

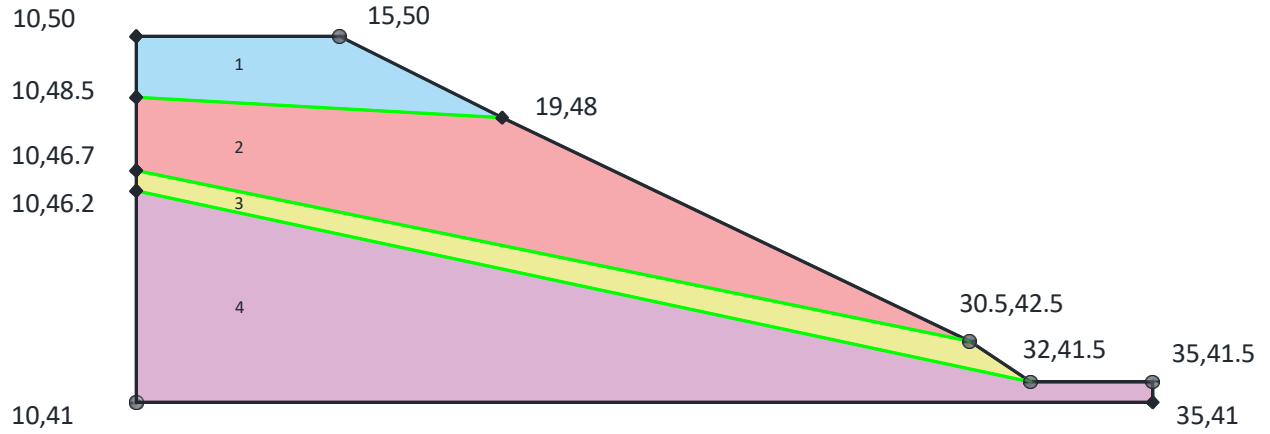
Dairesel Olmayan Kayma Yüzeylerinde Parçacık Sürü Optimizasyonunu (PSO) Kullanarak Şev Stabilite Analizi

Hazırlayan: [Roozbeh Geraili Mikola, PhD, PE](#)

Çevirmen: [Umut Dağar](#)

E-posta: hyrcan4geo@outlook.com

Web Sayfası: www.geowizard.org



Bu eğitim kılavuzu, HYRCAN yazılımında, **Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO)** algoritması kullanılarak, **dairesele olmayan kayma (göçme) yüzeylerinde** yapılan bir şev stabilitesi analizini anlatmaktadır. Örnek, Zolfaghari vd. [1] tarafından yapılan çalışmaya dayanmaktadır. Zemin katmanlarının geoteknik özellikleri sırasıyla 1'den 4'e kadar olan Tablo 1'de verilmiştir. Tüm zemin katmanları Mohr-Coulomb göçme (kırılma) kriteri kullanılarak modellenmiştir.

Proje Ayarları

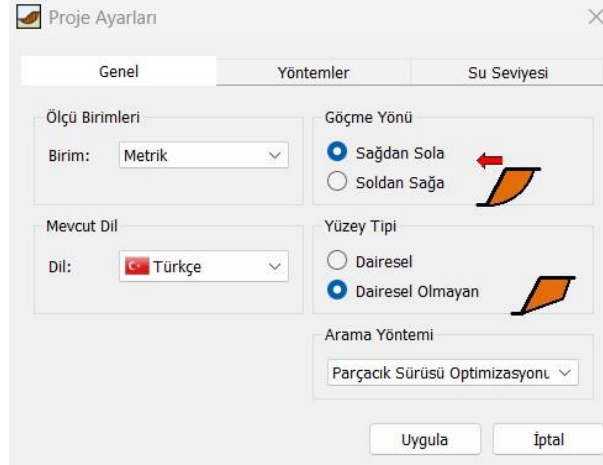
Proje Ayarları penceresinde; Kayma Yönü, Birimler, Analiz Yöntemleri ve Yeraltı Suyu özellikleri gibi çeşitli önemli modelleme ve analiz seçenekleri belirlenir.

