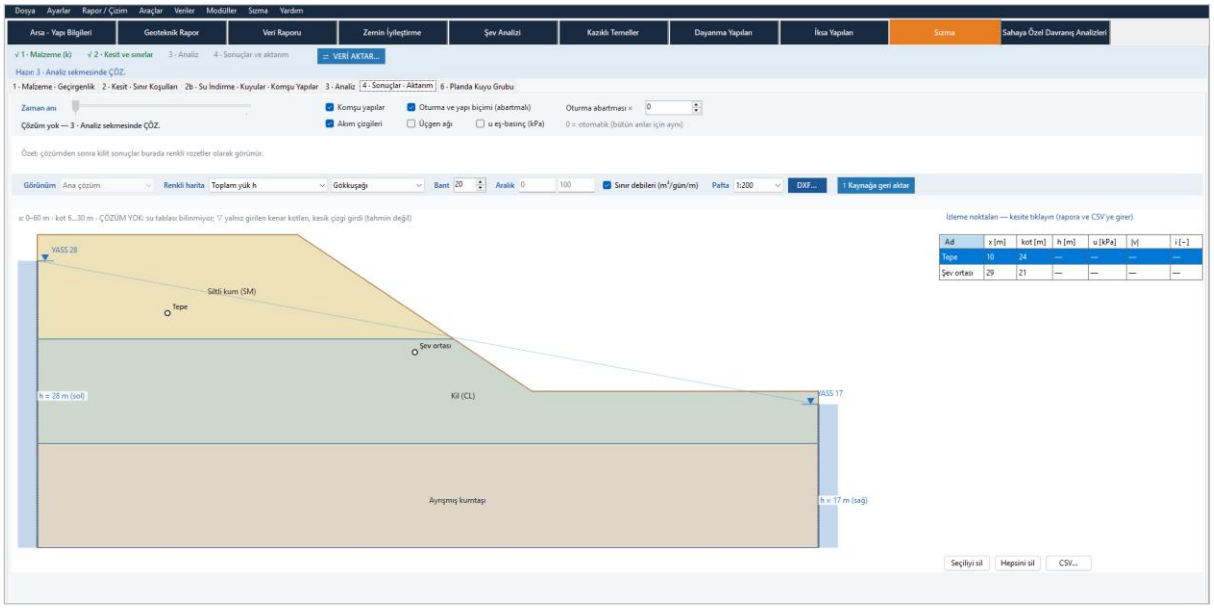
Akış, doygun ortamda Darcy yasası ve süreklilik denklemiyle ifade edilir. Alan, üç düğümlü doğrusal üçgen elemanlarla (sabit gradyanlı, CST) ayrıklaştırılır. Elemanlarda hız sabit olduğu için düğümlere komşu elemanların alan ağırlıklı ortalaması taşınır; bu yalnız gösterim içindir, hesap eleman değerini kullanır. Ortaya çıkan seyrek denklem takımı eşlenik gradyan yöntemiyle (Jacobi ön koşullu) çözülür. Ayarlar penceresindeki akış rejimi üç seçenekten biridir.

6.1 Kararlı durum, doygun

Laplace denklemi çözülür. Su tablasının konumu sınır koşullarıyla verilir (sabit YASS); serbest yüzey aranmaz. Perdeli kazı, palplanş ve basınçlı tabaka problemlerinde varsayılan rejim budur.

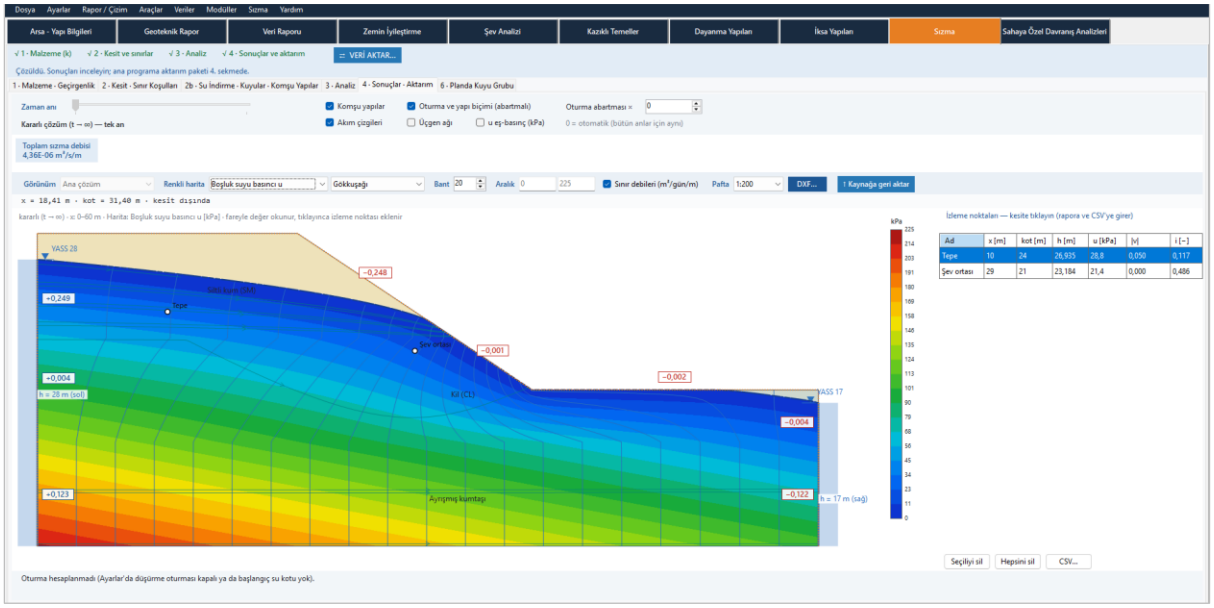
6.2 Kararlı, serbest yüzeyli

Su tablasının konumu çözümün parçasıdır. Kuru elemanlara çok küçük bir geçirgenlik çarpanı ($k \cdot 10^{-4}$) verilir, sızma yüzü düğümleri h = y koşuluna bağlanır, içeri akan düğümler serbest bırakılır ve bu işlem dış adımlarla yinelenir (Bathe ve Khoshgoftaar, 1979). Şev/baraj türünde ve kazı içi suyun tabanın altına indirildiği durumlarda rejim kendiliğinden bu seçeneğe geçer. Yineleme yakınsamazsa Notlar'da uyarı çıkar. Kuru elemanda Darcy hızı doygunluk çarpanlı geçirgenlikle hesaplanır; eş-potansiyel çizgileri yalnız doygun bölgede çizilir.



Şekil 5. Serbest yüzeyli şev örneği: tabakalar, sol ve sağ kenar su kotları ve izleme noktaları (çözüm öncesi)

© 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 6. Aynı şevin kararlı, serbest yüzeyli çözümü: boşluk suyu basıncı u haritası, freatik çizgi ve sınır debileri

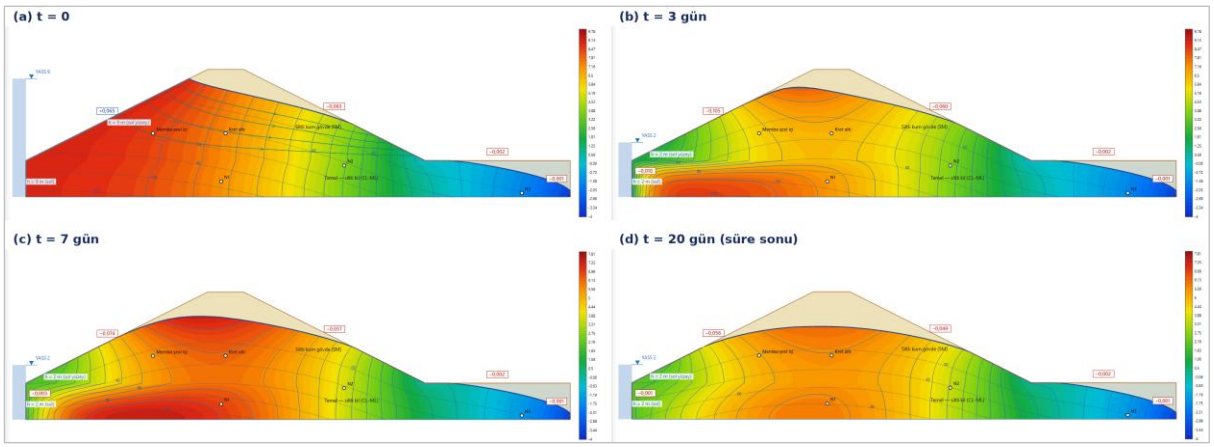
6.3 Zamana bağlı

Varsayılan başlangıçta bütün alanda h, başlangıç su kotuna (hidrostatik) eşittir (başlangıç koşulu seçenekleri: Bölüm 6.7); t = 0^+ anında sınır koşulları devreye girer. Zaman adımı geri Euler yöntemiyle ilerler; adımlar geometrik büyür (ilk adım küçük). Depolama, doygun elemanda S_s ile; serbest yüzeyi kesen elemanda S_y ile eleman yüksekliğine yayılarak hesaba katılır. Malzemede S_s ve S_y boşsa hesap durur. Ayarlardaki toplam süre ve adım sayısı çözümü belirler; rapor için saklanan anlar varsayılan olarak beş eşit aralıktadır.

Çıktılar: seçilen anlarda alan çözümü, sınır debisinin zaman serisi, izleme noktalarında h(t) ve kararlı düşümün %95'ine ulaşma süresidir. İksa sekmesinde işaretlenirse kazı aşamaları zincirleme zamana bağlı çözülür (Bölüm 8.1).

