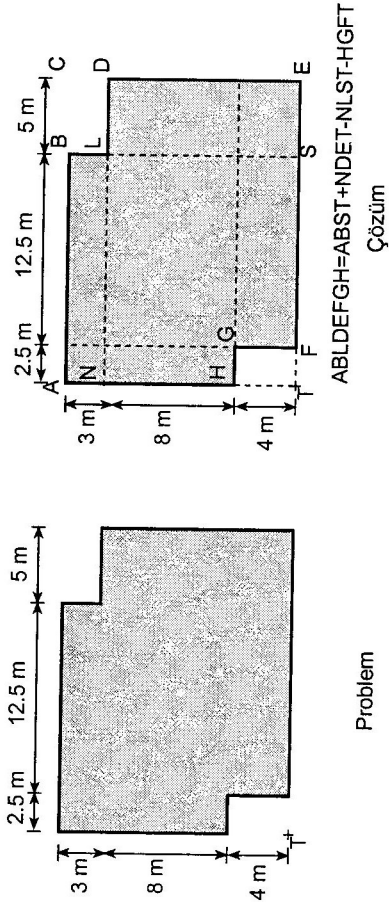


$$\Sigma \Delta \sigma = 2.5048 + 46 + 7.9 = 56.4 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

Problem 9.13) Diğer bilgilerin Şekil 9.38'de verildiği alan 170 kN/m^2 lik üniform bir yayılı yükün etkisindedir. T noktası altında 6 m derinlikteki düşey gerilme artışı dikdörtgen alan katsayıları ile bulunuz.



Şekil 9.38 Problem 9.13

Cözüm

$$ABLDEFGH = ABST + NDET - NLST - HGFT$$

$$ABST \text{ için } m = 15/6 = 2.5, n = 2.5, K = 0.2401$$

$$NDET \text{ için } m = 20/6 = 3.3333, n = 15/6 = 2.5, K = 0.2427$$

$$NLST \text{ için } m = 12/6 = 2, n = 15/6 = 2.5, K = 0.2361$$

$$HGFT \text{ için } m = 2.5/6 = 0.4167, n = 4/7 = 0.5714, K = 0.0802$$

$$K_{ABLDEFGH} = 0.2401 + 0.2427 - 0.2361 - 0.0802 = 0.1665$$

$$\Delta \sigma = 0.1665 \times 170 = 28.305 \text{ kN/m}^2$$

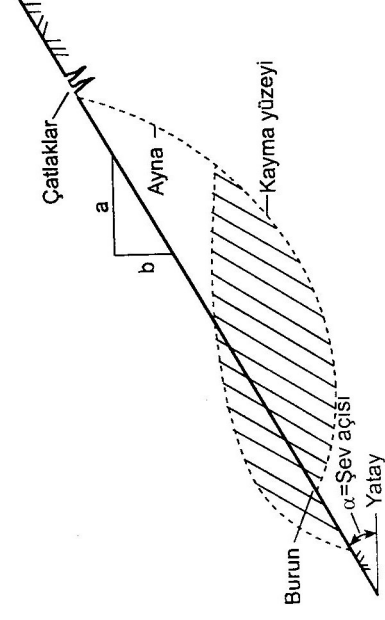
10. BÖLÜM

ŞEVLERİN STABİLİTESİ

10.1 Giriş

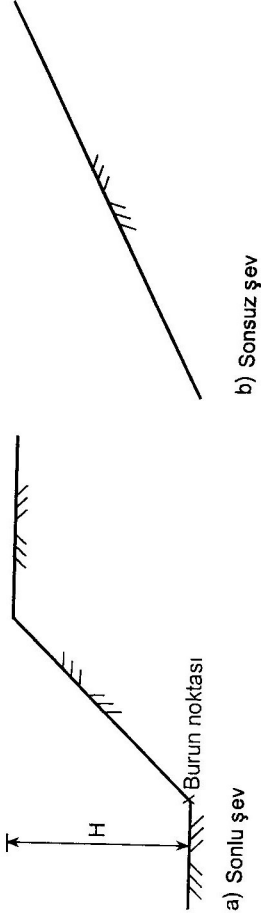
Eğik (eğimli) yüzeye sahip doğal veya yapay (oluşturulmuş) zemin kitlesine şev denilir. Şev yüzeyinin, yatayla yaptığı açıya **şev açısı (α)**, bu açının tanjantının tersine **şev eğimi, m**, denilir. $m = 1/\tan \alpha$ ($\cot \alpha$) = a/b (örneğin 2:1, 3:1 vb.) (Şekil 10.1).

Doğal yamaçlar, doğal yamaçlarda kazı sonucu oluşturulan eğik yüzeyler, toprak baraj ve dolguların eğik yüzleri, şevlere örnek olarak verilebilir. Şev yüzeyi altındaki zeminin göçmesine (kırılmasına), **şev kayması (toprak kayması, heyelan vb.)** denilir. Şekil 10.1'de tipik bir şev kayması ve ilgili terimler görülmektedir.



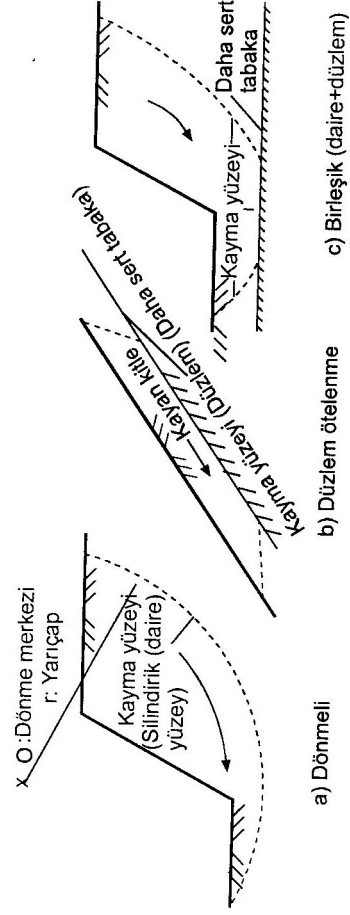
Şekil 10.1 Tipik bir şev kayması.

Şevler, geometrik açıdan **sonsuz şev** ve **sonlu şev** diye ikiye ayrılabilir (Şekil 10.2). Sonlu şevlerin belli bir yükseklikleri vardır. Bunların burun önü yüzeyi ve üst yüzeyi yatay veya daha az eğimlidir. Yarım sonsuz (pratik olarak uzun) eğik bir düzleme sahip şevlere de sonsuz şev denilir.



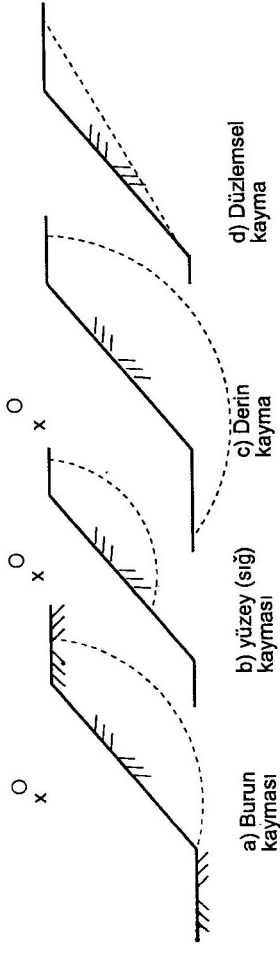
Şekil 10.2 Şev türleri

Şevlerdeki zemin kitlesinin bir kısmı, yer çekimi vb. etkilerle kayma yüzeyi üzerinde kayarak aşağıya hareket eder. Şevlerdeki kaymalar, dönmeli veya düzlemsel hareketlere benzetilir. **Dönmeli kayma**, daha çok homojen tabakalarda görülür (Şekil 10.3a). Bu tip kaymalarda, kayma yüzeyi daire (silindir) veya eğri olabilir. **Düzlemsel ötelenme kayması**, daha çok kalınlığı az (sığ) bir tabakanın, yüzeye paralel daha sert veya farklı bir başka tabakanın üzerine oturduğu durumlarda görülür (Şekil 10.3b). Bu tip kaymada, kayma yüzeyi genellikle şev yüzeyine paralel bir düzlemdir. **Birleşik kaymada** ise, hem dönme, hem de ötelenme vardır ve kayma yüzeyi, eğri ve düzlem toplamından oluşur (Şekil 10.3c).



