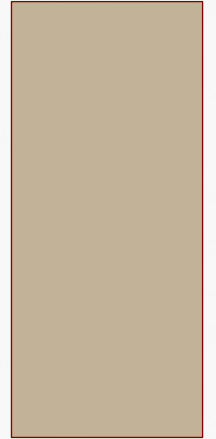


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



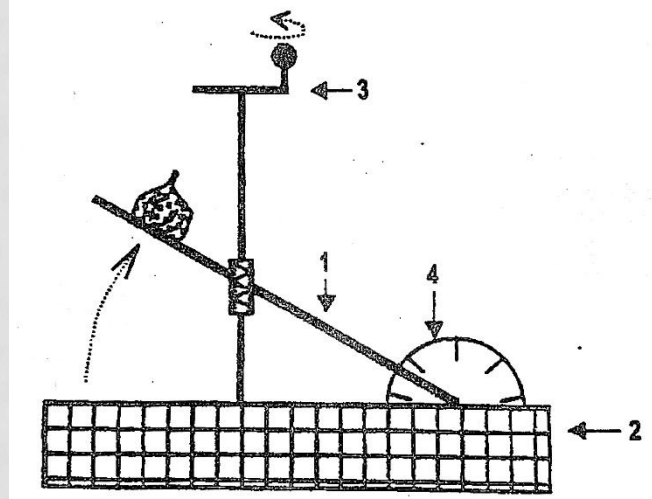
YUVARLANMA DIRENCİ

Yuvarlanma Direnci

Yuvarlak şekilli tarımsal ürünlerin sınıflandırılmasında ve ayırımında kullanılan makinaların tasarımında yuvarlanma direncinin göz önüne alınması gerekir. Yuvarlanma direnci katsayısının ölçülmesinde Şekil 56'da verilen aletten yararlanılmaktadır ölçüm sırasında, üzerine sürtünme yüzeyinin yerleştirildiği 1'no'lu yüzeye yuvarlanma direnci katsayısı ölçülecek tarımsal materyal konur. Yuvarlanma direnci katsayısına, ürünün yüzey şekli, meyvenin ağırlığı, sürtünme yüzeyinin yapısal özelliği etkili olmaktadır. Farklı yuvarlanma direnci katsayılarına sahip materyallerin ayırımında kullanılan makinaların çalışma prensibi, yukarıda belirtilen esaslara dayanmaktadır. Örneğin, patates yığılımdaki taşları ayırmada kullanılan makinalar.

YUVARLANMA DIRENCİ

Vidalı bir kol yardımı ile kademesiz olarak bu yüzeyin eğimi artırılır, üründe ilk hareket başlayıncaya kadar eğim artırılmaya devam edilir, bu eğim belli bir dengeye geldiğinde üründe yuvarlanma başlar. Hareketin başladığı anda 1 no'lu yüzeyin yatayla yapmış olduğu açı, 2 no'lu açı ölçerden okunur, bu açının tanjantı yuvarlanma direnci katsayısını verir.



Şekil 56. Yuvarlanma direnci Ölçüm aleti

YIĞILMA AÇISI VE İÇ SÜRTÜNME

Yığılma Açısı ve İç Sürtünme Açısı

Taneli materyalin yığılma açısı ve iç sürtünme açısının bilinmesi bu materyallerin depolarının ve iletim vasıtalarının tasarımında önem taşımaktadır. Bu iki sürtünme değerinin aynı olduğunun düşünülmesi mühendislik hesaplarında yanılıya götürür.

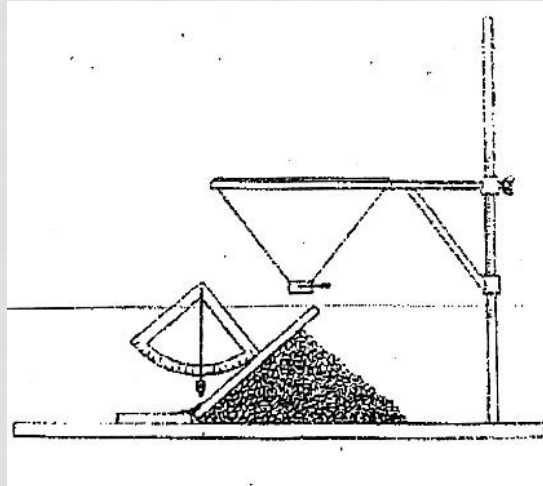
Yığılma Açısı

Yığılma açısına tarımsal materyallerin şekil, boyut, nem ve partikül dağılımı etkilidir

Statik ve dinamik olmak üzere iki farklı yığılma açısı bulunmaktadır. Serbest halde düşmeye bırakılan taneli materyal yığılmaya başlar Bu yığılma koni şeklini alır ve bu yığılmanın yatay düzlem ile yapmış olduğu açığa **Doğal Yığılma Açısı** denir.

