

RÜZGAR EROZYONU

Su gibi rüzgar da toprak erozyonu yapan bir eroziv kuvvettir. Toprağı koruyan vejetasyon örtüsünün kalkması halinde, **özellikle kurak bölgelerde** rüzgar erozyonu sorunu başlar. Su erozyonunun aktif olduğu alanlarda da rüzgar erozyonu görülebilir.



Rüzgar erozyonu Türkiye’de de ciddi bir sorundur. İç Anadolu’da Konya’nın Karapınar ilçesinde doğal bitki örtüsünün kaldırılması ve meraların sürülmesi ile hektarlarca arazi de rüzgar erozyonu çok tehlikeli sorun olmuş, bu ilçe kumlara gömülme tehlikesine uğramıştır. Böylece geniş bir **kara kumulu** oluşmuştur.



Karadeniz’de, Kilyos, Terkos Gölü civarında ve güneyde Akdeniz sahilinde Manavgat’da rüzgar erozyonu ile **sahil kumulları** oluşmuş ve iç kesimlere doğru hareketle tarım alanlarını tehdit eder duruma gelmiştir. Bunlardan başka:

Adana-Akyatan Kumulları: Seyhan ve Ceyhan Nehirleri deltaları ve Tarsus Irmağı ağzı sahil rejyonunda yer alır.

Ortakumluk Kumulu: Akyatan Kumul silsilesinin batı kısmını oluşturan bu kumul Tarsus Irmağı ağzı çevresinde yer alır.

Side-Sorkun, Serik Kumul Serisi: Bu kumul serisi Manavgat Irmağı ağzından başlayıp Side’ye doğru uzanır. Side’den sonra Serik’e doğru sahil boyunca dar bir şerit halinde kumullar birbirini takip eder.

Demre Kumulu: Demre sahil bölgesindeki bu kumul karakter ve zararlılık derecesi bakımından önemli bir kumuldur.

Kalkan-Fethiye Kumulu: Eşen Çayı ağzında oluşmuş büyük bir kumul olup Eşen Çayı'nın akış yönüne göre solda Kalkan(Ovagelemiş), sağda Fethiye(Kumluova) Kumulu bulunmaktadır.



Kumul Alanları

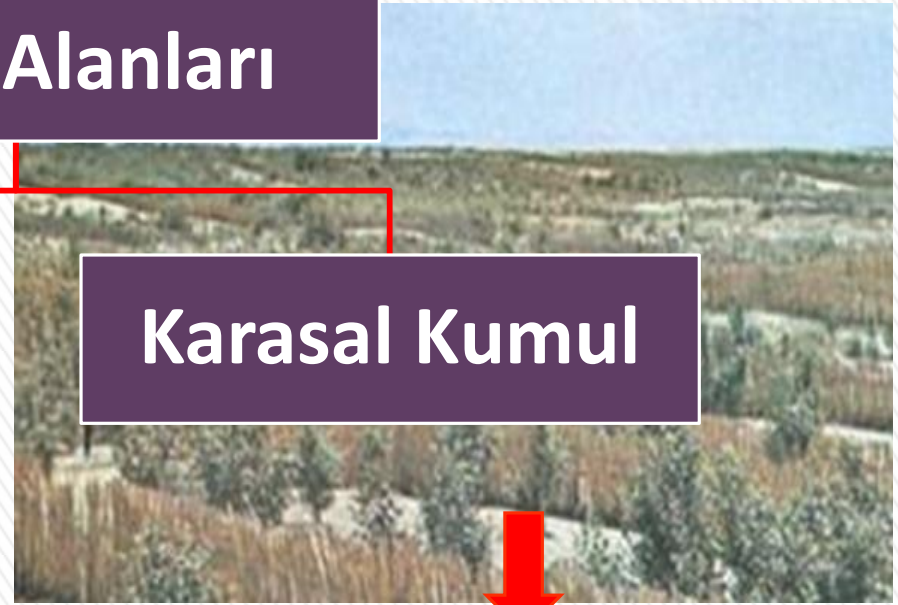
Sahil Kumulu



Deniz kıyısında, genellikle akarsuların döküldüğü alanlarda ince kumların dalga ve rüzgarın etkisiyle karaya taşınması sonucunda oluşan alanlardır.

Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında yaklaşık 29 000 ha kumul alanı bulunmaktadır.

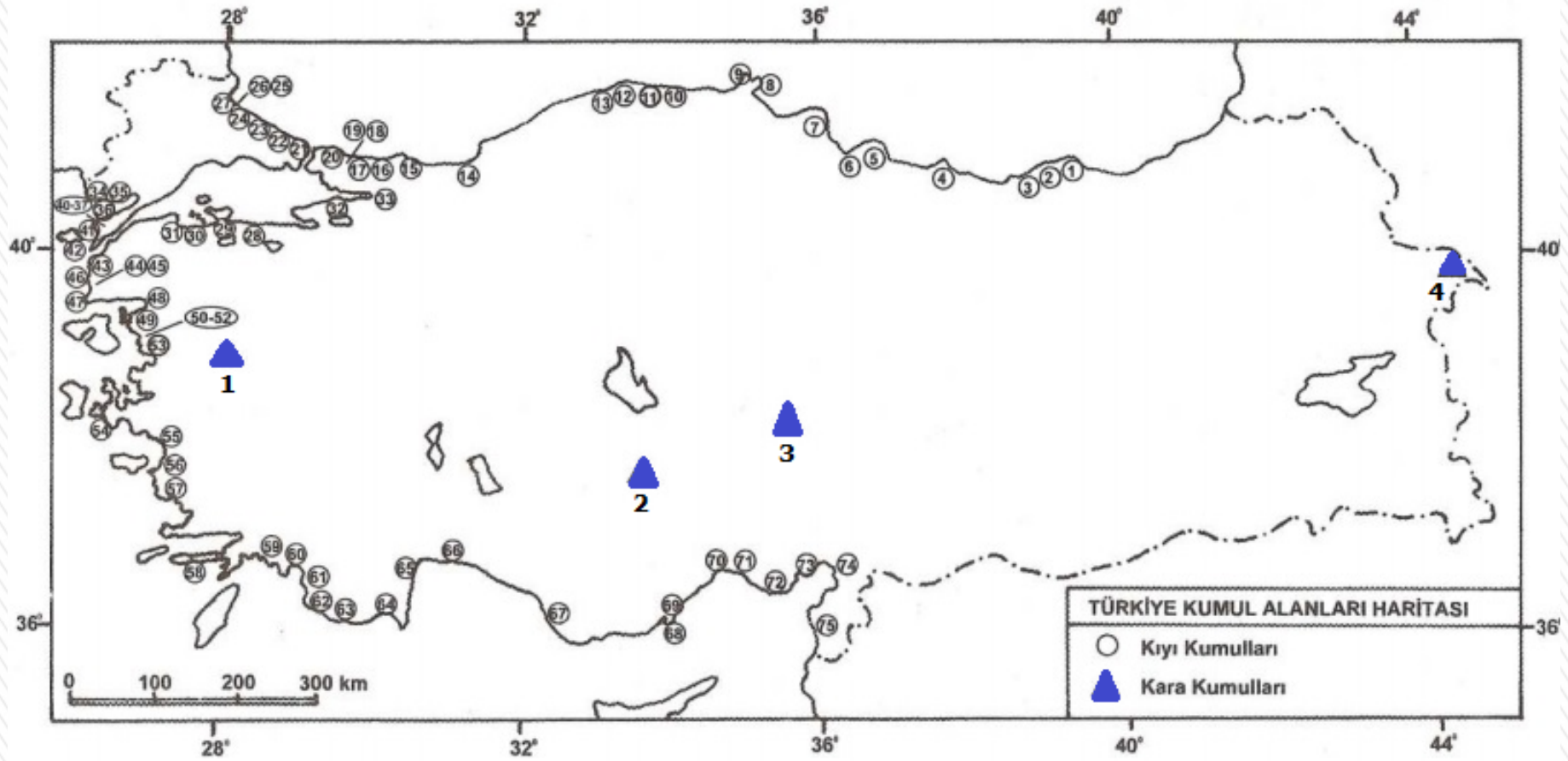
Karasal Kumul



Denizden uzak eski göl yada akarsu yataklarında oluşan hareketli kum tepeleridir.

Konya, Kayseri, Niğde, Iğdır, ve Manisa illerinde olmak üzere, yaklaşık 500000 ha arazide rüzgar erozyonu tespit edilmiştir.





KIYI KUMULLARI

Deniz kıyılarında genellikle akarsuların denize döküldüğü alanlarda irili ufaklı **75** adet kıyı kumulu bulunmaktadır.

KARA KUMULLARI

- 1- Manisa-Akhisar (Akselendi Ovası)
- 2- Konya (Karapınar)
- 3- Kayseri-Sultansazlığı-Develibatısı (Çöl Gölü)
- 4- Iğdır (Tuzluca)



Toprağın rüzgarla hareketi: Rüzgarla toprak parçacıklarının taşınması üç türlü olmaktadır.

- 1- Süspansiyon
- 2- Sıçrama
- 3- Yuvarlama veya sürüklemedir.

SÜSPANSİYON: Genellikle 0.1mm den küçük taneciklerin havada asılı bir durumda hareketidir. Bu şekilde taşınma çoğu kez yerden 1m. den daha yukarılarda yer alır. Bu tanecikler uzun süre havada kalabilmekte ve türbülans ile uzaklara taşınmaktadırlar. Toz fırtınaları bu harekete örnektir.



