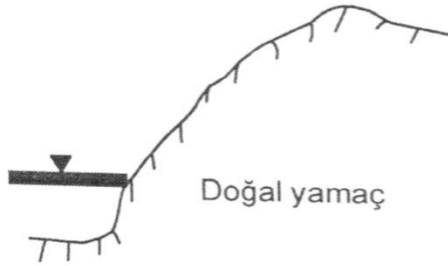


11. ŞEV DURAYLILIĞI

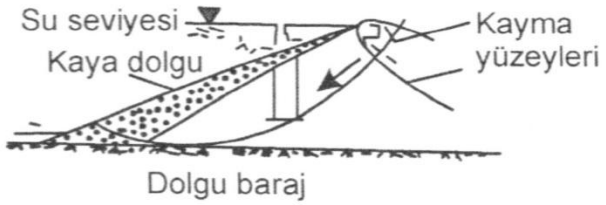
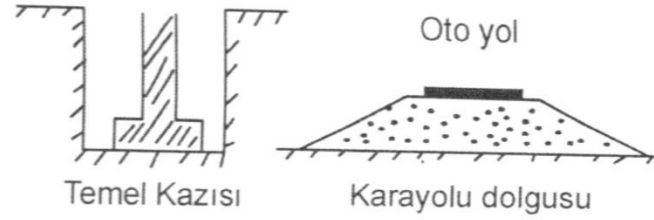
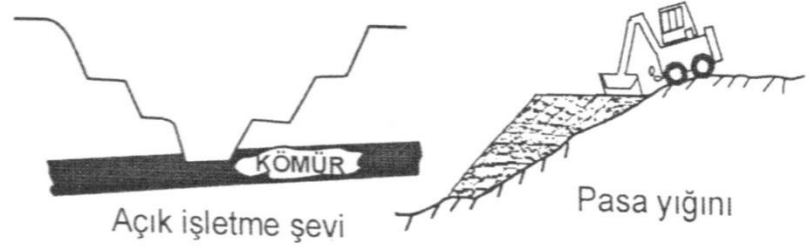
ŞEV DURAYLILIĞI (Slope Stability)

- Şev: Düzensiz veya belirli bir geometriye sahip eğimli yüzeydir.
- Şevler
 - Düzensiz bir geometriye sahip **doğal şevler** (yamaç)
 - Belirli bir geometriye sahip **yapay** (mühendislik amaçlı) **şevler**
- Duraylılık: Herhangi bir cismin yerini ve konumunu koruyabilmesi koşulu
- Şev duraysızlığı: Kayan kütlelerin sınırları boyunca gelişen bir makaslama yenilmesine bağlı olarak şevi oluşturan malzemenin aşağı yöndeki hareketi

Doğal Şevler (Yamaç)
(Düzensiz geometri)

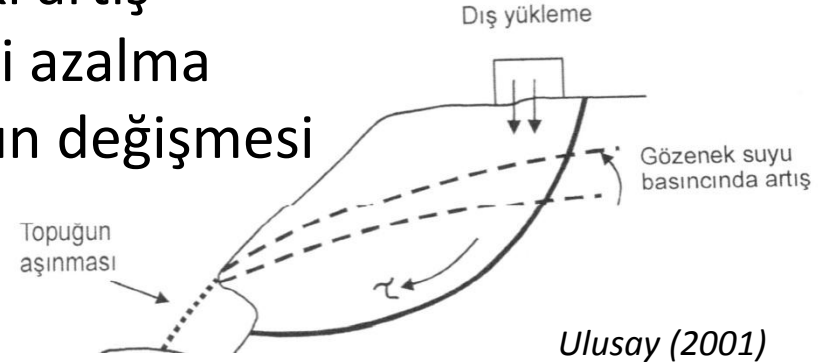


Yapay (mühendislik amaçlı) Şevler
(Belirli bir geometrisi olan)



Duraysızlığın nedenleri:

- Dış kuvvetler (örn.: sismik aktivite)
- Gözenek suyu basıncındaki artış
- Makaslama dayanımındaki azalma
- Şevdeki gerilim durumunun değişmesi
- Aşınma, ayrışma vb.