YIĞILMA AÇISI

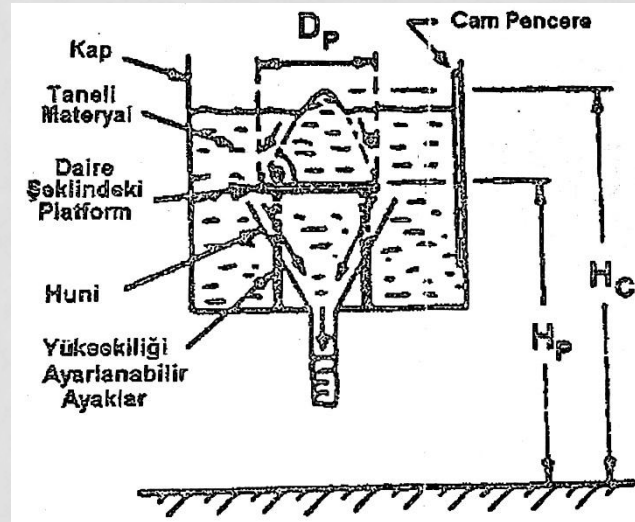
Statik yığılma açısı, tanelerin birbiri üzerinden kayması anında ortaya çıkmaktadır. Dinamik yığılma açısı, statik yığılma açısına göre daha fazla önem taşımaktadır. Örneğin, depodan katı materyalin boşalması sırasında dinamik yığılma açısı etkili olmaktadır. Yığılma açısının ölçümünde Şekil 57'de verilen düzenlerden yararlanılmaktadır.



Şekil 57. Doğal yığılma açısı ölçüm düzeni

DOĞAL YIĞILMA AÇISI

Nemin yığılma açısında öneminin büyüklüğü yapılan araştırmalarla da ortaya konmuştur. Bu amaçla Fowler ve Wyatt (1960), Stewert'ın (1968) kullandıkları yığılma açısı ölçüm düzeninde bir dairesel platform bulunmaktadır(Şekil 58).



Şekil 58. Tabii yığılma açısı ölçüm düzeni

DOĞAL YIĞILMA AÇISI

Bu platform vidalı ayaklar üzerine oturtulmuş, ayrıca altında yer alan bir hunide taneli materyalin dökülmesine için verecek şekilde yerleştirilmiştir. Tüm bu düzen bir tarafi cam olan kutu içerisine yerleştirilmiştir. Ölçüm sırasında taneli materyal kutu içerisine doldurulur. Bu materyalin tabandaki huniden akmaya başlaması ile platform üzerine koni şeklinde bir yığılma meydana gelecektir. Bu koni şeklindeki yığın materyalin ve platformun yerden yüksekliği dikkate alınarak ve aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak yığın açısı hesaplanabilir.

$$\Phi = \tan^{-1} 2 \left(\frac{H_c - HP}{D_p} \right)$$

İÇ SÜRTÜNME AÇISI

İç Sürtünme Açısı

Depoların istinat duvarları üzerindeki yatay basınçları tahminlemede taneler arası sürtünme katsayılarının dizayn parametresi olarak bilinmesine gereksinim vardır.