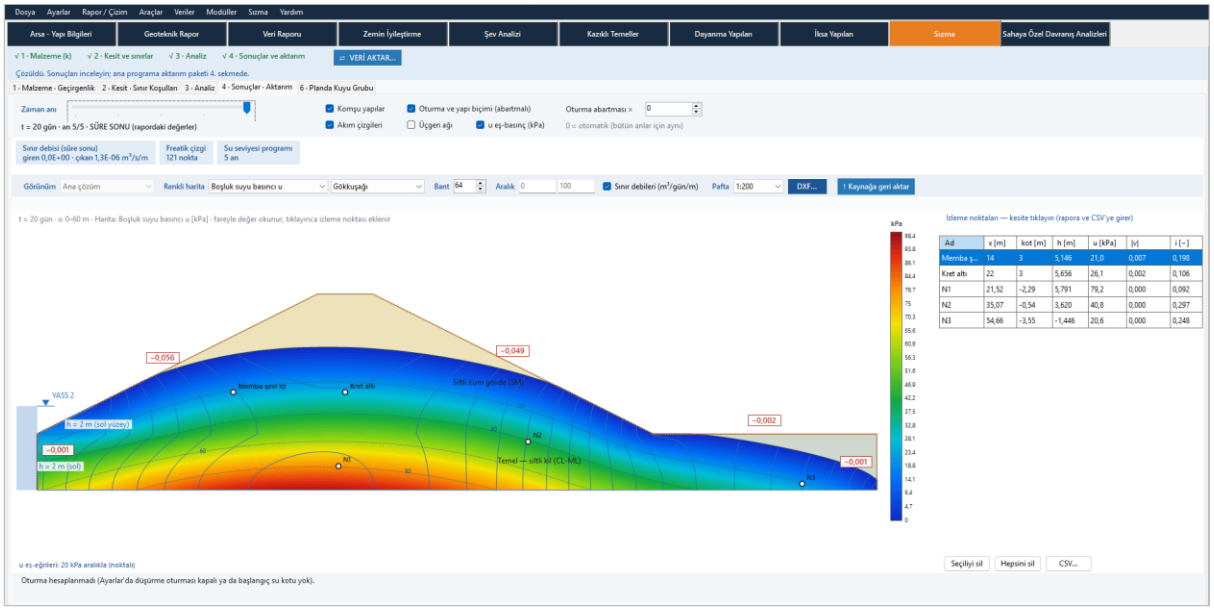
6.4 Su seviyesi programı

Sızma › Düzen › Su seviyesi programı (hızlı düşüm · taşkın)… penceresi, seçilen taraftaki sabit yük sınırlarının (kenar ve su altındaki arazi yüzeyi) su kotunun zamanla değişmesini tanımlar. Noktalar (t [gün], su kotu [m]) arasında doğrusal değişim kabul edilir. Başlangıç t = 0 seviyesinde kararlı çözümdür (uzun süre dolu rezervuar). "Hızlı düşüm — tabloyu doldur" bölümünde başlangıç kotu, son kot ve süre girilip "Tabloya yaz" denir; UYGULA programı yazar, "Bu taraftaki programı sil" kaldırır. Program yalnız zamana bağlı rejimde etkilidir ve malzemelerde S_s ile S_y gerektirir. Hızlı düşüm, nehir seviyesi ve taşkın senaryoları için kullanılır.



Şekil 7. Su seviyesi programıyla hızlı düşüm (memba su kotu 9 m'den 2 m'ye): toplam yük h haritasının zamanla değişimi

© 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 8. Hızlı düşümde süre sonu (t = 20 gün): boşluk suyu basıncı u haritası ve izleme noktalarındaki değerler

6.5 Akım çizgileri

Akım çizgileri çözümden sonra elde edilen hız alanından çizilir: eleman hızları düğümlere ortalanır, akışsız sınır ve perde yüzlerinde teğetlenir ve parçacık izleme (ikinci dereceden Runge–Kutta) uygulanır. Çizgiler giriş sınırlarından eşit debi paylarıyla başlatılır; sabit yük kenarında (çıkış, dren hattı, kuyu filtresi) biter ve perde ucunu dolanır. Komşu iki çizgi arasındaki tüp aynı debiyi (Q/N) taşır. Ayarlar'daki akım tüpü sayısı N ile (0 = çizme) kontrol edilir. Akım çizgileri yalnız görseldir ve hesabı etkilemez. Perde yüzüne çarpan çizgi yüz boyunca kayar; perdeye çok yakın iki çizgi uçta birleşebilir.

6.6 Kuyuların kesitte temsili

Kuyular 2b sekmesinde (Bölüm 7.1) kesit düzlemine dik bir kuyu sırası olarak tanımlanır; sıra, filtre boyunca düşey bir çizgi olarak modellenir. Kuyu içi su kotu verilirse çizginin su altı kısmı sabit yük, üstü sızma yüzü olur. Kuyu başına debi Q verilirse q = Q/a değeri filtre boyunca yalnız ıslak kısma dağıtılır (kuru filtre su çekemez).

6.7 Doygun olmayan akış

Doygun olmayan akış isteğe bağlıdır ve Ayarlar'dan açılır. Açıldığında su tablasının üstündeki bölgede de akış çözülür ve emme (negatif boşluk suyu basıncı) hesaplanır. Girdiler ve seçenekler şunlardır.

- Ayarlar şeridi: "Doygun olmayan akış (Richards; malzemede SWCC + k(ψ) gerekir)" kutusu varsayılan olarak KAPALIDIR. Açıkken Richards denklemi çözülür; varsayılan yöntem Picard'dır, dik su tutma eğrileri için "Newton yinelemesi (dik SWCC; Picard yedekli)" seçeneği vardır. Çözüm yakınsamazsa uyarı verilir, son yineleme tutulur ve program durmaz.
- Malzeme sekmesi (alt tablo): "SWCC (boş = doygun)" sütununda su tutma eğrisi seçilir: Doygun (yok), van Genuchten (α, n_vG, θs, θr) ya da Fredlund–Xing (a_FX, n_FX, m_FX, θs). "k(ψ)" sütununda geçirgenlik fonksiyonu seçilir: van Genuchten–Mualem, Gardner (üstel) ya da Fredlund–Xing–Huang (Bölüm 4.4).
- Kesit sekmesi, "Yağış (arazi yüzeyi akı sınırı)" grubu: "Su altında olmayan arazi yüzeyine yağış uygula" kutusu ve yağış şiddeti (mm/saat, yatay izdüşüm başına); "Göllenme: ψ > 0 olunca yüzey h = y (fazlası yüzey akışı)" kutusu; "Zaman serisi…" penceresi (zamanla değişen yağış serisi; yalnız zamana bağlı rejimde etkilidir); "Potansiyel buharlaşma E" (mm/gün) ve en küçük emme "ψ_min [m]".

© 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.

- Başlangıç koşulu (zamana bağlı çözüm), Ayarlar'daki "Zamana bağlı başlangıç:" listesinden seçilir. "Varsayılan (seviye programı varsa kararlı çözüm, yoksa hidrostatik)": seviye programı varsa t = 0 seviyelerinde kararlı çözüm, yoksa her yerde başlangıç su kotu alınır. "Su tablası + emme üst sınırı (hidrostatik, kesilmiş)": verilen su tablasından hidrostatik u kurulur ("Su tablası kotu y_st [m]"; boşsa projenin başlangıç su kotu); doygun olmayan bölgede emme "Emme üst sınırı ψ_maks [kPa]" değerinde kesilir (kutu açılınca 75 ile gelir; boşsa sınırsız). Yalnız yatay su tablası desteklenir.
- Yan sınırlar: şev/baraj kesitinde sol ve sağ kenar için ayrı ayrı "Sabit su seviyesi (h)" ya da "Akışsız (q = 0)" seçilir. Akışsız kenarda su kotu kutusu kullanılmaz (girilen değer saklanır) ve o kenarda sızma yüzü kurulmaz. Su kotu verilmeyen kenar akışsızdır.
- Çıktı: emme (negatif u) renk haritasında ve eş-eğrilerle gösterilir (Bölüm 9.4).
- Şev'e aktarım: Ayarlar'daki "Şev'e emme aktarımı (u < 0)" kutusu isteğe bağlıdır ve varsayılan olarak kapalıdır, yani güvenli taraftır (Şev'de u < 0 sıfır alınır). Açılırsa Şev'de u_etkin = χ·u kullanılır: genel χ (χ ≈ tanϕb/tanϕ') kutu açılınca 0,50 ile gelir; malzeme tablosunda "χ Şev (boş = genel)" girilmiş malzemede o değer kullanılır. χ = 0 girilirse emme aktarılmaz (Şev'de u < 0 sıfır alınır). Seçim KULLANICI KABULÜ'dür (Bölüm 11.4).

7. Su İndirme, Kuyular ve Komşu Yapılar

Bu bölüm 2b · Su İndirme · Kuyular · Komşu Yapılar sekmesini anlatır. Sekmenin başında "Düşürme ÖNCESİ (başlangıç) su kotu" alanı bulunur; bu kot oturma hesabının ve zamana bağlı çözümün başlangıcını verir. "= kesitin sol su kotu (otomatik)" işaretliyse başlangıç su kotu kesitin sol su kotundan alınır.

7.1 Kuyular

Tablo 9. Kuyu tablosu sütunları

Sütun	Anlamı
Ad	Kuyu adı
x [m]	Kuyunun kesitteki yatay konumu
Filtre üst kotu, Filtre alt kotu [m]	Süzgeç boyu; sabit yük ya da debi bu aralığa uygulanır
Kuyu içi su kotu [m]	Verilirse sabit yük koşulu
Q [L/s] (kuyu başına)	Verilirse sabit debi koşulu
Aralık a [m] (boş = hendek)	Kuyular arası uzaklık; boşsa sürekli hendek kabul edilir
r_w [m]	Kuyu yarıçapı

Kuyu için su kotu ya da Q girilir (ikisi de varsa su kotu geçerlidir). Aralık a verilirse kuyu başına Q ve kuyu içi ek düşüm raporlanır. Kuyu içi ek düşüm, kuyu sırasının eşdeğer hendek kotu ile kuyu içi su kotu arasındaki fark olarak $\Delta s = Q/(2\pi kb)\cdot \ln(a/2\pi r_w)$ bağıntısıyla verilir. Bu bağıntının kaynağı kaynak kontrolünde doğrulanamamıştır (Bölüm 14); sonuç yalnız bilgi olarak okunmalı, kuyu kaybı için pompaj deneyi ya da üretici verisi esas alınmalıdır.

7.2 Düşürmeye bağlı oturma

Oturma, Ayarlar'daki "Düşürmeye bağlı oturma" seçeneğiyle açılır (Hesaplanmaz, 1B elastik, 1B konsolidasyon, İkisi de). Hesap istasyon başına bir düşey kolon üzerinde yapılır. Efektif gerilme artışı toplam gerilme değişimi ile boşluk suyu basıncı değişiminin farkıdır ($\Delta\sigma' = \Delta\sigma_{toplam} - \Delta u$); su tablasının üstüne çıkan kesimde birim ağırlık γ_{doygun}'dan γ_{nem}'e geçer. Elastik yöntem E_s kullanır; konsolidasyon yöntemi C_c, C_r, e_0 ve σ'_p kullanır ve aşırı konsolide/normal konsolide dallanmasını yapar. "İkisi de" seçeneğinde tabaka bazında hangisi tanımlıysa o hesaplanır; ikisi de tanımlıysa ikisi de raporlanır. Eksik parametreli tabaka atlanır ve not düşer. Kılcal saçak (ψ_a) su tablası üstünde emme basıncı bölgesini tanımlar.