Amaçlar:

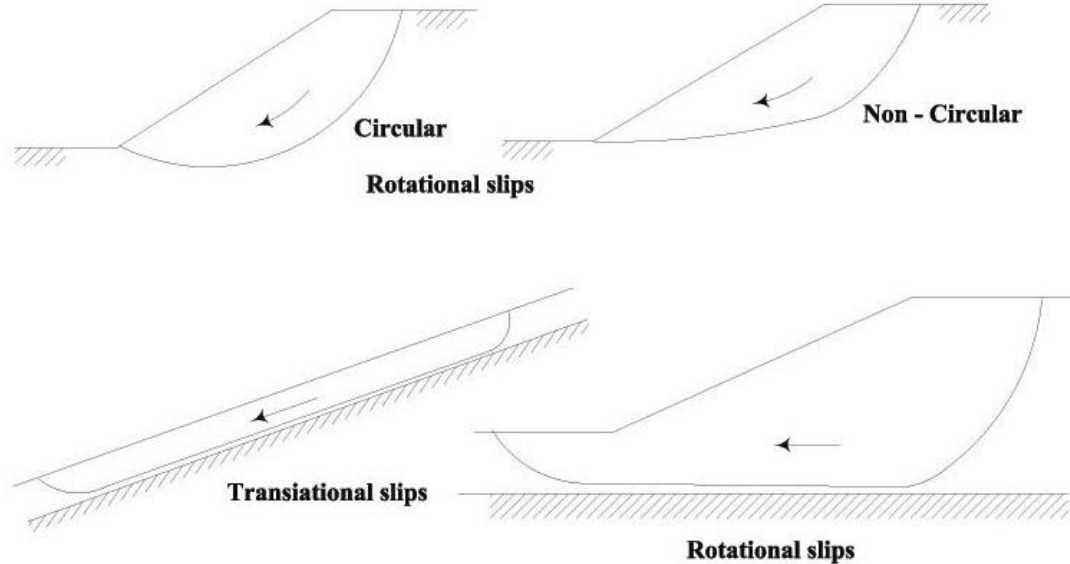
- Farklı koşullar, farklı özelliklerde duraylılığın araştırılması
- Duraysızlık mekanizmasının belirlenmesi
- Tasarım ve iyileştirmeye yönelik analizler vb.

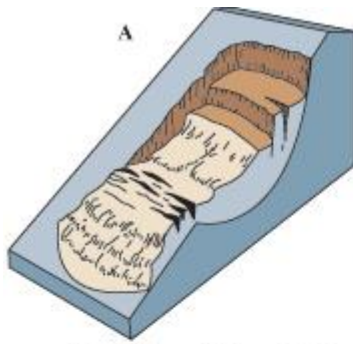
Yöntemler:

- Kinematik Analiz
- **LİMİT DENGE ANALİZİ**
- Nümerik Analiz
- Olasılık Yaklaşımı

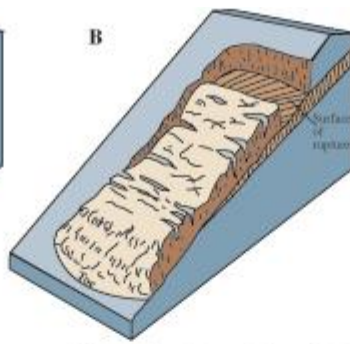
LİMİT DENGE ANALİZİ (Deterministik Yaklaşım)

- Duraysızlık modeline bağlı olarak, kayan kütle için bölümlenerek, tüm kütle için F hesaplaması
- Düzlemsel, ötelenmeli, **dairesel** vb.
- En küçük güvenlik katsayısını veren kritik kayma yüzeyi
- Kayan kütle ağırlığı, makaslama dayanım parametreleri, gözenek suyu basıncı, şev geometrisi, sismik koşullar, tansiyon çatlaklarının konumu, dış yükler