Depo dizaynında yanıl basınç etkisi ile oluşan gerilme (σ_3) ile düşey basınç etkisi ile oluşan gerilme (σ_1) arasındaki oranın bilinmesi gerekir ki bu basınçları bulmak için de iç sürtünme açısından yararlanır.

$$k = \frac{\sigma_3}{\sigma_1}$$

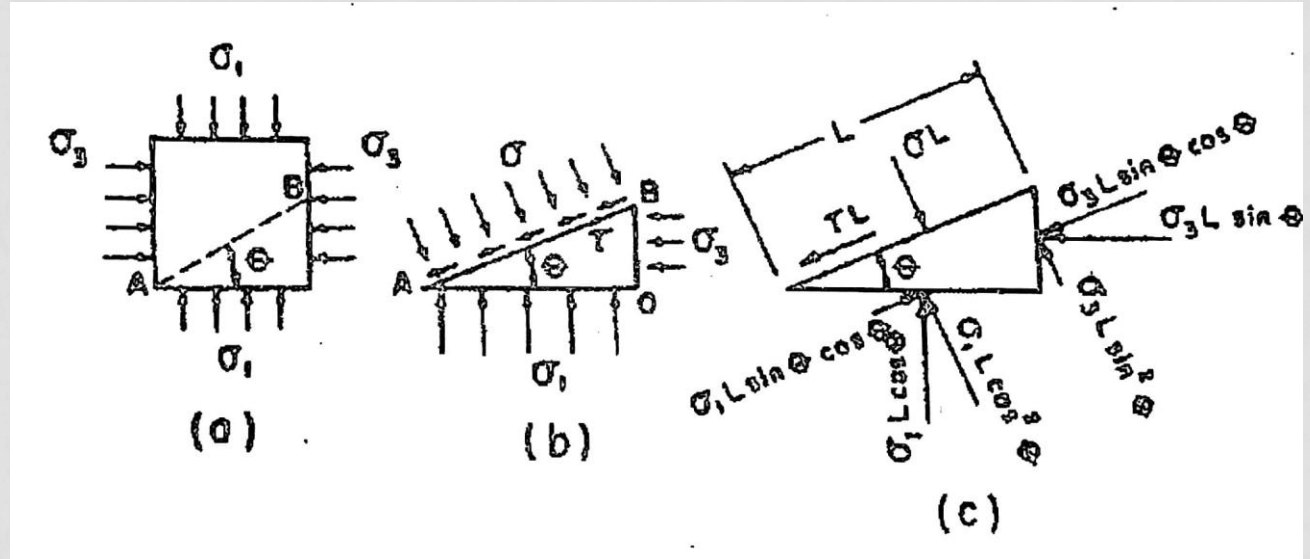
$$k = \frac{(1 - \sin \varphi_i)}{(1 + \sin \varphi_i)}$$

φ_i : iç sürtünme açısı

K, materyalin tipine, deponun geometrik özelliklerine, derinliğine, materyalin sürtünme ve kohezyon özellikleri ile nem içeriğine bağlıdır. k değerinin bilinmesi ile yan duvara gelen yatay basınç, verilen herhangi bir düşey basınç için tahminlenebilir.

İÇ SÜRTÜNME AÇISI

Mohr teorisine göre, gerilme altındaki materyal belirli bir hat boyunca kesilir. Bu hat, normal ve kesme (kayma) gerilmelerinin bir kombinasyonudur (Şekil 59). Mohr teorisine göre gerilme altındaki materyal belirli bir hat boyunca kesilir. Bu hat normal ve kesme (kayma) gerilmelerinin bir kombinasyonudur (şekil 59)