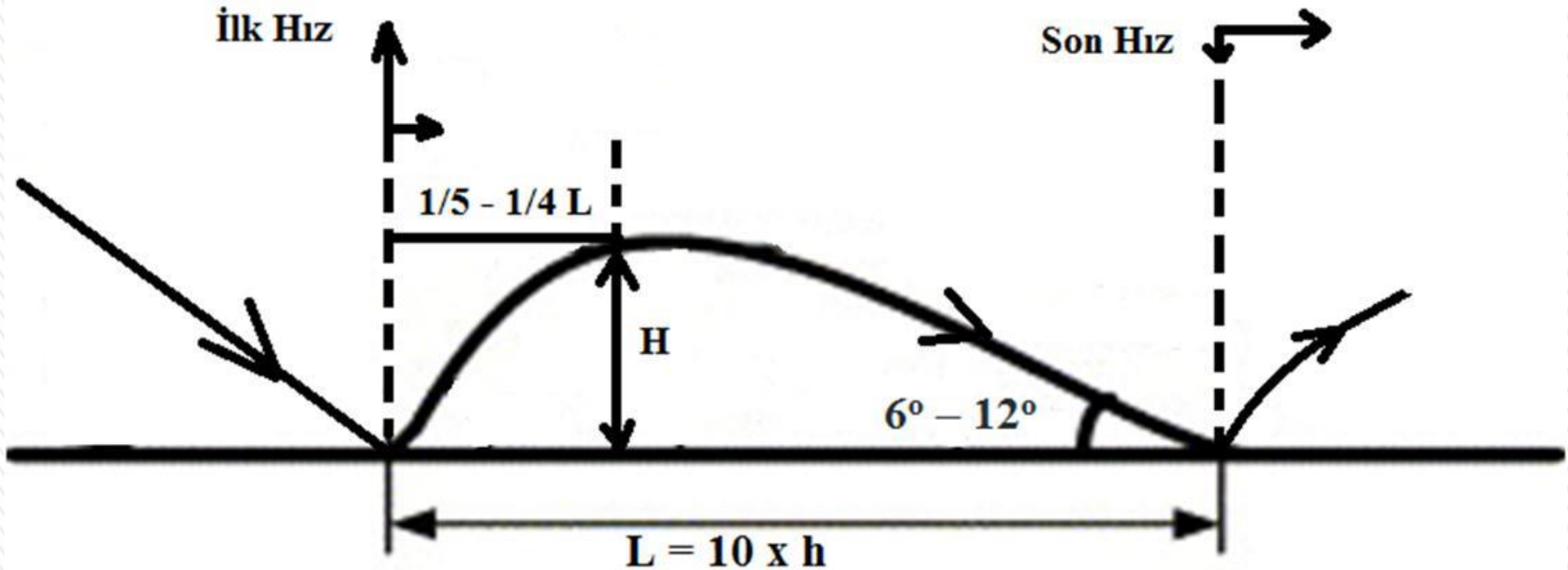
SİÇRAMA: Üç hareket içinde en önemlisi sıçramadır. Hareket orta büyüklükteki tanelerden süspansiyon haline geçemeyecek kadar iri, fakat sıçrayıp bir süre havada kalacak kadar küçük olan parçacıkları kapsar. **Çapları 0.05mm ile 0.5mm arasındaki taneler sıçrama ile taşınırlar.** Bu bant içinde en çok taşınan büyüklük **0.1-0.15mm** arasındadır.

Rüzgarla taşımada toplam taşıntı materyalinin;

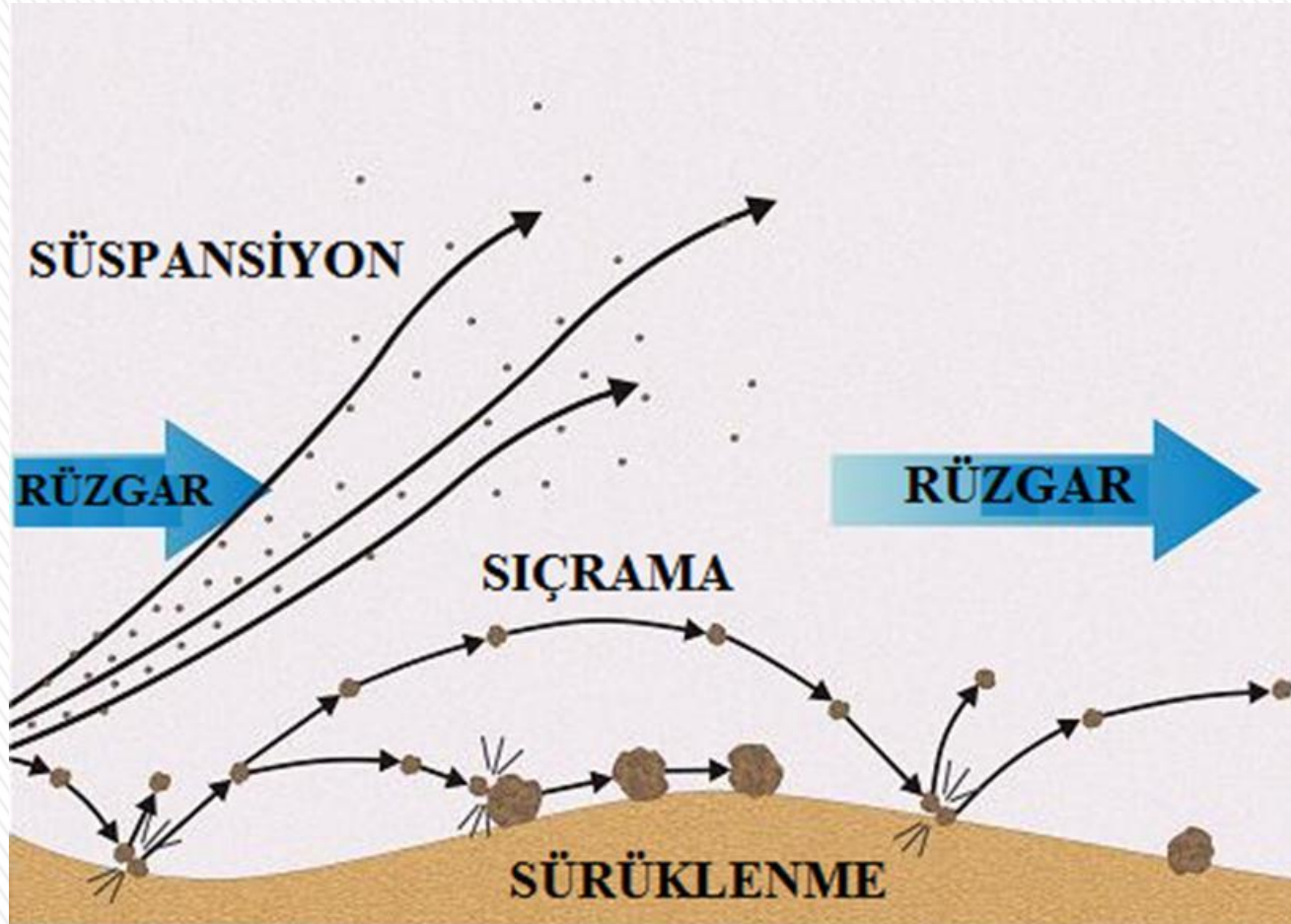
- %55-72 si sıçrama ile,
- %7-25'i sürüklenme ve
- %3-38'i de süspansiyonla taşınmaktadır.



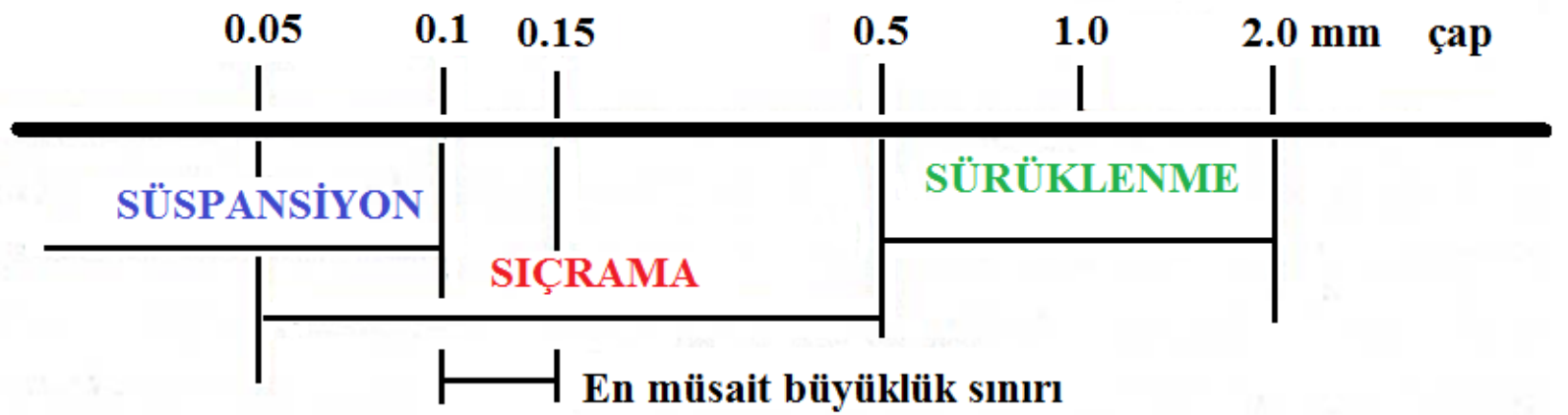
Bir toprak tanesinin rüzgar önündeki sıçrama biçimi aşağıdaki şekilde gibidir. İlk hızı olan bir tane **H** yüksekliğine eriştikten sonra, bu yüksekliğin yaklaşık 10 katı olan bir **L** mesafesi kat ederek zeminle **6° – 12°** derece yaparak yere düşer ve orada başka taneleri harekete geçirir.



YUVARLANMA VE SÜRÜKLENME: Çapları 0.5mm-2.0mm arasındaki taneler bu hareketle taşınırlar. Bunlar zeminde rüzgar ve diğer taneciklerin itişleri ile yuvarlanırlar.



Toprağın rüzgarla hareketi: Rüzgarla toprak parçacıklarının taşınması üç türlü olmaktadır.



Şekil 5.1. Parçacık büyüklüğüne bağlı olarak rüzgarla hareket şekilleri.



Rüzgar erozyonunun oluşum aşamaları üç belirgin kısma ayrılabilir: **1) Hareketin başlaması, 2) Taşınma, 3) Yığma ve biriktirme.**

Hareketin Başlaması: Toprak taneciklerinin harekete geçmesi rüzgarın hızı ve oluşturduğu türbülans sonucu olur. **Toprağı harekete geçiren minimum rüzgar hızına sınır hız** denir. Buna karşılık sıçramada, hareketi sağlayan minimum hıza da “**çarpma minimum sınır hızı**” denir.

*Erozyona yatkın toprakların pek çoğunda taneciklerin (0.1mm çapında) harekete geçmesi için **yerden 30cm. yükseklikteki minimum rüzgar hızının 5.4 m/sn (16km/sa) civarında olması gerekmektedir.***

Taşınma: Harekete geçen toprak miktarı, tanelerin büyüklükleri, rüzgar hızı ve erozyona uğrayan alanın uzunluğuna bağlıdır. Taşınan toprak miktarı sınır hızın üstündeki hızların küpü (V^3) ile, tane çapının da kare kökü ile değişmektedir.

$$E = V^3 \sqrt{d}$$

$$E = (V - V_0)^3 \cdot d^{1/2}$$

V = Rüzgar hızı

V_0 = Rüzgarın ilk hızı

d = çap (mm)

E = Erozyon miktarı

Yığılma: Taşınma aşamasında eğer rüzgarın taşıma kuvveti, yerçekiminden daha az bir noktaya düşerse, o zaman yığılma ve birikme olayı başlar.

Rüzgar erozyonunu etkileyen etmenler:

- ❖ İklim
- ❖ Toprak
- ❖ Bitki örtüsü
- ❖ Yüzeysel pürüzlülük
- ❖ Erozyon alanının uzunluğu

İklim: Rüzgar erozyonunu etkileyen iklim faktörleri: *yağış, sıcaklık, rüzgar, nem, viskozite ve havanın yoğunluğudur.*

➤ Nemli toprak kohezyon nedeni ile kuru olana nazaran rüzgar erozyonuna daha dayanıklıdır.

➤ Sıcaklık, havanın nemini, rüzgar ise evapo-transpirasyonu etkiledikleri için toprak nemi azalmasında etkin olmaktadır. Diğer taraftan donma ve çözünme olayları da toprağı bağıntısız ve erozyona hazır hale getirmektedir.