© 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 yalnız su indirmeden kaynaklanan oturmadır; toplam oturma değildir ve Notlar'da böyle belirtilir. İstasyon aralığı ve alt tabaka kalınlığı Ayarlar'dan değiştirilebilir. Sonuçlar sekmesinde oturma ve yapı biçimi abartmalı çizilebilir; abartma 0 girilirse otomatik seçilir.

7.3 Komşu yapı hasarı

Komşu yapılar tabloya x_1, x_2, yükseklik H, temel kotu ve yatay birim şekil değiştirme ε_h [%] ile girilir (YAPI EKLE). Yapı, oturma profili üzerinde derin kiriş olarak değerlendirilir (E/G = 2,6). Sehim oranı Δ/L çökme ve kambur için ayrı bulunur; Burland–Wroth derin kiriş eğilme ve kayma şekil değiştirmeleri, Boscardin–Cording'in yatay şekil değiştirmeyle birleşimi ve sınır çekme şekil değiştirmesi üzerinden Burland (1995) hasar kategorisi 0–5 olarak verilir. Ayrıca eğim (tilt), açısal distorsiyon β ve Bjerrum (1963) hükmü yazılır. Ayarlardan yalnız Bjerrum ölçütü de seçilebilir.

ε_h girilmezse kategori alt sınırdır

Düşürmede yatay şekil değiştirme genellikle sıfır alınır. $\varepsilon_h = 0$ girildiğinde sonuç hasar kategorisinin alt sınırıdır; notta böyle yazılır. Yatay şekil değiştirmenin bilindiği ya da ölçüldüğü durumlarda girilmesi önerilir. Komşu yapı değerlendirmesi için düşürme oturmasının Ayarlar'da seçilmiş olması gerekir.

7.4 İzleme noktaları

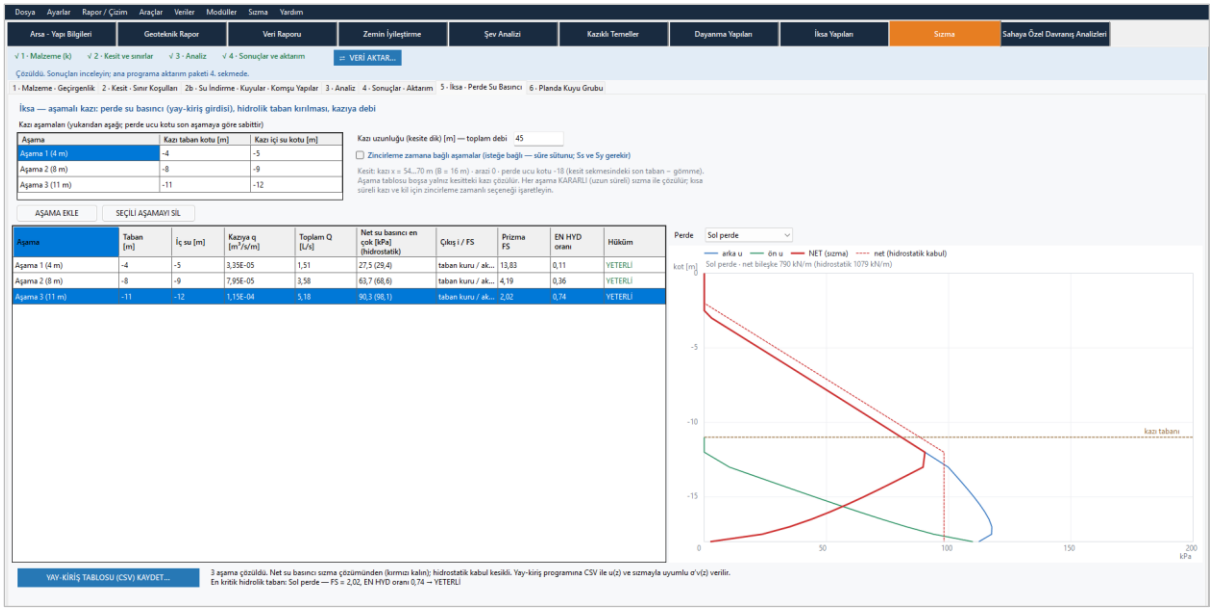
İzleme noktaları (ad, x, y/kot) zamana bağlı çözümde h(t) ve %95 süresini verir. Bu noktalar Sonuçlar sekmesinde kesite tıklanarak da eklenebilir (Bölüm 9.4).

© 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.

8. İksa Sekmesi ve Planda Kuyu Grubu

8.1 İksa: aşamalı kazı

5 · İksa · Perde Su Basıncı sekmesi aşamalı kazıda perde su basıncını (yay-kiriş girdisi), hidrolik taban kırılmasını ve kazıya debiyi hesaplar. Kazı aşamaları yukarıdan aşağıya tabloya girilir (AŞAMA EKLE, SEÇİLİ AŞAMAYI SİL): aşama adı, kazı taban kotu, kazı içi su kotu ve süre [gün]. Perde ucu kotu son aşamaya göre sabittir. Her aşama kararlı sızma ile ayrı çözülür. “Kazı uzunluğu (kesite dik)” toplam debiyi bulmak için kullanılır. “Zincirleme zamana bağlı aşamalar” işaretlenirse süre sütunu kullanılır (S_s ve S_y gerekir); bu durumda aşamalar birbirinin devamı olarak çözülür.



Şekil 9. 5 · İksa · Perde Su Basıncı sekmesi: kazı aşamaları, aşama sonuçları ve perde boyunca arka, ön ve net su basıncı

Tablo 10. İksa sonuç tablosu

Sütun	Anlamı
Kazıya q [m^3/s/m], Toplam Q [L/s]	Kazı içine giren debi
Net su basıncı en çok [kPa] (hidrostatik)	Perde arka yüz u − ön yüz u (u < 0 ise 0); parantezde klasik hidrostatik karşılığı
Çıkış i / FS	Kazı tabanında çıkış eğimi ve kabarma güvenliği
Prizma FS	Terzaghi prizması ile hidrolik taban kırılması güvenliği
EN HYD oranı	EN 1997-1 HYD kullanım oranı E_d/R_d; ≤ 1 sağlar
Hüküm	YETERLİ ya da YETERSİZ

Hidrolik taban kırılması iki ölçütle denetlenir: Terzaghi prizması (genişlik D/2, derinlik D = perde gömme boyu) ve EN 1997-1 HYD ölçütü. Prizma tabanı boyunca ortalama aşırı boşluk suyu basıncı u okunur; prizmanın batık ağırlığı G’ ve su itkisi S ile FS = G’/S bulunur, HYD oranı $\gamma_{G,dst}\cdot S / (\gamma_{G,stb}\cdot G')$ olarak verilir. Perde kazı tabanının altına inmiyorsa (D = 0) bu kontrol hesaplanmaz. γ_{doygun} girilmemişse G’ ve FS hesaplanmaz, yalnız aşırı u raporlanır.

“Perde” bölümünde seçilen perde için kot, arka u, ön u, net u ve sızmayla uyumlu düşey efektif gerilmeler listelenir. “YAY-KİRİŞ TABLOSU (CSV) KAYDET…” düğmesi bu su basıncı tablosunu yay-kiriş modeline girdi olarak CSV dosyasına yazar. Net su basıncı hidrostatik kabulle yan yana verildiği için fark hemen görülür; ön tarafta yukarı akış σ'_v’yi $\gamma'\cdot z$’nin altına indirir.

© 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.

8.2 Planda kuyu grubu (6 · Planda Kuyu Grubu)

Bu sekme, kuyuları planda kapalı çözümlerle ve süperpozisyonla hesaplar; 2B kesit çözümünü etkilemez ve her değişiklikte yeniden hesaplanır. Akifer parametreleri: akifer türü (serbest ya da basınçlı), geçirgenlik k (Kesitten öner düğmesiyle kesitten alınabilir), durgun su kotu, akifer taban kotu, basınçlı ise üst kot, etki yarıçapı R (boşsa Sichardt), pompaj süresi (boşsa kararlı) ve zamanlı hesapta depolama S ya da S_y.

Tablo 11. Planda kuyu grubu yöntemleri

Durum	Yöntem
Basınçlı, kararlı	Thiem
Serbest, kararlı	Dupuit–Thiem (h^2 toplanır)
Zamanlı (süre girilmiş)	Theis; serbestte Jacob düzeltmesi; uzun sürede Cooper–Jacob ile uyumlu
Sınır	Görüntü kuyu yöntemi: besleme sınırı ya da geçirimsiz sınır (A ve B noktalarıyla çizgi)
Etki yarıçapı	Girilmediyse Sichardt'a göre kuyudaki düşümle yinelenerek bulunur
Kuyu kapasitesi	Sichardt kuyu kapasitesi karşılaştırması; aşılırsa uyarı, serbest akiferde kuru kalan kuyu uyarılır

Kazı çokgeni planda sırayla girilir ve kazı içindeki en yüksek hedef su kotu verilir (örneğin kazı tabanı − 0,5 m). Hedef düşüm, durgun su kotu ile bu kot arasındaki farktır; bu düşüm kazının her yerinde (köşeler, kenar ortaları, iç ızgara) sağlanmalıdır. İki kip vardır: "Kontrol: kuyuları ve debileri ben girerim" ve "Tasarım: kazı çevresine diz, hedefi sağlayan debiyi bul"; tasarım kipinde kuyu sayısı, kenardan uzaklık ve kuyu yarıçapı verilir, program kuyuları eşit aralıkla dizer ve hedefi sağlayan eşit debiyi bulur. "Tasarım kuyularını tabloya al" tasarım sonucunu kontrol tablosuna aktarır. "Plan DXF kaydet" eş-düşüm eğrilerini ve kuyuları gerçek koordinatla (1 birim = 1 m) yazar.