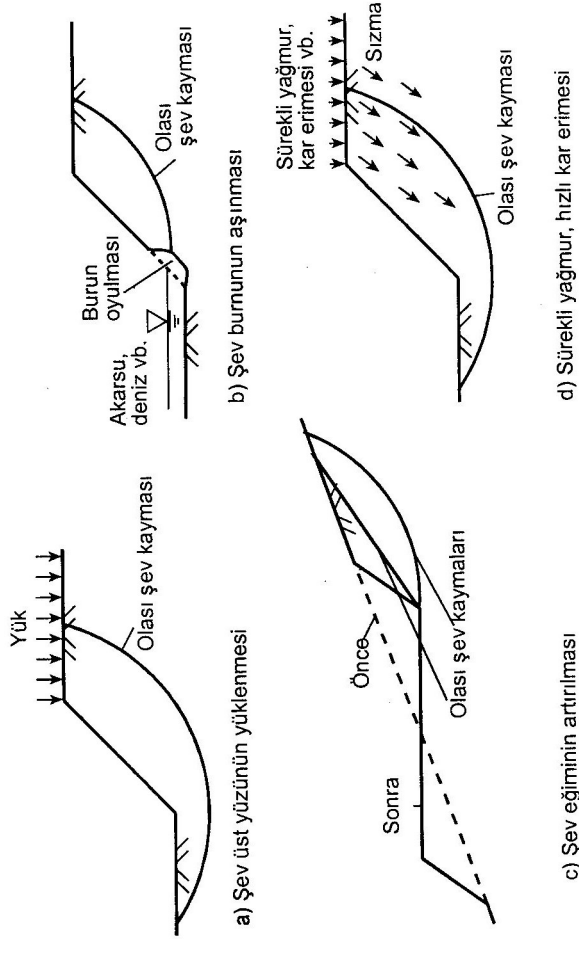
Şekil 10.3 Kayma tipleri.

Sonlu şevlerde kayma tipleri Şekil 10.4'de görülmüştür.



Şekil 10.4 Sonlu şevde kayma türleri

Şevler, yerçekimi kuvvetleri, su akımı kuvvetleri vb.'nin etkisi altında kayarlar. **Şev stabilite (denge, duraylılık) analizi** ile mevcut bir şevde, kayma tehlikesinin incelenmesi veya meydana getirilecek bir şevin güvenli olarak açlandırılması (teşkil vb.) anlaşılır.



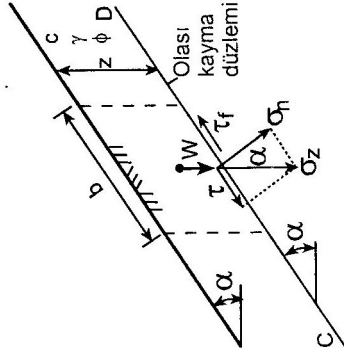
Şekil 10.5 Şev kayma nedenlerine örnekler

Şevler, zemin kitlesinde; ya kayma gerilmelerinin artması veya zeminin kayma direncinin azalması sonucu kayarlar. Kayma gerilmelerinin artmasına; şevin üst yüzünün yüklenmesi, şev eğiminin (açısının) artırılması, şev burnunun kazı, oyulma vb. ile boşaltılması, vb. örnek olarak verilebilir. Zeminin kayma direncinin azalmasına ise; titreşimler (kazık çakma işlemi, patlatmalar, deprem vb. taneler arası sürtünme kuvvetlerini (ϕ) azaltıyorlar.), boşluksuyu basıncının oluşması artması, kohezyonlu zeminlerde zeminin su içeriğinin artması vb. örnek olarak verilebilir.

10.2 Sonsuz şevlerin stabilitesi

Böyle bir şevde kayma, genellikle şev yüzüne paralel bir yüzey boyunca olur. Pratikte; uzunluğu derinliğine göre çok büyük olan ve şev yüzüne paralel olan kaymalar, sonsuz şev kaymaları olarak düşünülebilir. Sonsuz şev kayması, homojen bir kitlede meydana gelebildiği gibi, şev yüzüne paralel bir tabakalanma gösteren kitlelerde de görülebilir. Sonsuz şevde, dönmeli kayma da oluşabilir.

Sonsuz bir şevde, şev yüzünden z derinliğindeki bir düzlemi düşünelim (Şekil 10.6 CD düzlemi).



Şekil 10.6 Sonsuz şevde yüzeye paralel düzlemsel kayma

İki boyutlu koşullarda, b uzunluklu bir elemanda (şekil düzlemine dik uzunluğu 1 birim), kayma düzlemine etkileyen düşey gerilme,

$$\sigma_z = \frac{W}{b} = \frac{zbc\cos\alpha\gamma}{b} = z\gamma\cos\alpha \quad (10.1)$$

olur. γ , zeminin birim ağırlığıdır. Bu gerilmeyi, düzleme dik ve teğet olmak üzere iki bileşene ayırırsak,

$$\sigma_n = \sigma_z\cos\alpha = \gamma z\cos^2\alpha \quad \text{ve}$$

$$\tau = \sigma_z\sin\alpha = \gamma z\cos\alpha\sin\alpha \quad (10.2)$$

elde edilir. Burada τ bileşeni, kaydıran gerilmedir. Kaymaya karşı koyan gerilme, zeminin kayma direnci olup,

$\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi = c + \gamma z\cos^2\alpha \tan\phi$
dir. **Kaymaya karşı güvenlik sayısı, G_s ,**

$$G_s = \frac{\text{Karşı koyan gerilme}}{\text{Kaydıran gerilme}} = \frac{\tau_f}{\tau} \quad (10.3)$$

olarak tanımlanır. Bağıntı 10.3 açık olarak yazılırsa, aşağıdaki biçimi alır.

$$G_s = \frac{c + \gamma z\cos^2\alpha \tan\phi}{\gamma z\cos\alpha\sin\alpha} \quad (10.4)$$

$G_s = 1$ için, kritik derinlik, $z = H_c$ olur.

$$H_c = \frac{c}{\gamma\cos^2\alpha(\tan\alpha - \tan\phi)} \quad (10.5)$$

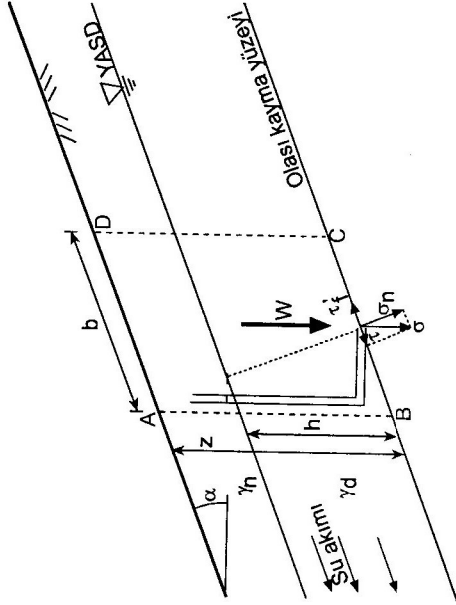
Güvenlik sayısının seçilmesi, her durumun özelliğine bağlı olmakla birlikte, genellikle 1.5 veya daha büyüktür. Sonsuz şevde, güvenlik sayısı, bazen yükseklik cinsinden ifade edilir. $z = H$

$$G_s = \frac{H_c}{H} \quad (10.6)$$

Kohezyonsuz zeminde ($c = 0, \phi \neq 0$) Bağıntı 10.4 aşağıdaki şekli alır.

$$G_s = \frac{\tan \phi}{\tan \alpha} \quad (10.7)$$

Sonlu şevde şev yüzüne paralel su akımı olması durumunda (Şekil 10.7), benzer bağıntılar türetilebilir. Gene b genişliğinde bir blok düşünelim. Bloğun tabanında σ , τ , σ' terimlerini yazalım.