➤ **Rüzgarın** erozyonu etkileyen en önemli karakteristikleri **hızı, yönü, süresi ve türbülansıdır.**

Toprak: Rüzgar erozyonunda etkin olan toprak özellikleri; *tekstür, strüktür, tane yoğunluğu, hacim ağırlığı, organik madde, nem kapsamı ve yüzeysel pürüzlülüktür.*

- Rüzgar erozyonunda erodibilitiyi toprağın primer taneciklerinin boyut dağılışı değil, **sekonder tanecikler veya agregatların boyutları** tayin etmektedir.
- Toprağın rüzgara göre erodibilitesi, erozyona uygun agregatların hacim ağırlıklarının karekökü ile değişmektedir.

$$E \equiv k \cdot \sqrt{Pa}$$

E= Erodibilite

k= Sabite

Pa= Hacim ağırlığı (g/cm³)

- Agregatlar için bulunan sınır rüzgar hızı, 0.1mm ekivalen çaptaki agregatlar için en düşük bulunmuştur.

$$De = \frac{Pa}{Pr} \cdot d$$

De= Ekivalen çap (mm)

Pa= Hacim ağırlığı (g/cm³)

Pr= Tane Yoğunluğu (g/cm³)

(genellikle 2.65 olarak alınabilir)

d= Agregat çapı (mm)

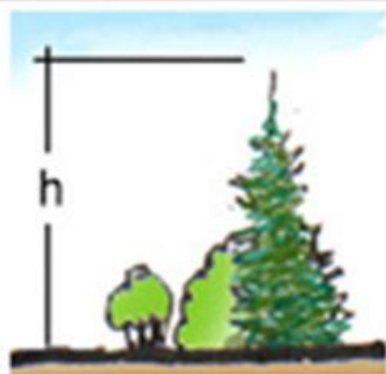
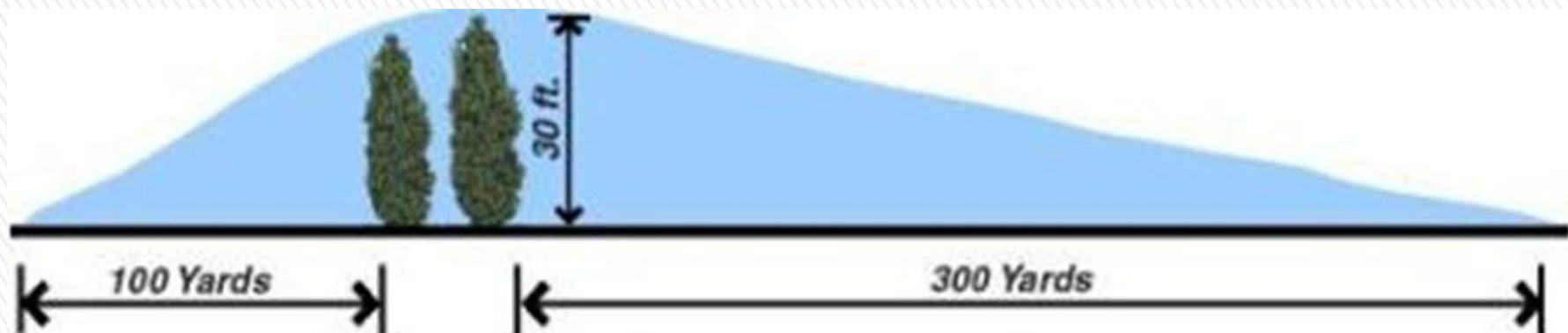
- Toprakların tane yoğunlukları 1.37 gr/cm^3 (humus)'ten limonitte olduğu gibi $3.4\text{-}4.0 \text{ gr/cm}^3$ 'e kadar değişebilmektedir. Ancak genel olarak $2.50\text{-}2.80 \text{ gr/cm}^3$ arasındadır. Kuşkusuz, taneciklerin yoğunlukları arttıkça, bunları harekete geçirecek sınır rüzgar hızının da daha yüksek olması gerekecektir.
- Toprak nemi tanecikleri bağlayıcı olduğu için rüzgar erozyonunu azaltıcı olmaktadır.
- Organik madde agregatları stabil hale getirdiği için rüzgar erozyonunu azaltmaktadır. Suya dayanıklı agregatların çokluğu da erozyonu azaltıcı olmaktadır.

Yüzeysel Pürüzlülük:

Toprak işleme yapılmış alanlarda, erozyona uygun olmayan fraksiyonların yüzeyde çıkıntılar yapmaları ve bunların sayılarının fazla olmaları halinde pürüzlülük artmakta ve rüzgar **erozyonu azalmaktadır**. Toprak yüzeyinin pürüzlülüğünün artması ölçüsünde rüzgar hızında bir azalma olmaktadır.

Bitki Örtüsü: Yüksekliği, sıklığı, tipi ve mevsimlik dağılışı rüzgar erozyonunda önemlidir. Zira bitki örtüsü rüzgar hızını **azaltmakta** ve hareket halindeki toprak parçacıklarını tutmaktadır. Ayrıca bitki örtüsü toprakların organik madde içeriğini artırmakta ve böylece topraklara iyi fiziksel özellikler kazandırmaktadır. Canlı bitki örtüsü, cansız örtülerden (ölü örtü, anız vb.) daha etkili olmaktadır.

Erozyona uğrayan yüzeyin uzunluğu: Erozyona uğrayan alanın genişliği veya rüzgar yönündeki **uzunluğu artınca erozyon miktarı da artmaktadır**.



Open Wind Speed 20 mph 40 to 60% Density

Downwind Zone of Protection

h distance from windbreak	5h	10h	15h	20h	30h
miles per hour	6	10	12	15	19
% of open wind speed	30%	50%	60%	75%	95%

EROZİV ETMENLERE GÖRE DİĞER TOPRAK TAŞINMASI ŞEKİLLERİ

Su ve rüzgar erozyonu gibi hızlanmış erozyon dışında;

☐ Yerçekimi (kitle hareketleri),

☐ Çığ,

☐ Buzul,

☐ Deniz ve göl dalgaları

gibi eroziv etmenlerin meydana getirdiği erozyon çeşitleri de vardır..

DİĞER TOPRAK TAŞINMASI ŞEKİLLERİ



1- Yer Çekimi Erozyonu (kitle hareketleri):

Yamaç ve şevleri oluşturan toprak ve kayaların, yerçekiminin doğrudan etkisi altında eğim aşağı hareketini ifade eden genel bir terimdir.

Kitle hareketleri;

- **Heyelanları,**
- **Hızla hareket eden materyal akımlarını,**
- **Yavaş hareket eden toprak sürünmesini,**
- **Her türlü kaya düşmelerini,**

kapsamaktadır.

Bu tür toprak hareketlerinin sınıflandırmasında çok çeşitli faktörler ölçüt olarak kullanılmaktadır.