Analitik çözümün kabulleri

Çözüm homojen, izotrop ve yatay tabanlı akifer ile tam girişimli kuyu kabul eder; kazının akışı değiştirmesi (sızma yüzü, perde) hesaba girmez. Etki yarıçapı Sichardt bağıntısıyla bulunduysa ampiriktir. Gerekli değer girilmemişse (k, zamanlı hesapta S) hesap yapılmaz ve sebebi 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.

9. Analiz ve Sonuçlar

9.1 ÇÖZ ve notlar

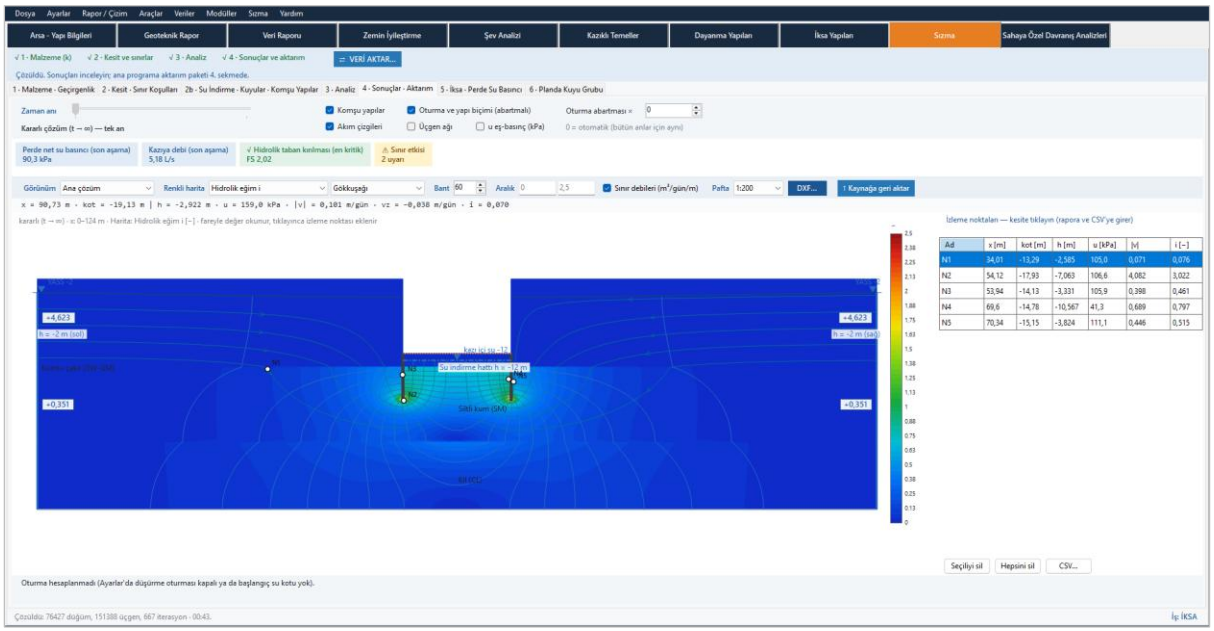
3 · Analiz sekmesinde akış rejimi gösterilir (Ayarlar'dan seçilir), hedef üçgen kenar boyu girilir ve "ÇÖZ (sızma · kabarma · kuyu · oturma · hasar)" düğmesine basılır. Hesap şu sırayı izler: sızma (kararlı ya da zamana bağlı), kabarma, kuyu, oturma, hasar ve aktarım paketi. "Notlar ve kabuller" sekmesi ağ özetini, yakınsama bilgisini, kabulleri, uyarıları, kazı tabanı kabarma satırını ve varsa KIYAS satırını verir. Perde varsa perde uç arka ve ön u değerleri de Notlar'a yazılır.

9.2 Sınır debileri

"Sınır debileri" sekmesi her sınır için (bölge, kenar) sabit yük h [m] ve debi [m^3/s/m] verir (+ giren). Kütle dengesi kontrol edilir: kenardan giren, tabandan, kuyudan ya da sızma yüzünden çıkana eşit olmalıdır. Sonuçlar sekmesinde debi etiketleri m^3/gün/m cinsindendir.

9.3 Hidrolik eğim, kabarma ve borulanma

Hidrolik eğim i = −∇h'dir. Çıkış eğimi, bir sınırda (kazı tabanı, mansap yüzü) kenara değen üçgenlerde, kenarın dışa dönük normali yönündeki bileşen olarak alınır; yatay kenarda bu −∂h/∂y'ye (yukarı akış) eşittir. Kritik eğim $i_{cr} = \gamma'/\gamma_w$'dir. Kazı tabanında en büyük yukarı hidrolik eğim $i_{çıkış}$ bulunur ve güvenlik sayısı $FS = i_{cr}/i_{çıkış}$ olarak verilir. Ayarlarda "İstenen kabarma güvenliği (rapor hükmü)" kullanıcının belirlediği değerdir (varsayılan 1,5) ve hüküm buna göre YETERLİ ya da YETERSİZ yazılır. γ_{doygun} girilmemişse FS hesaplanamaz.



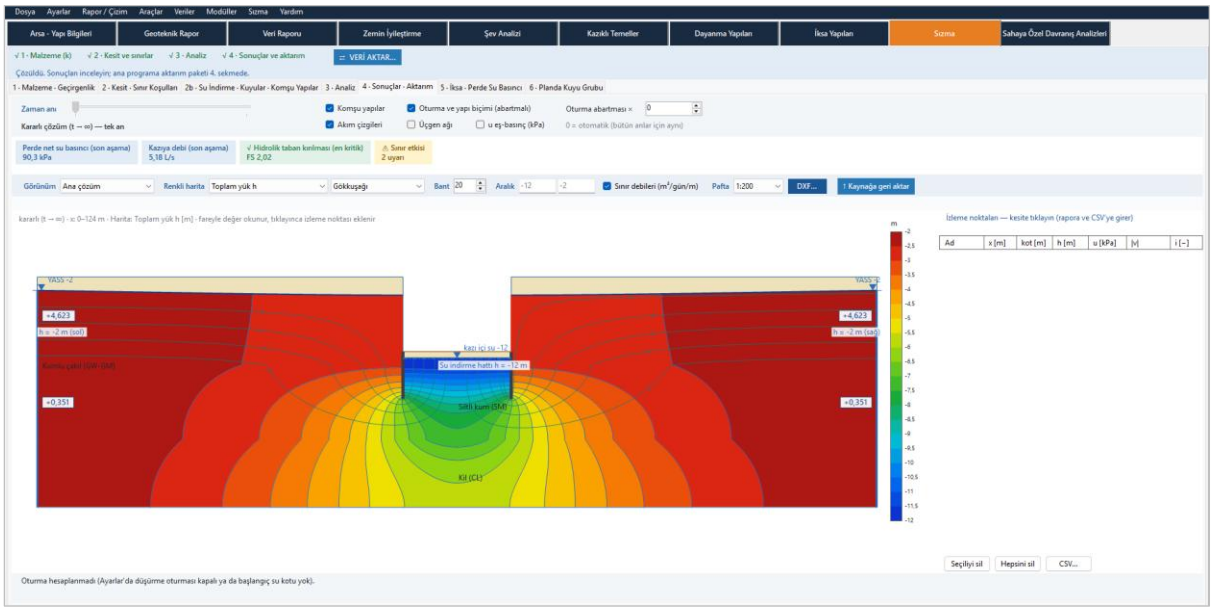
Şekil 10. Hidrolik eğim i haritası: kazı tabanında yoğunlaşan eğim ve izleme noktaları tablosu

Kabarma ölçütü Ayarlar'da iki seçenektir: "$i_{çıkış}$ / i_{cr} (Terzaghi)" ve "EN 1997-1 HYD — Terzaghi prizması". HYD seçilirse kısmi katsayılar $\gamma_{G,dst}$ ve $\gamma_{G,stb}$ Ayarlar'da görünür (Bölüm 10).

© 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.

9.4 Sonuçlar sekmesi

4 · Sonuçlar · Aktarım sekmesinde “Zaman anı” seçimiyle zamana bağlı çözümün istenen anı gösterilir. Sekmede şunlar yer alır.



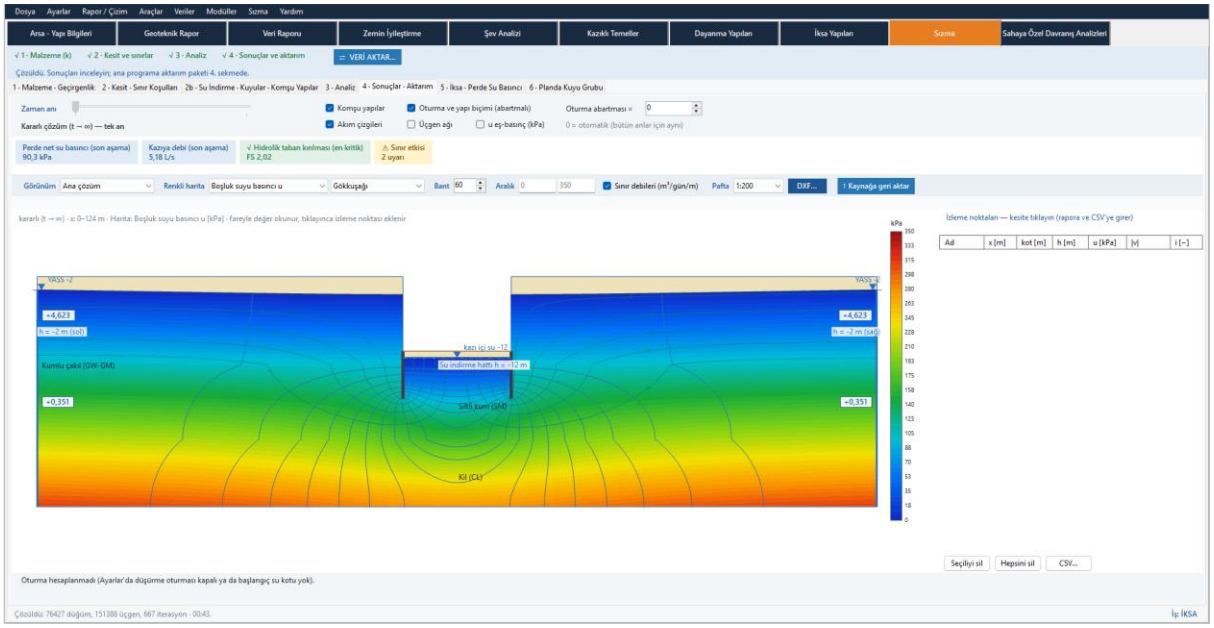
Şekil 11. 4 · Sonuçlar · Aktarım sekmesi: toplam yük h haritası, akım çizgileri ve sınır debisi etiketleri; üstte özet kutuları