Şekil 10.7 Sonsuz şevde su akımı durumu

$W=(z-h)bc\sigma\gamma_n+hb\cos\alpha\gamma_d$, W' : Bloğun toplam ağırlığı

$W'=(z-h)bc\sigma\alpha\gamma_n+hb\cos\alpha(\gamma_d-\gamma_{su})$, W' : Bloğun efektif ağırlığı

$\sigma=W/b=(z-h)\cos\alpha\gamma_n+h\cos\alpha\gamma_d$, $\sigma_n=\sigma\cos\alpha=(z-h)\gamma_n\cos^2\alpha+h\gamma_d\cos^2\alpha$,

$\sigma'_n=W'/b=(z-h)\gamma_n\cos^2\alpha+h\gamma'\cos^2\alpha$, $\tau=\sigma_n\sin\alpha$

$=(z-h)\gamma_n\cos\alpha\sin\alpha+h\gamma_d\cos\alpha\sin\alpha$

$\tau_f=c+\sigma'_n\tan\phi'$ (Zeminin kayma direncini efektif gerilmeler cinsinden yazmalıyız.

$$G_s = \frac{\tau_f}{\tau} = \frac{c + \sigma'_n \tan \phi'}{(z-h)\gamma_n \cos^2 \alpha + h\gamma_d \cos^2 \alpha} \sin \alpha$$

$$= \frac{c + [(z-h)\gamma_n \cos^2 \alpha + h\gamma' \cos^2 \alpha] \tan \phi'}{(z-h)\gamma_n \cos \alpha \sin \alpha + h\gamma_d \cos \alpha \sin \alpha} \quad (10.8)$$

Özel olarak $c'=0$ ve $h=z$ ise (su akımı yüzeyde), Bağıntı 10.8 şu özel durumu alır.

$$G_s = \frac{\gamma' \tan \phi'}{\gamma_n \tan \alpha} \quad (10.9)$$

Gene özel olarak $h=z$ ve $c' \neq 0$ ise, Bağıntı 10.8 şu özel durumu alır.

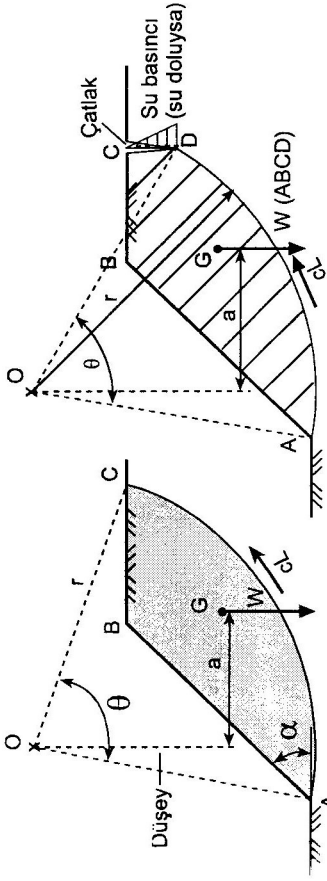
$$G_s = \frac{c' + h\gamma' \cos^2 \alpha \tan \phi'}{h\gamma_d \cos \alpha \sin \alpha} \quad (10.10)$$

Aynı bağıntılar akım ağı vb. ile de türetilebilir.

10.3 Sonlu şevlerin stabilitesi

Sonlu şevlerin stabilitesi için çeşitli yöntemler vardır. Burada, genel bir yöntem olan, **İsveç Daire (Dilim) Yöntemi** açıklanacaktır. Sonlu şevlerde, kayma yüzeyi genel olarak bir eğridir. İsveç Yönteminde, kayma yüzeyi, daire (silindir) olarak kabul edilir.

Önce, **saf kohezyonlu zeminlerde** ($\phi=0$, $c \neq 0$) ($\phi=0$ analizi), sonlu bir şevin stabilitesini düşünelim (Şekil 10.8).



a) Şev üst kısmında çatlak yok b) Şev üst kısmında çatlak oluşmuş

Şekil 10.8 Kohezyonlu bir zeminde sonlu bir şevin stabilitesi.

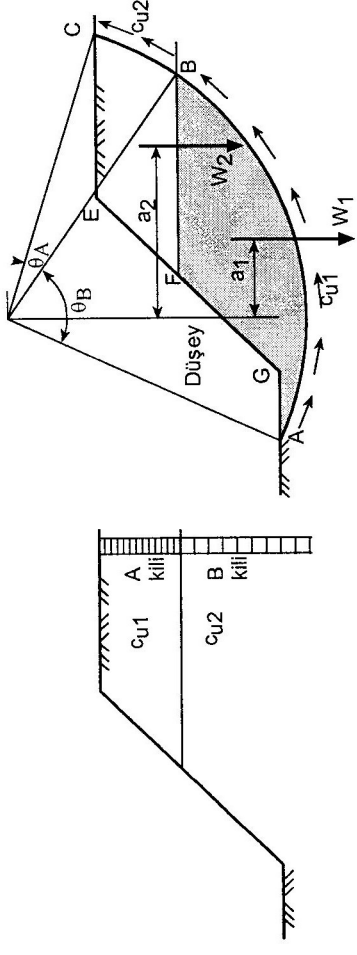
Şekil 10.8a'da, O noktası merkez olmak üzere, r yarıçaplı bir AC dairesel yüzeyini dikkate alalım. O noktasına göre bir dönme düşünelim, ABCA zemin kütlesinin W ağırlığı, kaydıran (döndüren) bir moment uygular ($M_o = Wa$). Buna, AC yüzeyi boyunca zeminin kayma direncinin momenti karşı koymaya çalışır. AB yay uzunluğu L ($L = 2\pi r \theta / 360$), zeminin kohezyonu c_u ise, karşı koyan moment, $c_u L r$ olur. Güvenlik sayısı, O noktasına göre momentlerin oranı olarak tanımlanır.