**Kayma yüzeylerinin
şekli**

**Hareket eden
materyalin cinsi**

**Toprak hareketinin
yaşı veya hareket hızı**

**Hareketin gelişme
aşaması**

**Kitle
Hareketlerinin
Sınıflandırılması**





Kitle Hareketleri

1. Heyelanlar

1.1. Kaya ve Zemin Düşmeleri

1.2. Kaymalar

1.2.1. Düzlemsel kaymalar

1.2.2. Dönel kaymalar

1.2.3. Karmaşık kaymalar

1.3. Akmlar

1.4. Karmaşık Heyelanlar

2- Özel şev hareketleri

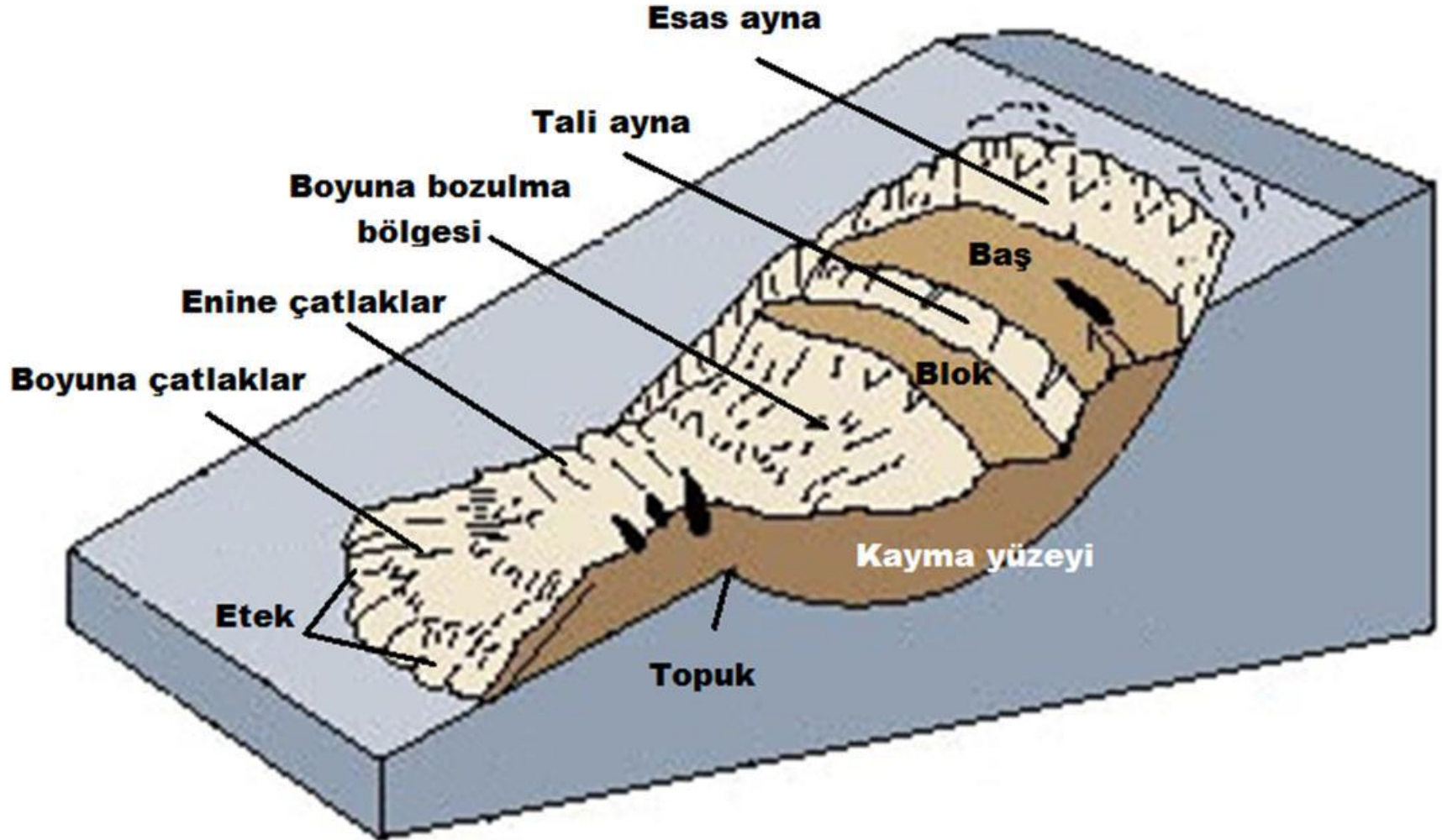
2.1. Sünme/Sürünme

2.2. "Çabuk Killerdeki" Heyelanlar

2.3. Donma-Çözünme Akması

2.4. Çığ kayması/Materyal Çığı

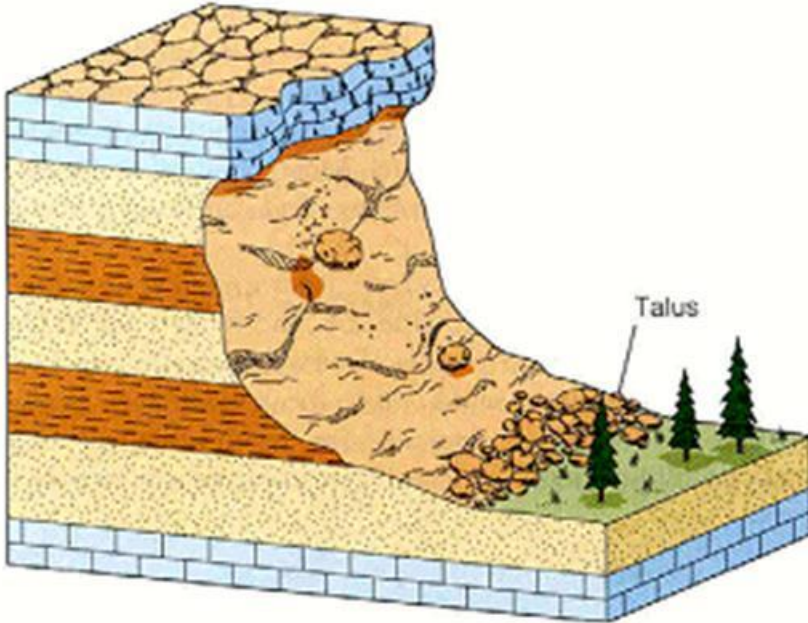
Kaya, taş, toprak ve daha başka dolgu materyalinin veya bunların karışımından oluşmuş bir yamacın aşağıya ve dışa doğru hareketine **arazi kayması** veya **heyelan** denir.



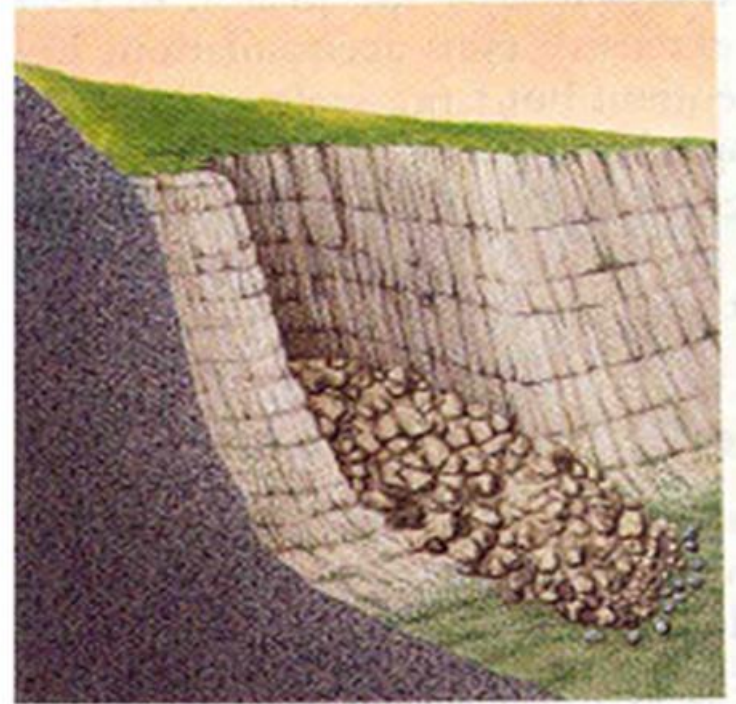
Arazi kayması (Heyelan) ve bunun çeşitli kısımlarına ait terimler

Kaya ve Zemin Düşmeleri: Düşmeler hem kaya hem de çeşitli zemin formasyonlarında olabilmekte ve "gevşeme ya da parçalanma yoluyla ana kitleden ayrılan bölümlerin ani hareketi" olarak tanımlanmaktadır.

Düşme şeklindeki kitle hareketlerini kaymalaradan ayıran özellik, hareketin **serbest düşme biçiminde** olmasıdır.



Zemin (döküntü ve/veya toprak) düşmesi



Kaya düşmesi

Kaymalar: Oldukça belirgin bir ya da birkaç kayma yüzeyi boyunca oluşan kitle hareketleridir.

Kaymalar genellikle hareketin son aşamasında kısmen ya da tümüyle akmalara dönüşebilmektedir.

Kaymalar, kayma yüzeylerinin biçimine göre;

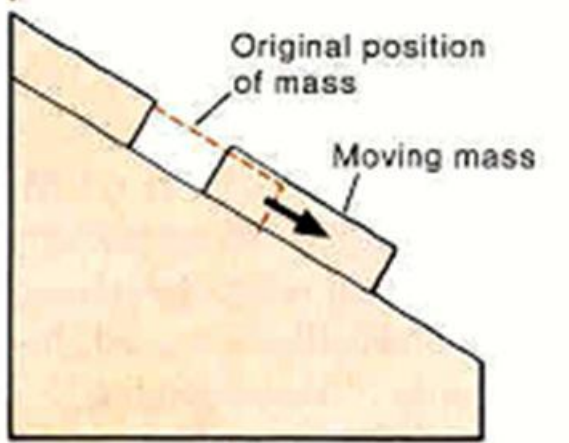
- ✓ Düzlemsel
- ✓ Dönel (eğrisel)
- ✓ Karmaşık kayma şeklinde gerçekleşmektedir.

Düzlemsel Kaymalar: kayalarda ve kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde ortaya çıkabilmektedir. Kayan kitle genellikle birkaç metre kalınlıkta olmakla birlikte, çoğu zaman büyük alanları kapsayabilir.

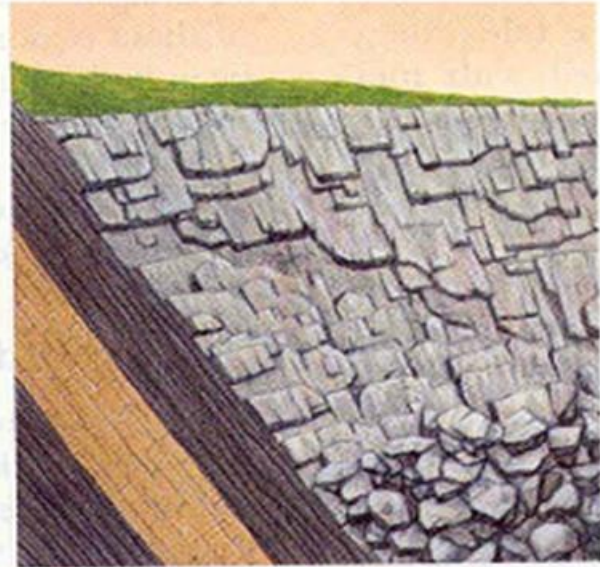
Düzlemsel kaymalar, yerçekiminden kaynaklanan ve yamaç ya da şevi kaymaya zorlayan kuvvetlerle, kohezyon ve sürtünme kuvvetlerinden kaynaklanan ve yamacı yerinde tutan kuvvetler (direnç) arasındaki dengenin değişmesi ile açıklanabilir.

Bu dengenin bozulması;

- Materyal içine su sızması
- Doğal erozyon ve kazı ile yamaç eğiminin artması
- Yamaç yukarısına dolduru, yol, bina vb. yapılması ile ek yük binmesi



Düzlemsel Kayma



Kaya Kayması



Dönel kaymalar: çok sık karşılaşılan türü, daha çok çökme ve bir miktar da ötelenme biçiminde oluşan **şev göçmesidir** ve genellikle pekişmemiş ya da çok az pekişmiş formasyonlarda ortaya çıkmaktadır. Kil, kilitaşı ve şeyller bu tür göçmelere yatkındır.

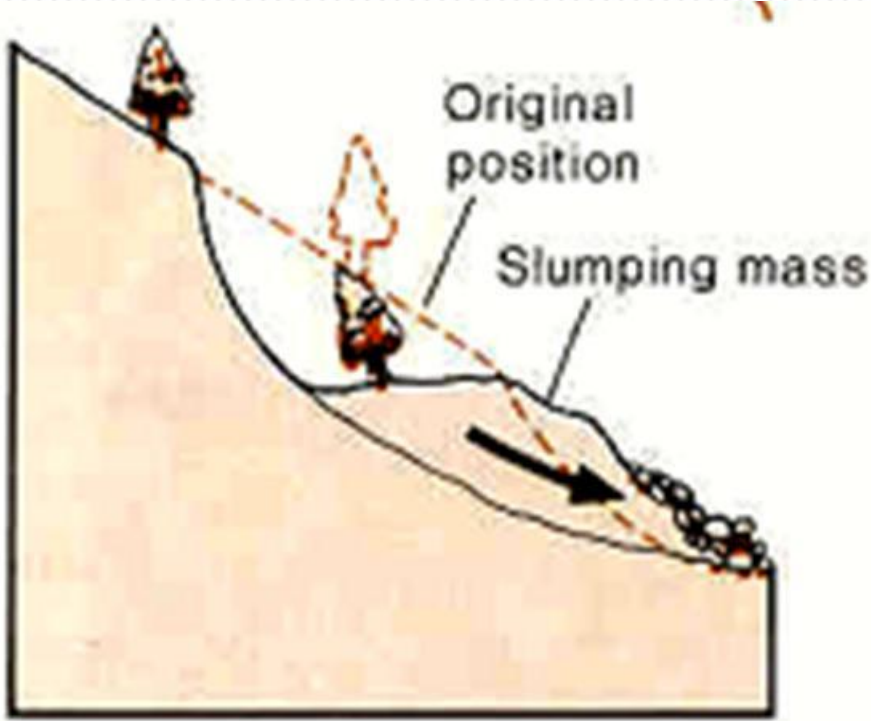


Kilitaşı

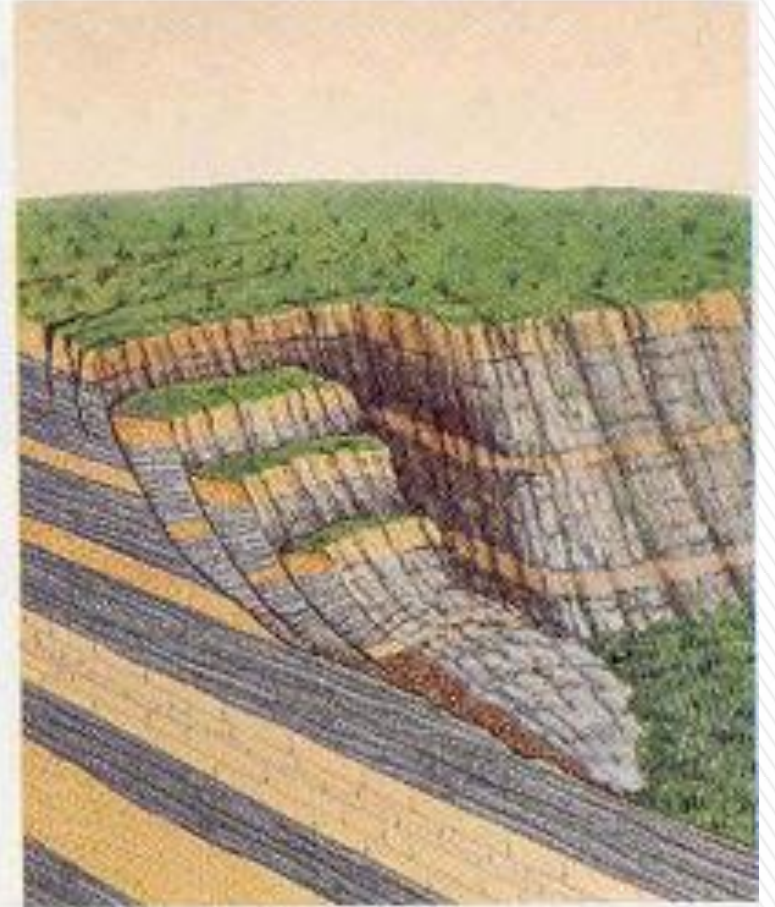
Şeyl

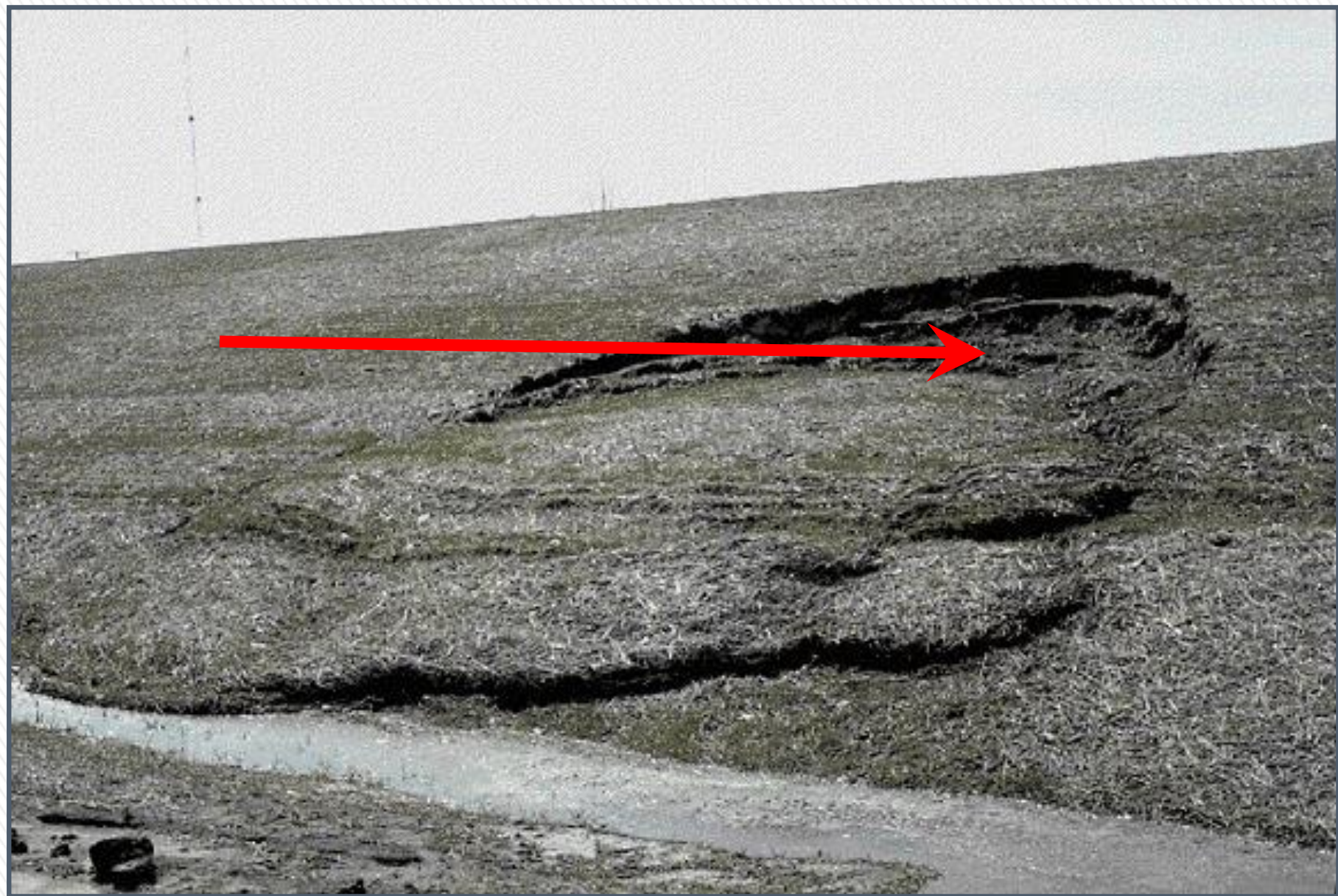


Kitlenin tekdüzeliğine (homojenliğine) ve şev geometrisine bağlı olarak **dönel kaymalar**, daha çok silindirik yüzeyler boyunca oluşur. Kayma sonucunda, hareket eden kitlenin üst kesimleri çökerken alt kesimleri kabarıp ve zemin yüzeyi boyunca profile "**S**" şeklini alır.

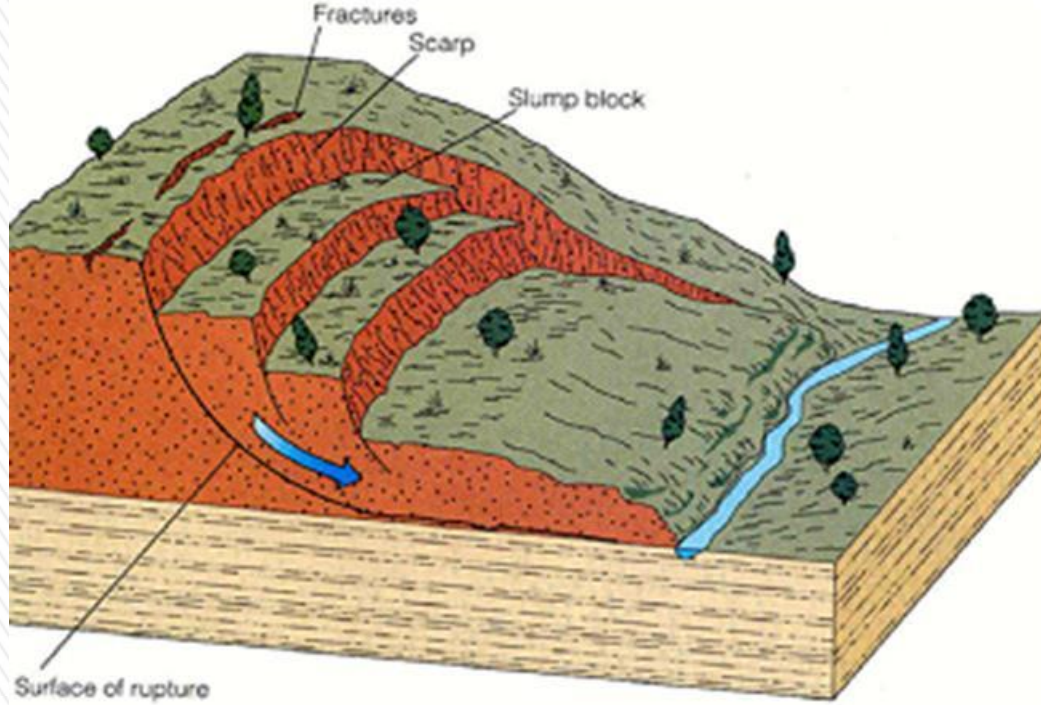


Dönel kaymalar





Düzeltici önlemler alınmaması durumunda, kaymanın ta kesiminde basamaklı bir topoğrafya görünümündeki yeni kaymalar (ardışık kaymalar) oluşabilmekte, topuk kesiminde ise akmalar başlayabilmekte ve hareket kolayca karmaşık heyelana dönüşebilmektedir.



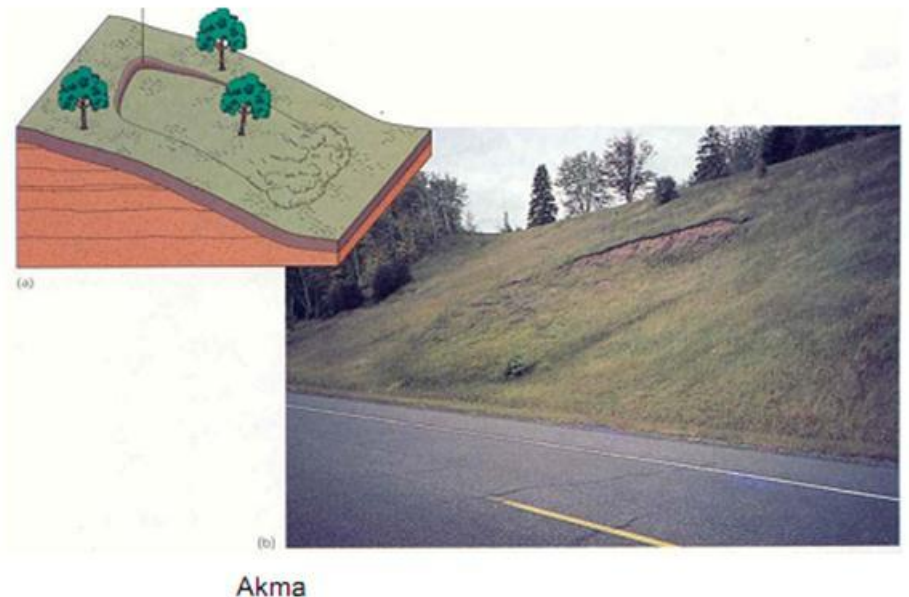
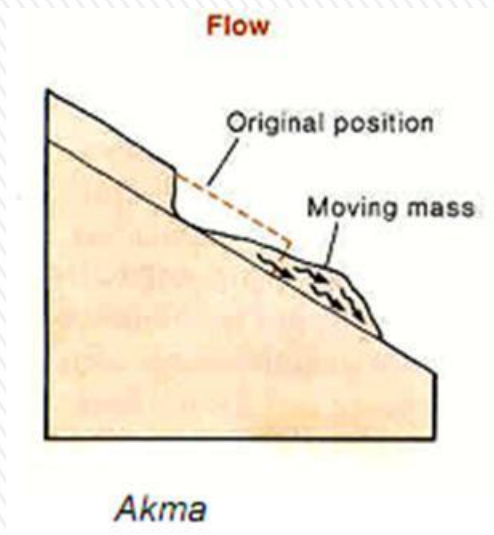
Bir dönel kaymada ardışık kaymalar



Karmaşık kaymalar; topoğrafik ve jeolojik şartlara bağlı olarak düzlemsel ve dönel kaymaların bir arada olduğu kitle hareketleridir.

Bu tür kaymalar; heterojen yapıdan ve önceden oluşmuş kayma yüzeylerinin ya da kırık, çatlak gibi süreksizlik yüzeylerinin bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Akmalar; daha çok yamaç molozu (yamaç döküntüsü), ayrıışmış materyaller, kumlar ve pekişmemiş yüzey formasyonları gibi gevşek materyalden oluşmuş yamaç kesimlerinde meydana gelir.



Akma şeklindeki kitle hareketlerinin ana nedenini *su oluşturmakla birlikte, kumlu ve tozlu formasyonlarda da akmalar ortaya çıkabilmektedir.*

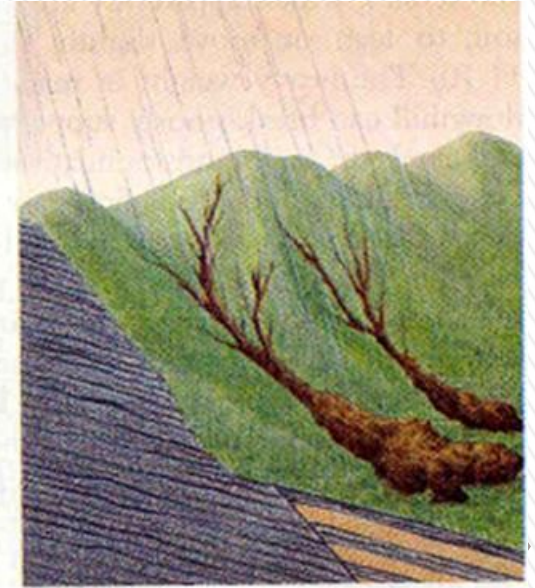
Zeminin su içeriği, topoğrafyası ve jeolojik durumu gibi etkenlere bağlı olarak, akma tipindeki kitle hareketi çok değişik özellikler gösterebilmekte ve örneğin çamur akmasında zemin yoğun bir sıvı gibi davranabilmektedir. Kumlardaki sıvılaşma olayı özel öneme sahip bir akma biçimidir.



Toprak akması (earth flow)



Moloz akması (debris flow)



Çamur akması (mud flow)

Şekil 11.13. Tutturulmamış malzeme üzerinde gelişen kütle hareketleri

Karmaşık Heyelanlar; topoğrafik ve jeolojik koşulların ya da kitleyi oluşturan bileşenlerin karmaşıklığı nedeniyle meydana gelebilen kitle hareketleridir. Yine aynı nedenlerle, kayma ya da akma biçiminde başlayan bir kitle hareketi son aşamasında karmaşık heyelana dönüşmektedir.

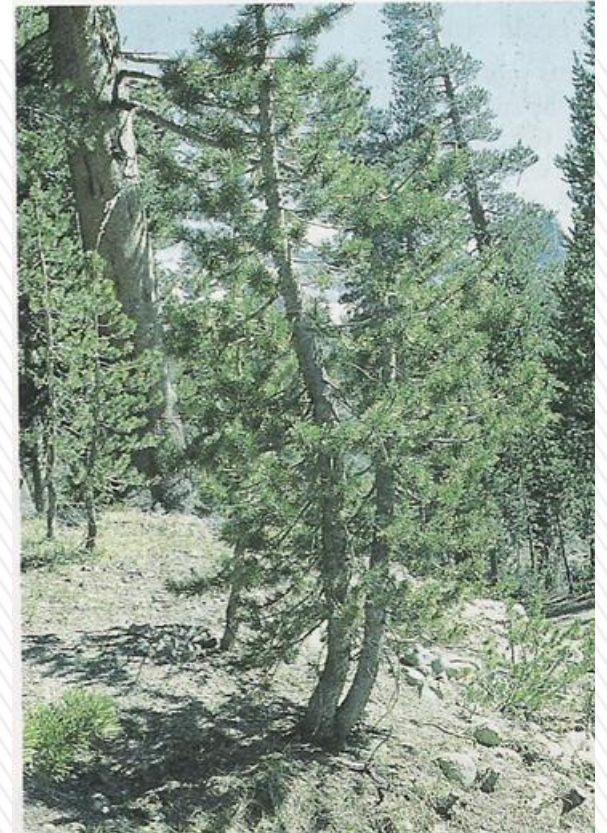
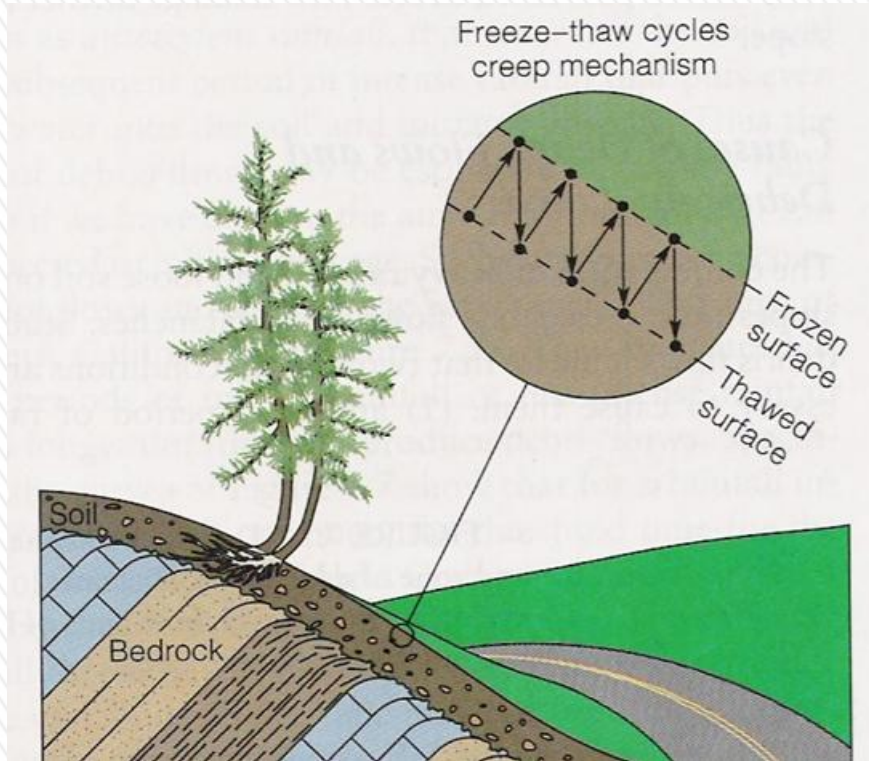
Özel Şev Hareketleri:

1- Sünme (sürünme); toprağın ve onun altındaki ayrıışmış anamateryalin gözle farkedilemeyecek kadar yavaş bir şekilde yamaç aşağısına doğru hareketiyle gerçekleşir. Sünmenin başlıca nedenleri;

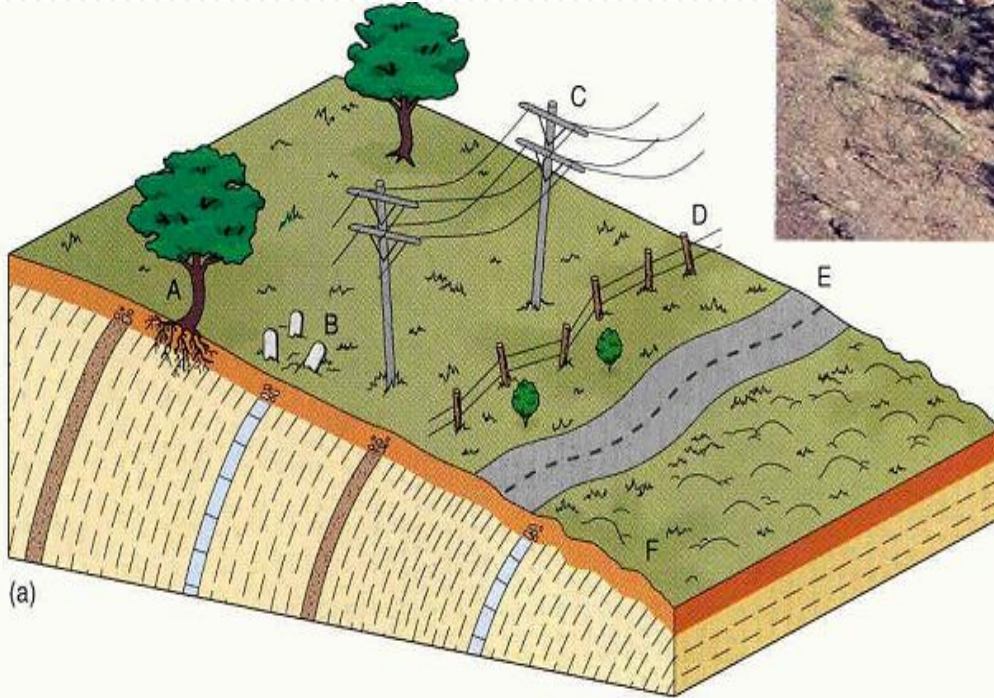
Donma ve çözülme, ısınma ve soğuma, ya da ıslanma ve kuruma sonucunda yüzey materyalinin ardışık genleşme (şişme, kabarma) ve büzülmesidir.

Donma ya da ıslanma toprak taneciklerini yamaç yüzeyine dik doğrultuda yukarıya kaldırır. Çözülme ve kuruma ise taneciklerin yeniden aşağıya inmelerini sağlar.

- ❑ Her donma-çözölme ya da ıslanma-kuruma toprak materyalinin yamaç aşağısına doğru bir miktar yer değıştirmesiyle sonuçlanır.
- ❑ Bu yer değıştirmenin yıllık toplam miktarı, yükseltiye, eğime, iklim koşullarına ve toprak özelliklerine bağı olarak birkaç mm'den birkaç cm'ye kadar değışir.

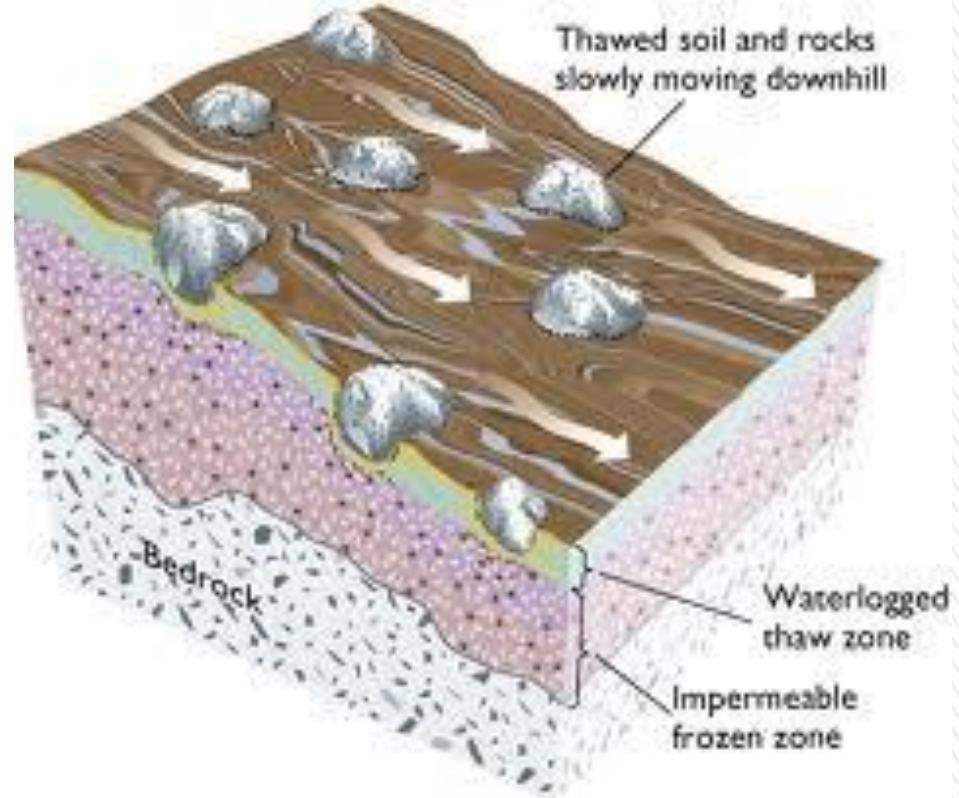


- ❑ Bir yamaçta uzun yıllar devam eden sünmenin ağaçlarda eğri gövde gelişmesine (pala oluşumuna), elektrik ve telgraf direklerinin yamaç aşağısına doğru eğilmelerine, istinat duvarlarında yer yer yıkılma ve kaymalara, çitlerde bozulmalara, yamaç yüzeylerinin dalgalı bir görünüm almasına yol açması bu hareketin gözle görülür sonuçlarıdır.



2- Çabuk Killerdeki Heyelanlar: Deniz altında oluşmuş killerin yükselerek yüzeye çıktığı yerlerde görülür. Yapısında fazla miktarda tuz içeren böyle killerin boşluk suyundaki tuzun zamanla yıkanarak azalmasına paralel olarak kil dağınık ve yayvan bir yapıya döner. Bu yapı değişikliği kilin bir sıvı gibi davranarak kaymasına neden olabilir.

3- Donma-Çözülme Akması (soliflüksiyon): Kışı sert geçen bölgelerde görülür. Böyle yerlerde donan zemin katmanları, yazın sıcaklığın elverdiği ölçüde çözülür. Suyu doymun durumdaki bu yüzeysel katmanlar, çok az eğimli alanlarda bile , daha alttaki donmuş ve dolayısıyla geçirimsiz kitle üzerinde harekete geçebilmektedir.



4- Materyal Çığı: Dere yataklarından ve yatak kıyılarından uzak yamaçlar üzerinde taş, toprak vb. gibi genellikle iri materyalden ve kaya döküntülerinden oluşan materyal kitlesinin yağmur ya da eriyen kar suları ile ıslanması durumunda yerçekimi kuvvetinin sürtünme kuvvetini yenmesiyle başlayan hızlı bir kitle hareketidir.



Moloz çığı (debris avalanche)



First
Science.tv

Kitle halindeki Toprak Hareketinde Etkili Olan Etmenler

- ❖ **Topoğrafya**
- ❖ **Kayan materyal kütlesinin kalınlığı**
- ❖ **Permeabilite**
- ❖ **Drenaj alanı ve yer altı suyu**
- ❖ **Bitki örtüsü ve ormancılık uygulamaları**



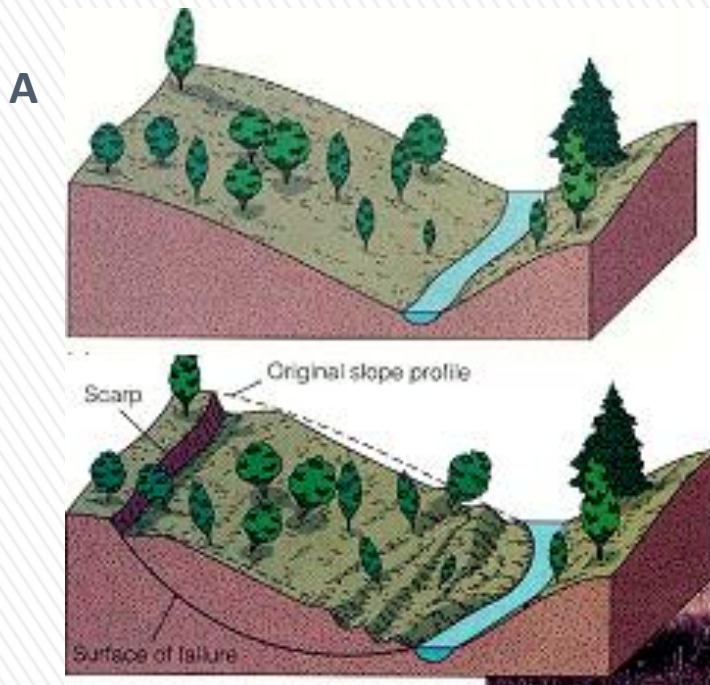
Topoğrafya: En önemli faktörlerden birisidir.

✓ Yamacın eğimi

✓ Bakı

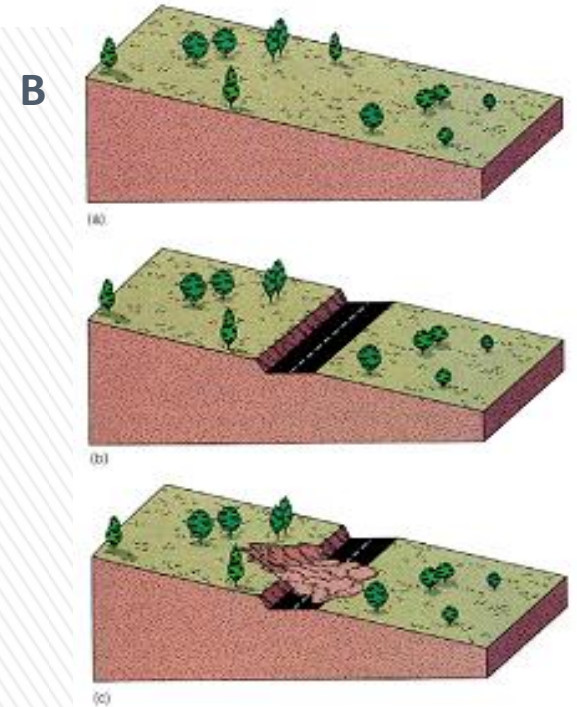
✓ Yamaç şekli bu grupta yer alan önemli etmenlerdir.

Yamaç eğimi arttıkça denge koşullarında daha hassas bir noktaya gelir. Yamaç eteğinden geçen bir akarsuyun burasını oyması veya bir yol inşaatı için eteğin kazılıp oyulması ile yamaç eğimi ve dolayısıyla denge koşulları değişir. Yamaçta toprak veya kaya kütlelerinde bir gevşeme olur ve yağış sularının aşağılara sızması kolaylaşır. Suyun kayma yüzeyine ulaşması ile de kitle hareketi kolaylaşmış olur.



A- Irmak aşındırmasıyla yamacın altının oyulması şev açısını arttırır.

B- Yol kazıları bir şevin dengesini bozarak heyelana neden olur.



Kayan Materyal Kütlesinin Kalınlığı: Materyal kalınlığının **dolgu malzeme yüklemeleri ile artması**, yamaç stabilitesini bozan bir faktördür. Nitekim, aşırı yükleme özellikleri kil taşı anamateryalde kayma gerilimi ve toprak suyu basıncını artırmakta, bu durum da kütlenin harekete karşı direncini azaltmaktadır.

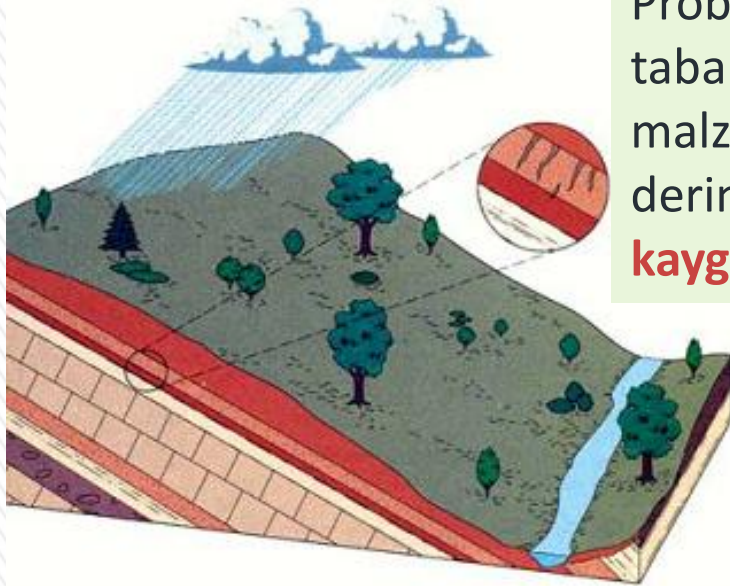
Rize-Gündoğdu
2010



Hidrolik Kondüktivite (Permeabilite): Kayma yüzeyinin üstünde kalan kütlenin permeabilitesinin yüksek olması halinde, yağışların fazla olduğu devrelerde, gerek yağış sularının ve gerekse yüzeysel suların toprak yüzeyinden girmesi ve kütle içinde hareket ederek onu doymun hale getirmesi kolaylaşmaktadır.

Bu durum ise;

- (a) hidrostatik ve toprak suyu basıncını artırmakta,
- (b) toprak taneleri arasındaki bağlantıyı azaltmakta, dolayısıyla topraktaki kohezyon ve iç sürtünmeyi azaltmaktadır.