Tablo 12. Sonuçlar sekmesi denetimleri

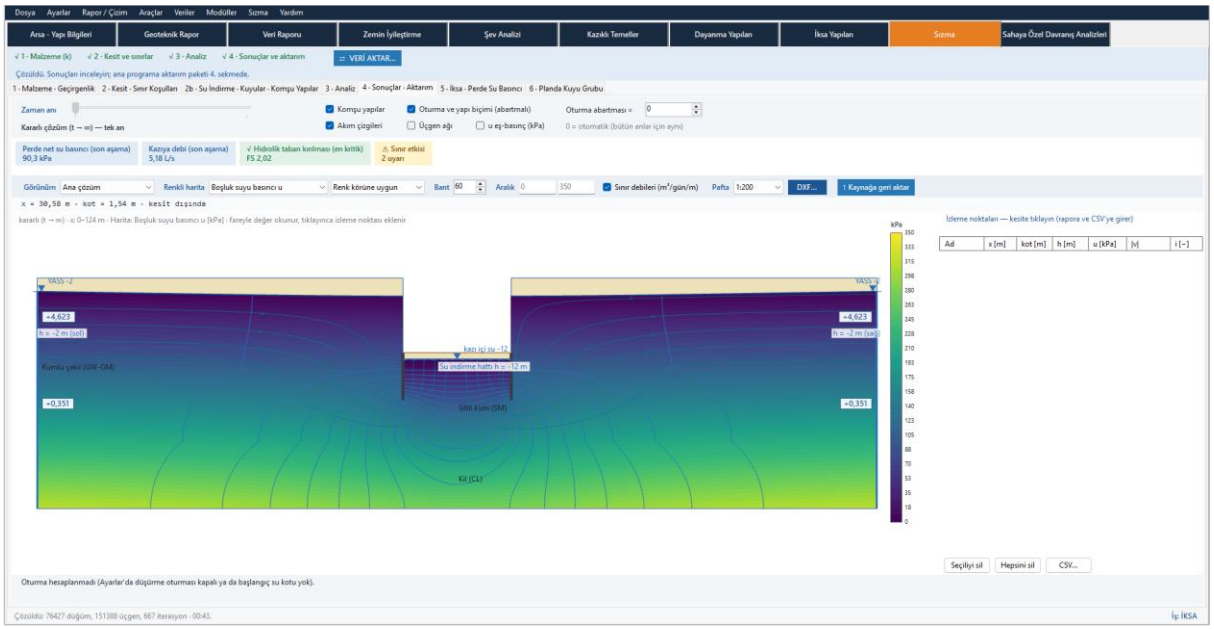
Denetim	İşlev
Görünüm	Ana çözüm ya da İksa aşaması (“Aşama: …”)
Komşu yapılar; Oturma ve yapı biçimi (abartmalı); Akım çizgileri; Üçgen ağı; u eş-basınç (kPa)	Çizim katmanları
Oturma abartması ×	0 = otomatik (bütün anlar için aynı)
Renkli harita	Harita yok; Toplam yük h; Boşluk suyu basıncı u; Akış hızı |v|; Düşey hız v_z (+ yukarı); Hidrolik eğim i
Palet	Gökkuşağı ya da Renk körüne uygun
Bant ve Aralık	Renk bandı sayısı ve aralığı
Sınır debileri (m³/gün/m)	Debi etiketlerini gösterir
Pafta ve DXF…	Pafta ölçeği (1:n) ve DXF çıktısı
İzleme noktaları	Kesite tıklayarak nokta eklenir; tablo h, u, |v|, i değerlerini verir; Seçiliyi sil, Hepsini sil, CSV…

Doygun olmayan akış kapalıyken h ve u haritaları yalnız doygun bölgede ($u \geq 0$) boyanır; kuru bölgedeki h çözümün yan ürünüdür. Doygun olmayan akış açıkken emme (negatif u) de boyanır, renk ölçeğine girer ve eş-eğrileri çizilir. Hız ve eğim elemanda sabittir, düğüm değerleri komşu elemanların alan ağırlıklı ortalamasıdır. İzleme noktaları rapora ve CSV’ye 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.

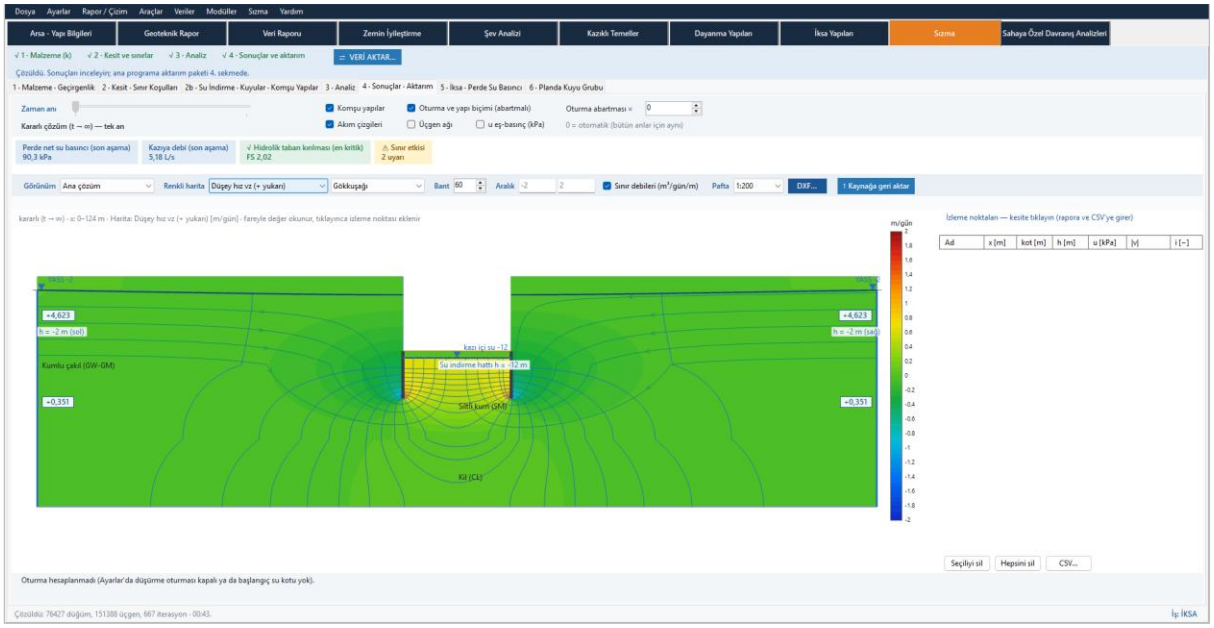


Şekil 12. Boşluk suyu basıncı u haritası (Gökkuşağı paleti)

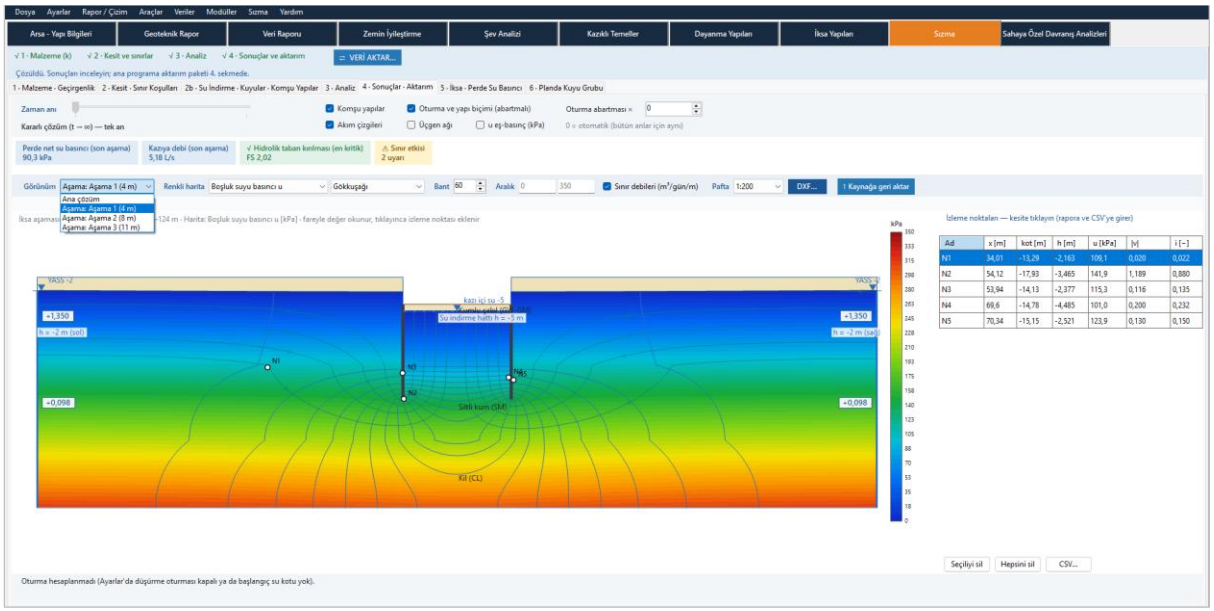


Şekil 13. Boşluk suyu basıncı u haritası (renk körüne uygun palet)

© 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 14. Düşey hız v_z haritası (+ yukarı): kazı tabanında yukarı yönlü akış



Şekil 15. Görünüm seçimi: İksa aşamaları (Aşama 1–3) ve Aşama 1 için boşluk suyu basıncı u haritası

© 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

Ayarlar, ana bandaki Ayarlar penceresinin “Yeraltı Suyu / Sızma” sekmesindedir; pencerenin ortak Uygula, Varsayılan olarak kaydet ve İptal düğmeleri tüm modüller için geçerlidir. Seçenekler ayrı birer seçim kutusundadır; gri görünen seçenekler bu sürümde henüz kullanılamaz. Seçilen yöntemin kaynağı sayfada yazılır ve rapora “Ayarlar ve kaynaklar” tablosu olarak girer; varsayılandan sapan satır KULLANICI KABULÜ etiketi taşır. Sayfada arayüz dili seçimi de vardır (Türkçe, English, Español, Русский). “İleri ayarları göster” kutusu çözücü, ağ üreteci, kuyu yöntemi, akım tüpü sayısı ve HYD katsayılarını görünür yapar. Uygula ayarları projeye işler; Varsayılan olarak kaydet bu ayarları yeni projelerin başlangıç değeri yapar.