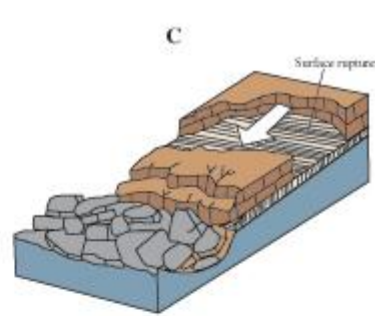




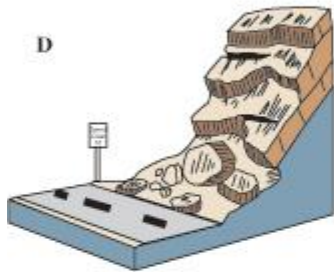
Rotational landslide



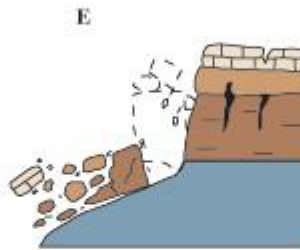
Translational landslide



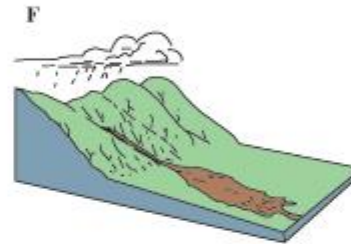
Block slide



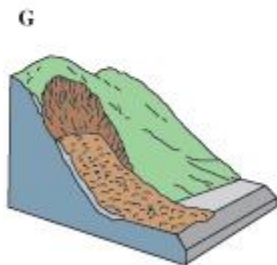
Rockfall



Topple



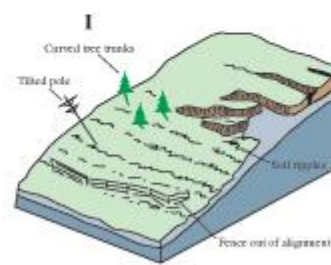
Debris flow



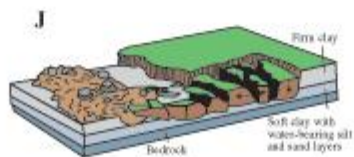
Debris avalanche



Earthflow

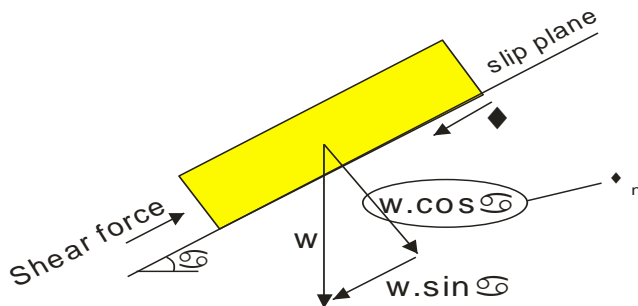
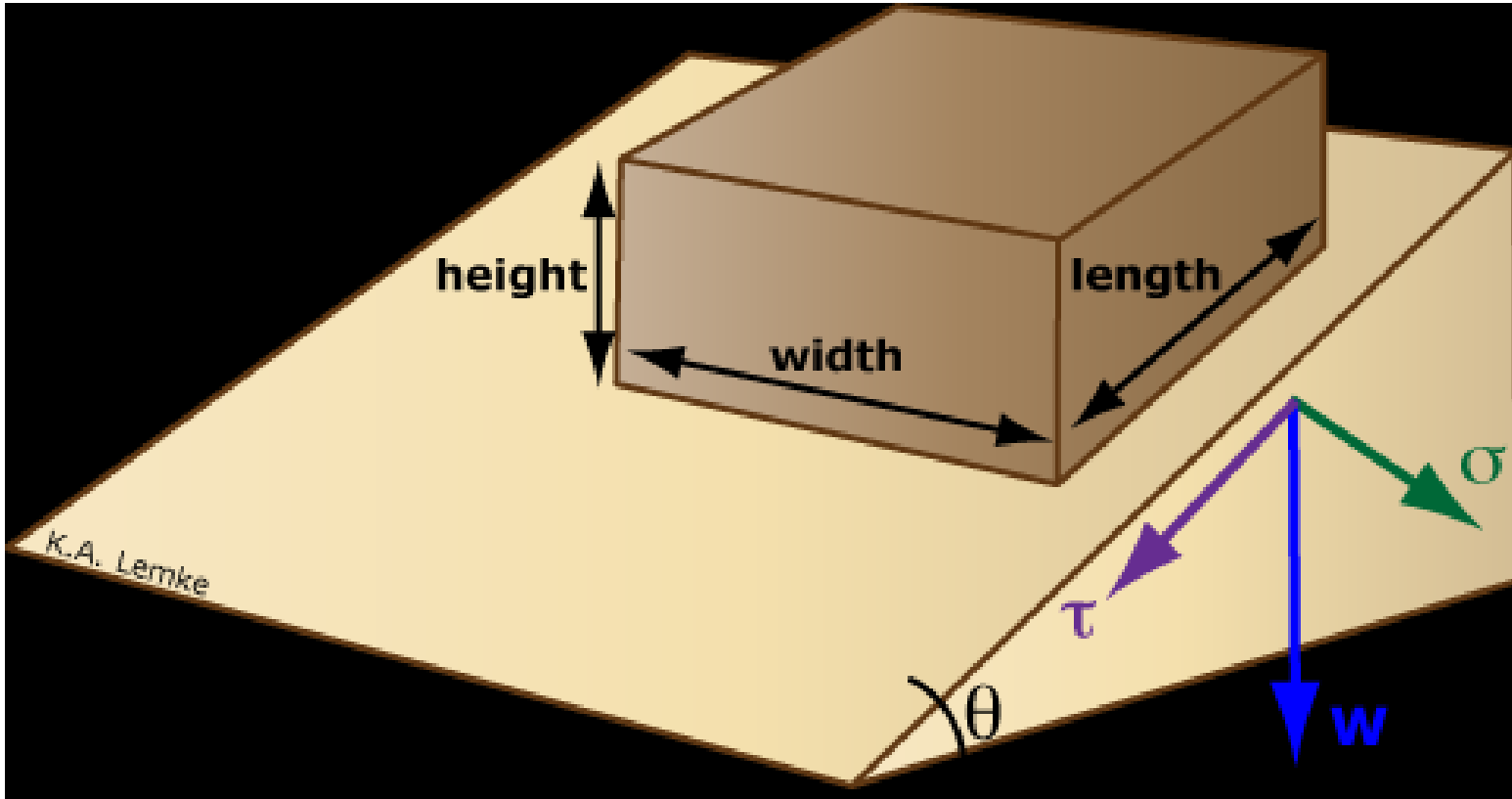