$$G_s = \frac{M_o \text{ (karşı koyan)}}{M_o \text{ (döndüren)}} \quad (10.11)$$

Bağıntı 10.11, açık olarak yazılırsa,

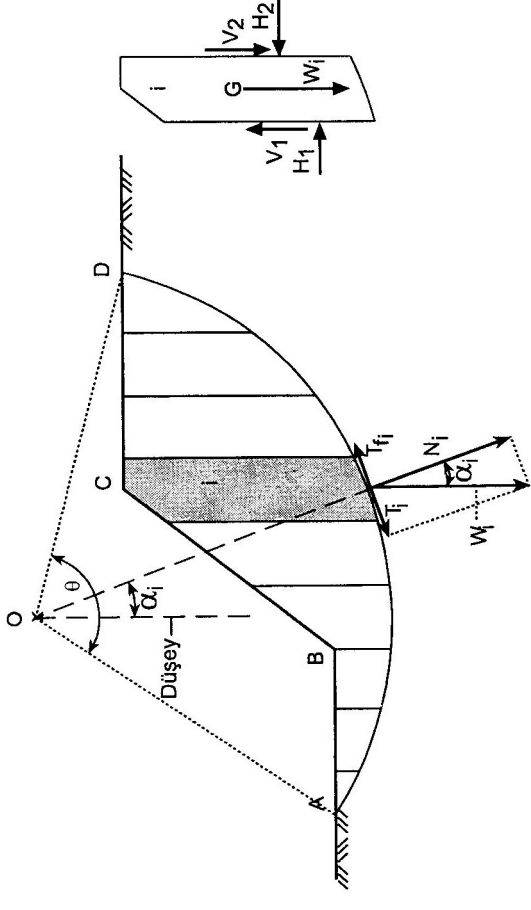
$$G_s = \frac{c_u L r}{W a} \quad (10.12)$$

biçimini alır. a, ABC parçasının ağırlık merkezinin, O'dan geçen düşey doğrultuya olan uzaklığıdır (Şekil 10.8). Şev üst kısmında çatlak oluşmuş olması durumunda Şekil 10.8b), kayma yüzeyi kısaldır. Çatlak derinliği $2c_u/\gamma$ olarak alınır. Eğer çatlak su ile dolu ise, ABCD kütlesine çatlak derinliği boyunca yanal olarak etkiyen hidrostatik su basıncı dikkate alınır. Farklı tabakalar olması durumunda da benzer bağıntı uygulanır (Şekil 10.9).



Şekil 10.9 Kohezyonlu zeminlerde farklı katmanlar olması durumu

$$G_s = \frac{\sum c_{u1} L_1 + c_{u2} L_2 + \dots}{\sum W_1 a_1 + W_2 a_2 + \dots} \quad (10.12a)$$



Şekil 10.10 İsveç Dilim Yöntemi.

c-φ zemini için c-φ analizi veya İsveç Dilim Yöntemi), ABCDA alanı düşey dilimlere bölünür (Şekil 10.10). Herhangi bir i diliminin ağırlığı

W_i , dilim tabanında, normal (radyal) ve teğetsel doğrultularda iki bileşene ayrılabilir. Dilim yan yüzlerine etkiyen kuvvetlerin birbirini dengelediği kabul edilir.

$$N_i = W_i \cos \alpha_i, \quad T_i = W_i \sin \alpha_i \quad (10.13)$$

α_i : Dilim yay ortasını, O merkezine birleştiren doğrunun, O merkezinden geçen düşey doğrultu ile yaptığı açıdır. Dilimin kaymasına karşı koyan kuvvet, zeminin kayma direncinden meydana gelip, aşağıdaki gibidir.

$$T_{fi} = \Delta L \tau_f = \Delta L (c + \sigma_n \tan \phi) = \Delta L (c + \frac{N}{\Delta L} \tan \phi) = \Delta L c + N \tan \phi \quad (10.14)$$

ΔL , dilimin yay uzunluğudur. Güvenlik sayısı, G_s , Bağntı 10.11'deki gibi yazılarak,

$$G_s = \frac{\Sigma(\Delta L c + N \tan \phi) r}{\Sigma(W \sin \alpha)} \quad (10.15)$$

$$G_s = \frac{Lc + \tan \phi \Sigma N}{\Sigma T} \quad (10.16)$$

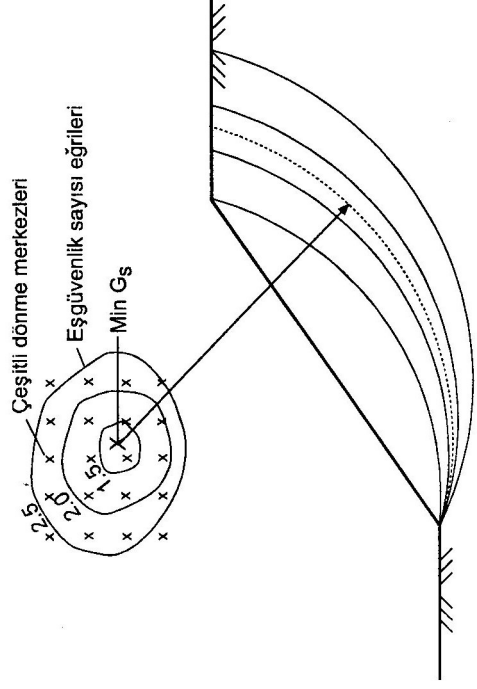
elde edilir. L, AD yay uzunluğudur ($2\pi r \theta / 360$). Bağntı 10.16, bir tablo ile kolayca hesaplanabilir (Tablo 10.1).

Tablo 10.1 İsvaç Dilim Yöntemi için tablo.

Dilim No.	Dilim Ağ. W_i , kN/m	α_i Derece	$W \cos \alpha_i$ N_i , kN/m	$W \sin \alpha_i$ T_i , kN/m
1
2
.
.
.
			ΣN	ΣT

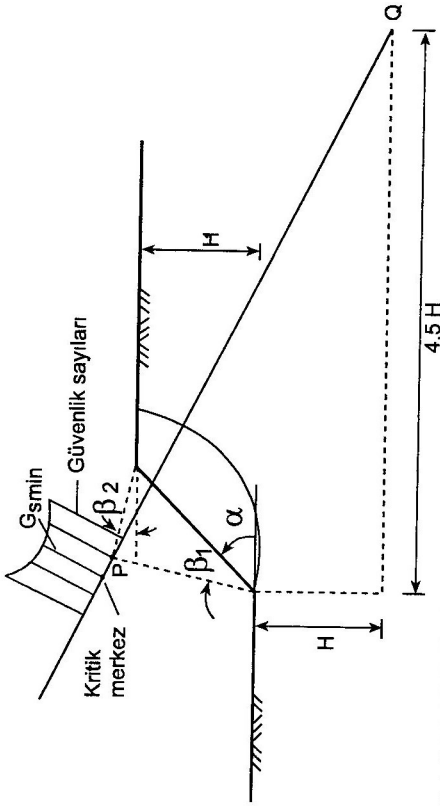
Önce dilimler teşkil edilir. Dilim genişlikleri tercihen sabit alınır. Bu genişlik, genellikle 1-2 m kadardır. Dilimler başlangıçtan itibaren sabit genişlikli teşkil edilir. Dilimler, O dönme noktasından geçen düşey doğru başlangıç alınarak, sağa ve sola doğru da oluşturulabilir. Bu durumda, ağırlıklarından dolayı kaydıran ve kaymaya karşı koyan tam dilimler net bir şekilde ayrılmış olur. Dilimler baştan itibaren (soldan veya sağdan) sırayla numaralandırılır. Her bir dilimin alanı, şekil ölçekli çizilerek, belirlenir. Dilim alanları yaklaşık olarak yamuk veya üçgen kabul edilerek hesaplanır. Tablo 10.1'deki ΣT , cebirsel bir toplamdır. O merkezinden geçen düşey doğrultunun sağındaki T_i ler kaydıran (+), solundaki T_i ler ise kaymaya karşı koyan (-) terimlerdir.

Bir şevde en kritik (güvenlik sayısı en küçük olan) kayma dairesini bulmak için, çok sayıda dönme merkezi ve yarıçapın denenmesi gerekir (Şekil 10.11). Burada burun kayması için bir analiz görülmüyor. Dönme merkezleri alanında bir ağ oluşturularak, her kayma yüzeyine ait güvenlik sayısı belirlenir, eşgüvenlik sayısı eğrileri çizilerek, minimum güvenlik sayısına sahip merkez bulunur. Bu merkezin, seçilen güvenlik sayısı ile karşılaştırılması yapılır.