Sayfada iki ek şerit daha bulunur: doygun olmayan akış, Newton seçeneği ve Şev’e emme aktarımı (χ) şeridi ile zamana bağlı başlangıç koşulu şeridi (Bölüm 6.7). Doygun olmayan akış, akış rejimi listesinde değil, ayrı bir kutudur.

Tablo 13. Seçmeli ayarlar

Ayar	Seçenekler	Varsayılan
Akış rejimi	Kararlı durum, doygun (Laplace); Kararlı, serbest yüzeyli; Zamana bağlı (S_s, S_y; geri Euler)	Kararlı durum, doygun
Doğrusal çözücü	Eşlenik gradyan (Jacobi ön koşullu, seyrek); Bantlı LDL^T (bu sürümde yok)	Eşlenik gradyan
Ağ üreteci	Delaunay (kısıtsız, sınır örneklemeli); Kısıtlı Delaunay (bu sürümde yok)	Delaunay
Kuyu ile su indirme	Sonlu eleman (kesit düzleminde); Dupuit–Thiem ve Theis (bu sürümde yok)	Sonlu eleman
Kabarma / borulanma ölçütü	$i_{çıkış}$ / i_{cr} (Terzaghi); EN 1997-1 HYD — Terzaghi prizması	$i_{çıkış}$ / i_{cr}
Düşürmeye bağlı oturma	Hesaplanmaz; 1B elastik; 1B konsolidasyon; İkisi de	Hesaplanmaz
Komşu yapı hasar ölçütü	Burland + Boscardin–Cording + Bjerrum; yalnız Bjerrum β	Burland, Boscardin–Cording, Bjerrum

Tablo 14. Sayısal ayarlar

Ayar	Varsayılan	Not
Hedef üçgen kenar boyu [m]	0,5	Küçültmek hesabı yavaşlatır
İstenen kabarma güvenliği	1,5	Rapor hükmü için kullanıcı değeri; kaynak kullanıcıdır
EN 1997-1 HYD: $\gamma_{G,dst}$ / $\gamma_{G,stb}$	1,35 / 0,90	Ek A Tablo A.17 önerilen değerler; ulusal ek farklı olabilir
Akım tüpü sayısı N	10	0 = akım çizgisi çizme; yalnız görsel
Zamana bağlı: toplam süre [gün]	30	Zamana bağlı rejimde
Zamana bağlı: adım sayısı	40	Geometrik, ilk adım küçük
Oturma istasyon aralığı [m]	1,0	Kesit boyunca
Oturma alt tabaka kalınlığı [m]	0,25	Δσ’ integrasyonu

Ayar değerleri aralık dışındaysa program onları varsayılana alır ve bunu bildirir. Su birim ağırlığı bütün hesaplarda 9,807 kN/m^3 alınır ve rapora 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.

11. Rapor, Çizim ve Aktarımlar

11.1 Word raporu

Rapor / Çizim › Sızma › Rapor › RAPOR (docx)… komutu ya da 3 · Analiz sekmesindeki “WORD RAPORU OLUŞTUR (.docx)…” düğmesi raporu üretir. Verisi olmayan bölüm rapora girmez. Bölümler şunlardır.

Tablo 15. Rapor bölümleri

Bölüm	İçerik	Girme koşulu
Kapak, onaylar, içindekiler, simgeler	Şekil ve tablo listeleri Word alanıdır	Her zaman
1 Giriş ve kapsam	Kapsam, özet	Her zaman
2 Zemin profili ve parametreler	Tabakalar ve k kaynakları	Her zaman
3 Hesap modeli ve sınır koşulları	Model, sınır koşulları, kuyular	Her zaman
4 Sızma analizi sonuçları	Debiler, perde u(z)	Her zaman (perde bölümü perde varsa)
5 Kazı tabanı kabarma / borulanma denetimi	$i_{çıkış}$, i_{cr}, FS, hüküm	Kabarma hesabı varsa
5A İksa	Aşamalar, perde su basıncı, hidrolik taban kırılması	İksa aşamaları varsa
5B Planda kuyu grubu	Girdiler, kuyular, kontrol noktaları	Kuyu grubu hesaplanmışsa
6 Zamana bağlı çözüm	Başlangıç koşulu, düşümün gelişimi	Zamana bağlı rejimde
7 Düşürmeye bağlı oturma	Oturma profili	Oturma açıksa
8 Komşu yapı hasar değerlendirmesi	Burland kategorisi, Bjerrum hükmü	Komşu yapı varsa
9 Kıyas (benchmark) karşılaştırması	Kapalı çözümden fark	Kıyas projesiyse
10 Ayarlar ve kaynaklar	Ayar tablosu; KULLANICI KABULÜ satırları	Her zaman
11 Sonuç ve değerlendirme	Karar ve şerh satırları	Her zaman
12 Kaynaklar; Ekler	Kaynak listesi; şekiller	Her zaman

Rapor şekilleri PNG olarak üretilir: kesit ve akım ağı, perde u(z), düşüm–zaman, debi–zaman ve oturma profili; yapılmamış bir hesabın bölümü rapora girmez.

Zamana bağlı çözüm bölümünde başlangıç koşulu ayrı bir cümleyle yazılır ve Ayarlar’daki seçimi izler (Bölüm 6.3, 6.7): “Su tablası + emme üst sınırı (hidrostatik, kesilmiş)” seçiliyse su tablası kotu ve emme sınırı; su seviyesi programı varsa “t = 0 seviyelerinde kararlı sızma çözümü (su seviyesi programı)”; ikisi de yoksa “bütün alanda su kotu … m (hidrostatik)”. Kesit, kesit üreticisiyle (KESİTİ ÜRET) kurulmadıysa hesap modeli bölümünde “geometri elle verildi” yazılır.

11.2 DXF paftası

Rapor / Çizim › Sızma › Çizim › AKIM AĞI PAFTASI (DXF)… komutu ve Sonuçlar sekmesindeki DXF… düğmesi, ekrandaki görünümle (harita, aşama, ölçek) bir DXF dosyası yazar. Dosya R12 biçiminde ve yalnız ASCII’dir; çizim birimi metredir (1 birim = 1 m). Pafta ölçeği standart seriden seçilir (1:50, 1:100, 1:200, 1:250, 1:500, 1:1000, 1:2000); çizim seçilen ölçekte kalır, kâğıt gerekirse çizime göre büyür. Kuyu grubu sekmesi ayrıca plan DXF’i üretir (Bölüm 8.2).

11.3 Aktarım paketi ve CSV

“AKTARIM PAKETİNİ KAYDET (JSON)…” düğmesi ana programa verilecek çıktıları tek bir JSON dosyasında toplar: boşluk suyu basıncı alanı u(x,y), perde boyunca u(z) diyagramı, çıkış hidrolik eğimi ve kabarma güvenliği, düşürülmüş su seviyesi ve zaman fonksiyonu, oturma çukuru ve komşu yapı hasarı. İzleme noktaları CSV olarak alınır; İksa yay-kiriş tablosu ayrı CSV olarak kaydedilir.

© 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.

11.4 Şev'e aktarım

Ana programın Veriler menüsündeki "Sızma → Şev: Su Çizgisini Aktar…" komutu, Şev kesitindeki mevcut su çizgisini silip Sızma çözümünün freatik çizgisini yazar (Şev'de Geri Al ile dönülebilir). Sızma ve Şev kesitleri x doğrultusunda %10'dan az örtüşüyorsa aktarım reddedilir. Komuttan sonra program, boşluk suyu basıncı alanı u(x,y)'nin de aktarılıp aktarılmayacağını sorar. EVET: dilim tabanı u değeri Sızma alanından okunur (ağın dışında klasik hesap sürer). HAYIR: klasik hesap, yani yalnız su çizgisi ve hidrostatik u kullanılır; alan saklanır ve sonradan Şev ayar panelinden açılabilir. Aktarılan alanda emme ($u < 0$) varsayılan olarak sıfıra kırpılır; Ayarlar'da "Şev'e emme aktarımı ($u < 0$)" açılmışsa Şev'de $u_{etkin} = \chi \cdot u$ kullanılır (Bölüm 6.7).

11.5 İksa'ya aktarım

"Sızma → İksa: Su Seviyelerini Aktar…" komutu, en derin aşamanın arka ve ön freatik derinliklerini (perde üstünden, m) İksa'nın aktif cephesine yazar; mevcut değerlerin yerine geçer ve onay sorulur. Ön tarafta su yoksa bu bildirilir. Ardından perde boyunca u(z) profilinin de aktarılıp aktarılmayacağı sorulur. EVET: düğüm su basıncı Sızma profilinden alınır. HAYIR: İksa kendi su diyagramını yukarıdaki iki seviyeden kurar; profil saklanır, sonra açılabilir.

11.6 Kaynağa geri aktar

VERİ AKTAR ile kurulan bir model için Sonuçlar sekmesinde "Kaynağa geri aktar" düğmesi görünür. İksa kaynağında kaynağın cephesi seçilir ve su seviyeleri (isteğe bağlı u(z)) İksa'ya yazılır; Şev kaynağında su çizgisi ve isteğe bağlı u(x,y) Şev'e yazılır. Geri aktarım İksa ve Şev kaynakları içindir: Dayanma'nın su girdisi duvar başına elle girilir, Geoteknik Rapor'daki YASS ölçüm olduğu için Sızma sonucuyla değiştirilmez. Sızma çözümü yoksa ya da eskimişse önce 3 · Analiz'de ÇÖZ denir.

11.7 Veri Raporu ile birlikte kullanım

Veri Raporu'ndaki sondaj ve tabaka bilgileri, ana programdaki "Veri Raporu'ndan Geoteknik Rapor'a Aktar…" komutuyla Geoteknik Rapor'a taşınır (sondajlar adlarına göre eşleşir; yalnız Veri Raporu'nda olanlar eklenir, tasarım parametreleri en çok örtüşen eski tabakadan alınır). Sızma, VERİ AKTAR penceresinde "Geoteknik Rapor" kaynağından bu sondajları ve tabakaları alır. Veri Raporu, Sızma'dan doğrudan veri çekmez.

