

İNS106

İnşaat Mühendisleri için Jeoloji

Yüzey Suları ve Kıyı süreçleri

Prof. Dr. İnan KESKİN

inankeskin@karabuk.edu.tr, inankeskin@gmail.com

www.inankeskin.com

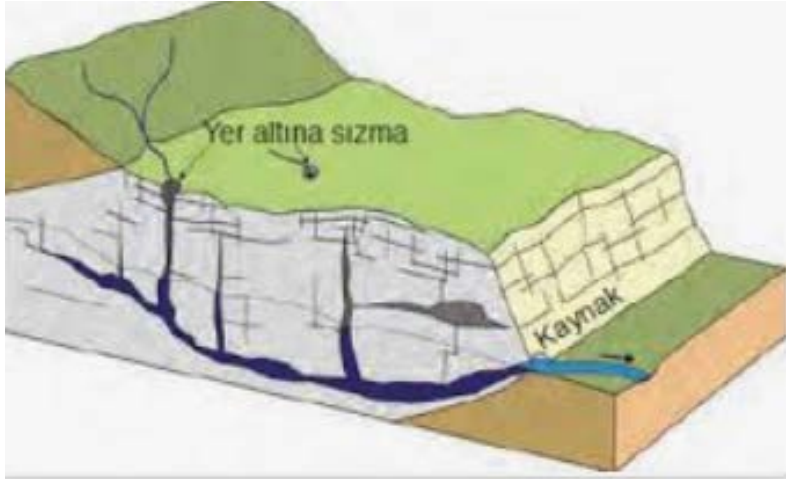
Dersin Amacı Yer bilimlerinin temel kavramlarını inşaat mühendisliği temel perspektifinde aktarmak

İNS106 - İnşaat Mühendisleri için Jeoloji Haftalık Ders İçeriği	
Hafta 1:	Giriş; Jeolojinin tanımı-alt disiplinleri, İnşaat mühendisliği ile ilişkisi
Hafta 2:	Yerkürenin oluşumu, iç yapısı, bileşimi ve levha tektoniği
Hafta 3:	Yer kabuğunu oluşturan mineraller ve kayaç grupları
Hafta 4:	Kayaçların yapısı (birincil ve ikincil yapılar) ve Süreksizliklerin mühendislikteki önemi
Hafta 5:	Haritalar ve kesit çıkarımı (Jeoloji-Mühendislik Jeolojisi ve topografik haritalar)
Hafta 6:	Doğal afetlere giriş, Depremler
Hafta 7:	Kütle hareketleri ve heyelanlar
Hafta 8:	Yüzey suları ve Kıyı süreçleri
Hafta 9:	Yeraltı suları ve jeolojisi
Hafta 10:	Baraj ve rezervuar jeolojisi
Hafta 11:	Tünel jeolojisi
Hafta 12:	Sondaj tekniği ve korelasyonu
Hafta 13:	Kent planlamasında mühendislik jeolojisi
Hafta 14:	Çeşitli projeler kapsamında yapılan jeolojik çalışma örnekleri
Hafta 15:	Bu ders için Ara Sınav, 7. ve 15. haftalar arasındaki bir tarihte yapılır. Sınavın yapıldığı tarihten itibaren konular bir hafta ileri alınır.

YÜZEY SULARI

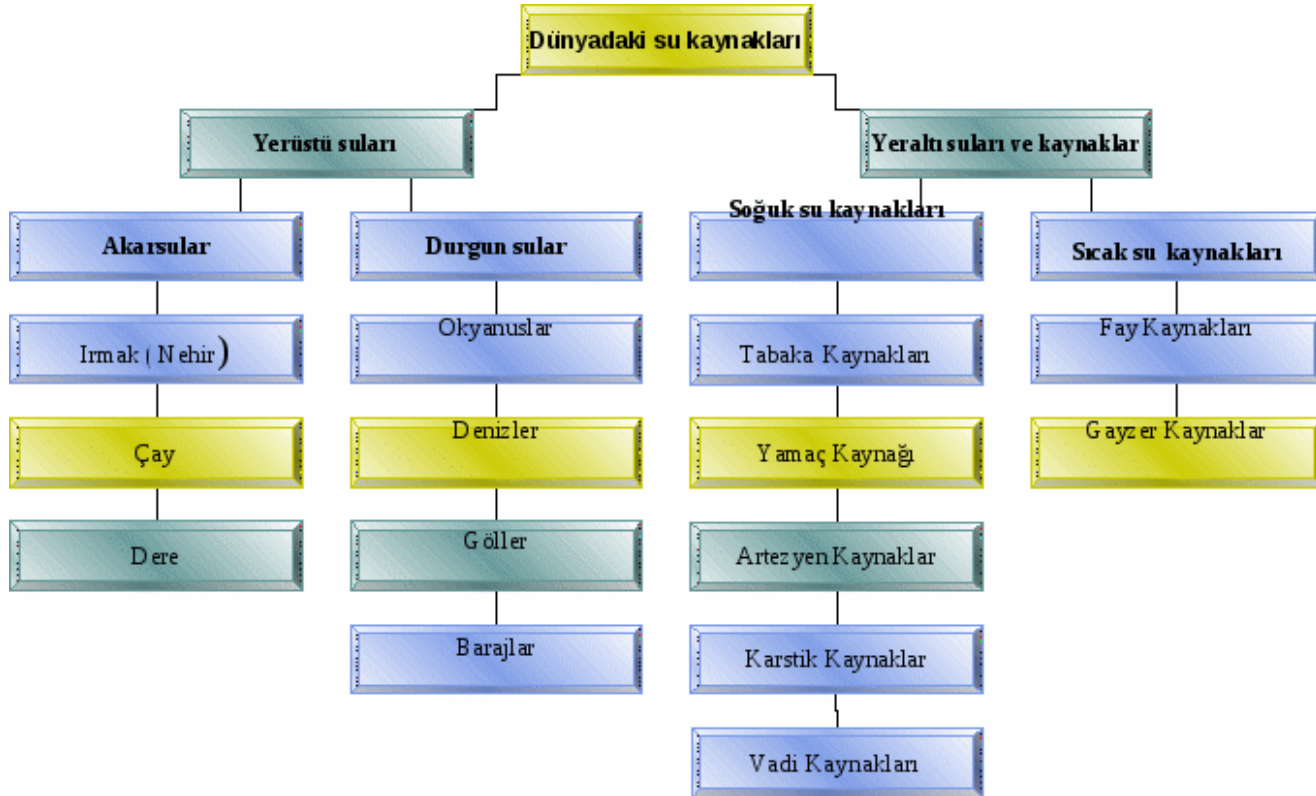
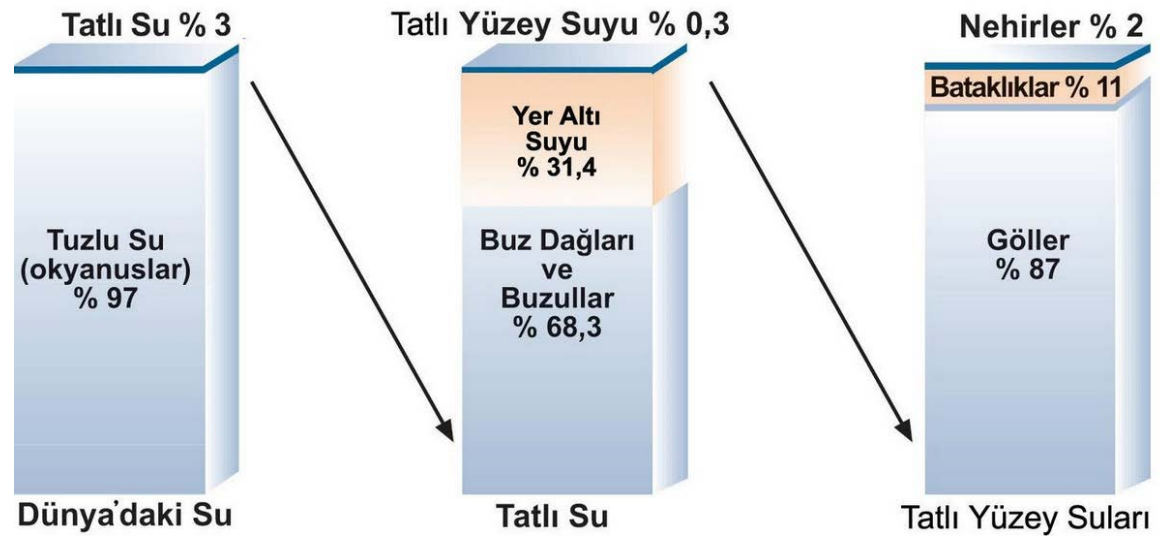
8. Bölüm-Yüzey Suları konusu kapsamında edilinecek temel kazanımlar

1. Hidrolojik Çevrim nedir?
2. Yüzeysel akış nedir? Hangi faktörler etkilidir?
3. Beslenme alanı (Drenaj alanı nedir?
4. Drenaj ağı nedir? Çeşitleri hakkında neler söylenebilir?
5. Akarsuyun debisi nedir? Ve nasıl ölçülür?
6. Akarsu hızını etkileyen etmenler nelerdir?
7. Akarsu morfolojisini kontrol eden etmenler nelerdir?
8. Akarsuların aşındırma ve çökeltme özellikleri nelerdir?
9. Taşkınların nedenleri nelerdir? Taşkın kontrol sistemleri nelerdir?
10. Taşkın tekerrür periyodu en basit haliyle nasıl hesaplanır?
11. Yerin kıtasal kabuğunu oluşturan elementler nelerdir?



YÜZEY SULARI

Yeryüzünde 1.26 milyar km³ su olduğu tahmin edilmektedir. Bu suyun büyük kısmı ise okyanuslarda yer alır.



HİDROLOJİK ÇEVİRİM



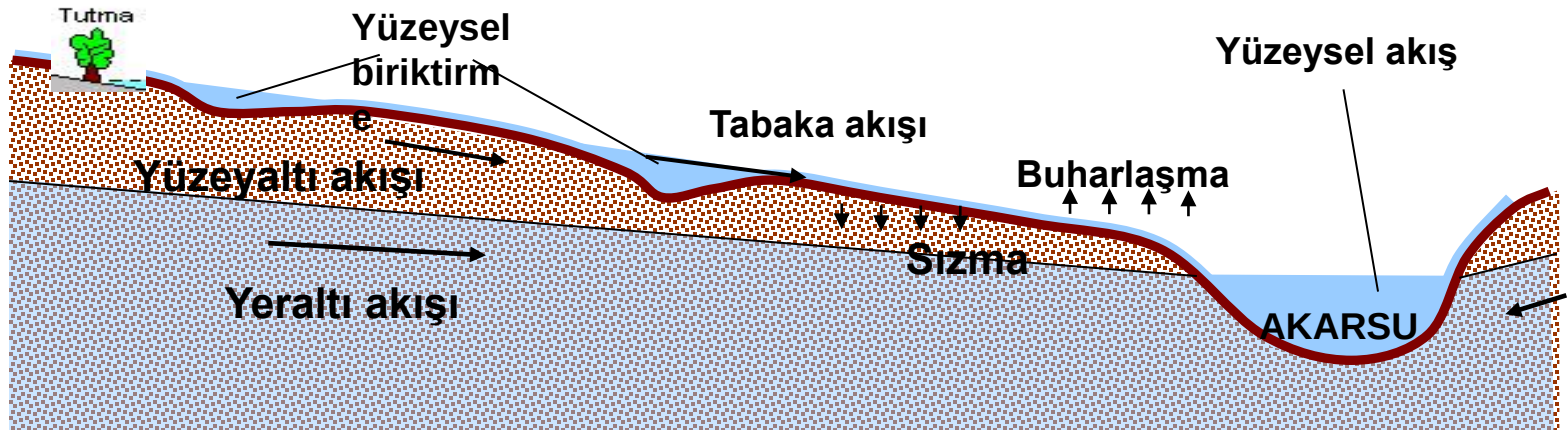
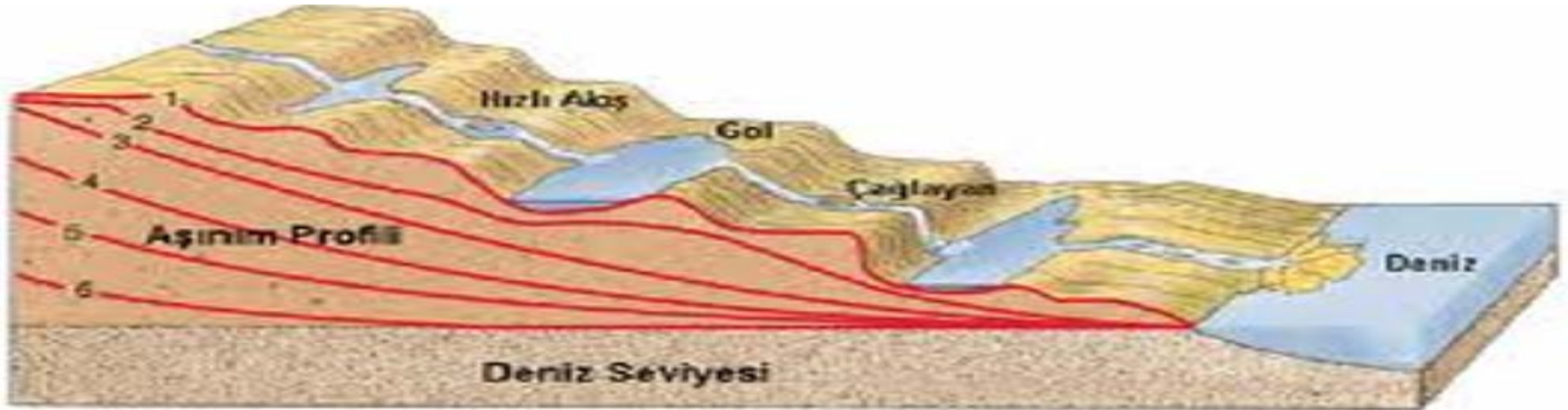
YÜZEY SULARI/Akarsular

Hidrolojik döngünün yeryüzü boyunca kara alanlarında meydana gelen bölümüne yüzeysel akış adı verilir. Bu sayede yüzeydeki sularının bir yatak içinde toplanıp akmasıyla oluşurlar. Yeryüzüne düşen yağışın bir bölümü yüzeyde bir kısmı da süzülerek zemin içinde akışa geçer.