Şekil 59. Tarımsal meteryallerde AB hattı boyunca kesilme sırasındaki gerilmeler

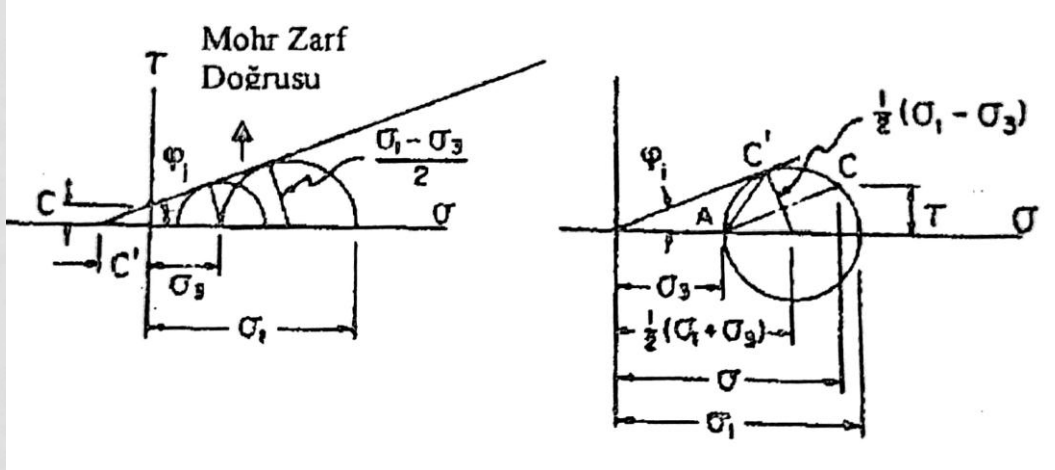
İÇ SÜRTÜNME AÇISI

k oranı, model depolarda yapılacak ölçümlerle ya da üç eksenli sıkıştırma aleti ve mohr daireleri yöntemi ile bulunur(Şekil 60).

$$\sigma = \sigma_1 \cos^2 \theta + \sigma_3 \sin^2 \theta$$

$$k = (\sigma_1 - \sigma_3) \sin \theta \cdot \cos \theta$$

σ : Normal gerilme; τ : Kesme gerilmesi



Şekil 60. Mohr daireleri

İÇ SÜRTÜNME AÇISI

σ_1 ve σ_3 üç eksenli sıkıştırma testi ile bulunabilir. σ_3 en küçük gerilmedir ve oda basıncına eşittir, asıl büyük gerilme σ_1 oda basıncını ve eksenel itme yoğunluğunu verecektir. φ iç sürtünme açısı,

$$\sin\varphi = (\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma_1 + \sigma_3)$$

eşitliği ile hesaplanabilir.

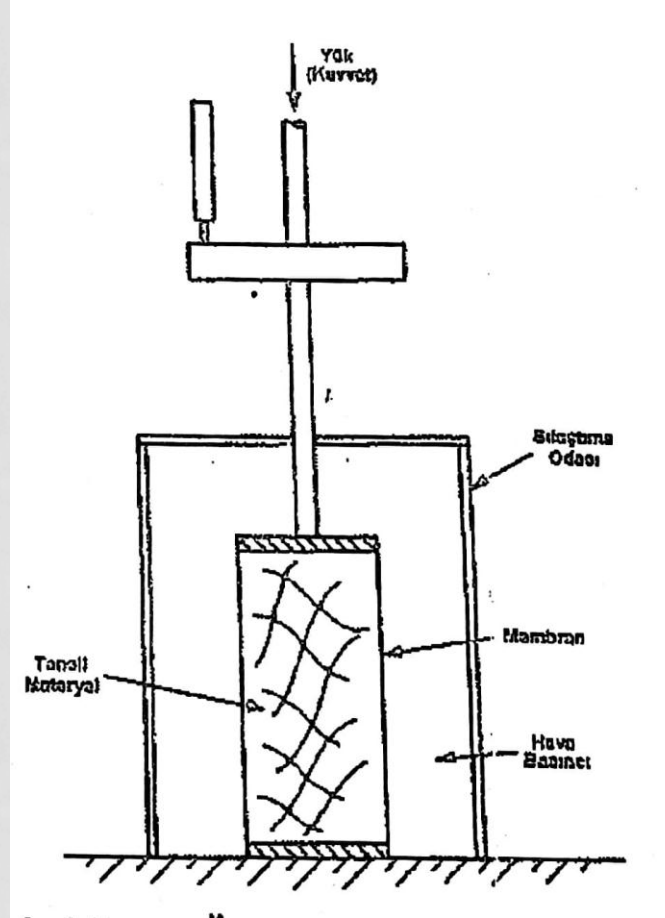
$$\frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{1 - \sin\varphi}{1 + \sin\varphi}$$

φ iç sürtünme açısı denemeler sonucunda bulunabilir. İç sürtünme açısı sabit kabul edilirse, mohr dairesi yardımı ile kesme (kayma) gerilmesi belirlenebilmektedir (Şekil 58).

İÇ SÜRTÜNME AÇISI

- Kohezif olmayan taneli materyallerde $C=0$ dir.
- Gerilmeler ve dolayısı ile iç sürtünme açısını belirlemek için üç eksenli sıkıştırma aletini kullanabiliriz (Şekil 61).
- Bu alette 4" çapında membran silindire taneler konur. Üzerine yük uygulanan kapak membran halka yardımı ile sıkıca kapatılır. Deney odasına bu silindir yerleştirilir. Yanal yönden oluşturulan hava basıncı ile σ_3 gerilmesi meydana gelir.
- Taneler arasındaki boşluklar, sıkıştırma sonucunda giderilir, değişik yüklemeler sonucunda elde edilen σ_1 ve σ_3 gerilmeleri için MOHR dairesi çizilerek iç sürtünme açıları belirlenir.
- Mohr dairesindeki zarf doğrusunun en az iki tane daireye teğet olması gerekir.
- 3-4 deneme sonucunda iç sürtünme açısı ϕ çizim yolu ile bulunur.