Bu analiz için kayma yönünün “**Soldan Sağa**” olarak, yüzey tipinin ise “Dairesel Olmayan” olarak ayarlandığından emin olun ve Uygula'ya basın. Ayrıca **Yöntemler** (Methods) sekmesinden, kullanılacak limit denge yöntemini seçebilirsiniz.

Seçim: Analiz →



Proje Ayarları

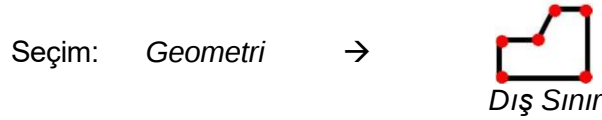


Şekil 1- Proje Ayarları Penceresi.

Geometri Oluşturma

- Dış Sınırlar**

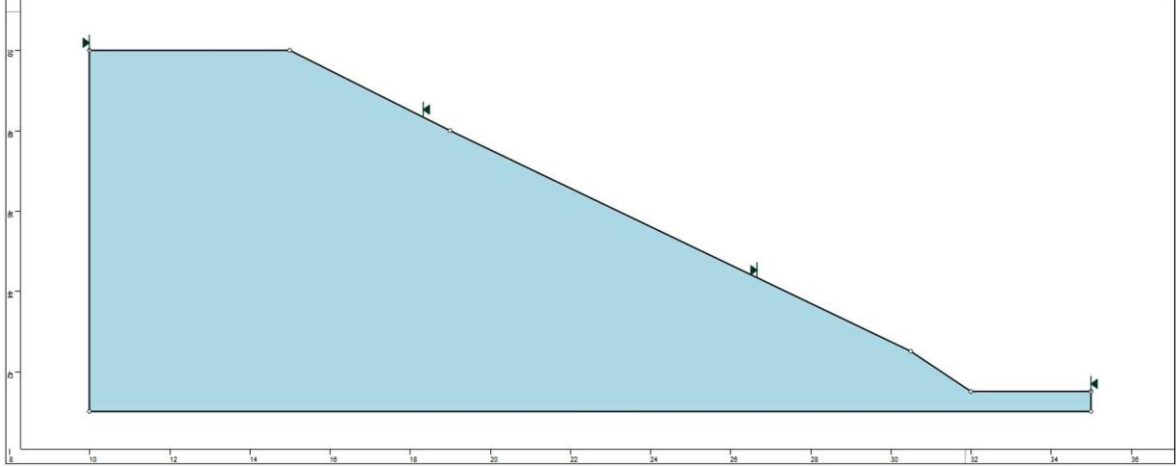
Her model için tanımlanması gereken ilk sınır, dış sınırdır. Dış sınırı eklemek için araç çubuğundan veya Sınırlar menüsünden **Dış Sınır**'ı seçin.



Ana pencerenin sağ altındaki komut satırına aşağıdaki koordinatları girin.

```
Nokta giriniz [esc=cancel]: 10.0,41.0
Nokta giriniz [esc=cancel]: 10.0,50.0
Nokta giriniz [esc=cancel]: 15.0,50.0
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: 19.0,48.0
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: 30.5,42.5
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: 32.0,41.5
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: 35.0,41.5
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: 35.0,41.0
Nokta giriniz [c=close,esc=cancel]: c
```

Not: Son köşe noktasından sonra c komutu girildiğinde sınır otomatik kapanır ve dış sınır oluşturma işlemi biter:



Şekil 2 - Dış sınırın oluşturulması.

- **Malzeme Sınırları**

Malzeme sınırları, HYRCAN'da Dış Sınır içindeki farklı malzeme bölgeleri arasındaki sınırları tanımlamak için kullanılır. İki malzeme sınırı ekleyelim.