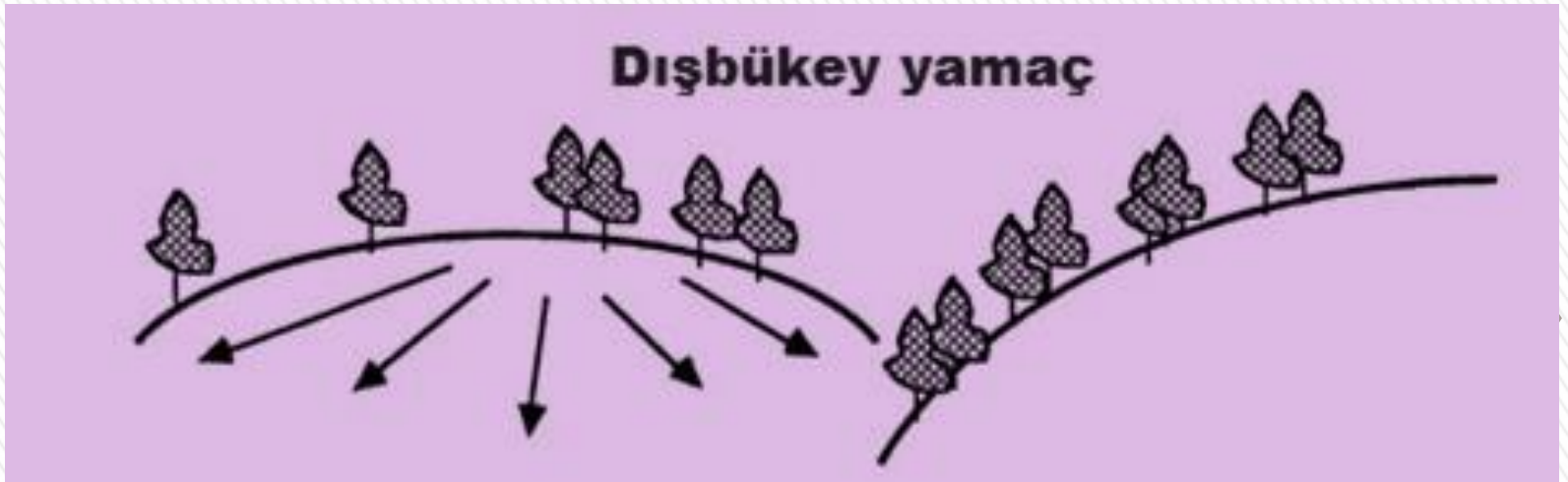


Problem alanlarında kayma yüzeyinin altındaki tabakanın permeabilitesi genellikle üstteki malzemedan düşüktür. Bu yüzeye ulaşan sular daha derine ulaşamamakta ve bu yüzeyi **adeta ıslak ve kaygan** bir tabaka haline getirmektedir.

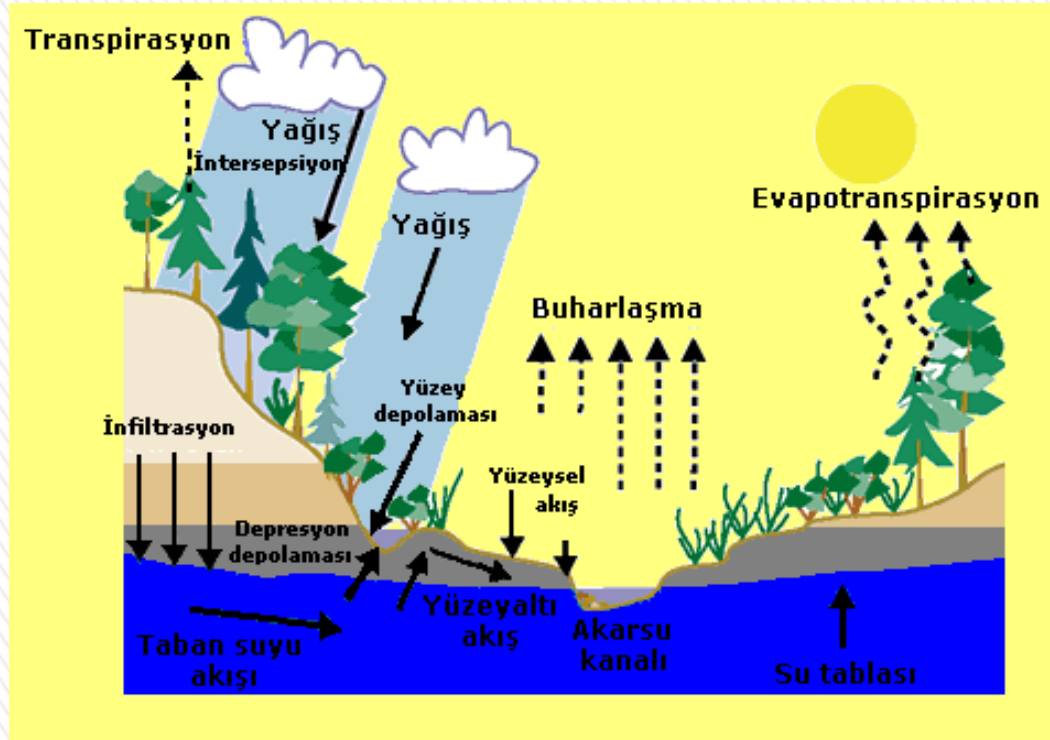
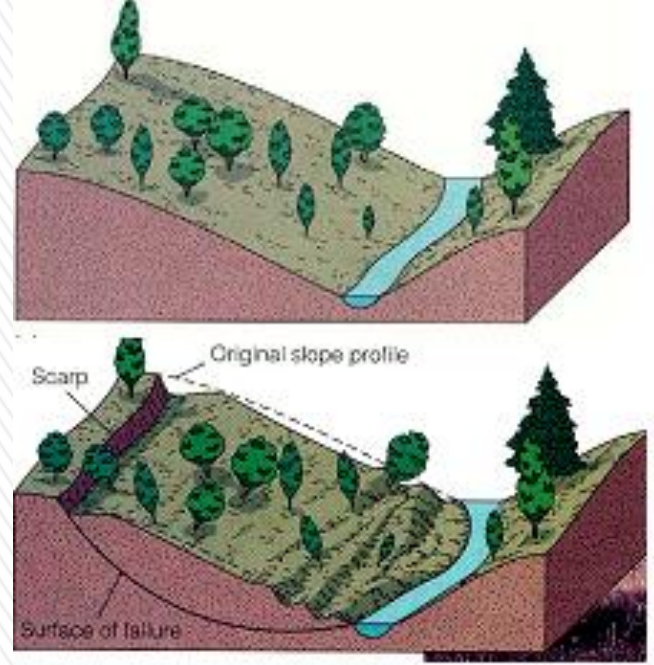
Yandaki örnekte olduğu gibi; su, toprak ve kumtaşı içerisinde aşağı doğru hareket ederek kil tabakasına ulaşır. Geçirimsiz kil tabakası su alarak şişer ve kaymaya müsait hale gelir.

Drenaj Alanı ve Yer Altı Suyu: Toprak kitlesinin su ile doymun olması ile arazi kaymaları arasında yakın bir bağlantı vardır. Bu nedenle heyelanlar, genellikle drenaj alanlarında veya dere yataklarına yakın ve komşu alanlarda meydana gelmektedir.

- ❖ Arazi şeklinin içbükey ve dışbükey olması heyelanları etkilemektedir. Arazi kaymalarının en sık görüldüğü arazi şekli küçük bir drenaj alanının yukarı kısmında bulunan dışbükey bir eğim değişikliğinin hemen etek kısmıdır.
- ❖ Çünkü, üstte bulunan düz veya dışbükey alanlarda biriken veya aşağıya sızmak için yeteri kadar zaman bulan su, kayma zeminini yağlamakta ve üstteki kitleyi ağırlaştırmaktadır.



- ❖ Dere yatağına yakın heyelanlarda yamaç eteğinin dere tarafından oyulması sonucu yamaç dengesinin bozulmasıyla oluşurlar.



- ❖ Yeraltısuyu toprak kitlesi içinde gözeneklerde akarken toprak tanecikleri üzerinde hidrostatik basınç yapmaktadır. Bu da yamacın dengesini azaltıcı bir etki yapmaktadır.

Bitki Örtüsü ve Ormancılık Uğraşları:

- ❖ Ağaçların kökleri mekanik olarak yamacın stabilitesini artırmaktadır.
- ❖ Transpirasyonla toprak suyunu emerek azaltmaları yamacın denge koşullarına katkı sağlamaktadır.



❖ Bazı türler, arazi kaymalarında, bir yamacın heyelana duyarlı olduğunu gösteren indikatör bitkilerdir. Örneğin, **Populus tremula** bir yamacın heyelana duyarlı bir eğilime sahip olduğunu gösteren indikatör ağaç türü olarak kabul edilir. Bu durum, bu ağaç türünün iki özelliğinden kaynaklanmaktadır: 1- Titrek kavak daha çok ıslak yamaçları ve toprakları sever, 2- hareket halindeki bir yamaçta, kökleri zedelendiği için fazla miktarda kök sürgünleri yapar ve bu sürgünler arazi yüzünü kaplar.



Kesimler ve Silvikültürel Müdahalelerin Etkileri

- ❑ Olgun bir orman toprak suyunu transpirasyonla atmosfere ilettiği için, böyle bir ormanın kesilerek hasat edilmesi sonucu toprak suyu rejimi büyük ölçüde değişir.
- ❑ Traşlama kesimlerden sonra heyelanların artması, toprakta kalan köklerin çürümesi ve yamaç direncinin azalması ile açıklanmaktadır.
- ❑ Seçme kesimler, heyelan potansiyeli olan yamaçlar için en uygun sistemdir.
- ❑ Baltalık işletmesi ise heyelan potansiyeli olan yamaçlar için en ideal işletme şeklidir.



Orman Yolları

- ❑ Orman yolları inşaatı, kesimlere göre daha fazla arazi kaymalarına neden olmaktadır.
- ❑ Yol inşaatında yamaç arazi alt toprak ve anamateryal içerisinde derinler kadar kazılmaktadır.
- ❑ Yol güzergahı boyunca dolduru kütleleri gevşek yapıda olduğundan, gerekli önlem alınmadığında eğim yönünde akmalar şeklinde sorunlar oluşturmaktadır.
- ❑ Kazı alanları ve yollar boyunca sular birikerek çoğu kez uygun olmayan yerlere yönlendirilmekte ve böylece yüzeysel akış ve kayma düzlemine kadar suların sızması heyelanları artırmaktadır.





Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Çaykara-Taşhanpazarı



Mačka-Esiroğlu



Mačka-Esiroğlu



Maçka-Esiroğlu



Maçka-Esiroğlu



Giresun-Yağlıdere



Giresun-Yağlıdere



Giresun-Yağlıdere



Giresun-Üçtepe Beldesi



Giresun-Üçtepe Beldesi

BUZUL EROZYONU:

Buzullar Alpler, Himalayalar ve ağrı dağı gibi yüksek dağlarda biriken karların sıkışması ve yoğunluğunun artarak buzlaşması ile oluşan ve yavaş yavaş hareket eden buz kütleleridir.



Arazinin topoğrafyasına uyarak su toplanan derecik ve dere yataklarını doldurarak hareket eden büyük, kalıcı ve ağır buz kütlesi aşağı doğru yavaş yavaş hareket ederken, buzul yatağını da kazıyarak büyük miktarda toprak, çakıl, taş ve kayaları da beraberinde sürüklerler.



ÇIĞ EROZYONU:

- Çığlar sertleşmemiş ve buzullaşmamış büyük kar yığınlarının çeşitli nedenlerle birden bire eğim istikametinde büyük bir gürültü ile ve hızla aşağıya doğru inmesi ve önündeki doğal ve yapay engelleri beraberlerinde sürüklemesi olayıdır.
- Çığ erozyonu ile arazi yüzeyinde derin ve büyük oyuntular ve kaymalar meydana gelmekte ve toprak kitlesi taşınmaktadır. Sık sık teşekkül eden çığların oluşturduğu **çığ yatakları** su erozyonu için de uygun ortam oluşturur.