Yüzeysel akış; Havzaya düşen yağışın buharlaşma ve sızma sonrasında akışa geçen bölümü

Yüzeyaltı akış; (İç yada ara akış) süzülen su zeminin üst bölümünde akışa geçer genellikle kısa sürede yüzeye çıkar

Yeraltı akışı; süzülen su zeminin derinlerine doğru ilerler ve akışa geçer



YÜZEYSEL AKIŞI ETKİLEYEN ETMENLER

Yüzeysel Akış

Meterolojik Faktörler

Yağışın türü, şiddeti miktarı ve süresi

Yağışın drenaj havzası üzerindeki alansal dağılımı

Havzada meydana gelen önceki yağış ve sonuçta oluşan zemin nemi

Buharlaşmayı etkileyen diğer nedenler

Fiziksel Etkenler

Arazi kullanımı

Yükseklik

Zemin türü ve yüzeyinin depolama kapasitesi

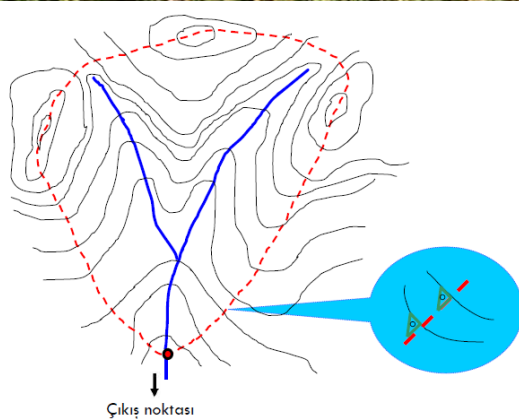
Bitki örtüsü ve bitki örtüsü tarafından yağışın tutulma oranı

Drenaj alanı ve şekli

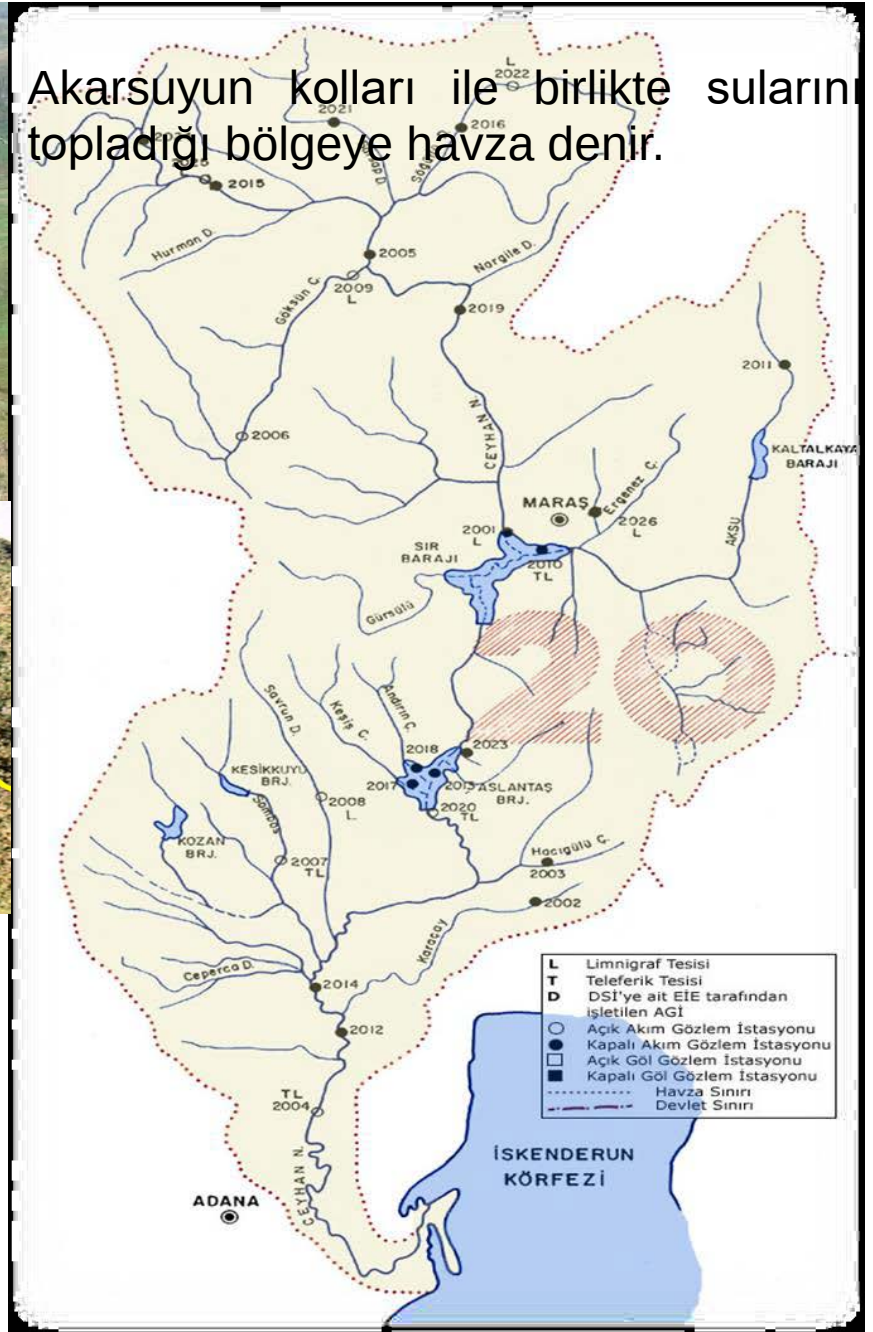
Drenaj ağı şekilleri

Havzada yağışı önleyen yada geciktiren rezervuar gibi depresyon alanlarının varlığı

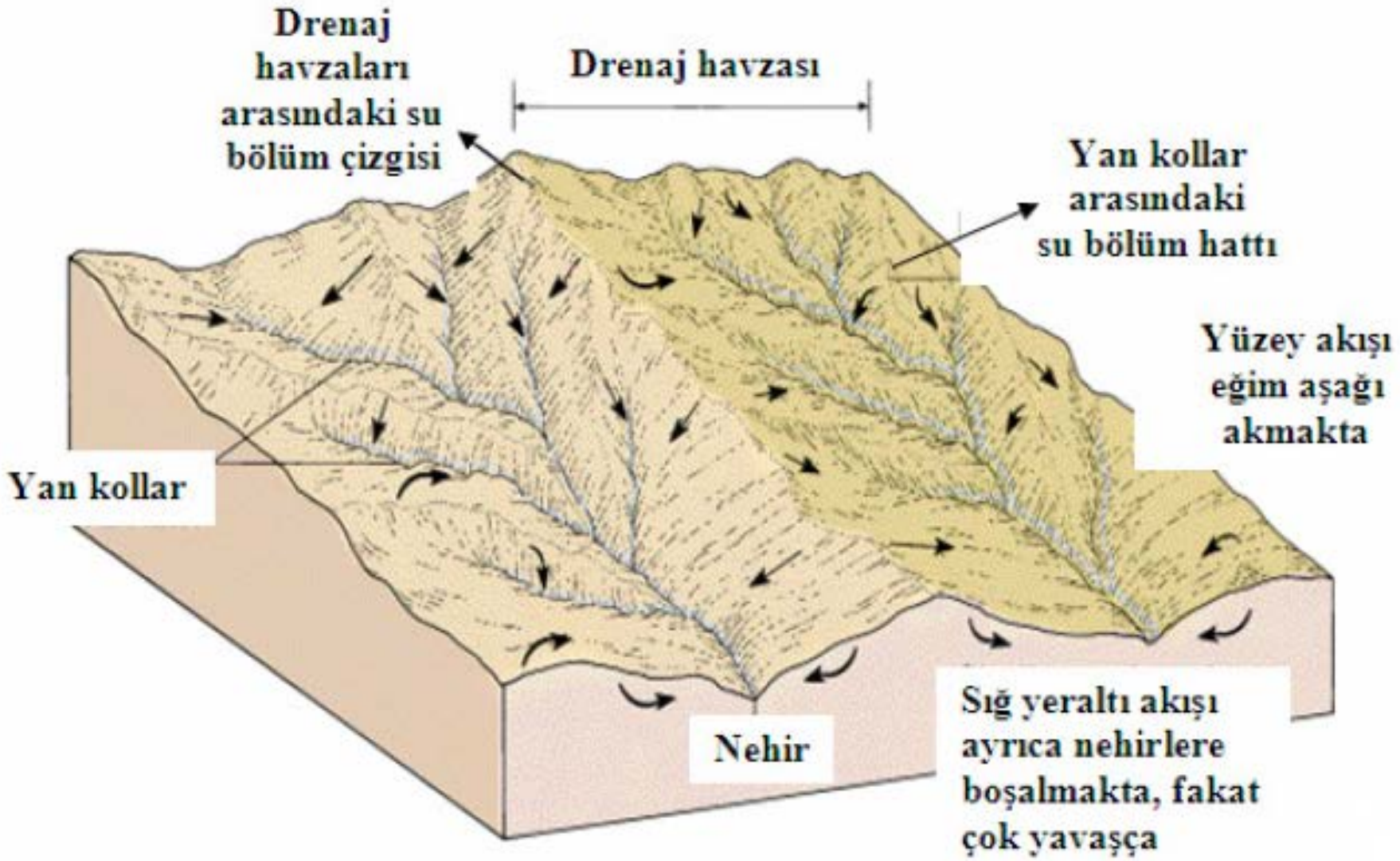
DRENAJ ALANI-HAVZASI/Beslenme Alanı



Akarsuyun kolları ile birlikte sularını topladığı bölgeye havza denir.



DRENAJ ALANI-HAVZASI/Beslenme Alanı



AKARSU HAVZALARININ ÖZELLİKLERİ

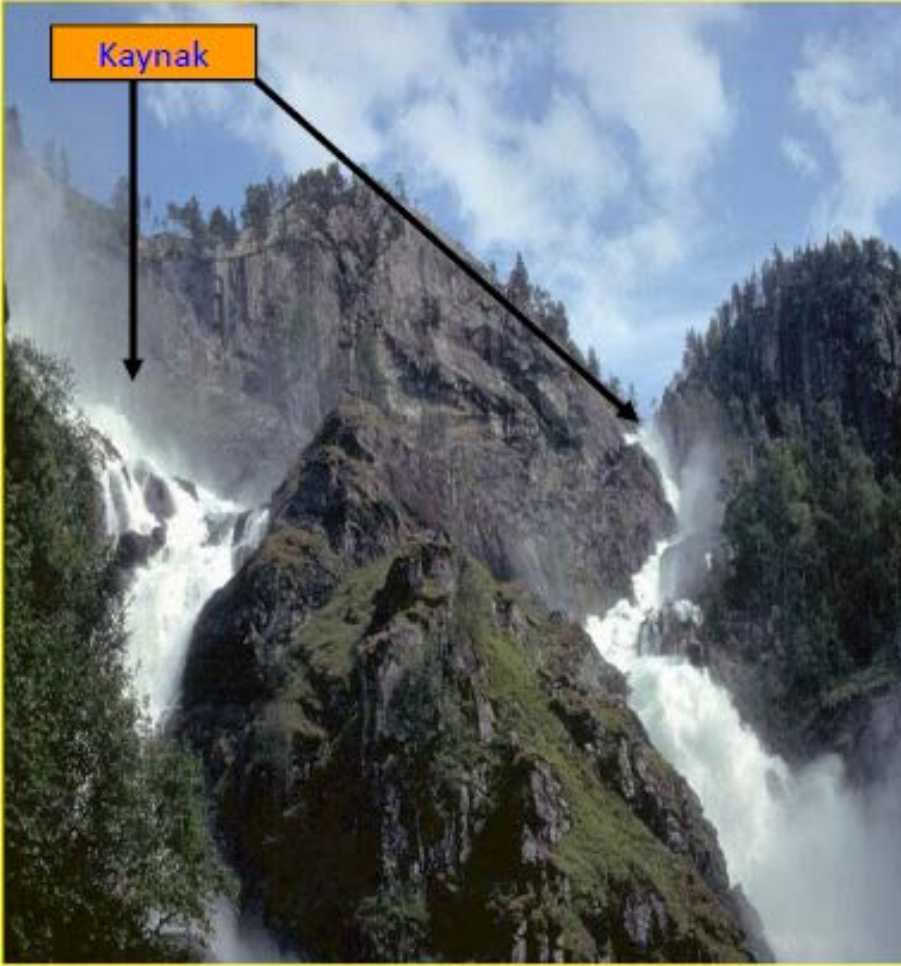
Havzaya düşen yağışın çıkış noktasında gözlenen akışa dönüşmesi, **havza karakteristikleri** de denen havzanın özelliklerine bağlıdır. En önemlileri

- a. Büyüklüğü:** Havzanın büyüklüğü çoğu defa **havza alanı** ile ifade edilir. Küçük havzaların debileri daha düzensiz ve geçiş süreleri daha kısadır.
- b. Eğimi:** Bir haritadan, çeşitli yöntemlerle belirlenebilir. Havzanın eğimi arttıkça, akış hızı artar ve **geçiş süresi** kısalır; dolayısıyla taşkın debisi de büyür.
- c. Ortalama Kotu:** **Yağış miktarı ve cinsi** (yağmur veya kar) ve sıcaklık üzerinde etkilidir.
- d. Zemin Cinsi ve Jeolojik Yapısı:** **Sızmayı ve yer altı akışını** etkiler.
- e. Bitki Örtüsü:** **Terleme ve sızmayı**, ayrıca yüzeysel akışın hızını etkiler.
- f. Biçimi:** **Geçiş süresini** önemli ölçüde etkiler.
- g. Havza alanının çıkış noktasından olan uzaklığa göre dağılım:** **Hidrografın şeklini** etkiler

TANIMLAR

Kaynak: Akarsuyun doğduğu yere denir.

Ağız: Döküldüğü yere denir.