Seçim: Geometri →



Malzeme Sınırı

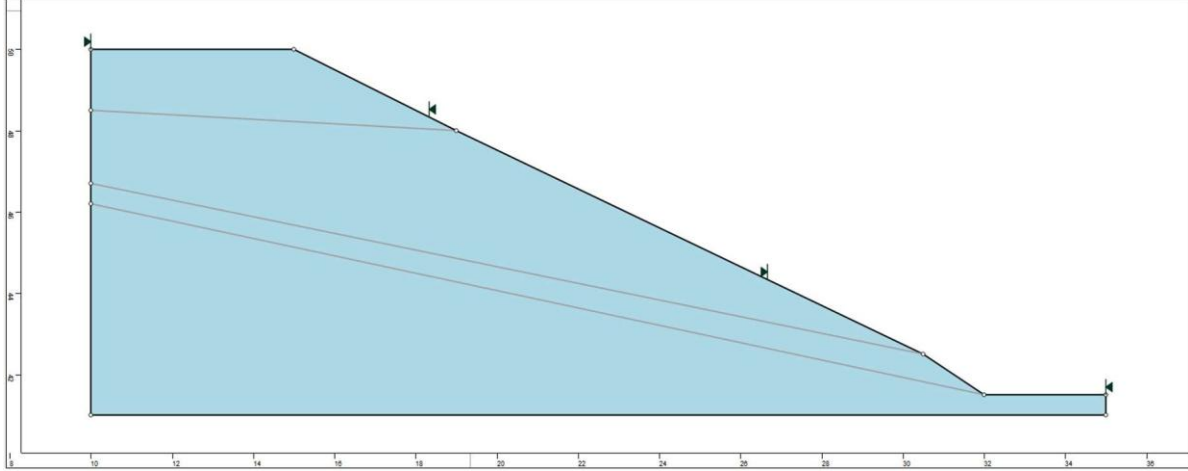
Ana pencerenin sağ alt köşesindeki komut satırına aşağıdaki koordinatları girin.

Nokta giriniz [esc=cancel]: 10.0,46.2
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: 32.0,41.5
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: d

Nokta giriniz [esc=cancel]: 10.0,46.7
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: 30.5,42.5
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: d

Nokta giriniz [esc=cancel]: 10.0,48.5
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: 19.0,48.0
Nokta giriniz [d=done,esc=cancel]: d

Ekranınız artık aşağıdaki gibi görünmelidir:



Şekil 3 - Dış sınır ve malzeme sınırlarının eklenmesi.

Özellikler

Tablo 1, 1'den 4'e kadar olan zemin katmanlarının geoteknik özelliklerini özetlemektedir. Tüm katmanlar Mohr-Coulomb göçme kriteri kullanılarak modellenmiştir. Malzeme özelliklerini tanımlamaya başlamak için araç çubuğundan veya Özellikler menüsünden *Malzemeleri Tanımla*'yı seçin.

Seçim: Özellikler →



Malzemeleri Tanımla

Malzemeleri Tanımla penceresinde bulunan malzemelere aşağıdaki özellikleri girin:

Tablo 1- Zeminlerin katmanlarının geoteknik özellikleri

Malzeme	Kriter	γ (kN/m ³)	c (kN/m ²)	ϕ (derece)
Katman 1	Mohr-Coulomb	18.6	15	20.0
Katman 2			17	21.0
Katman 3			5	10.0
Katman 4			35	28.0

Malzeme Özelliklerini Tanımla

Katman 1

Ad: Katman 1

Birim Hacim Ağırlık (kN/ 18.6 ☐ Doygun Birim Hacim Ağ 20

Dayanım Tipi: Mohr-Coulomb $\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$

Mukavemet Parametreleri

Kohezyon (kPa): 15 Sürtünme (derece): 20

Su Parametreleri

Su Seviyesi: Hiçbiri Ru Değeri: 0

Uygula İptal

Tüm parametreler girildikten sonra **Uygula** düğmesine basın.

Özelliklerin Atanması

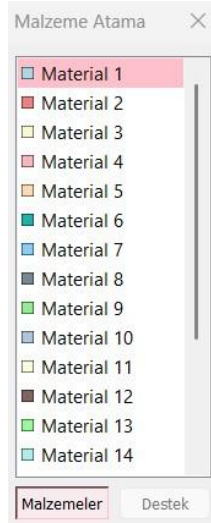
Birden fazla malzeme tanımladığımız için, "Özellikleri Ata" seçeneğini kullanarak modelin doğru bölgelerine özellikler atamamız gerekecektir. Araç çubuğundan veya Özellikler menüsünden "Özellikleri Ata" seçeneğini seçin.