İÇ SÜRTÜNME AÇISI



Şekil 61. Üç eksenli sıkıştırma aleti

TANELİ MATERYALİN AKIŞI

Taneli Materyalin Akışı

Taneli materyalin akışı değişik iletim makinaları ve sınıflandırma makinalarının yapımında önem taşımaktadır.

Depolardan tanelerin akışına, depo yüzeyi ile taneli materyal arası sürtünme katsayısının, deponun eğiminin, akacağı kesit alanının büyüklüğünün, materyalin iç sürtünme açısının, materyal boyutlarının ve nemin büyük ölçüde önemi bulunmaktadır.

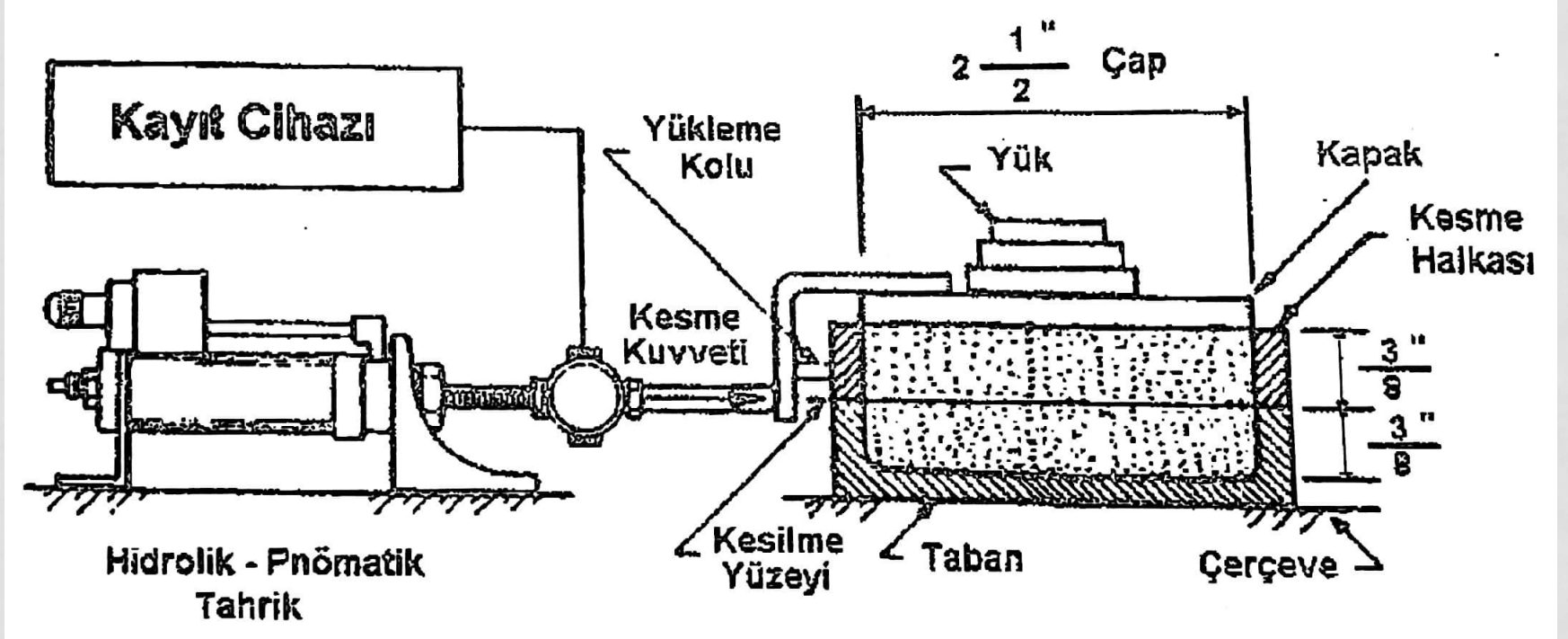
Serbest akış ile ilgili olarak yapılan çalışmalann esas teorisi, plastisite prensiplerine dayanır.