© 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. Doğrulama ve Benchmark

12.1 Doğrulama yaklaşımı

Bu modülün hesapları bağımsız doğrulama örnekleri ve el hesaplarıyla kontrol edilmiştir. Kapalı çözümlerle ve başka programlarla yapılan karşılaştırmalar aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

12.2 Kapalı ve analitik çözümlerle kıyas

Tablo 16. Kapalı çözümlerle kıyas

Örnek	Referans	Program	Fark	Durum
Tek palplanş, sonlu kalınlık (T = 10 m, s = 5 m, H = 1 m, k = $1\cdot10^{-4}$ m/s); 0,5 m ağ	q = $5{,}000\cdot10^{-5}$ m³/s/m (Harr 1962; Polubarinova-Kochina 1962)	$5{,}102\cdot10^{-5}$	+%2,0	Uyumlu (bant %6)
Aynı palplanş; 0,25 m ağ	$5{,}000\cdot10^{-5}$	$5{,}055\cdot10^{-5}$	+%1,1	Uyumlu (bant %3); fark ağ inceldikçe küçülür
Dikdörtgen baraj (h_1 = 10 m, h_2 = 2 m, L = 20 m, k = $1\cdot10^{-4}$ m/s)	q = $2{,}400\cdot10^{-4}$ m³/s/m (Charny; Dupuit)	$2{,}390\cdot10^{-4}$	−%0,4	Uyumlu
Aynı baraj: memba debisi	Dupuit q = k(h_1^2−h_2^2)/2L	$2{,}39\cdot10^{-4}$	−%0,48 (bant %8)	Uyumlu
Aynı baraj: orta kesitte serbest yüzey	Dupuit parabolü (7,211 m)	7,45 m	+%3,3 (bant %12)	Uyumlu
Terzaghi 1B konsolidasyon, T = 0,2 ve 0,5	U = 0,504 ve 0,764; ũ/Δ profili (kapalı çözüm)	0,4998 ve 0,7529	−%0,85 ve −%1,4	Uyumlu
Basınçlı şeritte ani yük düşümü, iki zaman, üç nokta	Carslaw–Jaeger erfc çözümü	en büyük fark 0,008 m	±0,03 m (bant içinde)	Uyumlu
Homojen kum, su 0 → −3 m, elastik oturma	12,50 mm (el hesabı)	12,50 mm	birebir	Uyumlu
Aynı kolon, γ_{nem} = 17 kN/m³	9,95 mm (12,50 − 2,55; el hesabı)	9,95 mm	birebir	Uyumlu
Theis kuyu fonksiyonu W(u): u = 0,01; 0,1; 1; 5	4,0379; 1,8229; 0,21938; $1{,}148\cdot10^{-3}$	—	bağıl $2\cdot10^{-4}$ (u = 5 için 10^{-3})	Uyumlu
Planda kuyu grubu: Thiem, Dupuit–Thiem, süperpozisyon, görüntü kuyu	Kapalı çözümler (el hesabı)	—	bağıl 10^{-9}	Uyumlu
Kararlı 1B doygun olmayan sızma kolonu (L = 5 m, q/ks = 0,1, Gardner α = 1 1/m); örnek A	Srivastava ve Yeh (1991) kapalı çözümü, ψ(z = 1 / 2,5 / 4 / 5 m) = −0,8414 / −1,7494 / −2,1500 / −2,2437 m	−0,8413 / −1,7495 / −2,1502 / −2,2438 m	en büyük %0,02; debi q·B ±%1 içinde	Uyumlu (ölçüt %1)

Tabloda “—” ile gösterilen satırlarda (Theis ve planda kuyu grubu) programın bağıntıları kapalı çözüm değerleriyle birebir karşılaştırılmıştır; Theis W(0,01) için program 4,03793 değerini verir (referans 4,0379), Thiem ve Dupuit–Thiem bağıntıları r = 10 m’de referansla özdeştir. Palplanş problemi ayrıca bağımsız bir sonlu farklar modeliyle de kontrol edilmiştir. Akım çizgilerinin palplanşın altından dolaştığı, kuru bölgeye girmediği ve kütlenin korunduğu da denetlenmiştir.

12.3 Başka programlarla kıyas

Karşılaştırmalar GEO5 ve SEEP/W sonuçlarına göre yapılmıştır; bu program sonuçları referans (kapalı çözüm) değil, başka bir sayısal çözümdür. Fark bu nedenle “doğru değerden sapma” değil, iki yöntem arasındaki farktır.

© 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 17. GEO5 ile kıyas (debi, m^3/gün/m)

Örnek	GEO5	Program	Fark	Bant	Durum
EM32 toprak baraj, 1. aşama, memba 2 m (toplam debi)	0,288	0,297	+%3,1	%5	Uyumlu
EM32, 2. aşama, memba 9 m (toplam debi)	2,284	2,266	−%0,8	%5	Uyumlu
EM32, 3. aşama, memba 10,8 m (toplam debi)	3,304	3,315	+%0,3	%5	Uyumlu
EM32, 3. aşama: mansap yüzünden çıkış	0,503	0,470	−%6,6	%15	Uyumlu
2026 FEM Model 1: palplanş	4,255 (Harr kapalı çözümü 4,32)	4,368	+%2,6 (Harr'a göre +%1,1)	%5	Uyumlu
2026 FEM Model 2: iksa kazısı, kum	30,641	30,999	+%1,2	%5	Uyumlu
2026 FEM Model 3: iksa, kum üstü kil	0,610	0,630	+%3,2	%5	Uyumlu

EM32 baraj 1. ve 2. aşamada mansap yüzünden çıkış beklenmez (GEO5 ile aynı) ve programda da çıkış sıfırdır. Model 2'de GEO5 renk bandından okunan beş noktanın toplam yükü ±0,15 m içinde bulunmuştur.

Tablo 18. SEEP/W ve klasik çözümlerle kıyas (debi, m^3/s/m)

Örnek	SEEP/W	Klasik çözüm	Program	Fark (SEEP/W)	Fark (klasik)
Geçirimsiz temelli baraj, drensiz	$2{,}140\cdot10^{-6}$	$1{,}793\cdot10^{-6}$ (Casagrande)	$2{,}020\cdot10^{-6}$	−%5,6	+%12,7
Aynı baraj, topuk drenli	$2{,}499\cdot10^{-6}$	$2{,}042\cdot10^{-6}$ (Kozeny)	$2{,}272\cdot10^{-6}$	−%9,1	+%11,3

Bu iki problemde beklenti, program debisinin SEEP/W ile klasik kapalı çözüm arasında kalmasıdır (klasik değerin %95'inden SEEP/W değerinin %105'ine kadar); program iki referansın arasındadır. Kapalı çözüm değerleri (Casagrande, Kozeny) el hesabıyla da kontrol edilmiştir ($1{,}794\cdot10^{-6}$ ve $2{,}043\cdot10^{-6}$).

Yağışlı şev örnekleri (B, C, C2) TEMSİLÎDİR: geometri, zemin ve yağış Rahardjo vd. (2007) ile onu yeniden kuran GeoStudio örneğinden esinlenmiştir; yakınlık bir tutarlılık göstergesidir, literatür eşleşmesi kanıtı değildir. Örnek B bağımsız 1B adi diferansiyel denklem çözümü, Dupuit çözümü (sol kenar yükü 15,85 m; Dupuit 16,54 m, −%4,2) ve kütle dengesiyle denetlenir. Şev güvenlik katsayısı (Sızma'dan aktarılan alanla, $\chi = 0{,}746$): örnek C'de emmeli 1,821 (GeoStudio Durum 5: 1,845; −%1,3), emmesiz 0,773 (GeoStudio 0,799; −%3,3); örnek C2'de (su tablası 10 m, emme sınırı 75 kPa) 1,924 (GeoStudio Durum 1b: 1,933; −%0,5).

12.4 Bilinen farklar

- Palplanş ucundaki tekillik nedeniyle ağ ince olmadıkça debi kapalı çözümden birkaç yüzde yüksek çıkar (0,5 m ağda %2,0, 0,25 m ağda %1,1). Kullanıcı kritik problemlerde ağ yakınsamasını kendisi denetlemelidir.
- Kuyu sırası ve zamana bağlı çözüm henüz başka bir yazılımla karşılaştırılmamıştır; bu çözümler kapalı çözümlerle (Theis, Carslaw–Jaeger, Terzaghi) doğrulanmıştır. Sonuçları ihtiyatla kullanın.

Kıyas dosyaları

Kıyas problemleri Sızma › Dosya › Kıyas (benchmark) problemleri menüsünden açılabilir (Harr palplanş, Charny baraj, GEO5 EM32 üç aşama, SEEP/W iki baraj, GEO5 2026 FEM üç model). ÇÖZ'den sonra Notlar'daki KIYAS satırı, kapalı çözümden farkı yüzde olarak ve UYUMLU ya da UYUMSUZ hükmüyle verir.

© 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

- Geçirgenlik k modelin en büyük belirsizliğidir. Sınıftan atanan k ve literatür bandı kullanıldıysa sonucun duyarlılığı k'nın alt ve üst değerleriyle denetlenmelidir (Bölüm 4.2).
- Kesit sınırları yeterince uzakta olmalıdır. Sabit yüklü yan sınır su indirmenin etki yarıçapı içindeyse sınır suyu besler, düşümü ve oturmayı sınıra doğru yapay olarak sıfırlar. Program bu durumda "SINIR ETKİSİ" uyarısı verir (etki yarıçapı Sichardt ampirik bağıntısıyla tahmin edilir; yalnız uyarı). Perdeli kazıda perde akışı kestiği için bu uyarı verilmez.
- Ağ yakınsaması denetlenmelidir. Hedef kenar boyu 0,5 m ve 0,25 m ile karşılaştırılmalıdır; perde ucu, kuyu filtresi ve sızma yüzü çevresinde sonuçlar ağa duyarlıdır.
- Serbest yüzeyli rejimde Notlar'daki yineleme bilgisi okunmalıdır; yakınsamayan çözüm raporlanmamalıdır.
- Dren hattı ve kuyu sırası kesit düzleminde yatay ya da düşey sabit yük çizgisi idealleştirmesidir. Üç boyutlu kuyu yerleşimi planda kuyu grubu hesabıyla ayrıca incelenmelidir.
- Oturma yalnız su indirme kaynaklıdır. Komşu yapı hasarında $\varepsilon_h = 0$ ise kategori alt sınırdır (Bölüm 7.3).
- Boşluk suyu basıncını başka modüle aktarmak (Bölüm 11) o modülün sonucunu değiştirir. İki yönlü aktarımda sorulan seçim bilinçli yapılmalı; HAYIR seçilirse klasik hesap birebir korunur.
- Şev'e emme aktarımı (χ) Şev'de kayma direncini artırır; bu nedenle varsayılan olarak kapalıdır. Açılması ve χ değeri KULLANICI KABULÜ'dür (Bölüm 6.7).
- Hız alanı ve akım çizgileri yalnız görseldir; kuru elemanlarda hız doygunluk çarpanlı geçirgenlikle bulunur.
- Ayarlarda hazırlanmakta olan (gri) seçenekler henüz hesapta kullanılamaz.