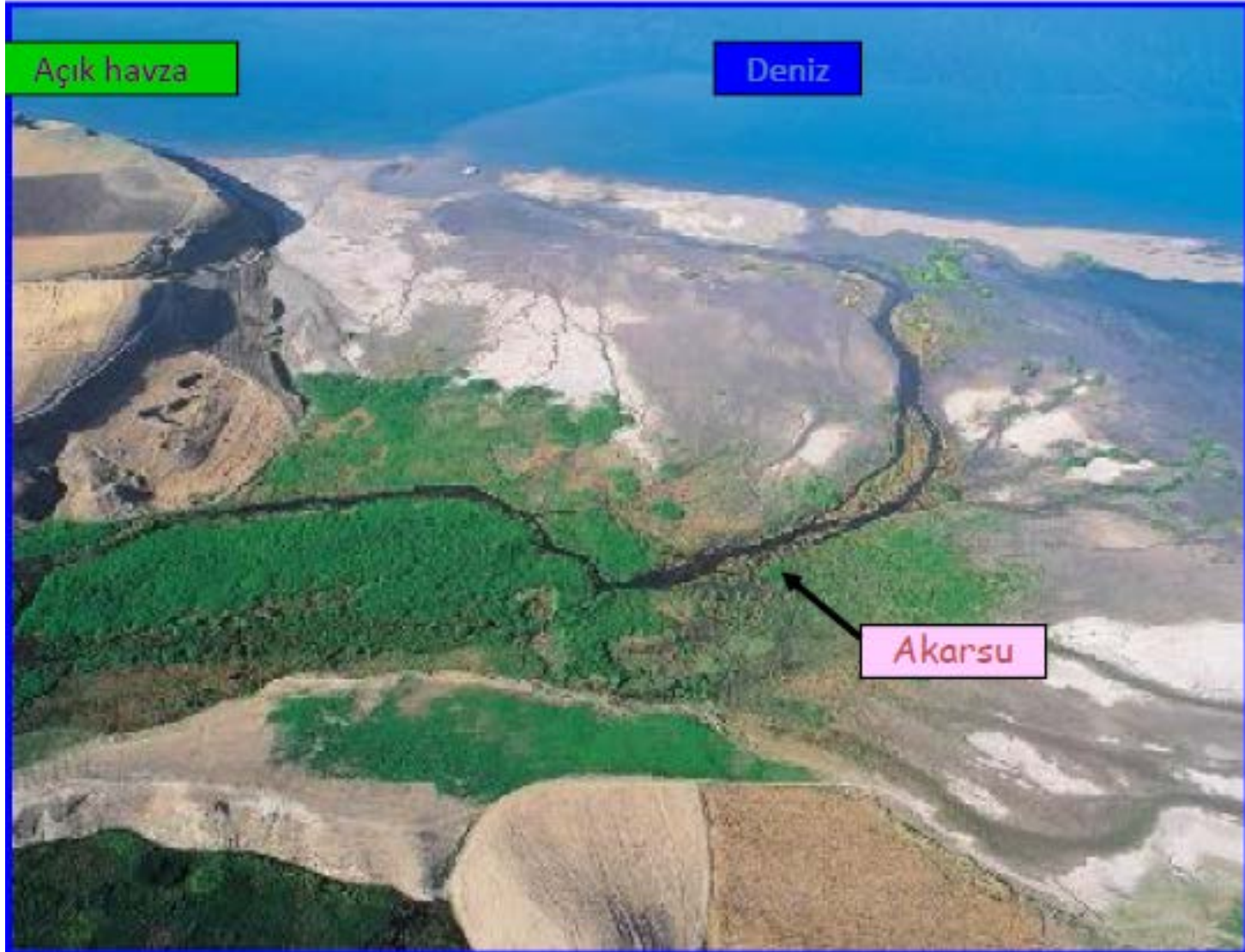
Özgöl Debi: Çıkış noktasında ölçülen debinin, havza alanına oranıdır (lt/sn/km^2).

Akış Yüksekliği: Havzanın çıkış noktasından belli bir süre içinde geçen akış hacminin, havza alanına oranıdır (mm, cm).

TANIMLAR

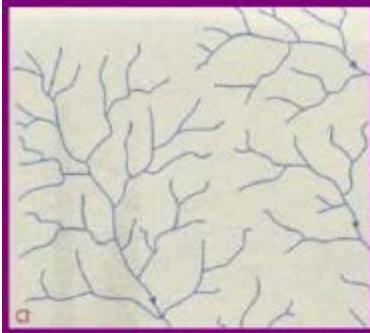
Açık Havza: Topladığı suları denize ulaştıran akarsu havzalarına denir.

Kapalı Havza: Topladığı suları denize ulaştıramayan akarsu havzalarına denir.

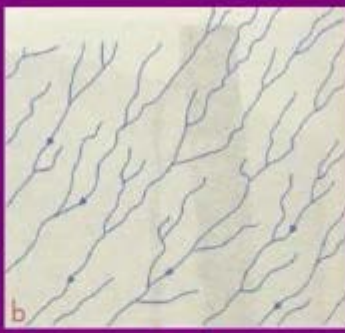


TANIMLAR

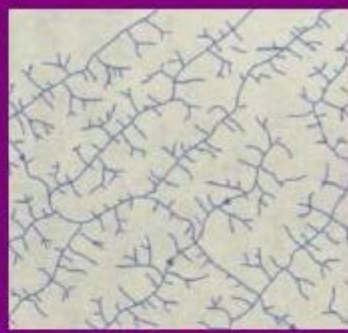
Akarsu Ağı (Drenaj): Akarsuyun kolları ile beraber oluşturduğu şekle denir. Havzanın eğimi, zemini oluşturan kayaların cinsi, tabakaların özellikleri değişik drenaj tiplerinin oluşmasına neden olur.



dantritik



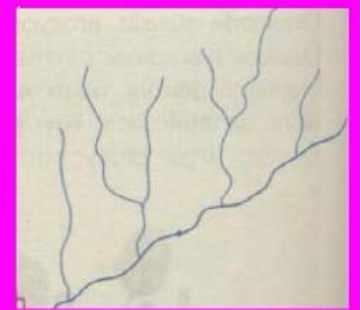
kılıçlı



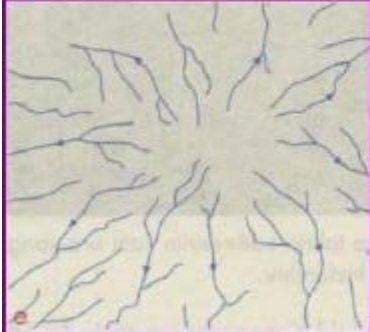
kafesli



sentripetal



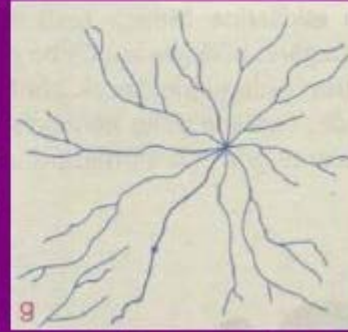
paralel



radyal



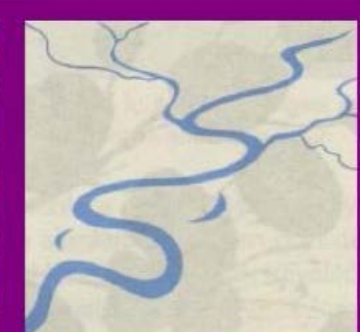
halkalı



çevreden merkeze



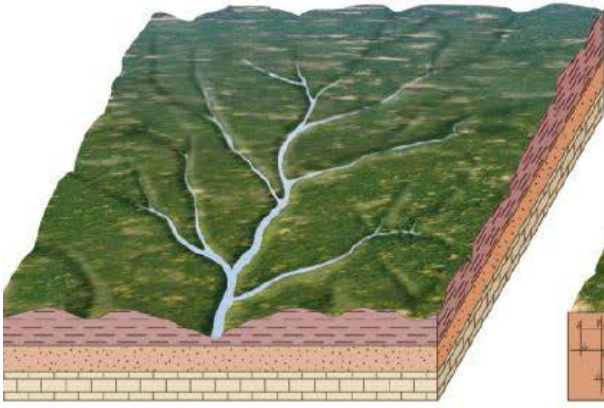
dörtgensel



menderi

TANIMLAR

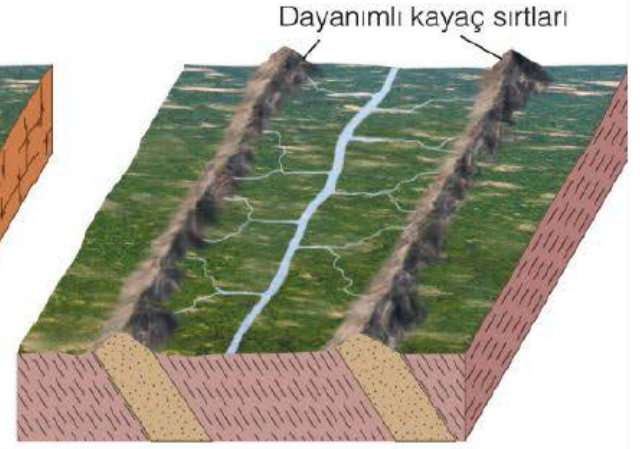
Drenaj Ağı



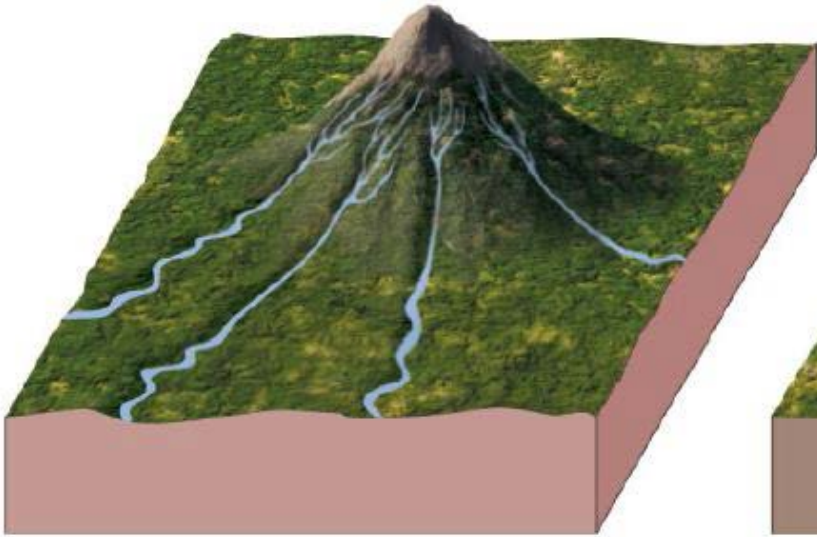
(a)



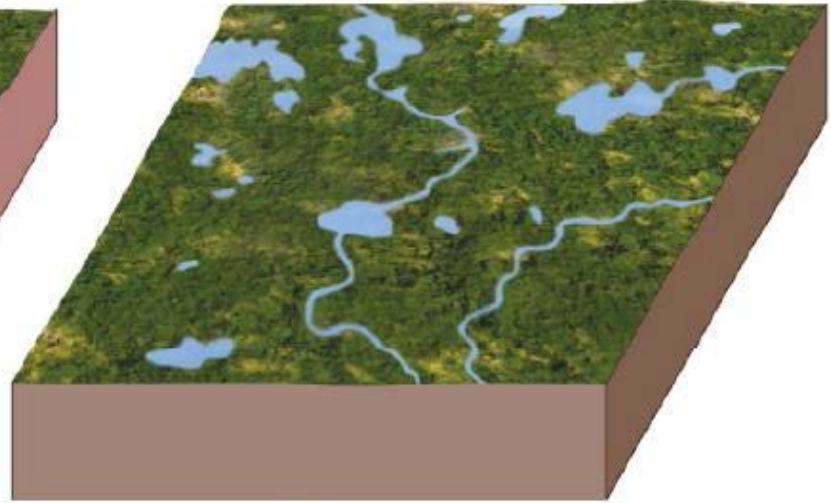
(b)



(c)



(d)



(e)

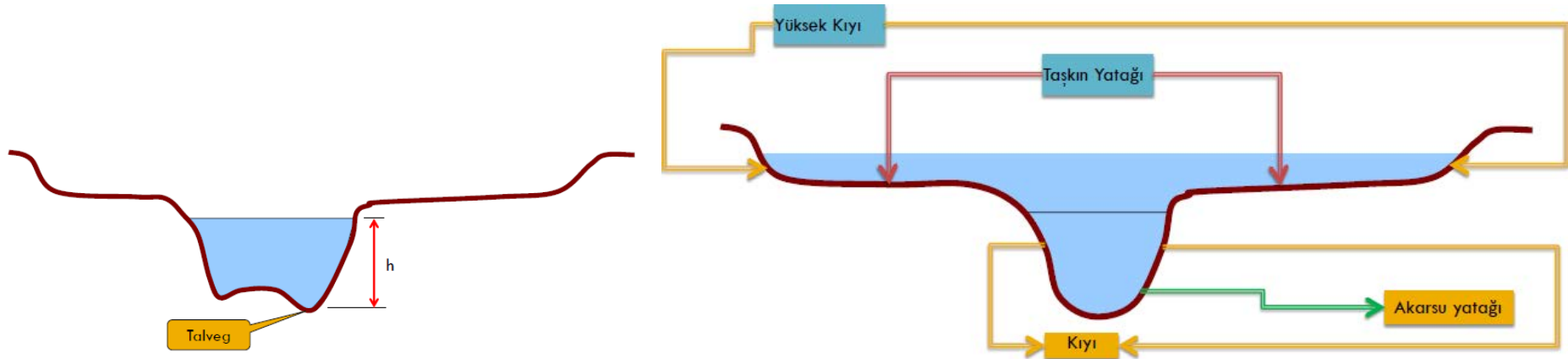
(a) dendritik akaçlama, (b) dikdörtgenimsi akaçlama, (c) kafesli (trellis) akaçlama, (d) ışınsal akaçlama ve (e) gelişigüzel akaçlama.

TANIMLAR

Taban Seviyesi: Her akarsu deniz seviyesine kadar aşındırma yapar. Bu seviyenin altında aşındırma yapamaz. Buna, taban seviyesi denir.



TANIMLAR

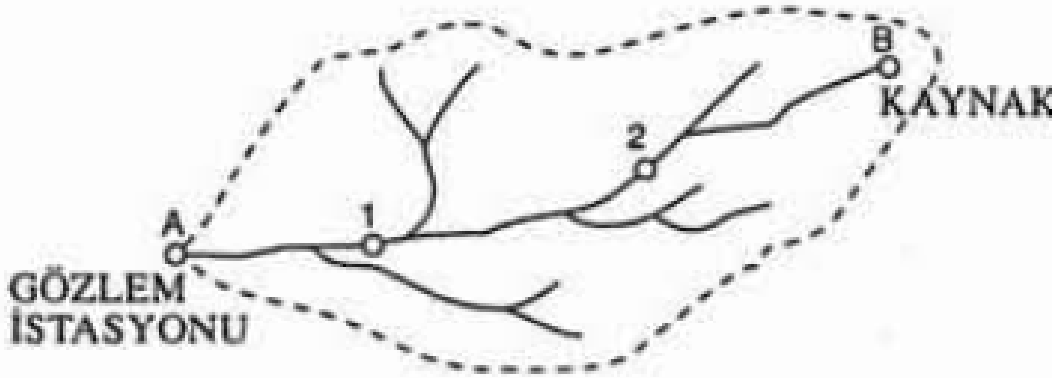


TANIMLAR

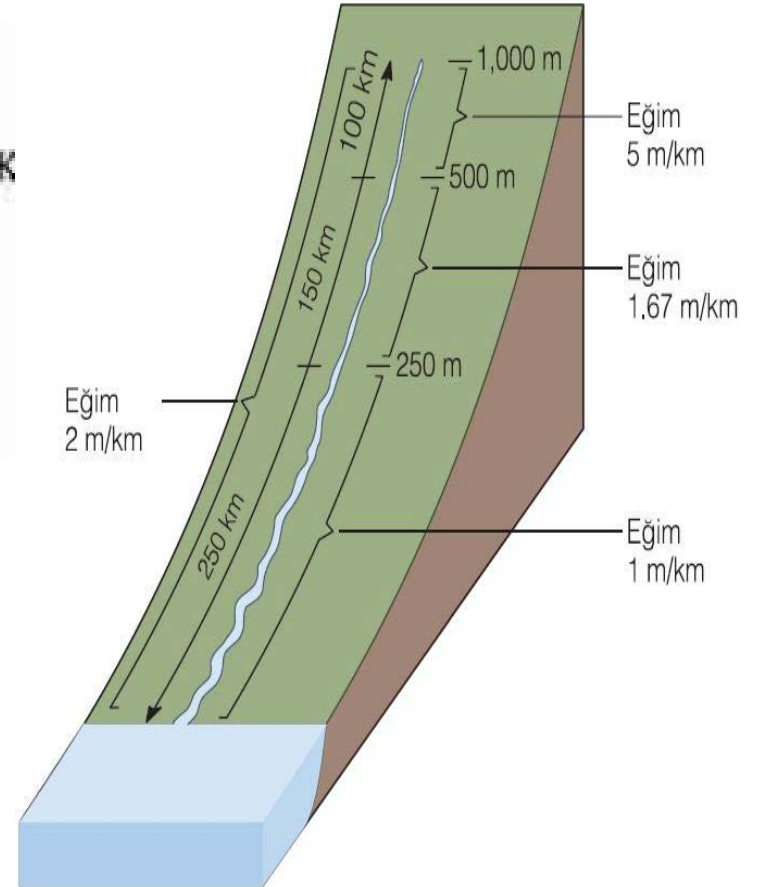
Akarsu Eğimi: Kanalda akan sular **eğim (gradyan)** olarak bilinen bir yamaç üzerinde aşağıya doğru akar.