TANELİ MATERYALİN AKIŞI

Taneli materyalin akış özelliğinin belirlenmesinde kesme aleti kullanılmaktadır (Şekil 62) Bu deneyin temel prensibi plastisite teorisine dayanır. Alette kesme hücresi, yük, yükleme kolu ve tahrik düzeni bulunmaktadır.

Normal yük düşey olarak uygulanır. Kesme işlemi tahrik düzeni yardımı ile gerçekleştirilir. Kesme kuvvetinin değeri, hassas elektronik düzenler ya da dinamometre yardımı ile belirlendikten sonra, bu değerlerden yararlanarak gerilmeler ve iç sürtünme açısı bulunur.

TANELİ MATERYALİN AKIŞI



Şekil 62 Taneli materyalin akış özelliğinin belirlenmesinde kullanılan kesme aleti

TANELİ MATERYALİN AKIŞI

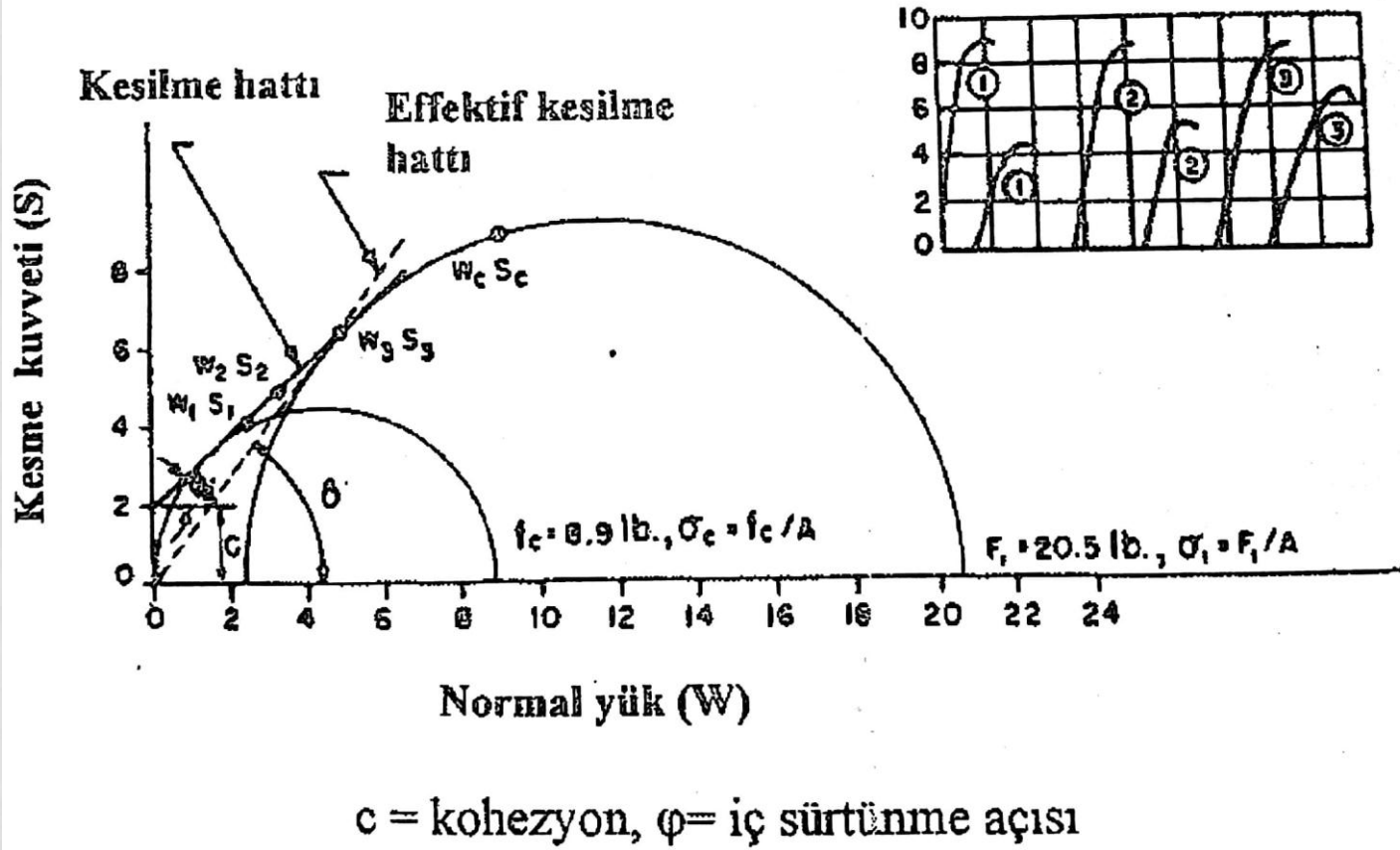
- Denemelere başlamadan önce taneli materyale düşey yönde uygulanacak yük (W_c) belirlenir.
- Bu yük, taneli materyalin üzerine yerleştirilmiş olan kapak üzerinden uygulanır ve bu yük altında taneli materyalin kesilmesi için yeterli yatay kesme kuvvetinin değeri yapılan denemeler sonucunda ölçülür (S_c).
- W_c ve S_t değerleri belirlendikten sonra, W_c değerinden küçük olmak şartı ile taneli materyal üzerine farklı düşey yükler uygulanır ve her bir yük için kesme kuvvetleri ayrı ayrı belirlenir.
- Denemeler çok tekerrürlü yapılır. Kesme kuvvetleri ve normal yükler ölçüldükten sonra belirlenen noktalar birleştirilerek kesilme hattı oluşturulur.
- Şekil 63'de 3 takviye yükü kullanılmış, kesme kuvvetleri belirlenerek bu noktalardan geçen kesilme hattı düz bir hat şeklinde çizilmiştir.