Creep



Lateral spread

- **Güvenlik Katsayısı Kavramı** (F, Factor of Safety): Kaymaya karşı tutucu kuvvetlerin, kaymaya neden olan kuvvetlere oranı.
- $F < 1$; $F = 1$; $F > 1$



$$\tau = c + \sigma_n \tan(\phi)$$

σ_n is the normal stress

$$\sigma_n = (W \cos \omega) / A$$

$$\tau = c + \sigma_n \tan \phi$$

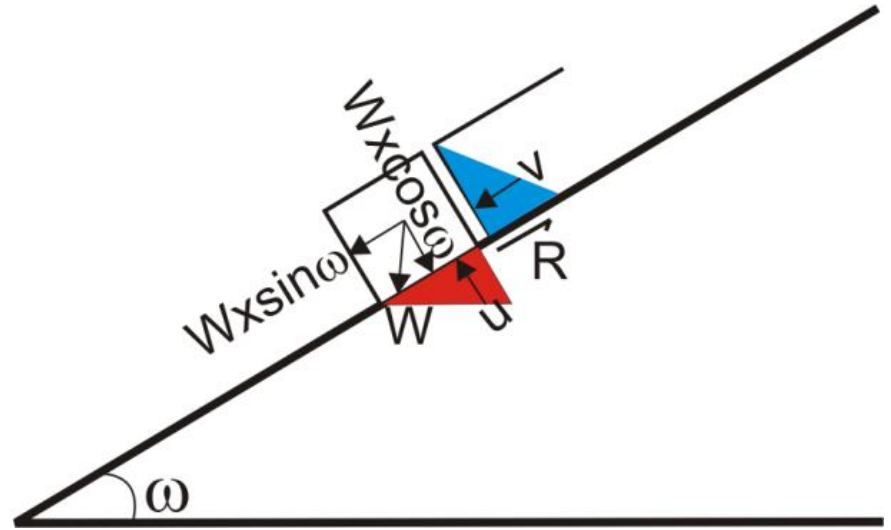
$$\tau = c + ((W \cos \omega) / A) \tan \phi$$

$$R = \tau A$$

$$R = cA + W \cos \omega \tan \phi$$

$$W \sin \omega = cA + W \cos \omega \tan \phi$$

$$W \sin \omega + v = cA + (W \cos \omega - u) \tan \phi$$



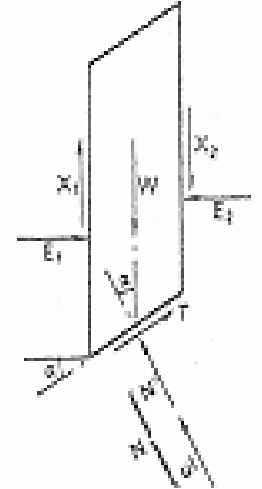
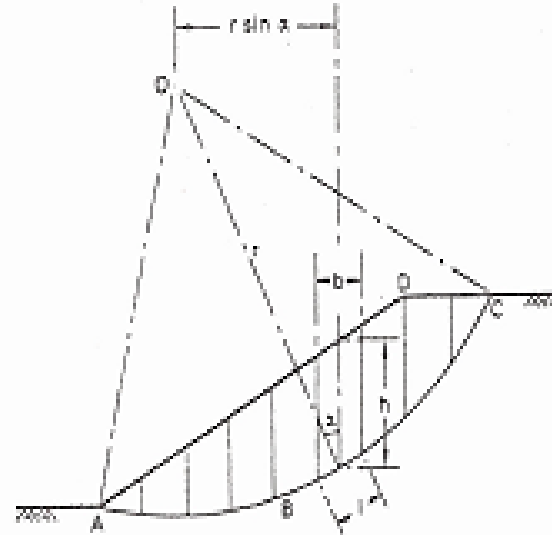
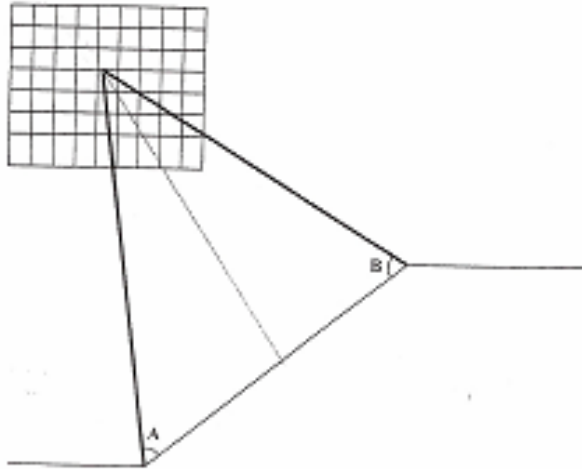
$$F = \frac{cA + (W \cos \omega - u) \tan \phi}{W \sin \omega + v}$$

Otoyol: F=1.25-1.5; Dolgu: 1.3; Toprak Baraj: 1.5.-2

Dairesel Kayma

- Genellikle toprak zemin özelliklerine sahip malzemelerde, ileri derecede bozunmuş, ayrıışmış veya çok parçalanmış zayıf kayalarda, pasa yığınlarında ve dolgularda dairesele yüzeyler boyunca gelişen kaymaların analizi
- Grafik yöntem
- **Limit denge analizi**
 - **Litolojik birimlerin ve süreksizliklerin içsel sürtünme açısı ve kohezyon parametreleri**
 - **Kayan kütleinin geometrisi (ağırlığı)**
 - **YAS koşulları**
 - **Dış yükler**
 - **2 boyutlu analiz (3. boyut, şev genişliği 1 m kabul edilir)**

- Limit denge yöntemleriyle dairesel kaymaların analizi yapılırken:
 - Bir kayma yüzeyi ve bunun bir merkez etrafında döndüğü kabul edilir.
 - Bu yüzey üzerine etkiyen kuvvetlerin dengesi araştırılır.
 - Çok sayıda merkez ve bu merkezleri esas alan değişik çapta dairesel kayma yüzeyleri denenerek, en kritik kayma yüzeyi tayin edilene kadar bu işleme devam edilir.
 - Toplam gerilme analizi; İsveç dilim yöntemi; Efektif gerilim analizi

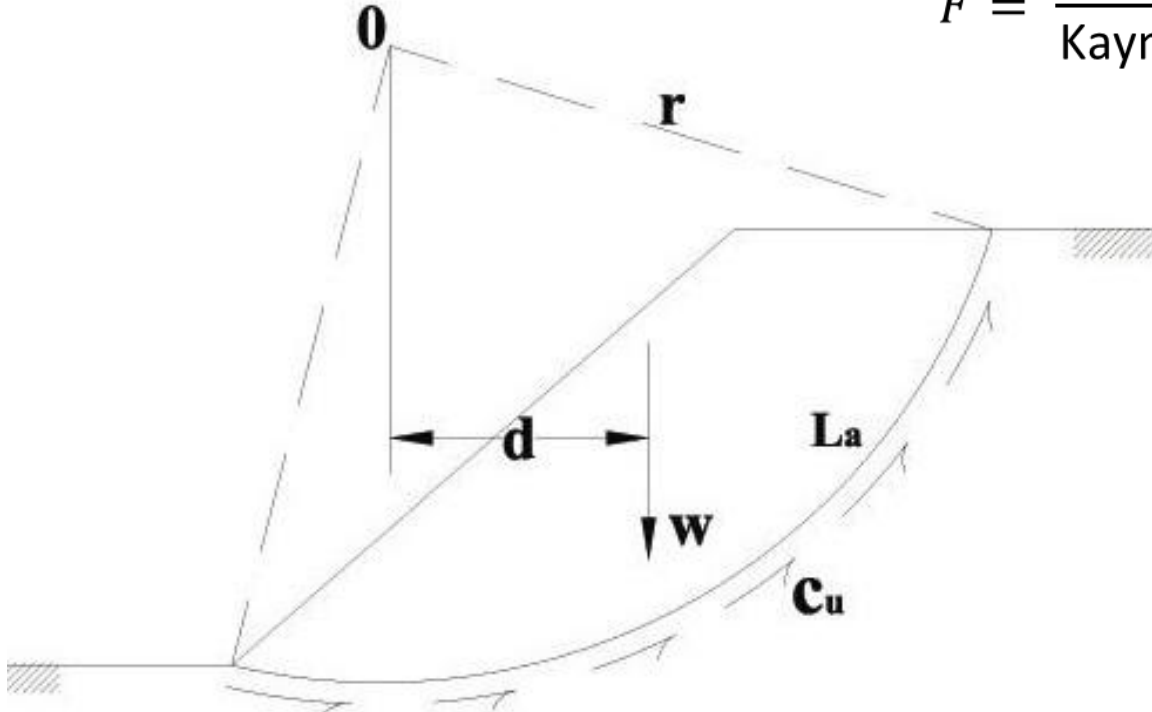


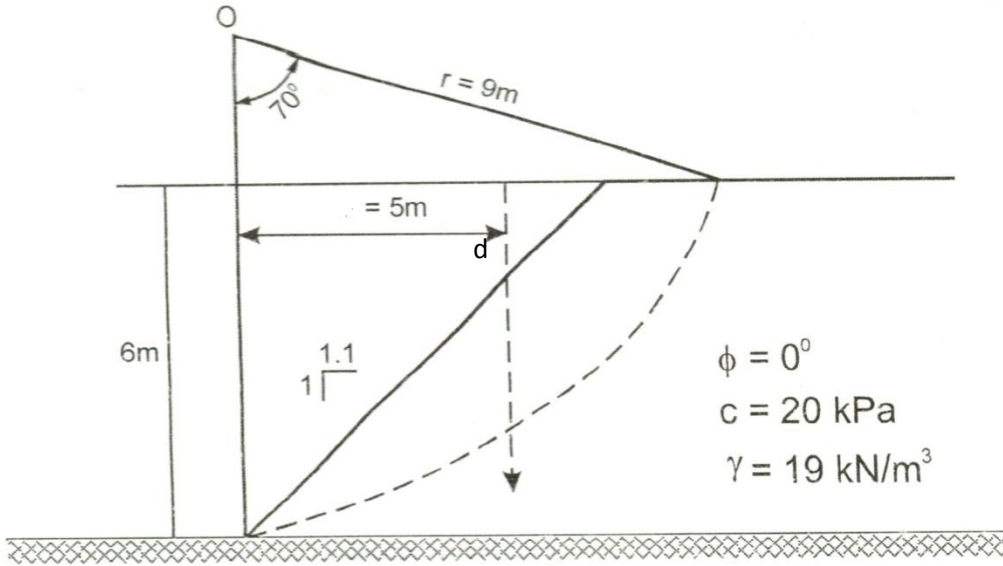
TOPLAM GERİLME ANALİZİ ($\phi=0$ analizi)-Kısa süreli duraylılık

- Kazı veya dolgu şevlerinin inşaat işleminin tamamlanmasından hemen sonraki duraylılıklarının incelenmesinde kullanılır.
- Toprak kütlelerinin drene olabilmesi için yeterli sürenin olmadığı kabul edilir.
- Bu nedenle, analizlerde zeminin drenajsız koşuldaki makaslama dayanımı parametreleri kullanılır.

$$F = \frac{\text{Kaymaya karşı koyan moment}}{\text{Kaymayı teşvik eden moment}}$$

$$F = \frac{c_u L_a r}{W d}$$





SORU: Yandaki şekilde zemin parametreleri ve şev geometrisi verilen ve kohezyonlu malzemeden oluşan bir dolgunun kısa süreli duraylılığı araştırılacaktır. Belirlenen dairesel kayma yüzeyi üzerindeki kütlenin ağırlığı 346 kN ise, bu şevin duraylılığını tartışınız.

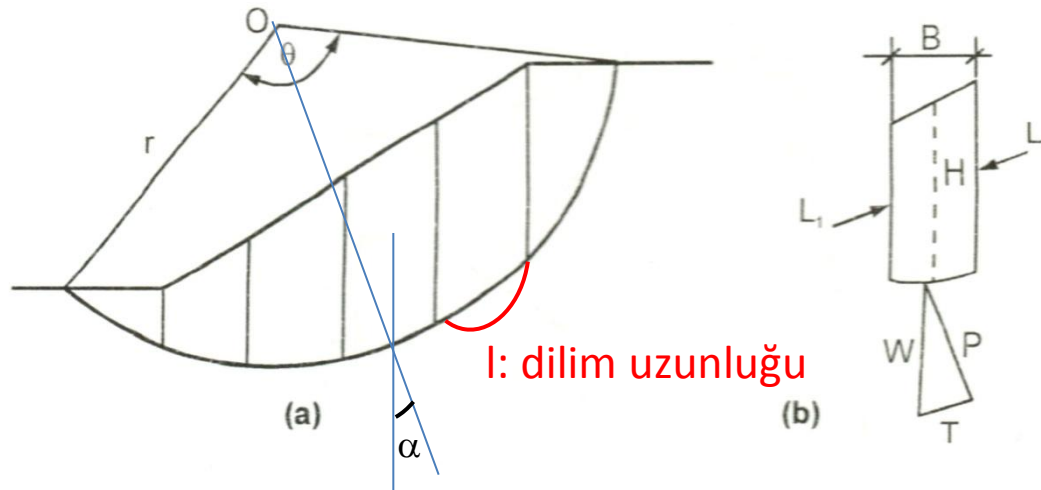
Kaymayı teşvik eden moment= $W \times d = 346 \times 5 = 1730 \text{ kNm}$

Kaymaya karşı koyan moment= $c_u \times L_a \times r = 20 \times 10.99 \times 9 = 1978.2 \text{ kNm}$

$F = 1978.2 / 1730 = 1.14 \rightarrow$ **GÜVENLİ**

İsveç Dilim (Fellenius) Yöntemi

- En basit dilim yöntemidir.
- Mohr-Coulomb yenilme ölçütünü dikkate alır.
- Moment dengesine dayanır ve sadece dairesel kaymalarda kullanılır.
- Kayan kütle belirli sayıda düşey dilimlere ayrılarak duraylılığın incelenmesini amaçlar.



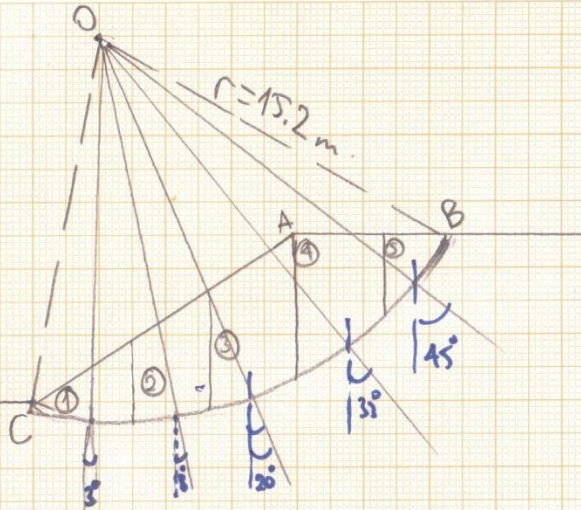
- Dilim kenarlarında etkiyen L_1 ve L_2 kuvvetlerinin birbirlerine eşit olduğu kabul edilir
- Her dilimin ağırlığı (W), normal (P) ve teğet (T) kuvvet bileşenlerine ayrılır.
- $P = W \cos \alpha$
- $T = W \sin \alpha$

$$F = \frac{\sum(c'l + (W \cos \alpha - ul) \tan \phi')}{\sum W \sin \alpha}$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 18 \text{ kN/m}^3 \\ c &= 10 \text{ kN/m}^2 \\ \phi &= 28^\circ \end{aligned}$$

$$l_{\text{cm}} \rightarrow 2 \text{ m}$$

$$\widehat{COB} = 67^\circ$$



$$2\pi r \quad 360^\circ$$

$$? \quad 67^\circ$$

$$L = 17.77 \text{ m}$$

Dilim No	Alan (m^2)	Ağırlık (kN/m)	α°	$w \cos \alpha$	$w \sin \alpha$
1	1.8	32.4	3	32.3	1.69
2	7.68	138.24	8	136.9	19.2
3	10.4	187.2	20	175.9	64.0
4	10.2	183.6	33	153.9	99.9
5	2.5	45	45	31.8	31.8
				<u>530.8</u>	<u>216.59</u>

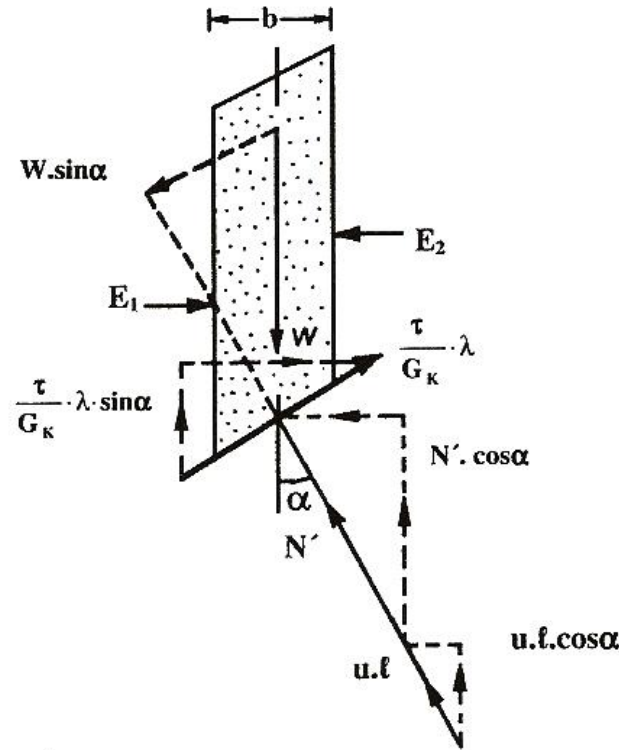
$$F = \frac{cL + (\sum w \cdot \cos \alpha) \cdot \tan \phi}{\sum w \sin \alpha} = \frac{10 \times 17.77 + 530.8 \cdot \tan 28^\circ}{216.59}$$

$$F = \frac{177.7 + 282.2}{216.59}$$

$$F = 2.12$$

Efektif Gerilim Analizi (Bishop Yöntemi)-Uzun Süreli Duraylılık

- En yaygın kullanılan yöntemdir.
- Moment dengesine dayanan Basitleştirilmiş yöntem; hem moment, hem de kuvvet dengesini değerlendiren Karmaşık yöntem olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil - a. Bishop yönteminde dilime etkiyen kuvvetler