Benson yöntemi:

- Akım gözlem istasyonundan (çıkış noktasından) itibaren kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğu saptanır.
- Ana dere uzunluğunun % 10'u ile % 85'i harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi **ana dere eğimini** verir.

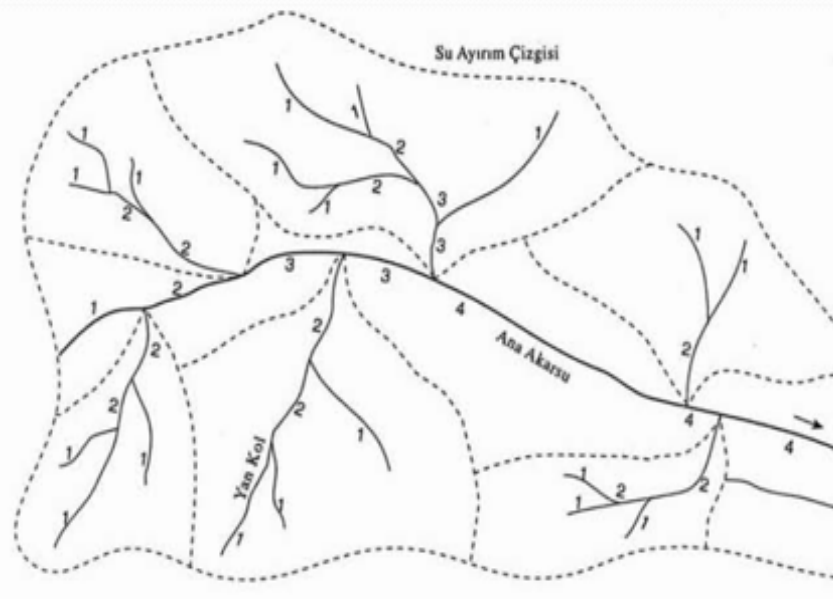
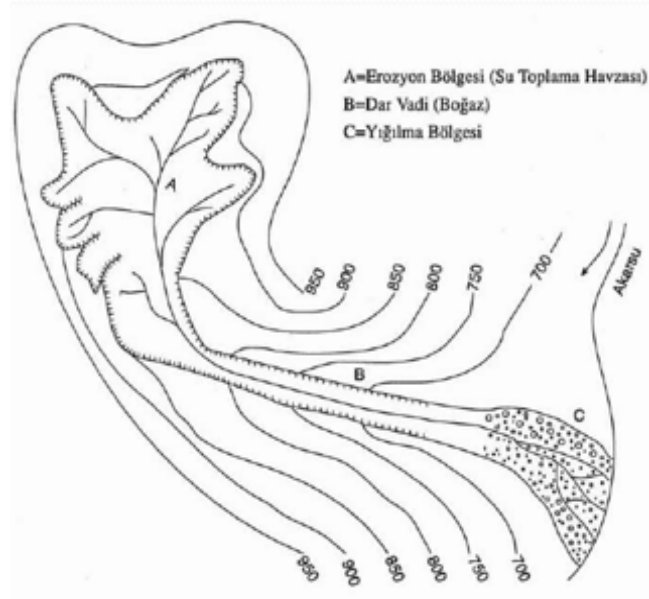


$$\text{BENSON EĞİMİ} = \text{tg}\alpha = \frac{\Delta h}{\Delta L}$$



BİR AKARSUYUN PLANI

Akarsu ağı dereceli bir akarsu sistemi ile tanımlanır



- Birinci (1) dereceli akarsu:** Hiçbir yan kolu olmayan kaynak dereleri
- İkinci (2) dereceli akarsu:** Birinci dereceli akarsuların birleştiği çaylar
- Üçüncü (3) dereceli akarsu:** Birinci ve ikinci dereceli akarsuların birleştiği nehirler
- Dördüncü (4) dereceli akarsu:** Birinci, ikinci ve üçüncü dereceli akarsuların birleştiği

BİR AKARSUYUN PLANI/Çatallaşma Oranı

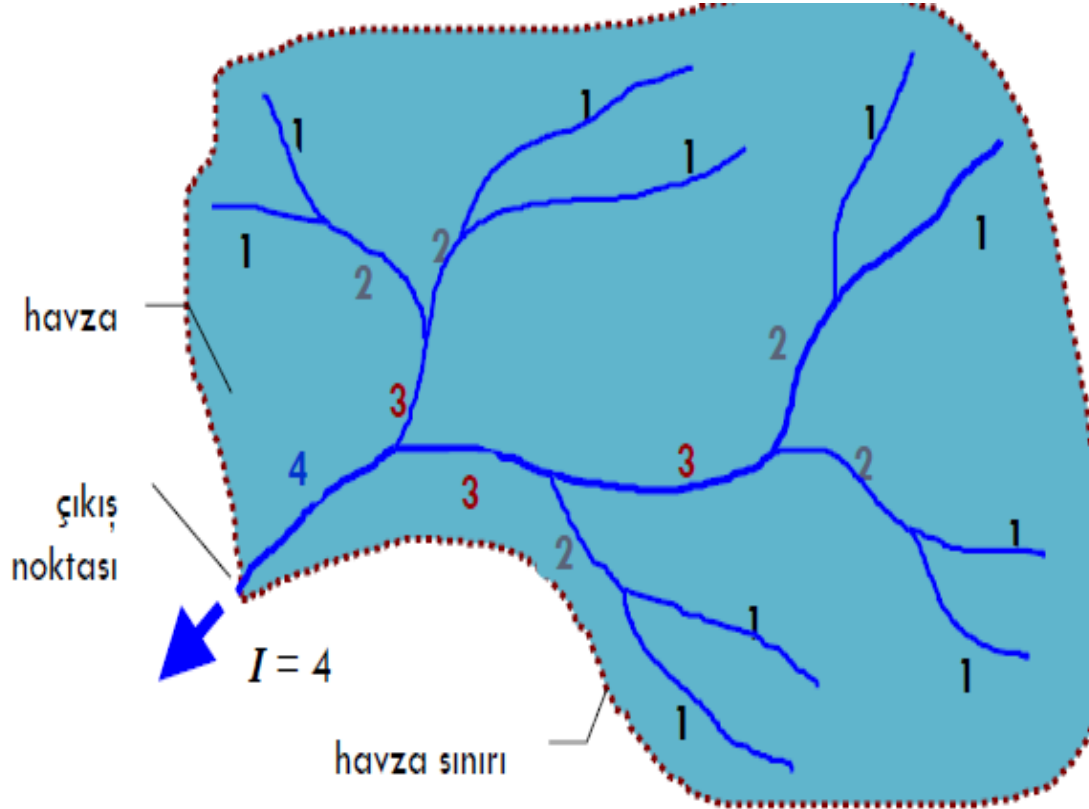
Dereceleme: HORTON (1936) havzadaki akarsuların derecelendirilerek sınıflandırılabileceğini önermiştir.

r_b = çatallaşma oranı

N_i = havzadaki **i**. dereceli akarsuların sayısı

$$r_b = \frac{N_i}{N_{i+1}}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, i-1$



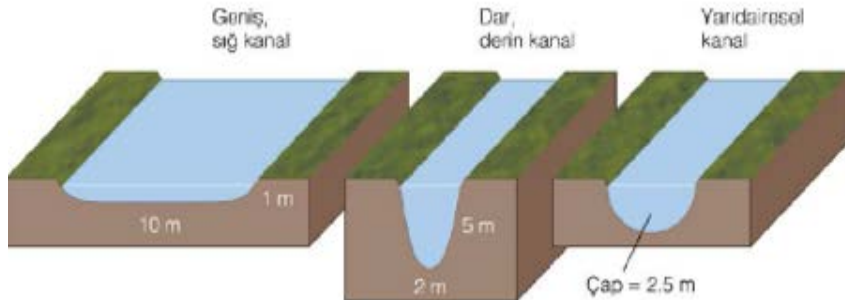
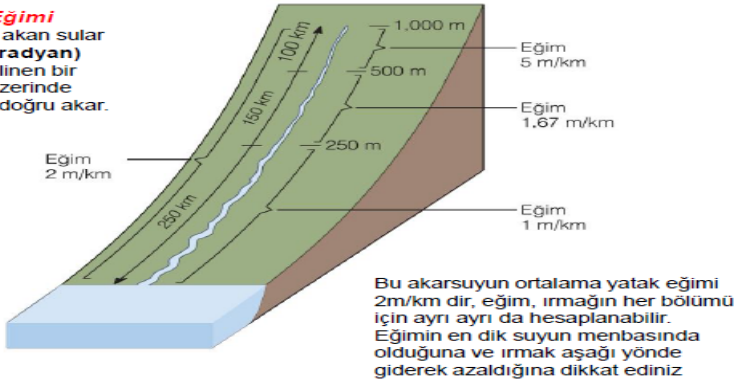
Derecelen dirme	Adet	r_i
1	10	$10/5=2$
2	5	$5/3=1.67$
3	3	$3/1=3$
4	1	1

AKARSULARDA HIZ VE DEBİ

Akış Hızı: Akarsuyun herhangi bir kesimindeki, bir saniyedeki hızına denir. m/sn olarak ifade edilir.

- 1.Eğim
- 2.Debi (su miktarı)
- 3.Taşıdığı yük miktarı
- 4.Akarsu yatağının dar veya geniş olması
- 5.Bitki örtüsü.....

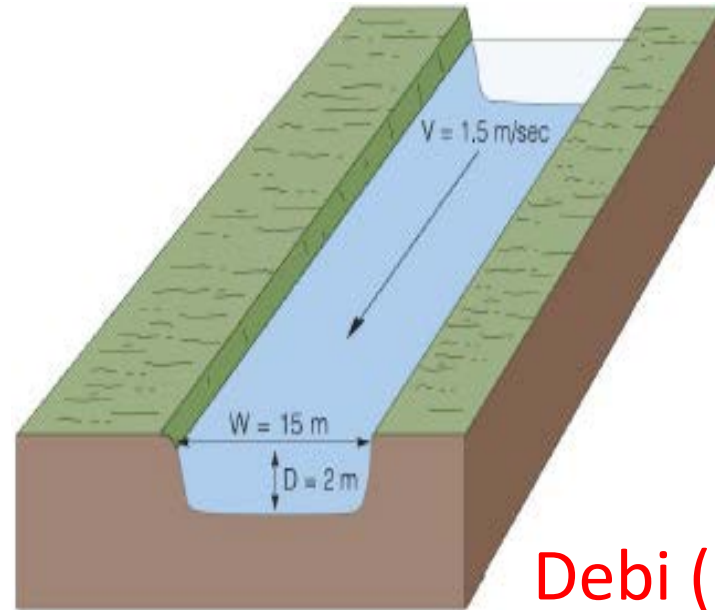
Yatak Eğimi
Kanalda akan sular eğim (gradyan) olarak bilinen bir yamaç üzerinde aşağıya doğru akar.



1000 litre = 1m³

Debi (su miktarı) : Akarsuyun, herhangi bir kesiminden bir saniyede geçen su miktarıdır. m³/sn olarak ifade edilir.

- 1.Havzaya düşen yağışın miktarı
- 2.Jeolojik durum (Zeminin yapısı-Geçirimsizlik)
- 3.İklim
- 4.Bitki örtüsü
- 5.Havzanın genişliği
- 6.Yer altı suları ve kaynakları
- 7.İnsan faktörü



$$\text{Debi (Q)} = V \cdot A$$

$$\text{Debi (Q)} = VA = 1.5 \text{ m/sec} \times 30 \text{ m}^2 = 45 \text{ m}^3/\text{sec}$$