Seçim: Özellikler →



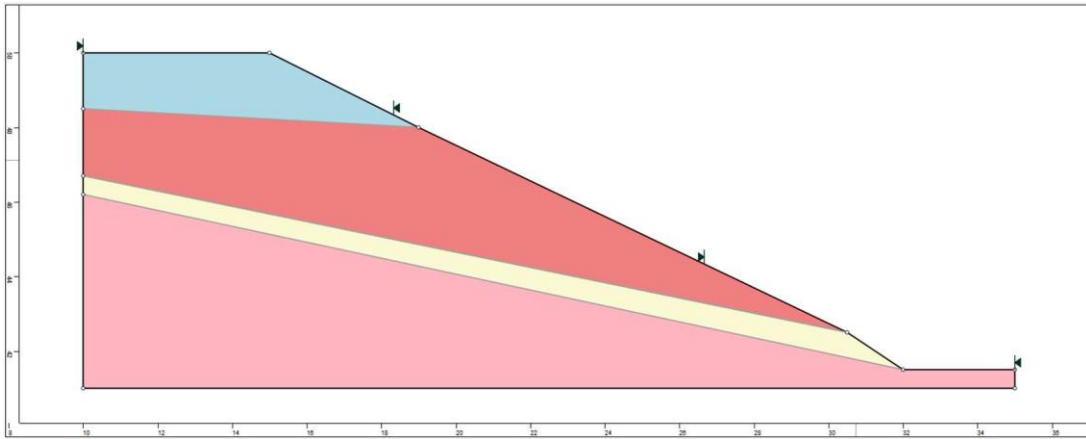
Özellikleri Atama

Aşağıda gösterilen Malzeme Ata penceresini göreceksiniz.



Zemin katmanlarına özellikler atamak için:

1. Malzeme Tanımla penceresinde fareyi kullanarak Zemin malzemesini seçin (malzeme adlarının, "Malzeme Özelliklerini Tanımla" penceresinde girdiğiniz adlar olduğuna dikkat edin).
2. Şimdi imleci zemin bölgesinin herhangi bir yerine getirin ve sola tıklayın. Tüm malzemeler atanana kadar aynı işlemi diğer zemin malzemeleri için tekrarlayın.

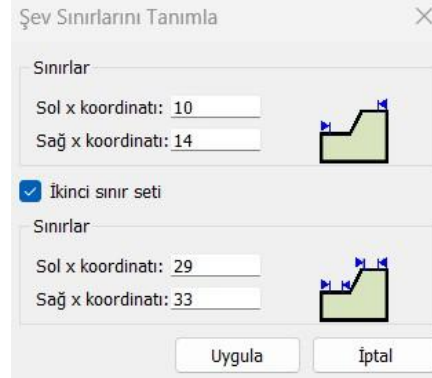
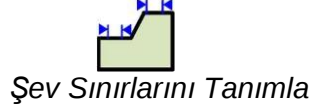


Şekil 5 - Özellikler atandıktan sonra model geometrisi.

Şev Sınırlarının Değiştirilmesi

The Slope Limits are automatically calculated by **HYRCAN** as soon as the **External Boundary** is created. If you wish to narrow the Slope Search to more specific areas of the model, the Slope Limits can be customized with the Define Limits dialog.

Select: *Surfaces* →



Bu analizde, sol ve sağ koordinatlar başlangıçta 10 ve 14 olarak ayarlanmış ve ikinci sınır seti 29 ile 33 arasında tanımlanmıştır. Bu sınırlar daha sonra, tahmini minimum kayma yüzeyinin doğruluğunu artırmak için geliştirilebilir. Modelleme aşaması tamamlandıktan sonra, artık analizi çalıştırıp sonuçları yorumlayabiliriz.

Hesapla

Model artık hesaplama aşamasına geçmek için hazır durumda.

Seçim: *Analiz* →



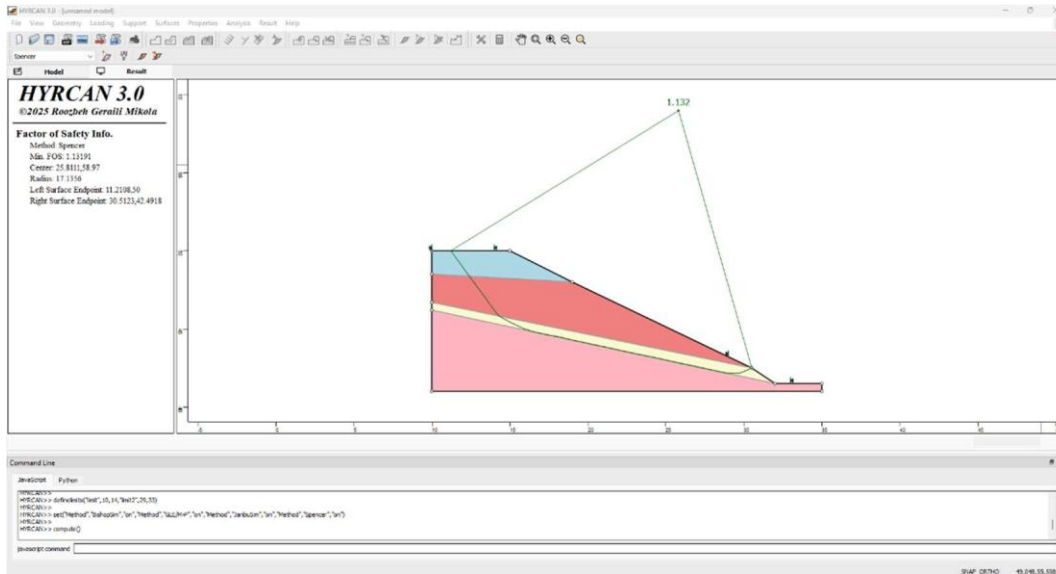
Program, analizi çalıştırmaya devam edecektir. Tamamlandığında, sonuçları Sonuç Sekmesinde görüntüleyebilirsiniz.

Sonuçlar ve Tartışmalar

Hesaplama tamamlandığında, sonuçları Sonuç Sekmesinde görüntülemeye hazırsınız demektir. Varsayılan olarak, Sonuç Sekmesi açıldığında, ilk etkinleştirilen limit denge analiz yöntemi için Global Minimum kayma yüzeyi gösterilecektir. Güvenlik faktörü hesaplamalarının sonuçları Şekil 6'da gösterilmektedir. Tablo 2, sonuçların, Zolfaghari ve ark. [1] ve Cheng ve ark. [2] tarafından bildirilen sonuçlarla karşılaştırmasını özetlemektedir.

Tablo 2- Minimum Güvenlik Faktörlerinin Karşılaştırılması (Spenser Yöntemi)

Yöntem	HYRCAN
Genetic Algorithm [1]	1.24
PSO [2]	1.1095
MPSO [2]	1.1174
HYRCAN	1.132



Şekil 6- Otomatik Olarak Belirlenen Şev Sınırlarının Güvenlik Faktörü Sonuçları.

Analiz sonucu oluşturulan tüm geçerli kayma yüzeylerini görüntülemek için, araç çubuğundan veya Sonuç menüsünden “Tüm Yüzeyler” seçeneğini seçiniz.