Şekil 10.11 Bir şevde minimum güvenliğe sahip kayma merkezinin bulunması

Deneme sayısını azaltmak için bir yöntem verilmiştir. (Fellenius, 1940). Bu yöntemde (Şekil 10.12 ve Tablo 10.2), dönme noktası, PQ doğrusu üzerinde gezer.



Şekil 10.12 Fellenius yöntemi.

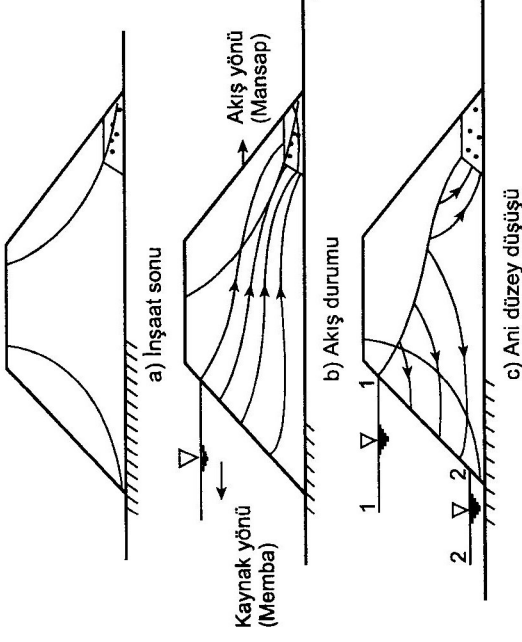
Tablo 10.2 Fellenius yöntemi.

Şev açısı α , derece	β_1 derece	β_2 derece
60	29	40
45	28	37
33.8	26	35
26.6	25	35
18.4	25	35
11.3	25	37

Bu yöntemde şev burnundan geçen çeşitli daire kayma yüzeyleri için bulunan güvenlik sayıları, her bir dairenin merkezinde, PQ'ya dik bir doğru parçası ile gösterilirse, bunların minimum uzunlukta olanı, kritik güvenlik sayısını ve kritik daire merkezini verir (Şekil 10.12).

İsveç Dilim Yöntemi, genel bir yöntem olup; homojen zemin, tabakalı zemin, doğal zemin, tamamen veya kısmen su altındaki zemin, doğrusal olmayan şev yüzü ile su akımı ve boşluksuyu basıncı olmayan vb. durumlarında kullanılabilir.

Toprak barajlarda, baraj şevlerinin stabilitesi, başlıca 3 durum için incelenir (Şekil 10.13).



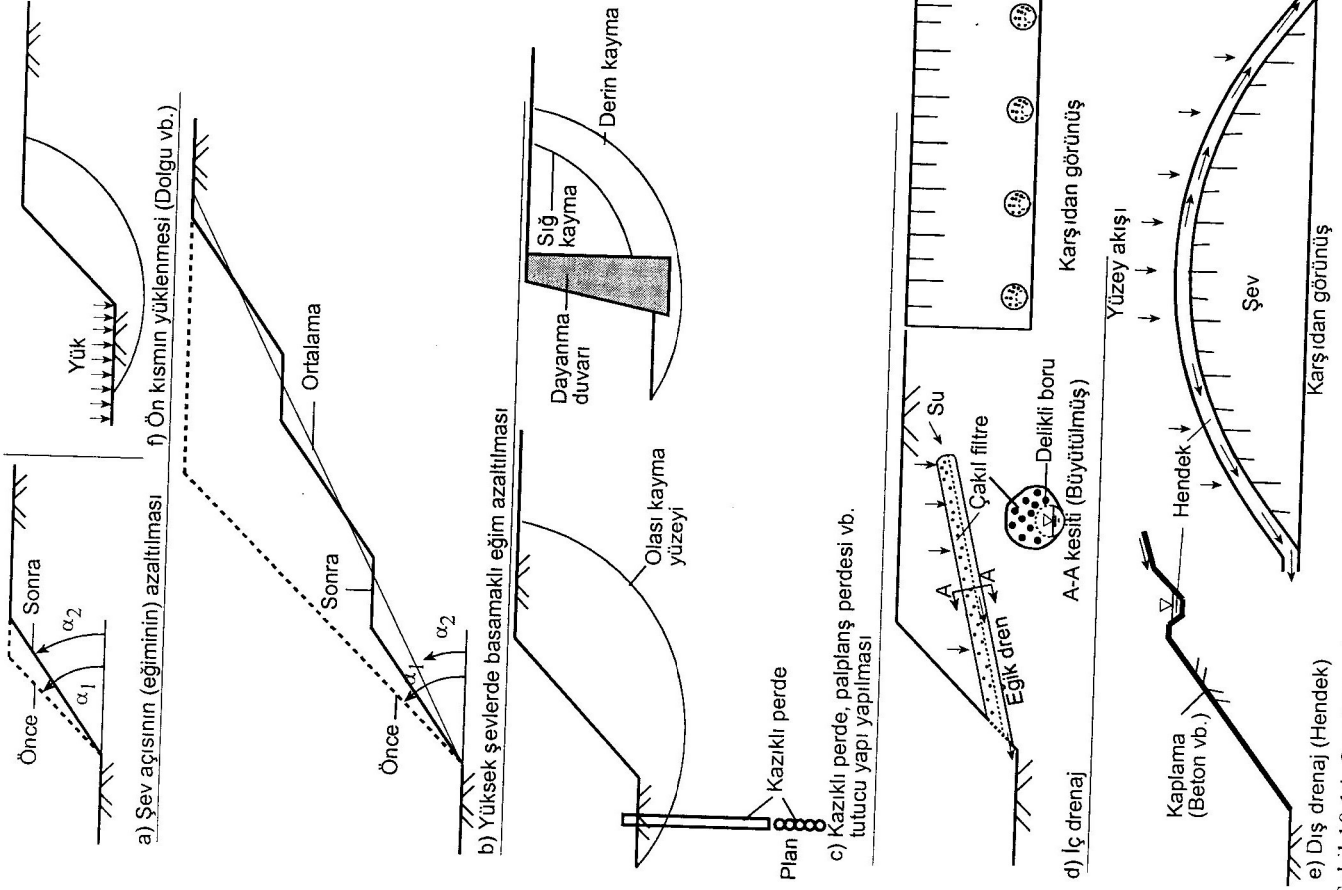
Şekil 10.13 Toprak barajlarda şev analizleri.

a) **İnşaat sonu:** İnşaatın bitiminde, kaynak yönü (mempa) ve akış yönü (mansap) şevlerinin stabilitesi incelenir (Şekil 10.13a).

b) **Akış durumu:** Kararlı akış durumunda, akış yönü (mansap) şevinin stabilitesi incelenir. Akım kuvvetleri, bu durumda bu şevin stabilitesini olumsuz etkiler (Şekil 10.13b).

c) **Ani su düzeyi düşüşü:** Böyle bir durumda da, kaynak yönü (mempa) şevinin stabilitesi incelenir. Ani su düzeyi düşüşlerinde, baraj gövdesinden olan su akımları, kaynak yönüne dönerler ve kaynak yönü şevinin stabilitesini olumsuz etkiler (Şekil 10.13c).