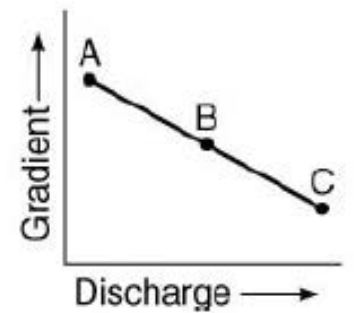
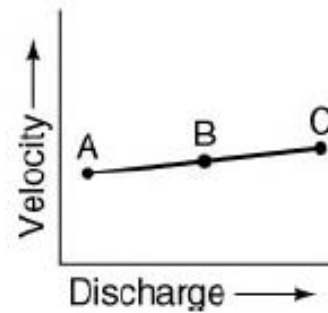
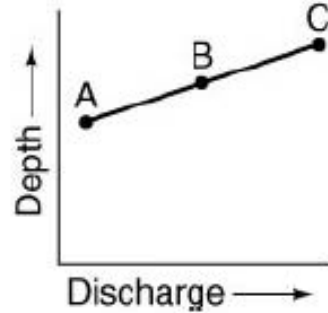
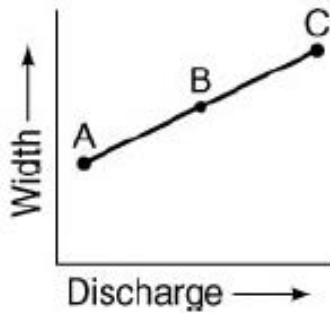
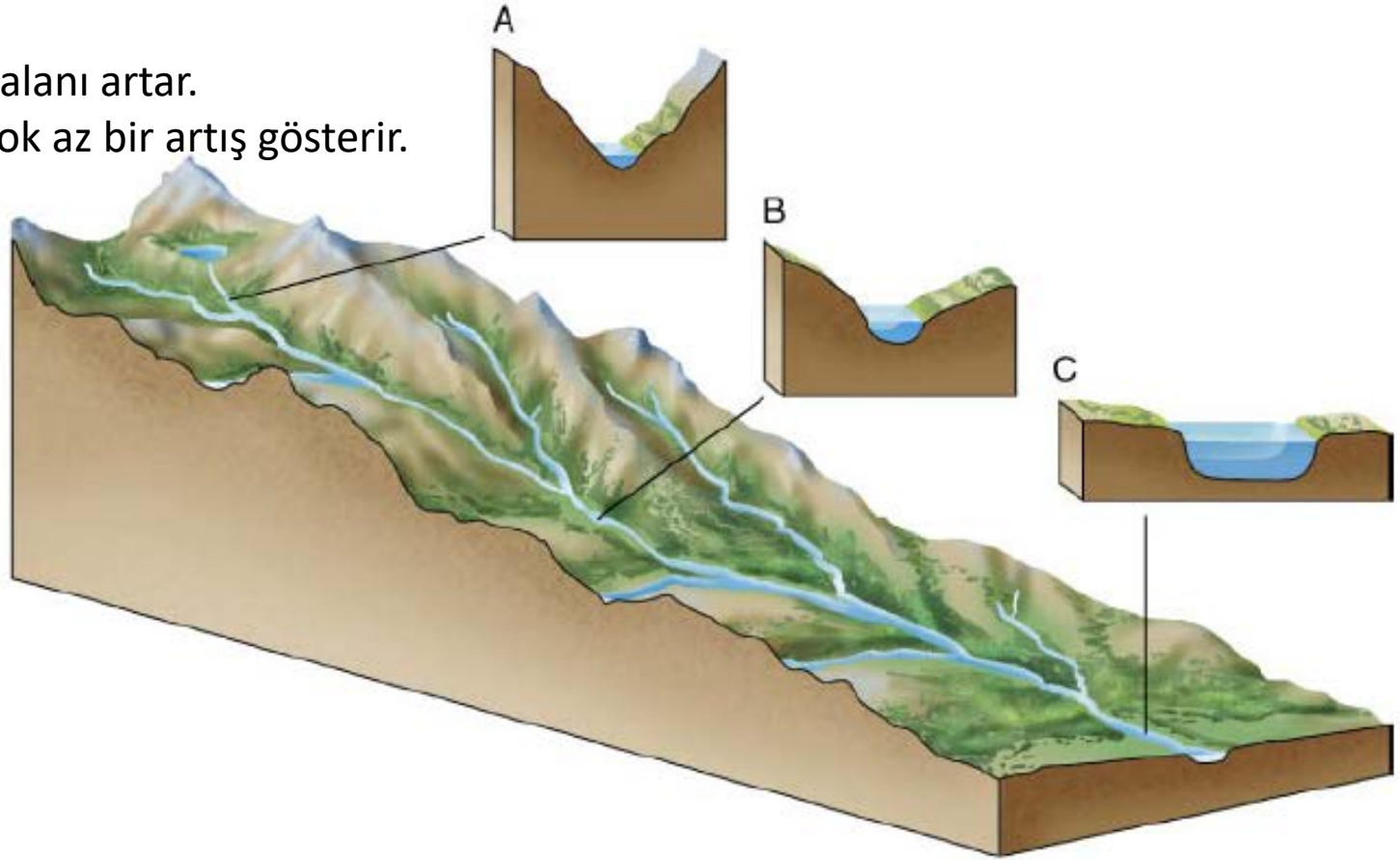
A= Kanalın kesit alanı (m²)

V= Akış hızı (m/sn)

DEBİ, HIZ ve KANAL ŞEKLİ

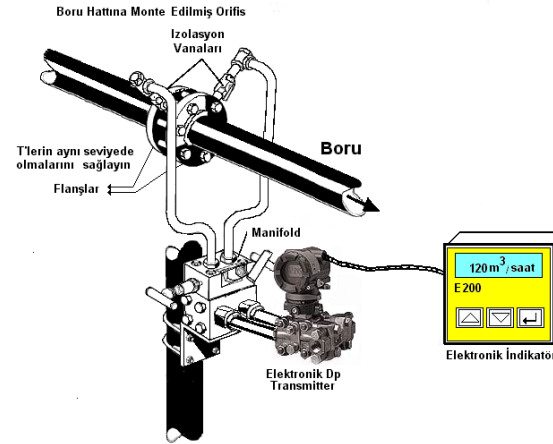
Tipik bir akarsuyun kaynağından ağzına doğru hareket edecek olursak

- Debi artar.
- Akarsu kesit alanı artar.
- Akarsu hızı çok az bir artış gösterir.
- Eğim azalır.

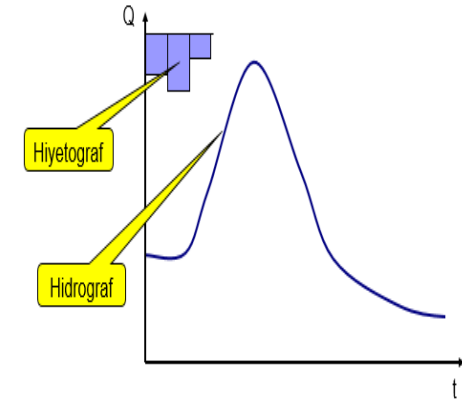


AKARSULARDA DEBİ (AKIM) ÖLÇÜMÜ

1. Doğrudan ölçüm; Moline, Yüzen cisim, İzleyici, Ultrasonik yöntemler, Elektromanyetik yöntemler
2. Hidrolik yapılar ile ölçüm; Savaklar, orifis, kanallar
3. Akımın tahmin edilmesi; Yağış-akış ilişkileri, hidrograf analizleri

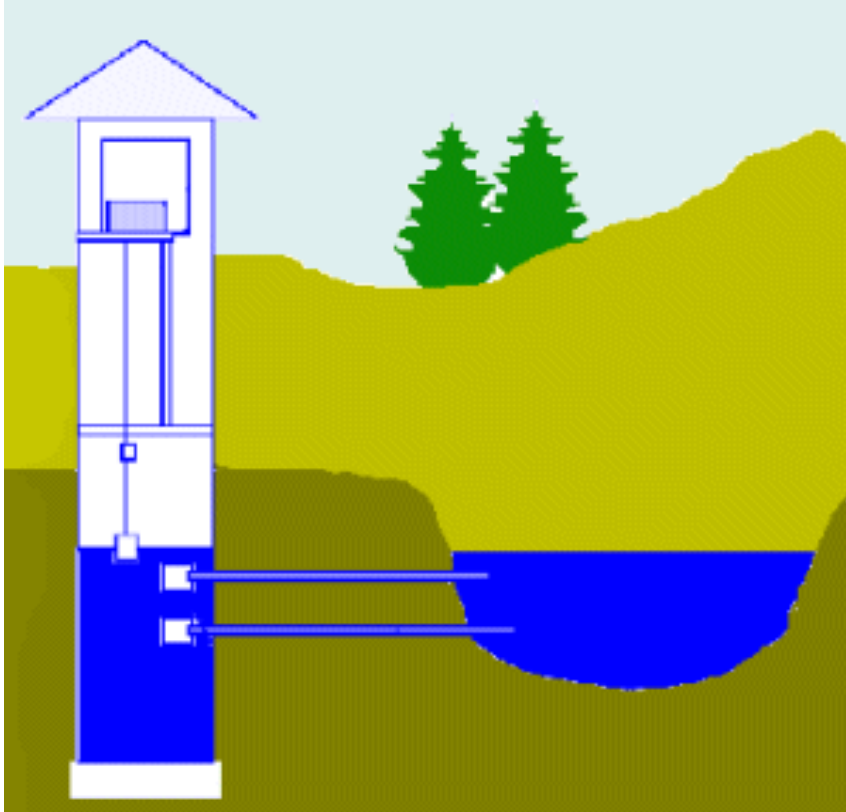


Orifis Plate

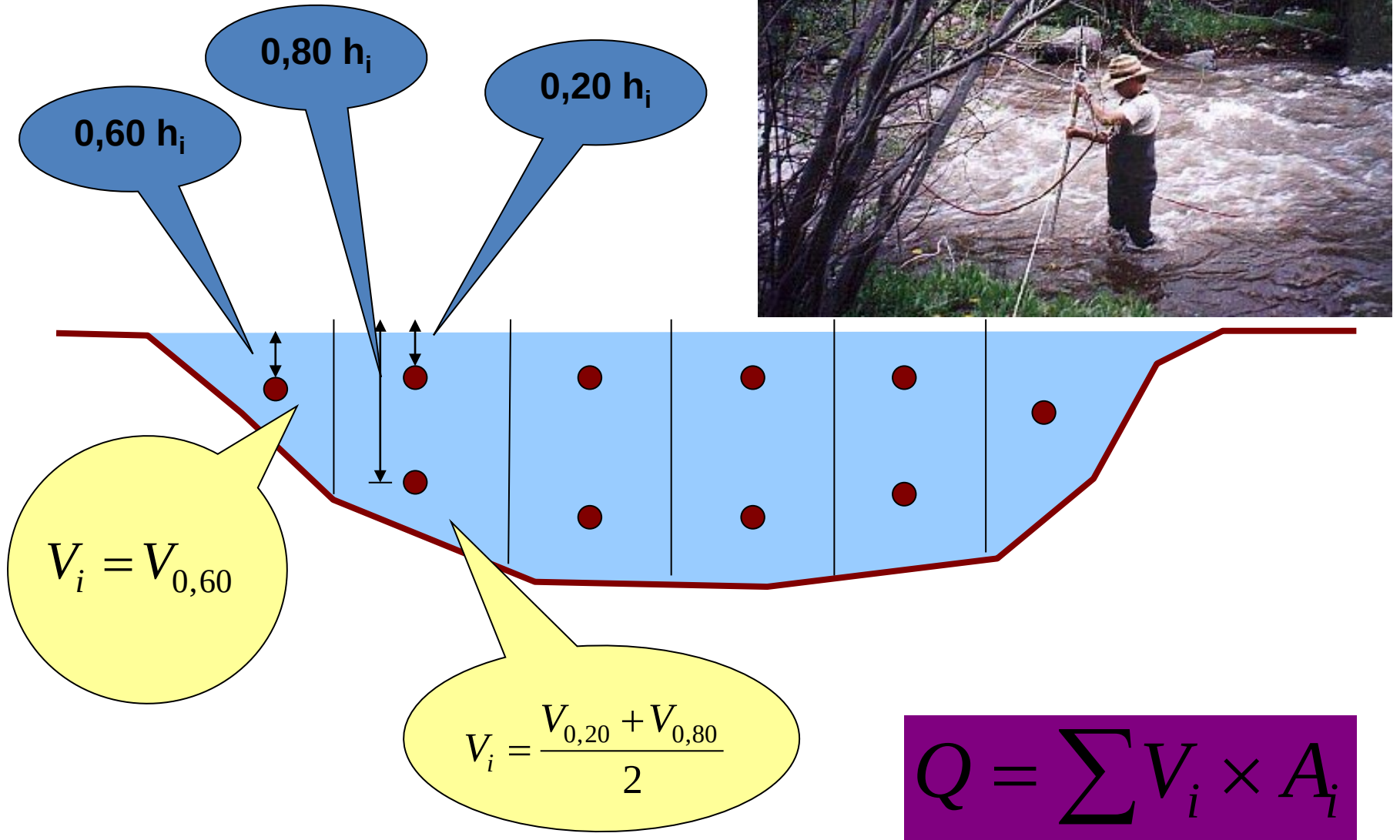


Hidrograf

AKARSULARDA DEBİ (AKIM) ÖLÇÜMÜ



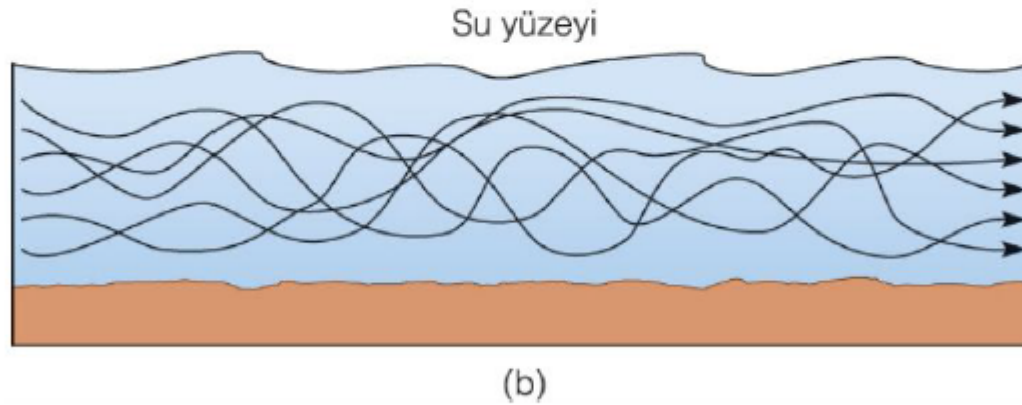
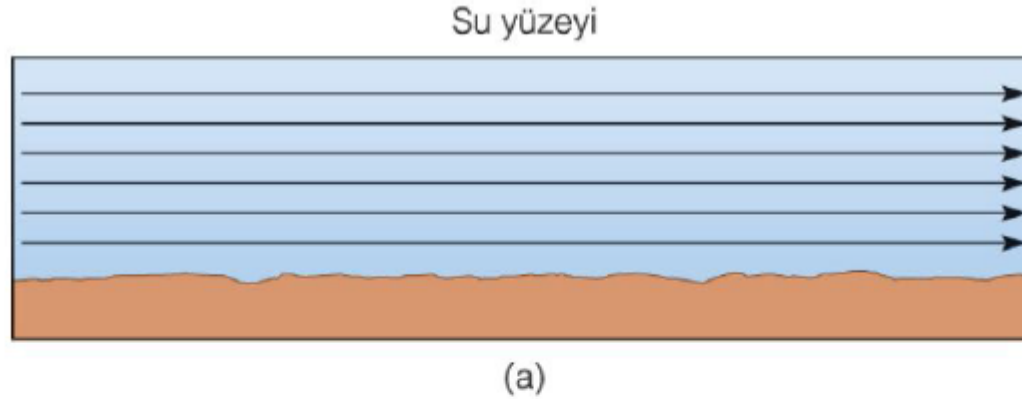
AKARSULARDA DEBİ (AKIM) ÖLÇÜMÜ/Muline ile ölçüm



Kesit sayısı: 10-30 Dilim genişliği: 1m-10m Dilimlerdeki $Q < toplam\ Q$

AKARSU AKIŞI

Akan bir su içindeki akımın hareketi, zaman içinde birim su kütlesinin yaptığı harekete bağlı olarak tanımlanır. Bu harekete, akım hatları (streamlines) denir. Tüm karasularda akan sular, ya laminar ya da türbülanslı (burgaçlı) adı verilen tarzda akarlar. Laminer akımda, akım hatları birbirlerine paraleldir. Türbülanslı akımda ise akım hatları düzensiz bir şekilde birbirlerine karışırlar.



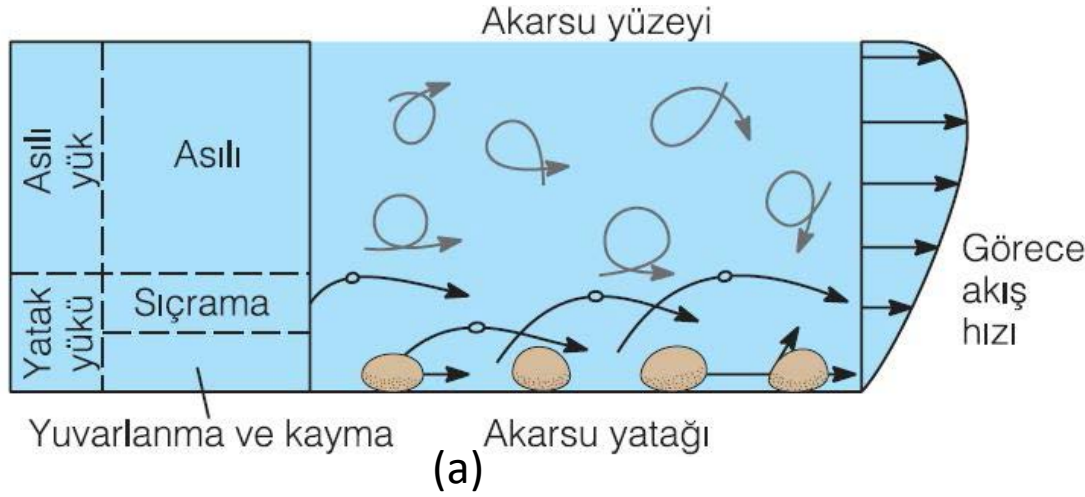
(a) Laminer akışta akış çizgileri birbirine paralel olup sıvıda, komşu tabakalar arasında çok az ya da hiç karışma gerçekleşmez. (b) Burgaçlı akışta ise akış çizgileri tabakalar arasında karışmayı gösterir biçimde iç içe girmiştir. Çoğu ırmağın akışı laminar özelliktedir

AKARSU KANAL TİPLERİ

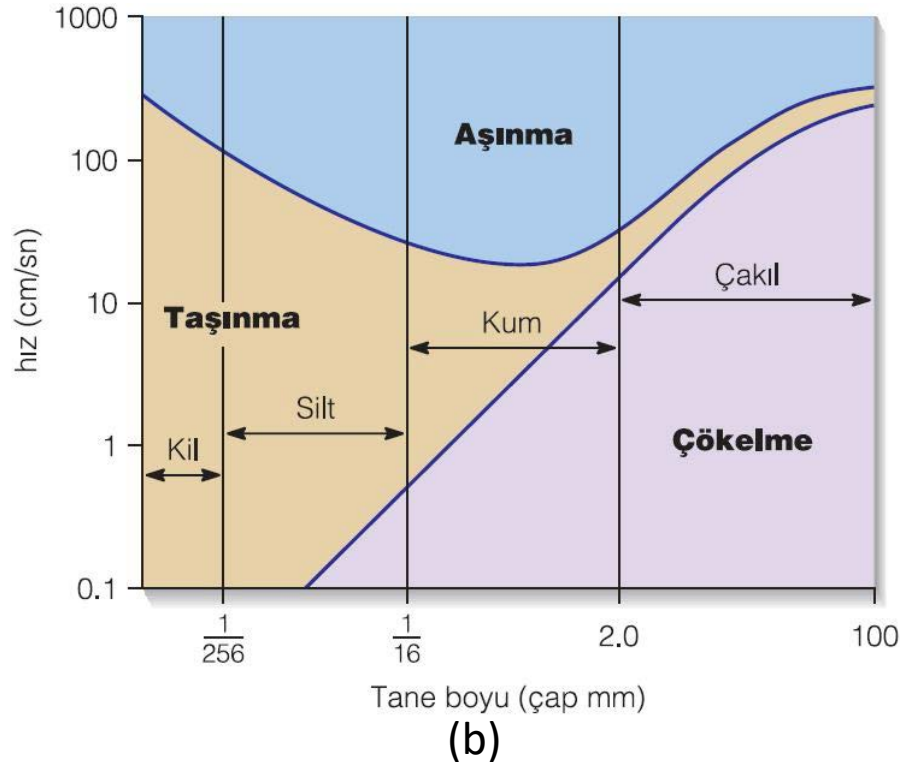
1. Düz Kanallı Akarsu
2. Örgülü Akarsu
3. Menderesli Akarsu
4. Anastomosing Akarsu (Çatallı – Birleşen)



AKARSULAR ÇÖKELLERİ NASIL TAŞIR VE AŞINDIRIR?



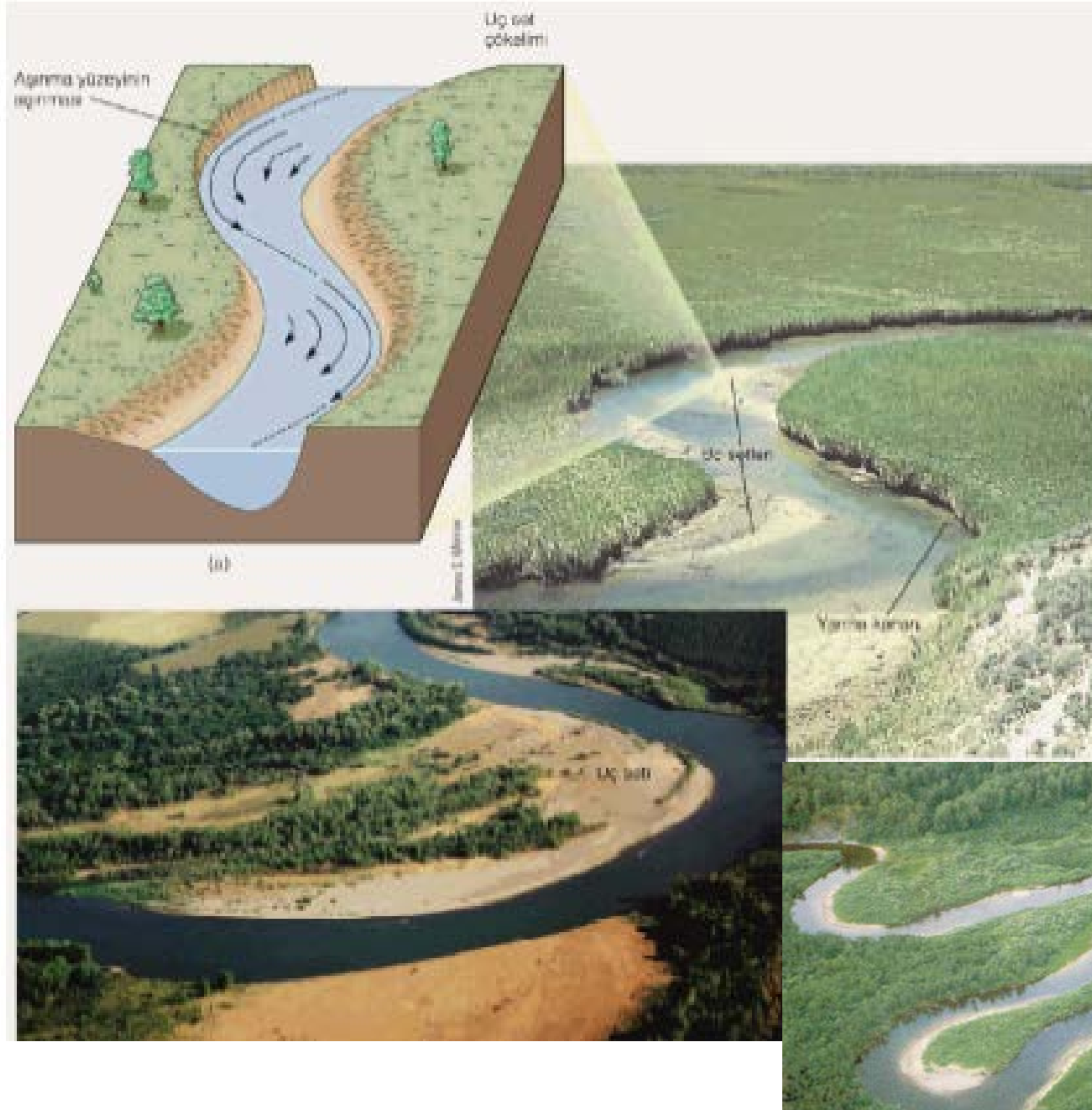
Akarsularda **potansiyel** ve **kinetik** olmak üzere iki tür enerji vardır; **Potansiyel enerji**, bir barajın ardındaki ya da yüksek bir kotta bulunan suyun enerjisi gibi durgun haldeki enerjidir. Irmak akarken potansiyel enerji **hareket enerjisine** yani **kinetik enerjiye** dönüşür.



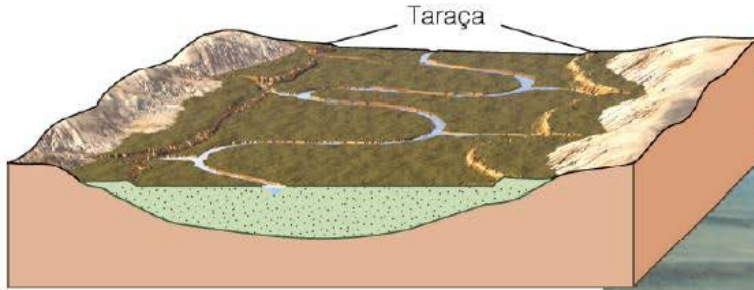
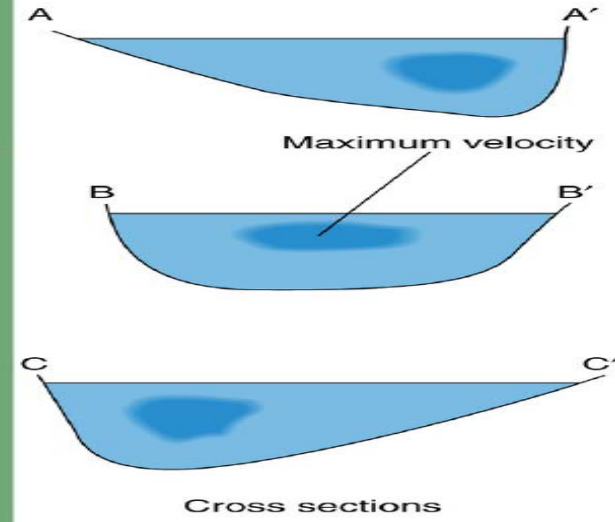
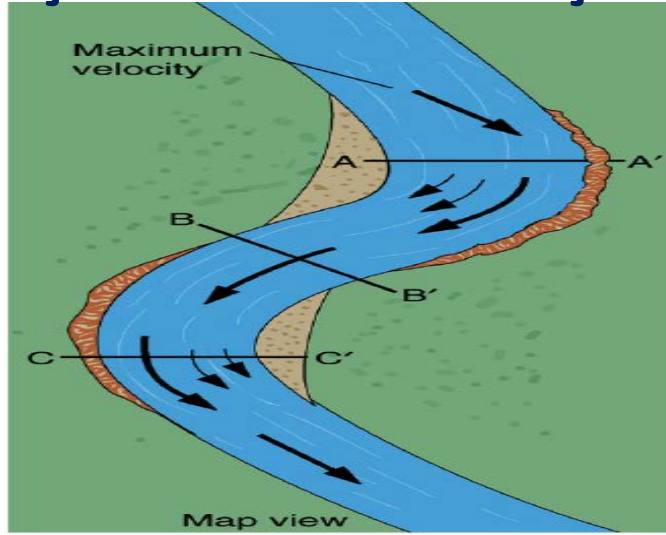
*Bir akarsuyun taşıyabileceği en büyük boyutlu taneler, o akarsuyun **kompetans'ını** tanımlar. Bir akarsuyun taşıyabileceği toplam yükün ölçüsüne **kapasite** denir.*

- (a) Yatak yükü ve asılı yük olarak çökellerin taşınması. Sağdaki hız kesidinde bulunan oklar, yüzey yakınında en büyük olduğu akış hızıyla orantılıdır.
- (b) Akarsularla çökellerin aşındırılması, taşınması ve çökmesi tane büyüklüğü ve akış hızıyla ilişkilidir.

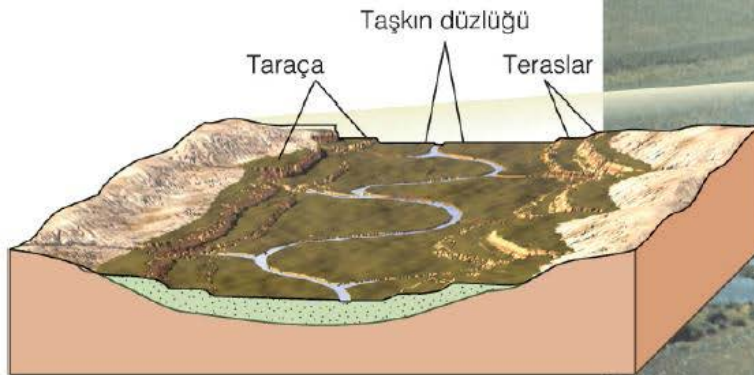
AKARSULAR ÇÖKELLERİ NASIL TAŞIR VE AŞINDIRIR?



AKARSULAR ÇÖKELLERİ NASIL TAŞIR VE AŞINDIRIR?



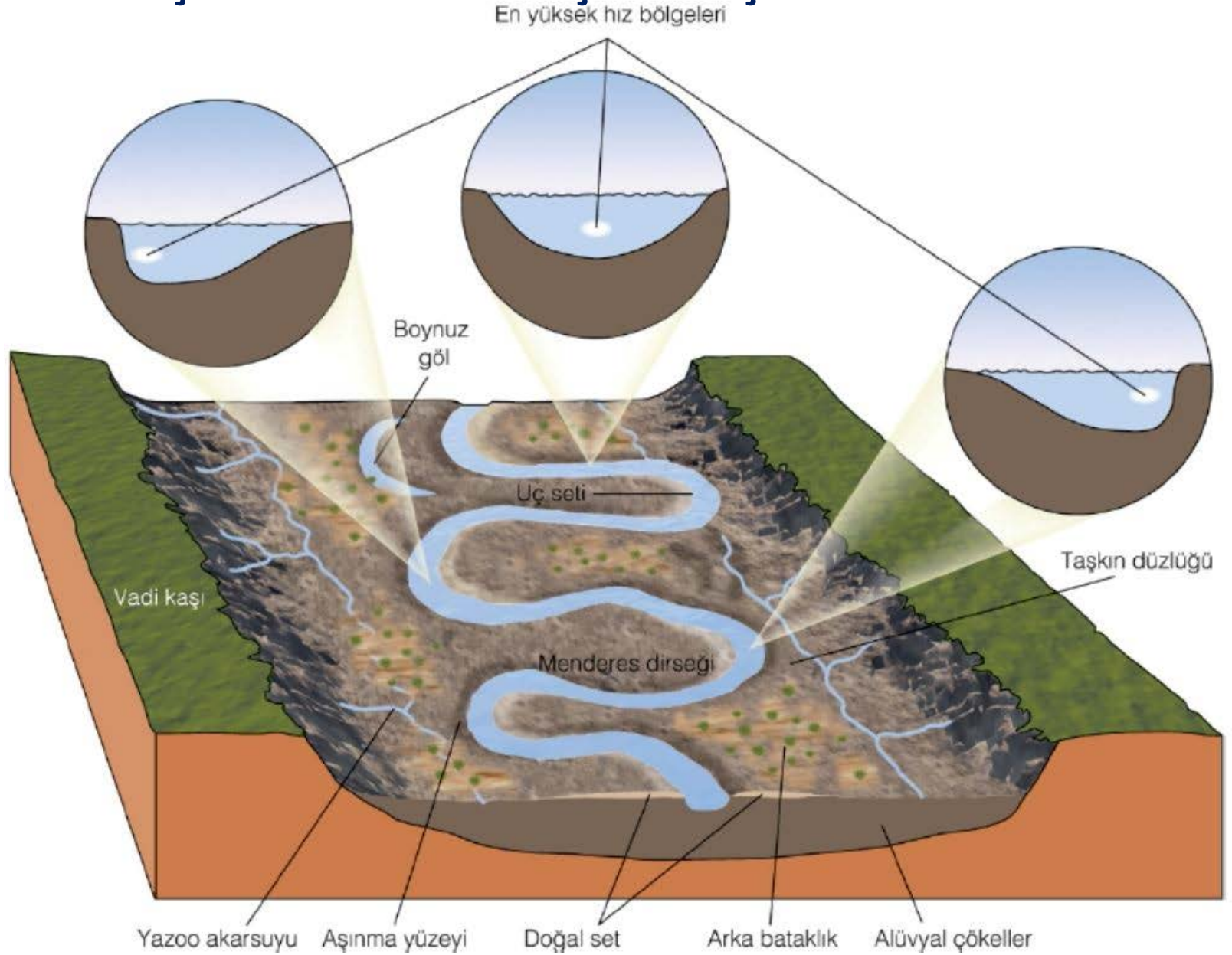
(b)



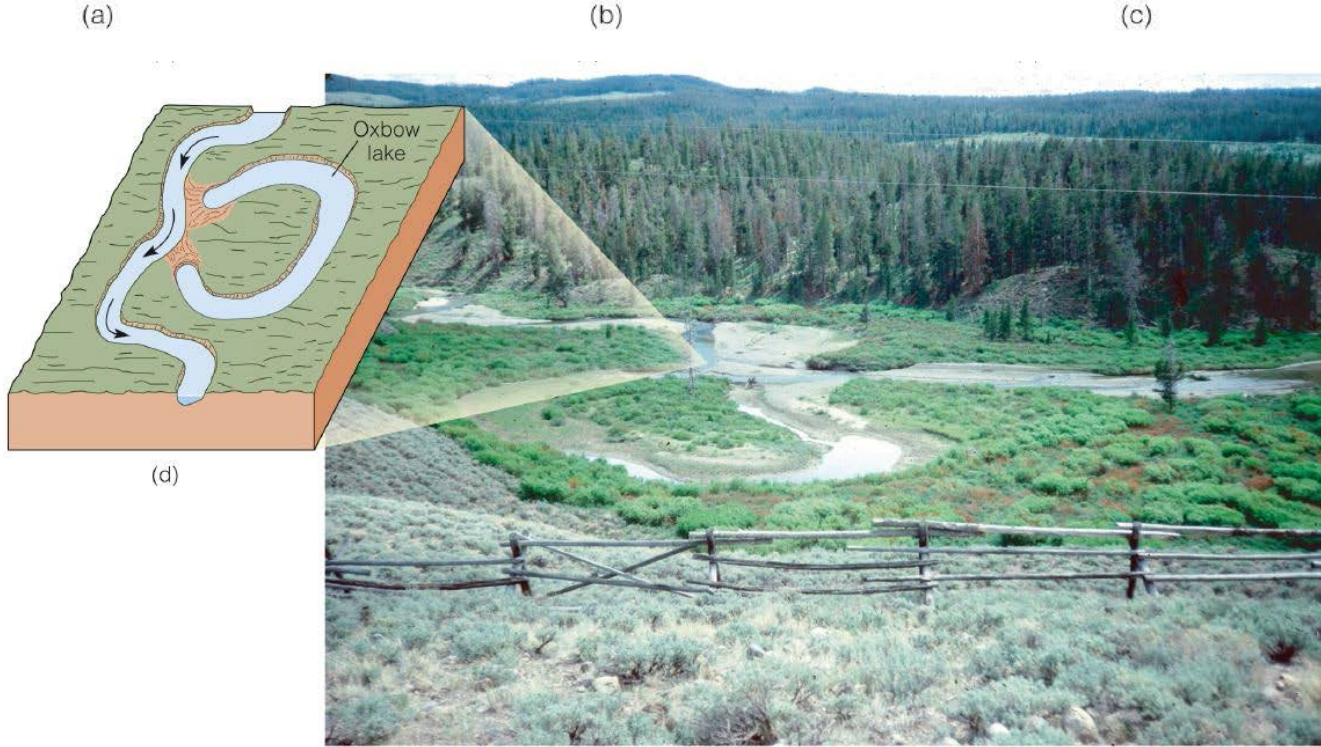
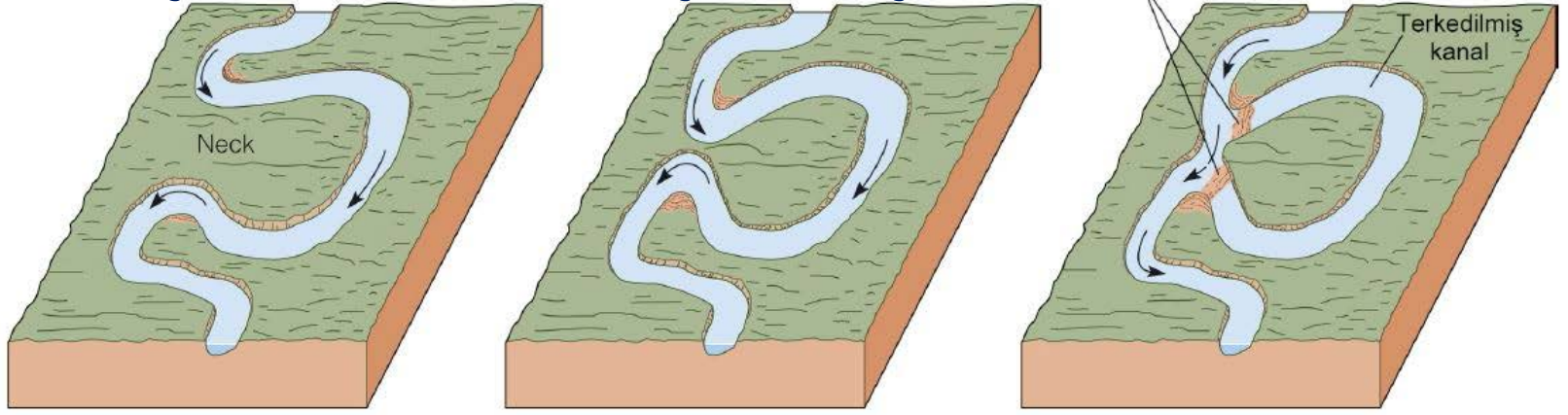
(c)



AKARSULAR ÇÖKELLERİ NASIL TAŞIR VE AŞINDIRIR?



AKARSULAR ÇÖKELLERİ NASIL TAŞIR VE AŞINDIRIR?



Kıvrımlı bir akarsuda akan su, merkezkaç kuvveti etkisiyle dış kıyıda sürekli olarak kıyı aşınması ve taban oyulmasına, iç kıyıda ise birikme ve yığılmalara neden olur.

TAŞKINLAR VE TAŞKIN KONTROLÜ

Bir akarsuyun yatağından taşarak veya farklı nedenlerle yükselen suların meskun veya olmayan araziye kaplamasıdır.



TAŞKIN TİPLERİ

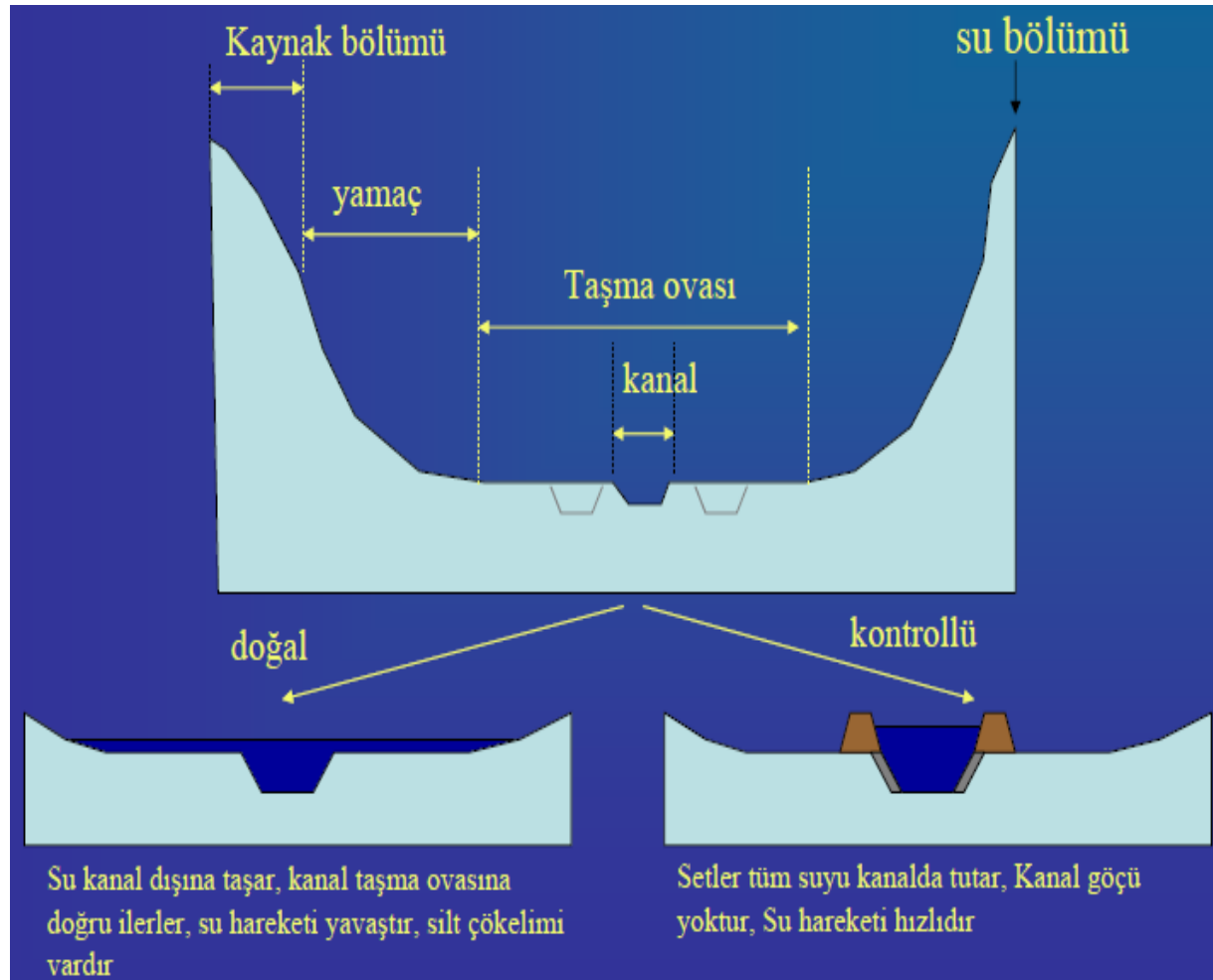
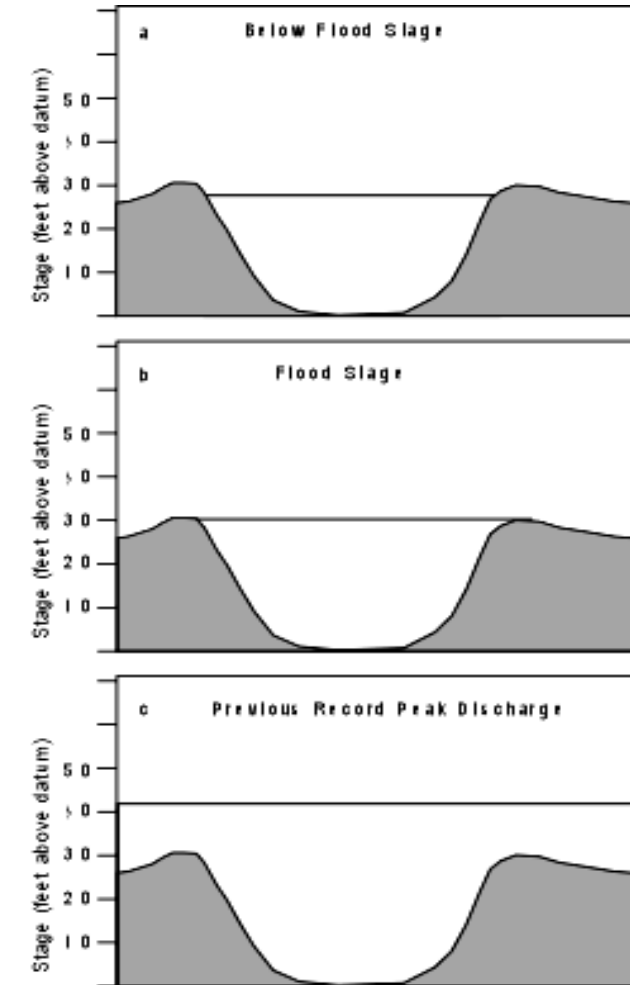
- Bölgesel Taşkınlar
- Ani Taşkınlar
- Buzul Yığılması Taşkınları
- Toprak Kayması Taşkınları
- Baraj Yıkılması Taşkınları
- Deniz Kabarması Taşkınları
- Köprü Yıkılması Taşkınları
- Yapay Etkenlerle Oluşan Taşkınlar