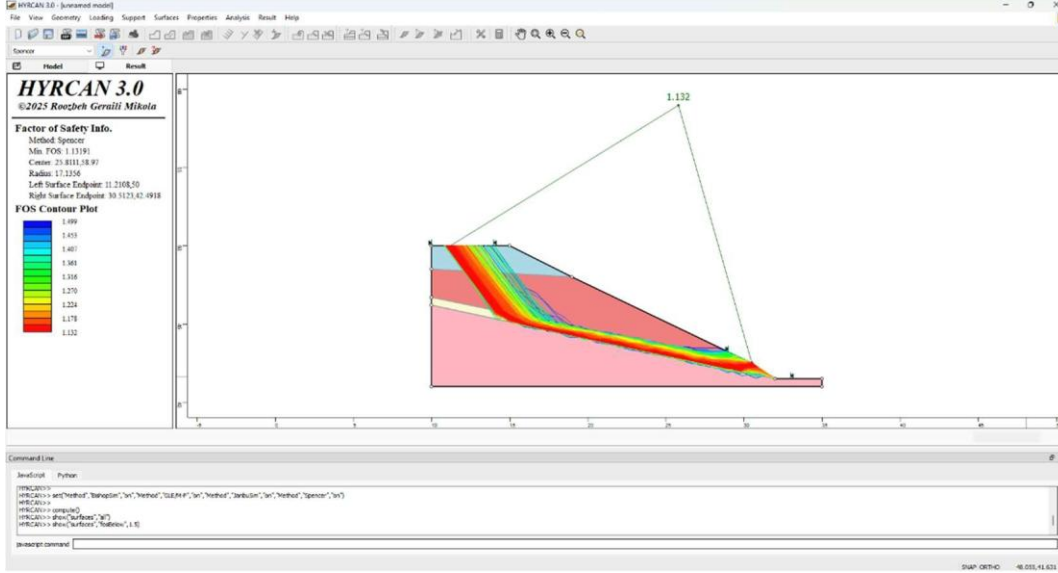
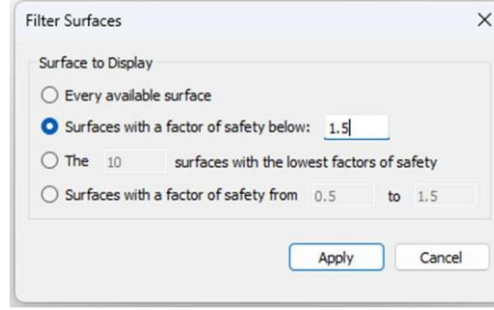
Seçim: *Sonuç* →



Araç çubuğundaki veya menüdeki Yüzeyleri Filtrele seçeneği, minimum yüzeyleri veya tüm yüzeyleri görüntülemek için kullanılabilir.

Seçim: *Sonuç* →





Şekil 7- Dairesel yüzey gösterimi – Tüm yüzeylerin gösterilmesi.

Komut Dizisi

Modeli bitirdikten sonra, oluşturulan komut dizisini HYRCAN aracılığıyla metin dosyasına kaydedebileceksiniz.

Seçim:



Bu eğitim kılavuzunda kullanılan komutlar aşağıda listelenmiştir..

```
newmodel ()

set("failureDir", "l2r")
set("unit", "metric", "waterUW", 9.81)
set("surfaceType", "noncirc")

extboundary(10,0,41,10,50,15,50,19,48,30.5,42.5,32,41.5,35,41.5,35,41,10,41)
matboundary(10,46.2,32,41.5)
matboundary(10,46.7,30.5,42.5)
matboundary(10,48.5,19,48)

definemat("ground", "matID", 1, "matName", "Layer 1", "uw", 18.6, "cohesion", 15, "friction", 20)
definemat("ground", "matID", 2, "matName", "Layer 2", "uw", 18.6, "cohesion", 17, "friction", 21)
definemat("ground", "matID", 3, "matName", "Layer 3", "uw", 18.6, "cohesion", 5, "friction", 10)
definemat("ground", "matID", 4, "matName", "Layer 4", "uw", 18.6, "cohesion", 35, "friction", 28)
```

```
assignsoilmat("matid",1,"atpoint",14.5,49.0)

assignsoilmat("matid",2,"atpoint",16.0,47.0)
assignsoilmat("matid",3,"atpoint",15.5,45.5)
assignsoilmat("matid",4,"atpoint",15.0,44.0)

definelimits("limit",10,14,"limit2",29,33)

set("Method","BishopSim","on","Method","GLE/M-
P","on","Method","JanbuSim","on","Method","Spencer","on")

compute()
```

Kaynaklar

[1] Zolfaghari AR, Heath AC, McCombie PF. Simple genetic algorithm search for critical non-circular failure surface in slope stability analysis. Comput Geotechnics 2005;32:139–52.

[2] Cheng, Y.M., Li, L., Chi, S., and Wei, W.B. 2007. Particle swarm optimization algorithm for the location of the critical non-circular failure surface in two-dimensional slope stability analysis. Computers and Geotechnics, 34(2): 92–103.