Su akımları olması durumlarında, akım ağları çizilerek, boşluksuyu basınçları hesaplanabilir. Bağntı 10.16, efektif kuvvetler ve efektif kayma direnci parametreleri, (c', ϕ') cinsinden aşağıdaki gibi yazılabilir.



$$G_s = \frac{c'L + \tan\phi'\Sigma(N - U)}{\Sigma T} \quad (10.17)$$

U: kayma yüzeyi üzerindeki boşluksuyu basınçlarının toplamı. Akım uğları yoksa, Bağıntı 10.17 aşağıdaki biçimi alır.

$$G_s = \frac{c'L + \tan\phi'\Sigma N'}{\Sigma T} \quad (10.18)$$

N' bileşenleri için, batık birim ağırlıklar (γ'), T bileşenleri için ise doygun birim ağırlıklar kullanılır.

10.4 Şev kaymalarına karşı önlemler

Şev kaymalarına karşı alınabilecek önlemler, şev kayma nedenlerine (Bkz. Kısım 10.1) göre bellidir. Şev eğiminin azaltılması, şev önüne yük yüklenmesi (dolgu vb. yapılması), şev kitlesine yüzey sularının girmesinin önlenmesi (kafa hendekleri, yüzey drenaj vb.), şev kitlesi içindeki suların drenajı (iç drenaj), tutucu yapılar (dayanma duvarları, palplanş perdeleri, kazıklı perde vb.) belli başlı önlemlerdir. Dayanma duvarları, sığ veya yüzey kaymaları için etkili olup, derin kaymalar için etkili değildirler. Zira kayma yüzeyi dayanma duvarını da içine alabilir.

Depremler ve şevler

Bilindiđi üzere depremler ivme (yatay ve düşey doğrultularda) yaratarak, kütlelere kuvvetler uygularlar. Bu kuvvetler, zemin kitlesinin stabilitesini bozabilirler ve şev kaymalarına yol açabilirler. Ayrıca, depremler özellikle suya doygun gevşek veya gevşek yakın kum vb. taneli zeminlerde sıvılaşma oluşturarak, şev kaymalarına yol açabilirler. Şev stabilite analizlerinde bu hususlar dikkate alınır.

10.5 Cözümlü örnek problemler

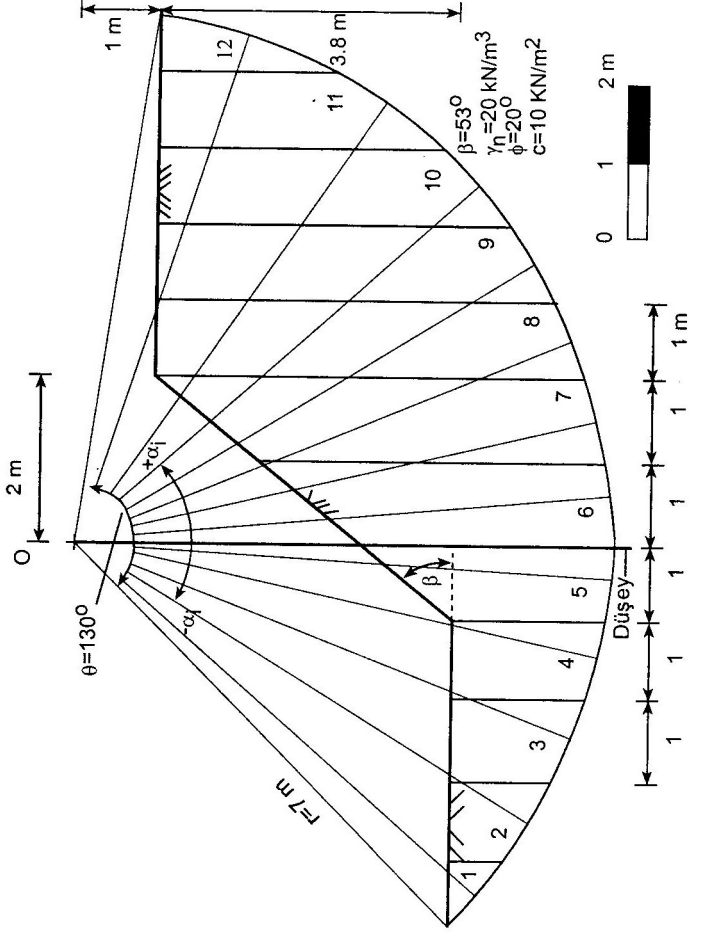
Problem 10.1) Bir kum zeminin içsel sürtünme açısı 36° , kohezyonu sıfır (0) dir. Güvenlik sayısı 1.5 olarak alınrsa, böyle bir zeminde oluşan sonsuz şevde, güvenli (emniyetli) en büyük şev açısı ne kadar olur?

Cözüm

Bağıntı 10.7'den,

$$1.5 = \frac{\tan 36}{\tan \alpha}, \alpha = 26^\circ$$

Problem 10.2) Diğer bilgilerin Şekil 10.15'de verildiği sonlu şevde, belirlenen kayma yüzeyi için güvenlik sayısını, İsveç Dilim Yöntemiyle bulunuz.



Şekil 10.15 Problem 10.2

Cözüm

O merkezinden geçen düşey doğrultunun sağ ve sol tarafına doğru 1 m genişlikli dilimler oluşturulur. Dilimler sol baştan itibaren numaralandırılır (Şekil 10.15). Dilimlerin alanları, dilimler yaklaşık yamuk kabul edilerek, gerekli boyutlar, ölçekli çizilmiş şekil üzerinde ölçülerek belirlenir. Yamukların alanları bulunur. Bulunan alanlar, $\gamma=20$ kN/m^3 ile çarpılarak dilim ağırlıkları elde edilir (Tablo 10.3). Her bir dilimin yay uzunluğunun orta noktasını merkeze birleştiren doğrunun, düşey yaptığı açı ölçülerek belirlenir. Tablo 10.3'te ilgili sütunlar doldurulur. ΣN ve $+\Sigma T$ ler bulunur. 1, 2, 3, 4, 5 No.'lu dilimler için $-T$ 'ler dikkate alınır. Bağıntı 10.16'da ilgili değerler yerine konularak,

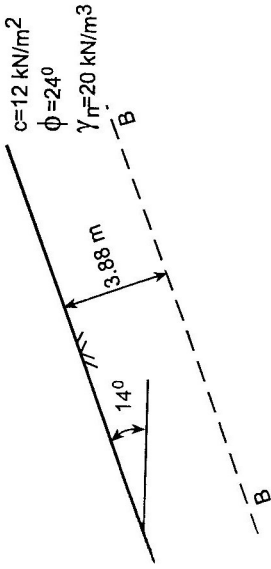
$$G_s = \frac{2 \times \pi \times 7 \times (130/360) \times 10 + \tan 20 \times 607.85}{203.43} = 1.87$$

bulunur.

Tablo 10.3 Problem 10.2.

Dilim No.	W kN/m	α Derece	Wcos α N, kN/m	Wsin α T, kN/m
1	8	40	6.13	-5.14
2	22	30	19.05	-11.00
3	32	20	30.01	-10.94
4	38	12	37.17	-7.90
5	54	4	53.87	-3.77
6	75	4	74.82	+5.23
7	97	13	94.51	+21.82
8	108	22	100.14	+40.45
9	98	31	84.00	+50.47
10	84	41	63.40	+55.11
11	63	53	37.91	+50.31
12	20	70	6.84	+18.79
			$\Sigma N=607.85$	$\Sigma T=203.43$

Problem 10.3) Diğer bilgilerin Şekil 10.16'de verildiği sonsuz şevdeki düzlemsel kayma durumunda, güvenlik sayısı 1.5 olarak seçildiğine göre, BB düzlemi kayma açısından güvenlimidir?



Şekil 10.16 Problem 10.3.