TAŞKINLAR VE TAŞKIN KONTROLÜ

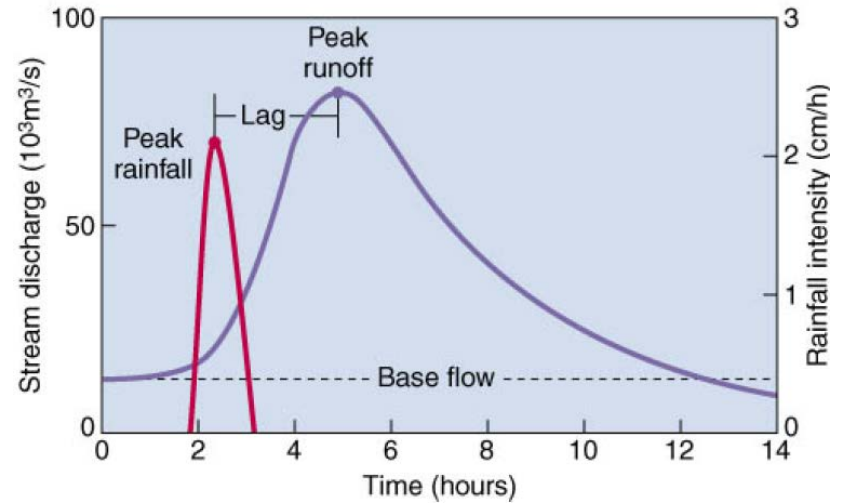
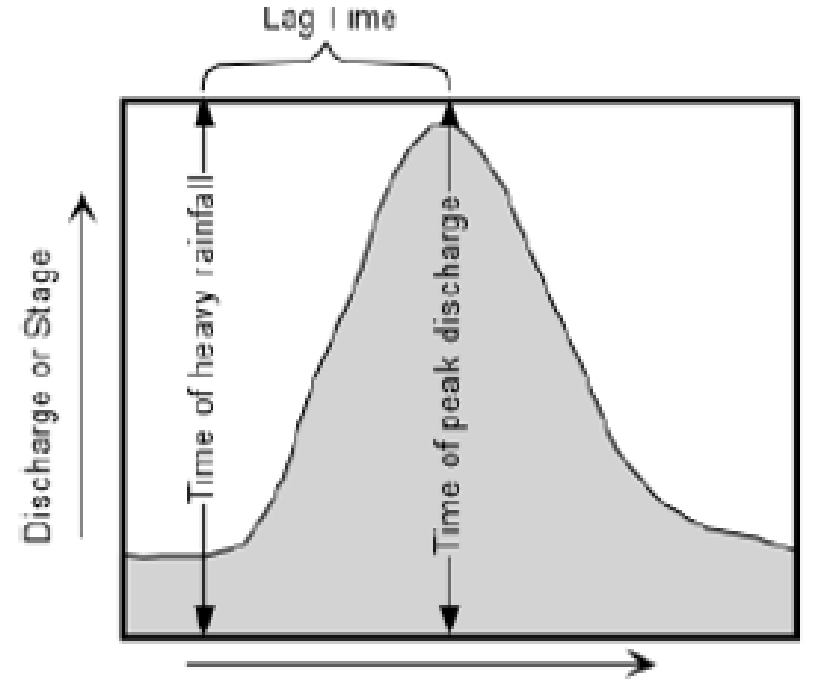
Taşkın seviyesi (flood stage): Nehir akışının yatağın dışına taşıdığı su yüzeyinin belli bir lokal referans noktasından olan yüksekliğidir. Referans noktası: deniz seviyesi olabilir. Bir çok yerde ise referans noktası lokal rasat istasyonlarıdır.

Taşkın debisi (flood discharge): suyun nehir kanalının dışına taşıdığı debi (ft^3/s ; m^3/s)



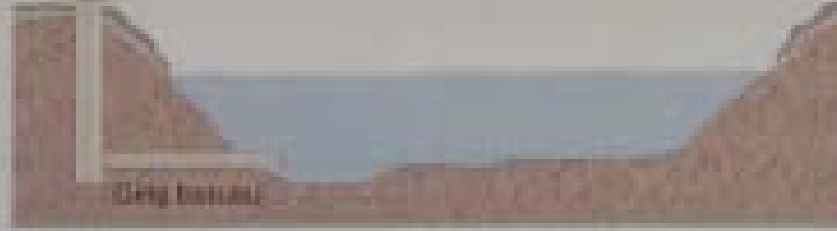
TAŞKINLARIN ÖLÇÜMÜ

- ❑ Taşkın seviyelerinin ve taşkın debilerinin rasat istasyonlarda sürekli ölçülmesi
- ❑ Hidrografların oluşturulması
 - Nehrin debisinin zaman bağılı olarak değişimini göstermektedir. Taşkın debisi hidrografta pik debi ile temsil edilmektedir.
 - Lag time: Aşırı yağışların meydana geldiği an ile nehirde maks. debisinin olduğu an arasındaki zaman farkıdır.
 - ❖ Yağış süresi
 - ❖ Sızma oranı, yağışın bitkiler tarafından tutulma oranı
 - ✓ Eğer yağışın miktarı kısa zaman periyotunda yüksek ise lag süresi kısadır.
 - ✓ Eğer yağışın miktarı uzun zaman periyotunda yüksek ise lag süresi daha uzundur.
 - ✓ Sızmanın olmayışı lag süresini kısaltmaktadır.



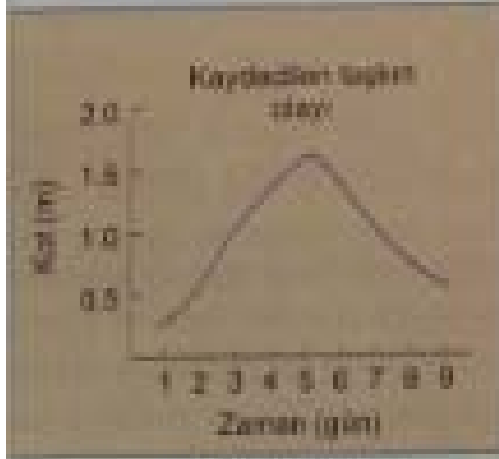
TAŞKINLARIN TEKRARLANMA ARALIĞI

Düzensiz ölçüm yapan alet
suyun kolunu metre ölülerden
ölçer

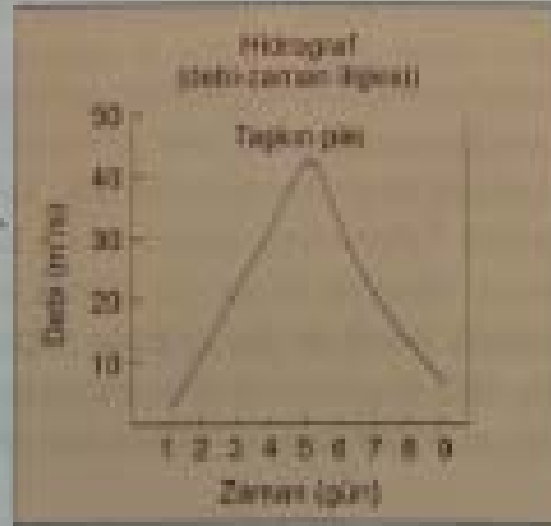


Değişik kotlardaki ölçünün
m³/s oranından çıkarması.
Debi (Q), suyun ortalama
hız (V) ile kesit alanının
(A) çarpımına eşittir. $Q=VA$

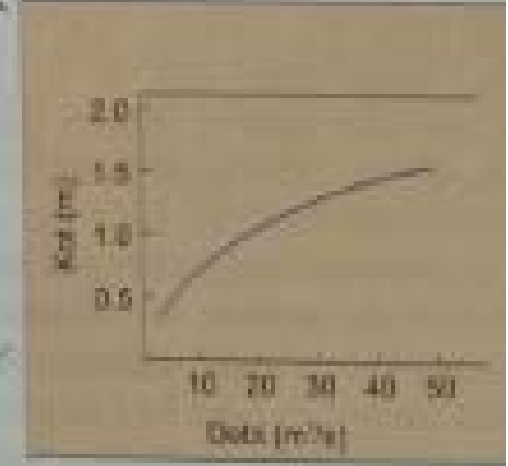
(a)



(b)



(d)



(c)

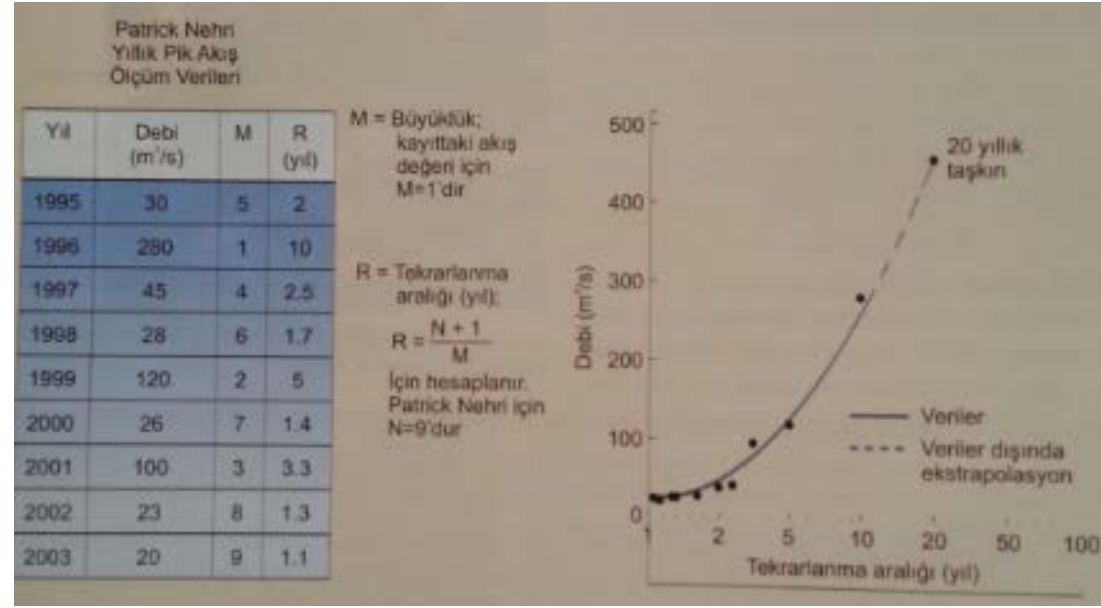
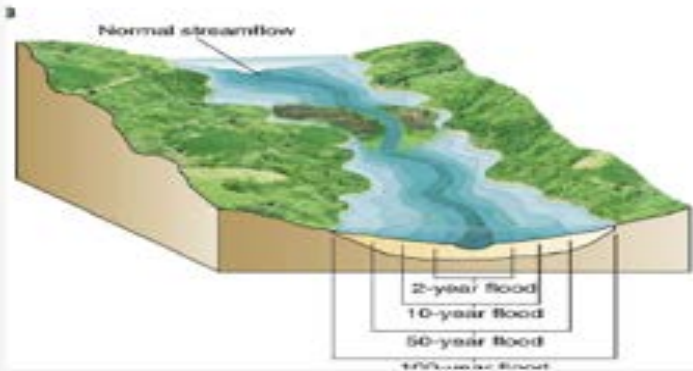
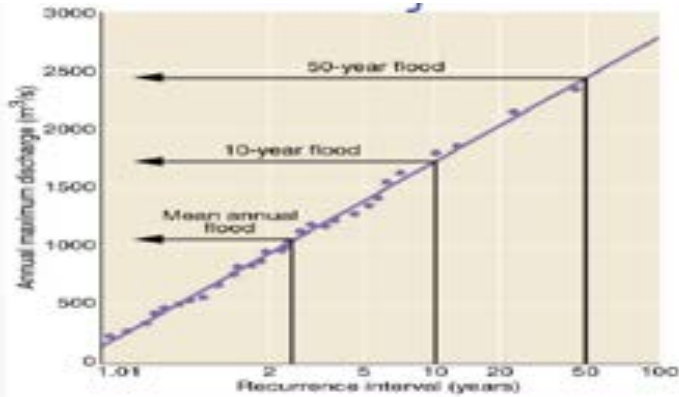
Bir hidrografın elde edilmesi; arazi verisi, seviye-zaman, seviye-debi ve bunlardan elde edilen debi-zaman hidrografı

TAŞKINLARIN TEKRARLANMA ARALIĞI

Her bir akış için tekrarlanmaları derlenerek debi-frekans grafiği çizilebilir

$$R: (N+1)/M$$

- ❑ R: yıl olarak tekrar oluşum aralığı
- ❑ N: kayıt tutulan yıl sayısı
- ❑ M: kayıt yılları içerisindeki bireysel akışların rankıdır (büyükten küçüğe sıralandığındaki sırası)



Örneğin Şekil de akarsuyun 9 yıllık verisi içinde en büyük akış yaklaşık olarak 280 m³/s'dir ve M rankı 1'e eşittir. Bu taşkının tekrarlanma aralığı;

$$R: N+1/M = 9+1/1 = 10$$

Bunun anlamı; 280 m³/s' e eşit veya fazla taşkınlar her 10 yılda bir beklenmelidir demektir ve buna 10 yıllık taşkın denilir. Herhangi bir yılda 10 yıllık taşkın olasılığı 1/10 veya 0.1 (%10)'dur.

Taşkın Hasarlarına Neden Olan Faktörler

- Taşkın ovasında arazi kullanımı
- Taşkın suyunun büyüklüğü veya suyun yüksekliği, hızı ve oluşma sıklığı
- Taşkın süresi ve suyun yükselme hızı
- Sezon: örneğin taşkın ovasında büyüme sezonu
- Çökelen sediment yükü
- Tahmin, uyarı ve acil sistemlerin etkinliği

Taşkınların Etkileri

Taşkınların neden olduğu **birinci etki sellenme**, ikinci etki ise sellenmeye bağlı **servis ve sistemlerin bozulması veya düzgün çalışmasıdır**. Birinci etkiler arasında **can kaybı, elektrik akımlarının verdiği zararlar, tarım alanlarına gelen sediment ve moloz, ev, bina, demiryolu, köprü, yol ve iletişim sistemlerine verdiği zararlar** vardır. Kent içi ve dışındaki sediment erozyunu ve çökmesi de zemin ve bitki örtüsü üzerinde önemli kayıplara neden olabilir. İkincil etkiler arasında **nehirlerin kısa dönem kirlenmesi, açlık ve hastalık ile evlerini kaybeden insanların başka yere taşınması** sayılabilir. Bunlara ilave olarak **kısa devre elektrik ve erozyona bağlı olarak kırılan gaz boruları nedeniyle yangınlar** çıkabilir.

Taşkın Tehlikelerine Karşı Düzenlemeler

1. Fiziksel bariyerler ve Kanallar yapmak; (Baraj, sedde, kanal inşaatı)
2. Akış güzergahını düzleştirecek, genişletecek ve derinleştirecek değişiklikler yapmak.
3. Sel sigortası ve taşkın ovalarının arazi kullanım düzenlemesi

Taşkından Koruma

1. Kazık temel, duvarlar veya dolguyla binanın temel seviyesini sel tehlike seviyesinin üzerine çıkarmak
2. Binaları sel sularından korumak için sel duvarları veya toprak banketler yaparak onları tecrit etmek
3. Su geçirmez kapı, su geçirmez temel ve pencere gibi su geçirmez yapılar inşa etmek
4. Sel sularını dışarı atmak için pompalı gelişmiş drenaj sistemleri kurmak

July 4, 1980



July 18, 1993





Çalışan setler



Arkasında suyu tutan set

Setler su taşkını çok büyük olmadıkça arkasındaki alanı korur



Yıkılmış set



HAZİRAN-2005

**HAYRAT İLÇESİNDE YAŞANAN
HAYRET VERİCİ MANZARA**



AĞUSTOS-2005



RİZE



GİRESUN



EDİRNE



KURAKLIK

Alibeyköy Barajı, 2007



TAŞKIN

İkitelli, 2009



Eski Kesit



Yeni Kesit







1990 SEL FELAKETİNDE TRABZON-GÜMÜŞHANE DEVLET KARAYOLU

Kısır Döngü!!!