© 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 ve Kaynak Karşılıkları

Tablo 19. Yönetmelik ve kaynak karşılıkları

Konu	Dayanak	Not
Zemin ve temel etüdü, yeraltı suyu bilgisi	Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatına Dair Tebliğ (2019); TBDY 2018 Bölüm 16	Rapor kaynaklar listesinde yer alır
Hidrolik taban kırılması (HYD)	EN 1997-1 §2.4.7.5, §10.3, Ek A Tablo A.17	$\gamma_{G,dst}$, $\gamma_{G,stb}$ Ayarlar'da; ulusal ek farklı olabilir
Borulanma / kabarma, kritik eğim	Terzaghi (1943); Terzaghi, Peck ve Mesri (1996)	$i_{cr} = \gamma'/\gamma_w$
Serbest yüzeyli sızma	Bathe ve Khoshgoftaar (1979)	Kuru eleman çarpanı ve sızma yüzü yinelemesi
Zamana bağlı serbest yüzey akışı	Neuman (1972); Bear (1979)	S_s ve S_y ile
Palplanş altı sızma kapalı çözümü	Harr (1962); Polubarinova-Kochina (1962)	Kıyas problemi
Dikdörtgen baraj debisi	Charny (1951)	Kıyas problemi
Kuyu hidroliği	Thiem (1906); Dupuit (1863); Theis (1935); Cooper ve Jacob (1946); Jacob (1944); Sichardt (1928); Kruseman ve de Ridder (1994)	Planda kuyu grubu
Eşdeğer hendek ve kuyu sırası	Powers vd. (2007) Bölüm 6; CIRIA C515	Aşağıdaki kaynak kontrolü notuna bakınız
Düşürme oturması	Terzaghi, Peck ve Mesri (1996); Das (2010)	Elastik ve log-lineer konsolidasyon
Komşu yapı hasarı	Burland ve Wroth (1974); Boscardin ve Cording (1989); Burland (1995); Bjerrum (1963)	Derin kiriş modeli, kategori 0–5

14.1 Powers vd. (2007) ile kaynak kontrolü

Modülün kuyu hidroliği bağıntıları Powers vd. (2007) Bölüm 6 ile karşılaştırılmıştır. Programdaki bağıntılarla birebir örtüşenler şunlardır: kapalı akiferde Thiem bağıntısı (Denk. 6.1), serbest yüzeyli akiferde Dupuit–Thiem biçimi (6.3) ve karışık akifer biçimi (6.5), çizgi kaynak hendek bağıntıları (6.6, 6.7; iki taraflı akışta iki katı), eşdeğer yarıçap (6.8, 6.9), etki yarıçapının Sichardt–Kyrieleis bağıntısı (6.12; kitapta birimler karışık verilmiştir, modül metre ve m/s ile kullanır) ve kuyu kapasitesinin Sichardt bağıntısı (6.17–6.18). Kısmi penetrasyon düzeltmesi (Butler; 6.14) modülde yoktur.

Kuyu içi ek düşüm bağıntısının kaynağı doğrulanamadı

Kuyu sırasında kuyu içi ek düşüm bağıntısı $\Delta s = Q/(2\pi kb)\cdot\ln(a/2\pi r_w)$ Powers vd. (2007) Bölüm 6'da bulunamamıştır; CIRIA C515 Bölüm 6'da da yoktur (her iki kitap da kuyu kayıplarını ayrı ele alır ve pompaj deneyi önerir). Olası kaynaklar Mansur ve Kaufman (1962) ile USACE EM 1110-2-1914'tür; bu atıflar henüz kaynaktan doğrulanmamıştır. Bu nedenle bağıntı yalnız bilgi amaçlı kullanılmalı, kuyu kaybı için pompaj deneyi ya da üretici verisine başvurulmalıdır. Burland–Wroth derin kiriş bağıntıları ve kategori sınırları Burland (1995) ile, kılcal saçak ψa sınıf değerleri Das'ın kılcal yükselme tablosuyla henüz karşılaştırılmamıştır; bu değerleri ihtiyatla kullanın.

CIRIA C515'in eşdeğer yarıçap biçimi Powers'ınkinden farklıdır: Powers $r_s = \sqrt{(ab/\pi)}$, CIRIA $r_e = (a+b)/\pi$; ikisi de kabul görür ve uzun dar sistemlerde farklı sonuç verir. Etki yarıçapı $R_0 = C\cdot(H-h_w)\cdot\sqrt{k}$ bağıntısında h_w, tek tek kuyulardaki değil, eşdeğer kuyudaki hedef düşümdür.

© 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. Bilinen Sınırlar

- Kesit iki boyutludur; kuyu tekil değil kuyu sırası olarak temsil edilir.
- Doygun olmayan akış kapalıyken (varsayılan) doygun olmayan bölgede akış çözülmez; serbest yüzeyli rejim kuru elemanlar için küçük bir geçirgenlik çarpanı kullanır. Doygun olmayan akış açıkken çözüm yakınsamazsa uyarı verilir ve son yineleme tutulur (Bölüm 6.7).
- Zamana bağlı çözümde serbest yüzeyli depolama (S_y) eleman yüksekliğine yayılı bir yaklaşımla hesaba katılır.
- Tabaka ara yüzündeki ortak köşede alttaki tabakanın kenar su kotu geçerlidir; yük bu noktada süreksizdir.
- Perdesiz ve kazısız düz yüzeyde iki taraf farklı kotla su altındaysa yüzey akışsız bırakılır ve not düşer.
- Akım çizgileri perde yüzüne çarpınca yüz boyunca kayar; perdeye çok yakın çizgiler uçta birleşebilir (yalnız görsel).
- Komşu yapı hasarı derin kiriş idealleştirmesidir; yapı rijitliği ve zemin–yapı etkileşimi ayrıca modellenmez.
- VERİ AKTAR ile İksa jet-grout bloğu, karşı cephe, ankraj ve destekler, Şev'de kazı aşaması, Dayanma'da temel tabanının yatay geçirimsizliği ve eğik arka yüz temsil edilemez; özette belirtilir.
- Ayarlardaki bantlı LDL^T çözücü, kısıtlı Delaunay, Dupuit–Thiem ve Theis kuyu yöntemleri (kesit çözümünde) bu sürümde kullanılamaz.

© 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

- Harr, M.E. (1962). Groundwater and Seepage. McGraw-Hill.
- Cedergren, H.R. (1989). Seepage, Drainage and Flow Nets, 3. baskı. Wiley.
- Bathe, K.J. ve Khoshgoftaar, M.R. (1979). Finite element free surface seepage analysis without mesh iteration. Int. J. Numer. Anal. Methods Geomech. 3, 13–22.
- Terzaghi, K., Peck, R.B. ve Mesri, G. (1996). Soil Mechanics in Engineering Practice, 3. baskı. Wiley.
- Bear, J. (1979). Hydraulics of Groundwater. McGraw-Hill; Neuman, S.P. (1972). Theory of flow in unconfined aquifers considering delayed response of the water table. Water Resour. Res. 8(4).
- Burland, J.B. ve Wroth, C.P. (1974). Settlement of buildings and associated damage. Proc. Conf. Settlement of Structures, Cambridge; Burland, J.B. (1995). Assessment of risk of damage to buildings due to tunnelling and excavation. 1st Int. Conf. Earthquake Geotech. Eng., Tokyo.
- Boscardin, M.D. ve Cording, E.J. (1989). Building response to excavation-induced settlement. J. Geotech. Eng. ASCE 115(1); Bjerrum, L. (1963). Discussion, Proc. ECSMFE Wiesbaden, Vol. 2.
- Polubarinova-Kochina, P.Ya. (1962). Theory of Ground Water Movement. Princeton University Press; Charny, I.A. (1951).
- Thiem, G. (1906). Hydrologische Methoden. Gebhardt, Leipzig; Dupuit, J. (1863). Études théoriques et pratiques sur le mouvement des eaux, 2. baskı. Dunod, Paris.
- Theis, C.V. (1935). Trans. AGU 16, 519–524; Cooper, H.H. ve Jacob, C.E. (1946). Trans. AGU 27(4), 526–534.
- Sichardt, W. (1928). Das Fassungsvermögen von Rohrbrunnen und seine Bedeutung für die Grundwasserabsenkung. Springer, Berlin; Kruseman, G.P. ve de Ridder, N.A. (1994). Analysis and Evaluation of Pumping Test Data, 2. baskı. ILRI.
- Powers, J.P., Corwin, A.B., Schmall, P.C. ve Kaeck, W.E. (2007). Construction Dewatering and Groundwater Control, 3. baskı. Wiley; CIRIA C515 (2000). Groundwater control — design and practice.
- EN 1997-1 (Eurocode 7): Geotechnical design — Part 1: General rules, §2.4.7.5, §10.3 ve Ek A Tablo A.17.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY 2018), Bölüm 16; Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatına Dair Tebliğ (2019).
- Das, B.M. (2010). Principles of Geotechnical Engineering; Terzaghi, K. (1943). Theoretical Soil Mechanics. Wiley.
- Srivastava, R. ve Yeh, T.-C. J. (1991). Analytical solutions for one-dimensional, transient infiltration toward the water table in homogeneous and layered soils. Water Resources Research 27(5), 753–762; Rahardjo, H., Ong, T.H., Rezaur, R.B. ve Leong, E.C. (2007). Factors controlling instability of homogeneous soil slopes under rainfall. J. Geotech. Geoenviron. Eng. 133(12), 1532–1543.
- Parametre kütüphanesi kaynakları: Freeze, R.A. ve Cherry, J.A. (1979). Groundwater. Prentice-Hall; Bowles, J.E. (1996). Foundation Analysis and Design, 5. baskı; Johnson, A.I. (1967); Domenico, P.A. ve Mifflin, M.D. (1965); DIN 18130-1 (1998).

© 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.