Cözüm

$$i = \frac{3,88}{\cos 14} \approx 4\text{m}$$

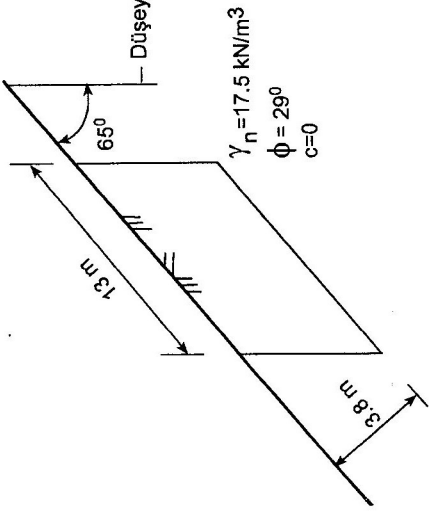
$$G_s = \frac{c + \gamma_n z \cos^2 \alpha \tan \phi}{\gamma_n z \cos \alpha \sin \alpha} = \frac{12 + 20 \times 4 \times \cos^2 14 \times \tan 24}{20 \times 4 \times \cos 14 \times \sin 14} = 2.42 > 1.5 \text{ Güvenli}$$

Problem 10.4) Diğer bilgilerin Şekil 10.17'de verildiği durumda; düşünülen kitlede, kaydırın ve kaymaya karşı koyan kuvvetleri hesaplayınız. Kitenin şekil düzlemine dik uzunluğu 23 m dir. Kitleye gelen yanal itkileri ihmal ediniz.

Cözüm

$$W = V\gamma_n = 3,8 \times 13 \times 23 \times 17,5 = 19883,5 \text{ kN}$$

$$\sigma_n = \frac{W}{A} = \frac{19883,5}{13 \times 23} = 66,5 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 10.17 Problem 10.4

$$\sigma_n = \sigma_z \cos \alpha = 66,5 \times \cos 25 \approx 60,3 \text{ kN/m}^2,$$

$$\tau = \sigma_n \sin \alpha = 66,5 \times \sin 25 = 28,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_f = \sigma_n \tan \phi = 60,3 \times \tan 29 = 33,4 \text{ kN/m}^2$$

$$T_{\text{kaydırın}} = \tau A_1 = 28,1 \times 13 \times 23 = 8401,9 \text{ kN veya}$$

$$T_{\text{kaydırın}} = 19883,5 \times \cos 65 = 8402 \text{ kN}$$

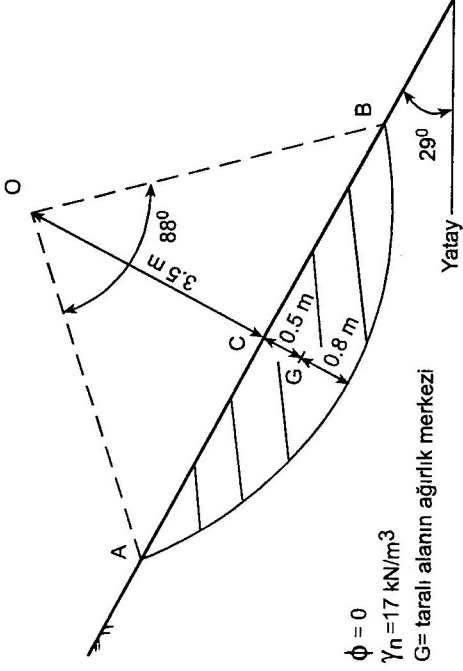
$$T_{\text{karşı koyan}} = \tau_f A_1 = 33,4 \times 13 \times 23 = 9986,6 \text{ kN}$$

Problem 10.5) Diğer bilgilerin Şekil 10.18'de verildiği sonsuz şevdeki dönmeli kayma için, güvenlik sayısını bulunuz.

Cözüm

Hesapları 1 m uzunluk için yapalım.

$$r = 0,8 + 0,5 + 3,5 = 4,8 \text{ m}$$



Şekil 10.18 Problem 10.5

$$a = OG \sin 29 = 4 \times \sin 29 = 1.939 \text{ m}$$

$$AB = 2 \times \pi \times r \times \frac{88}{360} = 7.37 \text{ m}$$

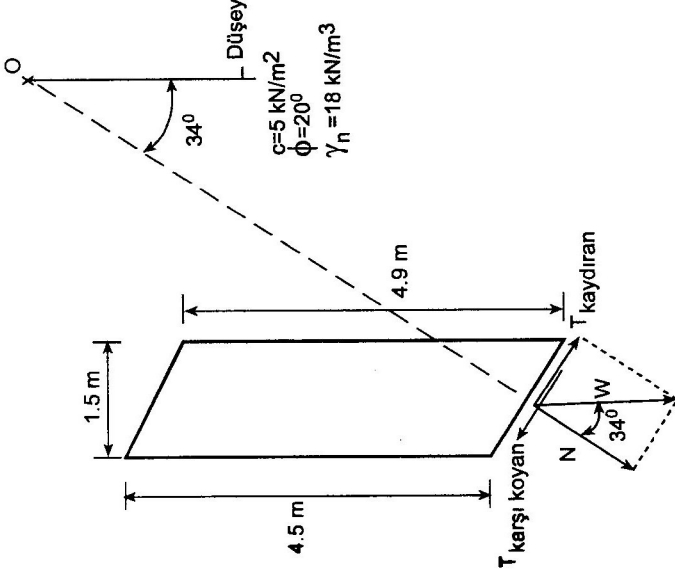
$$AC = \sqrt{4.8^2 - \sqrt{3.5^2}} = 3.29 \text{ m}$$

$$\text{Taralı kısmın alanı} = \frac{\pi \times 4.8^2 \times 88}{360} - \frac{3.29 \times 2 \times 3.5}{2} = 6.18 \text{ m}^2$$

$$W = 6.18 \times 17 = 105.1 \text{ kN}$$

$$G_s = \frac{cLr}{Wa} = \frac{30 \times 7.37 \times 4.8}{105.1 \times 1.939} = 5.2$$

Problem 10.6 Diğer bilgilerin Şekil 10.19'da verildiği durumda, dilimi kaydıran ve dilimin kaymasına karşı koyan kuvvetleri hesaplayarak, gösteriniz.



Şekil 10.19 Problem 10.6.

Cözüm

$$W = \left(\frac{4.9 + 4.5}{2} \right) \times 1.5 \times 18 = 126.9 \text{ kN/m}$$

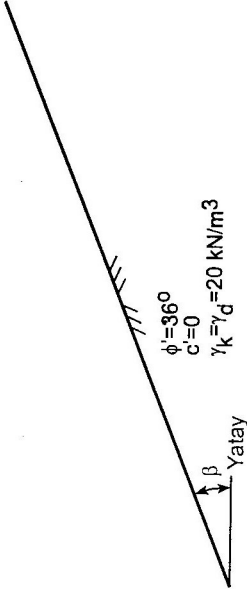
$$T_{\text{kaydıran}} = W \times \sin \alpha = 126.9 \times \sin 34 = 70.96 \text{ kN/m}$$

$$T_{\text{karşı koyan}} = c \Delta L + N \tan \phi, \cos 34 = \frac{15}{\Delta L}, \Delta L = 1.809 \text{ m}$$

$$T_{\text{karşı koyan}} = 5 \times 1.809 + 126.9 \cos 34 \tan 20 = 47.34 \text{ kN/m}$$

Problem 10.7 Diğer bilgilerin Şekil 10.20'de verildiği sonsuz şevde, a-Güvenlik sayısını 1.5 alarak, kuru durumda güvenli şev açısını, b-Genç

güvenlik sayısını 1.5 olarak su akımının şev yüzünde yüzeye paralel olması durumunda güvenli şev açısını bulunuz.



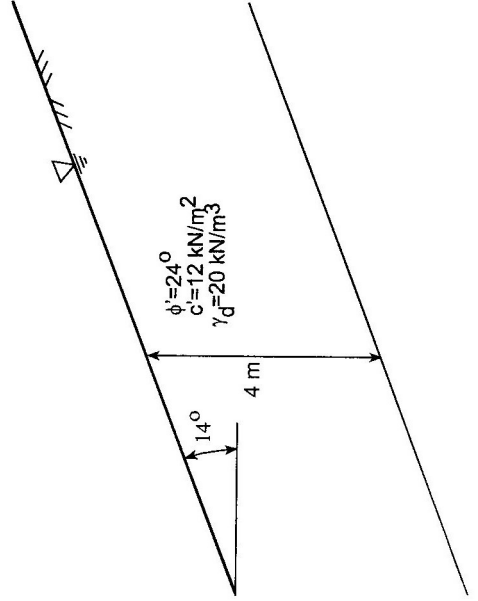
Şekil 10.20 Problem 10.7

Cözüm

$$a-G_s = \frac{\tan \phi}{\tan \beta} = 1.5 = \frac{\tan 36}{\tan \beta} \rightarrow \beta \approx 26^\circ \text{ olarak bulunur.}$$

$$b-G_s = \frac{\gamma' \tan \phi'}{\gamma \tan \beta} = 1.5 = \frac{(20-10) \times \tan 36}{20 \times \tan \beta} \rightarrow \beta \approx 14^\circ \text{ olarak bulunur.}$$

Problem 10.8 Diğer bilgilerin Şekil 10.21'de verildiği sonsuz şevde, zemin yüzünden 4 m aşağıda ve yüzeye paralel olan düzlemde sonsuz şev kayması için güvenlik sayısını bulunuz.



Şekil 10.21 Problem 10.8

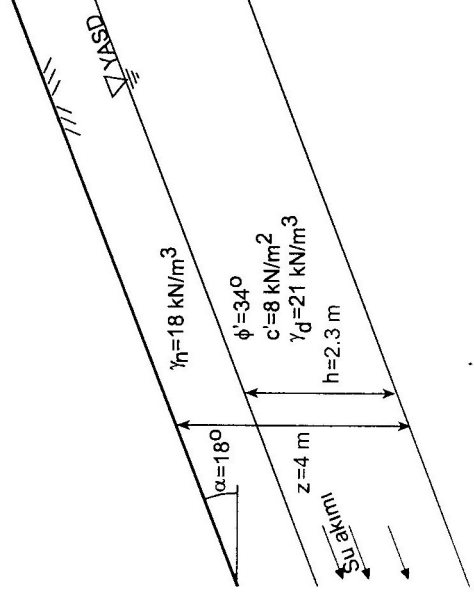
Cözüm

$$G_s = \frac{c' + (\gamma z - \gamma_{su} h) \cos^2 \beta \tan \phi'}{\gamma z \sin \beta \cos \beta} = \frac{12 + (20 \times 4 - 10 \times 4) \times \cos^2 14 \times \tan 24}{20 \times 4 \times \sin 14 \times \cos 14} = 1.46$$

Problem 10.9 Diğer bilgilerin Şekil 10.22'de verildiği durumda, yüzeyden 4 m derinlikteki düzlemde, kaymaya karşı güvenlik sayısını bulunuz.

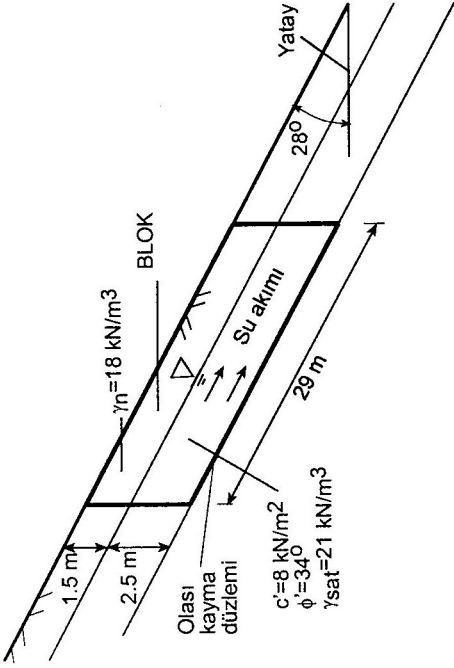
Cözüm

$$G_s = \frac{c' + [(z-h)\gamma_n \cos^2 \alpha + h\gamma' \cos^2 \alpha] \tan \phi'}{(z-h)\gamma_n \cos \alpha \sin \alpha + h\gamma_d \cos \alpha \sin \alpha} = \frac{8 + [(4-2.3) \times 18 \times \cos^2 18 + 4 \times (21-10) \times \cos^2 18] \times \tan 34}{(4-2.3) \times 18 \times \cos 18 \times \sin 18 + 4 \times 21 \times \cos 18 \times \sin 18} = 1.54$$



Şekil 10.22 Problem 10.9

Problem 10.10) Diğer bilgilerin Şekil 10.23’de verildiği durumda, Bloğu kaydıran ve kaymaya karşı koyan kuvvetleri bulunuz. Bloğun Şekil düzlemine dik uzunluğu 16 m dir.



Şekil 10. 23 Problem 10.10

Cözüm

$$T_{\text{Kaydıran}} = (1.5 \times \cos 28 \times 29 \times 16 \times 18) + 2.5 \times \cos 28 \times 29 \times 16 \times 21) = 15290.77 \text{ kN}$$

$$\sigma'_z = [1.5 \times 18 + 2.5 \times (21 - 10)] \times \cos 28 = 48.12 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma'_n = 48.12 \times \cos 28 = 42.48 \text{ kN/m}^2$$

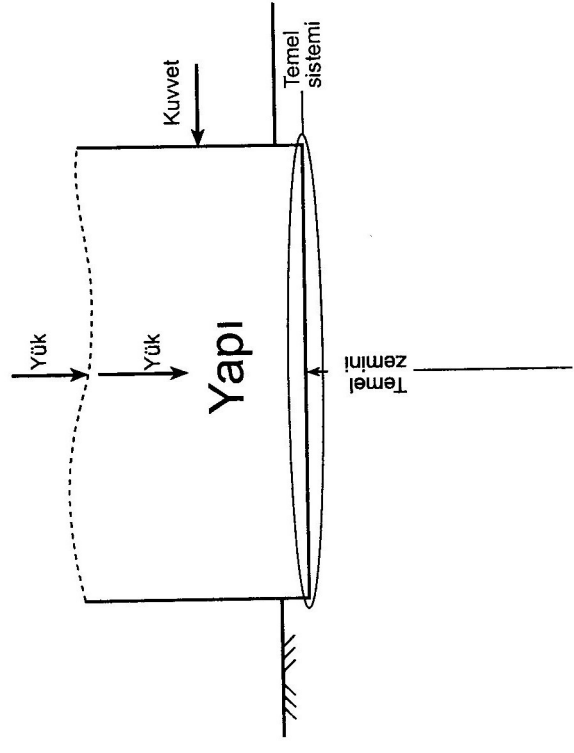
$$\tau_f = 8 + 42.48 \times \tan 34 = 36.66 \text{ kN/m}^2$$

$$T_{\text{Karşı koyan}} = 36.66 \times 29 \times 16 = 17009 \text{ kN}$$

11. BÖLÜM

ZEMİNLERİN (TEMELLERİN) TAŞIMA GÜCÜ

11.1 Giriş



Şekil 11.1 Yapı-temel sistemi-temel zemini.