Kesilme hattı, katı materyalin takviye derecesinin bir fonksiyonudur. Takviyesiz materyalin kesilme hattı orijinde bir noktaya doğru azalma gösterir. Katı materyal direnç göstermez.

TANELİ MATERYALİN AKIŞI

- Kesilme hattına teğet olmak üzere merkezden geçen bir çember çizilir. Çemberin yatay eksenini kestiği yer f_c (lb) değerini verir. $\sigma_c(f_c/A)$ sınırlandırılmamış gerilme, f_c sınırlandırılmamış kuvvetin değerini verir. f_c serbest yüzeyde katı materyalin direncinin bir ölçütüdür. Kesilme hattına teğet, aynı zamanda W_c , S_c noktasından geçen çemberin yatay eksenini kestiği yer F_1 değerini verir.
- Esas büyük gerilme $\sigma_1(F_1/A)$, F_1 esas büyük kuvvettir. F_1 , katı materyalin duvarları sabit olan bir silindirde sıkıştırılmasıyla ortaya çıkar. Katı materyalin sınırlandırılmamış basıncı ve takviye basıncı arasındaki ilişki **Akış Fonksiyonunu** verir.
- $\sigma_c = f(\sigma_1)$
- $FF = d\sigma_1/d\sigma_c$

TANELI MATERYALIN AKIŞI



Şekil 63. Taneli materyaldeki akış özelliklerini gösteren normal yük ve kesme kuvveti diyagramı

TANELİ MATERYALİN AKIŞI

Katıların önemli akış özellikleri “KRİTİK AKIŞ FAKTÖRÜ (ff)” olarak bilinir. Her deponun kendisine özgü kritik hattı vardır. Bu hat, akış fonksiyon hattının altında kalır. Katı materyalin köprü oluşurması, direnç göstermesi, tıkanması bu bölgede oluşmaz. Bu hat ele alınan deponun kritik hattı olarak bilinir.

$$ff = (\sigma_1 / \sigma_c)_{\text{kritik}} = (F_1 / F_c)_{\text{kritik}}$$

Bu koşulun gerçekleştiği noktada materyal akışı engellenecek, tıkanma oluşacaktır. Katı materyal serbest akışta ise;

$$\sigma_c = f(\sigma_1) < \sigma_c \text{ kritik} = (1/ff)\sigma_1 \text{ ya da}$$

$$ff < \sigma_1 / \sigma_c$$

Koşulları gerçekleşir.

TANELI MATERYALIN AKIŞI

Akış fonksiyonu sadece materyale bağlı iken, akış faktörü ff depo geometrisi, materyal, yüzey duvar özellikleri gibi niteliklere bağlıdır. Kohesif olmayan materyalde $c=0$ dır. Kesilme doğrusunun eğimi ise iç sürtünme açısını verir.

Bu esaslar, FF akış fonksiyonu göz önüne alınarak katı materyalde sınıflandırma yapıldığında aşağıda verilen koşullar ortaya çıkmaktadır:

$FF < 2 \rightarrow$ çok kohezif akıcı değil

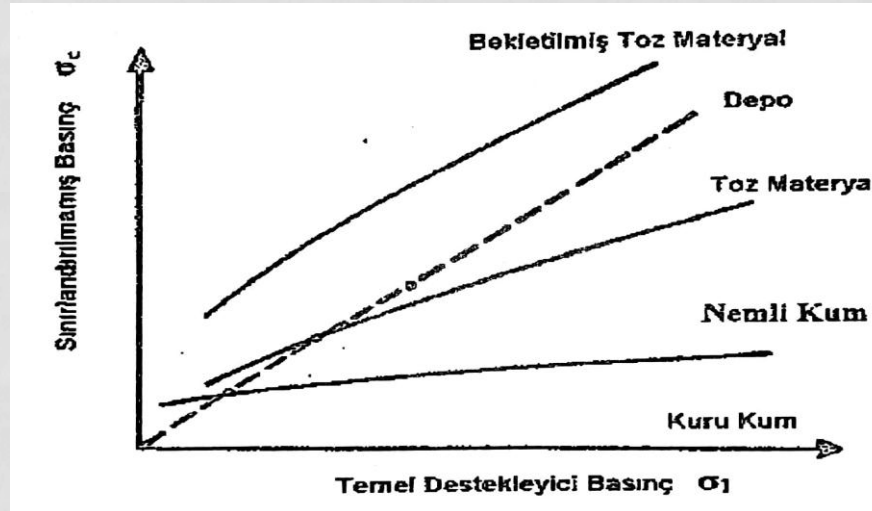
$4 > FF > 2 \rightarrow$ kohezif

$10 > FF > 4 \rightarrow$ kolay akar

$FF > 10 \rightarrow$ serbest akış

TANELI MATERYALIN AKIŞI

Şekil 64'de seçilen bir deponun kritik akış faktörü ve bazı materyallerin akış fonksiyonları verilmiştir. Buna göre kuru kumda sınırlandırılmamış basınç değeri sıfırdır. Kesinlikle tutunamaz. Ancak, nemlendirilirse direnç kazanabilir, Zamanın etkisi toz materyalde belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Bekletilmeden önce serbest akış durumunda iken, 24 saat depoda bekletilen toz materyal depo akış faktörünün üzerinde bir fonksiyon verir. Bu durumda köprü oluşur, akış duraklar.



Şekil 64 Seçilen bir depo için akış faktörü ve bazı materyallerin akış fonksiyonları

KAYNAKLAR

1. ALAYUNT, F.N.,2000.Biyolojik Malzeme Bilgisi. Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:541 ,E.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atelyesi,132 s., İzmir. **(Ana Kaynak)**
- 2 . TUNALIGİL, B.G.,1993. Biyolojik Malzemelerin Teknik Özellikleri. Ankara Üniversitesi Yayınları:1305,Ders Kitabı:379, 136 s., Ankara.
3. MOHSENIN, N.M.,1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers,Inc., New York ISBN 0-677-21370-0, 891 p.
4. ÇOLAK, A., 1990. Şeker Pancarı Başkesme Bıçakları Çalışma Koşullarını Etkileyen Temel Karakteristiklerin Tarla Koşullarında Saptanmasına İlişkin Yöntem Geliştirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 134 s. Ankara.

ÖNEMLİ NOT

- DİKKAT: Sunumdaki görseller dışındaki tüm bilgiler ve şekiller dönem içerisinde izlenen ders kitabı niteliğini taşıması nedeniyle 1 No'lu ana kaynak kitaptan alıntılanmıştır.

TEŞEKKÜR

Sunumun Hazırlanmasında ve dersin verilmesinde önemli desteklerini gördüğüm yardımcım Araş. Gör. Dr. Uğur YEGÜL'e teşekkür ederim. Sunumun dersi alan öğrencilere yararlı olması dileğiyle saygılarımı sunarım.

Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK