

BÖLÜM 13 NEHIRLER: OKYANUSLARA TAŞIMA (RIVERS: TRANSPORT TO OCEANS)

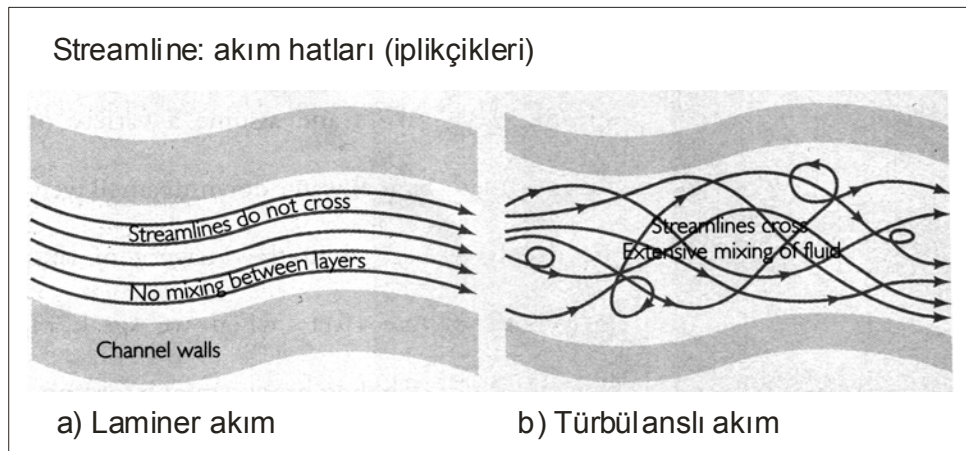
GİRİŞ

Yeryüzünün şekillenmesinde akarsuların önemi çoktur. Akarsular hem kayaçları aşındırırlar, hem de aşındırdıkları kısımlardan itibaren çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzemeleri taşırlar. Bu bölümde bu işlevler üzerinde durulacaktır. Burada, akarsu sözcüğünü herhangi bir yüzeysel su akışı için, nehir sözcüğünü ise geniş bir akarsu sisteminin ana kollarını belirtmek için kullanacağız.

AKARSULARDA SU NASIL AKAR ?

Akan bir su içindeki akımın hareketi, zaman içinde birim su kütesinin yaptığı harekete bağlı olarak tanımlanır. Bu harekete, akım hatları (streamlines) denir. Tüm karasularda akan sular, ya laminer ya da türbülanslı adı verilen tarzda akarlar. Laminer akımda, akım hatları birbirlerine paraleldir. Türbülanslı akımda ise akım hatları düzensiz bir şekilde birbirlerine karışırlar. Az su taşıyan ve yataya yakın bir kanalı olan akarsularda akım laminerdir. Buna karşın çok miktarda su taşıyan ve kanal eğimleri fazla olan akarsuların akım tarzı türbülanslıdır.

Akımın tarzı, üç unsura bağlıdır: 1) suyun hızı; b) suyun akış geometrisi (daha çok derinliği) ve c) kıvamlılığı (viskozitesi). Kıvamlılık arttıkça, akım laminer hale gelir.

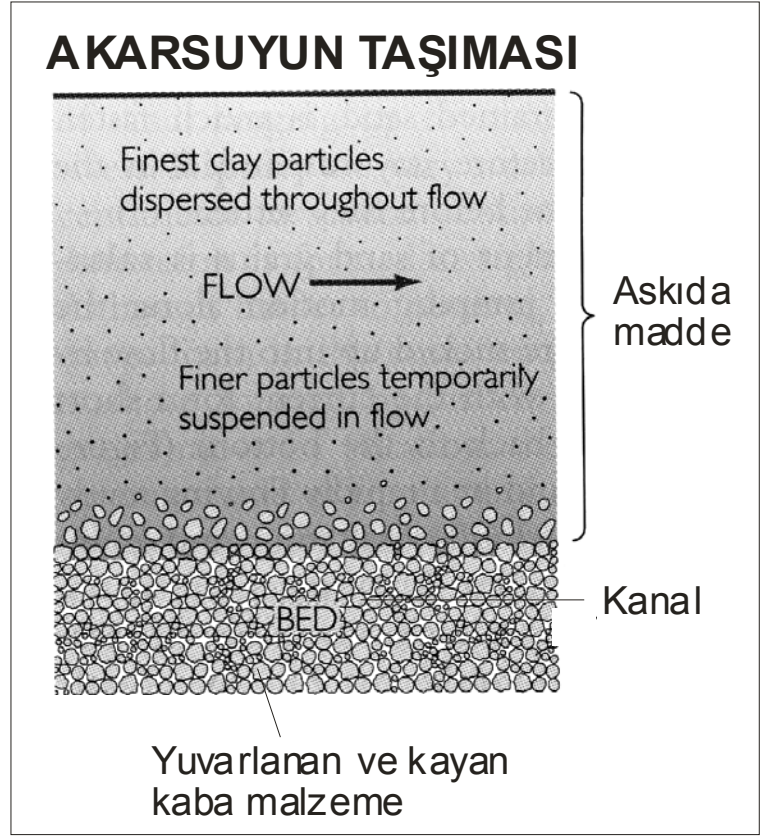


Şekil 13.2. Akım türleri.

AKARSULARIN YÜKLERİ VE TORTUL HAREKETİ

Erozyon ve taşınma

Akarsuların taşıdığı malzemeler ikiye ayrılır: akarsu yatağının yükü (bedload) ve askı yükü (suspended load) (Şekil 13.2). Birincisi, akarsunun yatağında bulunan, genellikle büyük çaplı tanelerin (çakıl ve kum) kayarak ve yuvarlanarak yaptıkları hareketlerle yer değiştirdikleri ortamdır. Askı yükü ise, daha küçük boyutlu malzemenin (silt ve kil) akan su içinde askıda kalarak yer değiştirdiği kesimdir. Akıntının hızı arttıkça, taşınan malzeme yükü ve boyutu her iki kesimde de artar.

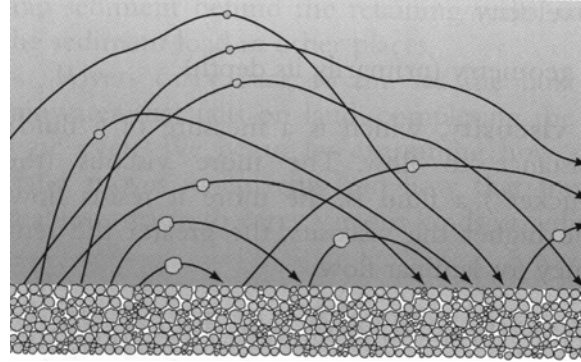


Şekil 13.2. Bir akıntı kum, silt ve kil tanelerini iki yolla taşır: yatak yükü (bedload: yuvarlanan ve kayan malzeme) ve askı yükü (suspended load: akıntıda devamlı veya geçici olarak askıda tutulan malzeme).

Askıdan çökelmeye geçiş

Askıda bulunan malzemeleri askıda tutan türbülanslı akım kuvvetlerine karşı bu malzemeleri aşağıya doğru çeken yerçekimi kuvvetleri çalışır. Bir malzemenin askıdan çökelmeye geçtiği hıza çökme hızı (settling velocity) denir. Bir malzemenin boyutu ne kadar küçükse (örneğin kil) çökme hızı da o kadar az olacaktır. Buna karşın, bir çakıl taşı, yüksek akıntı hızlarında bile akarsu yatağında kalabilir.

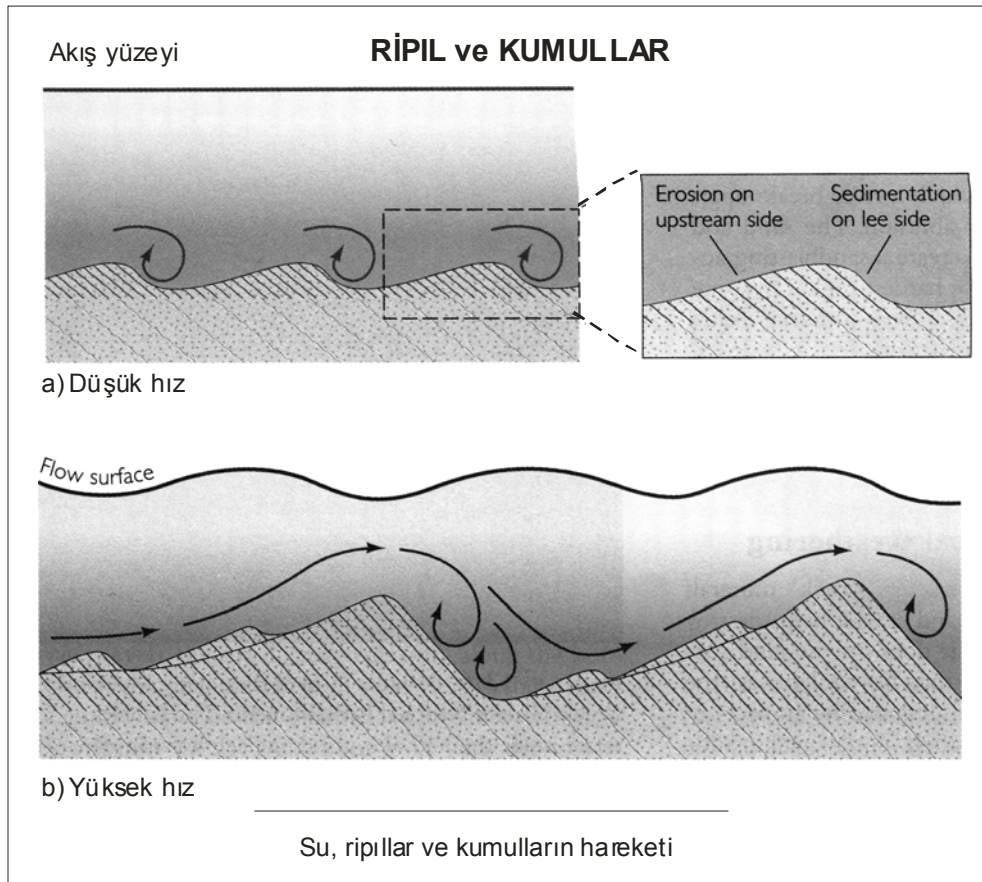
Kum tanelerinin devamlı olarak akarsu yatağından kaldırılıp sıçramalarla taşınması olayına **sıçrama** (saltation) denir (Şekil 13.3). Böylece, bir akarsuda türbülanslı akımla taşınan malzeme, askıda, sıçrama veya yatakta kayma ve yuvarlanma ile olmaktadır.



Şekil 13.3. Sıçrama hareketleri.

Karosu yatağı şekilleri: kumullar ve ripillar

Bir akarsu yatağında sıçramayla taşınan kum, çapraz tabakalı kumullar ve ripillar inşa eder. Kumullar, geniş nehirlerde metrelerce yükseklikte uzun sırtlar oluştururlar. Ripillar ise, santimetreden küçük ve birkaç santimetre yüksekliğinde küçük kumullardır. Her iki yapı da, akıntı yönüne dik olarak gelişirler. Akıntı ile devamlı olarak kumulların (veya ripilların) akıntıya bakan kısımlarında sıçramayla kaldırılan kum taneleri, kumulların akıntı aşağı kısmına çökeltirilir (Şekil 13.4). Bu şekilde, kumullar devamlı olarak yerdeğiştirirler. Bu yerdeğiştirme, sıçramadan yavaş, akıntı hızından ise çok daha yavaş olur. Düşük akıntı hızlarında sıçramanın azlığı nedeni ile küçük ripillar oluşur. Akıntı hızı arttıkça, ripilların boyutları büyür ve kumullara geçerler.



Şekil 13.4. a) Düşük su hızında gelişen ripiller; b) Yüksek hızda gelişen ripil ve kumullar: akıntıya bakan kısımlardan koparılan kum parçaları akıntıya karşı korunaklı yamaca taşınır ve çökerir. Akıntı ile, hem ripil hem de kumullar yerdeğiştirirler.

AKARSUYUN SAĞLAM KAYAYI EROZYONA UĞRATMASI

Akarsular, sağlam kayaları aşındırma, kimyasal ve fiziksel bozunma ve şelale aşındırması ile erozyona uğratar.

Aşındırma

Zaman içinde ve yavaş olan bu erozyon şekli, suyun taşıdığı kum ve çakılların devamlı olarak çarpma ve aşındırması ile gelişir. Nehir tabanında bu işlevle çukurlar (pothole) oluşabilir.

Kimyasal ve fiziksel bozunma

Yatakta bulunan kayaç tanelerinin mineral yapıları su ile bozunur ve kayaç çatlaklarla zayıflar. Fiziksel bozunma ise üzerine devamlı olarak blok, çakıl ve kum parçalarının düştüğü kayaç parçalarının özellikle çatlaklarından yarılması şeklinde olabilir.

Şelale aşındırması

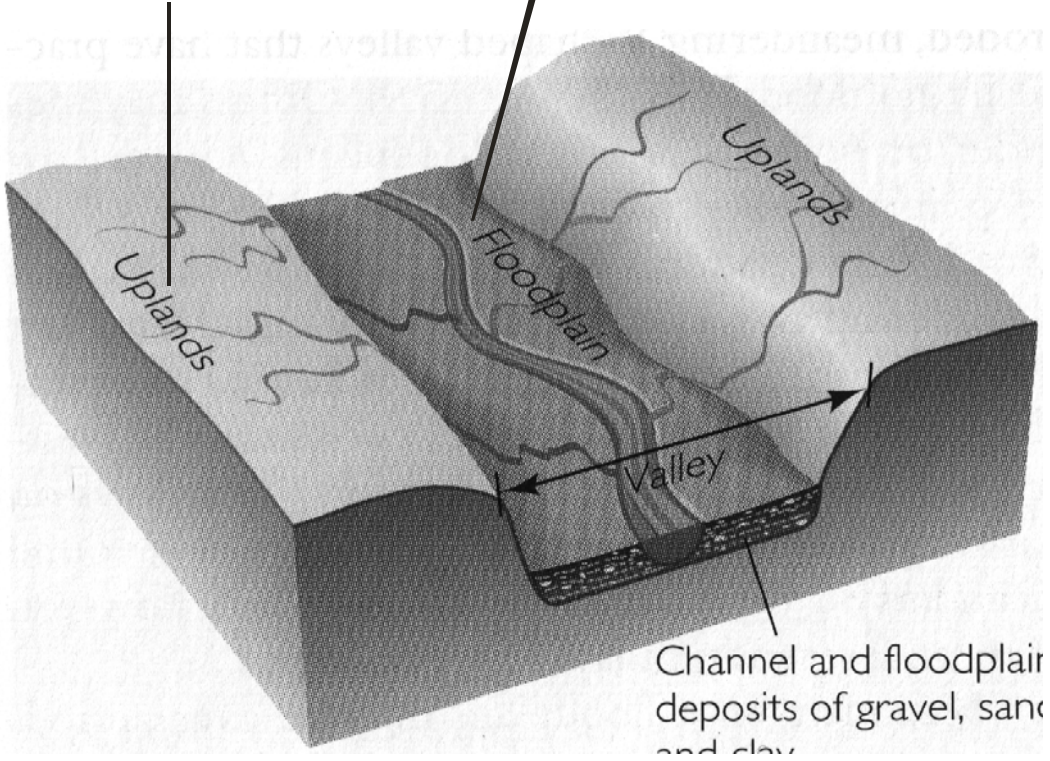
Yüksek miktarlarda sular ve taşıdıkları kayaç blokları, şelalelerin üst kısımlarını süratle aşındırırlar. Böylece aşınan kısım gerileyerek aşınmayı devam ettirir. Bu gerilemenin Kuzey Amerika'daki Niagara şelalelerinde yılda bir metre kadar olduğu saptanmıştır.

AKARSU VADİLERİ, KANALLAR VE TAŞKIN OVALARI

Akarsular yeryüzünün erozyona uğrattıkları kesimlerde vadiler oluştururlar (Şekil 13.5). Bir **vadi** (valley), akarsuyun her iki tarafındaki yamaçların topografik olarak en üst noktalarının arasında kalan kısmı ifade eder. Vadinin en alt kısmında suyun içinde aktığı **kanal** (channel) bulunur. Suyun çok miktarda olduğu zamanlarda, akarsu kanalını doldurur. Geniş vadilerde, seviyesi kanalın en üst noktasında olan bir **taşkın ovası** yer alır. Bu taşkın ovası, kanaldaki suyun taşması ile taşıdığı kum ve silt malzemelerini bıraktığı alandır.

BASKIN OVALARI

Upland: yaylalar Floodplain: baskın ovası



Kil, kum ve çakıldan oluşan kanal ve baskın ovası çökelleri

Şekil 13.5. Akarsular, yayla kesimlerinden erozyonla aşındırdığı malzeme ile baskın ovalarını oluştururlar.

Akarsu vadileri

Dağlık kesimlerde, akarsu vadileri dardır ve akarsu kanalı, vadinin sadece en alt kesiminde bulunabilir. Taşkın ovası, suyun en az olduğu zamanlarda görülebilir. Bu tür ovalarda, akarsu kanalını yeni kazmaktadır. Bu tür vadiler aynı zamanda tektonik olarak aktif ve yeni yükselmiş kesimleri gösterirler. Daha düz olan ve tektonik etkinliğin bittiği kesimlerde ise, vadilerin şekli değişiktir. Buralarda, daha uzun zamanlar boyunca gelişen

ve vadi yamaçlarının bozunma ve kütle hareketleri ile erozyona uğradığı, yamaçları az eğimli ve geniş taşkın ovaları olan vadiler gelişirler.

Kanal çeşitleri

Kanallar başlıca menderesli ve örgülü olarak iki çeşittir.

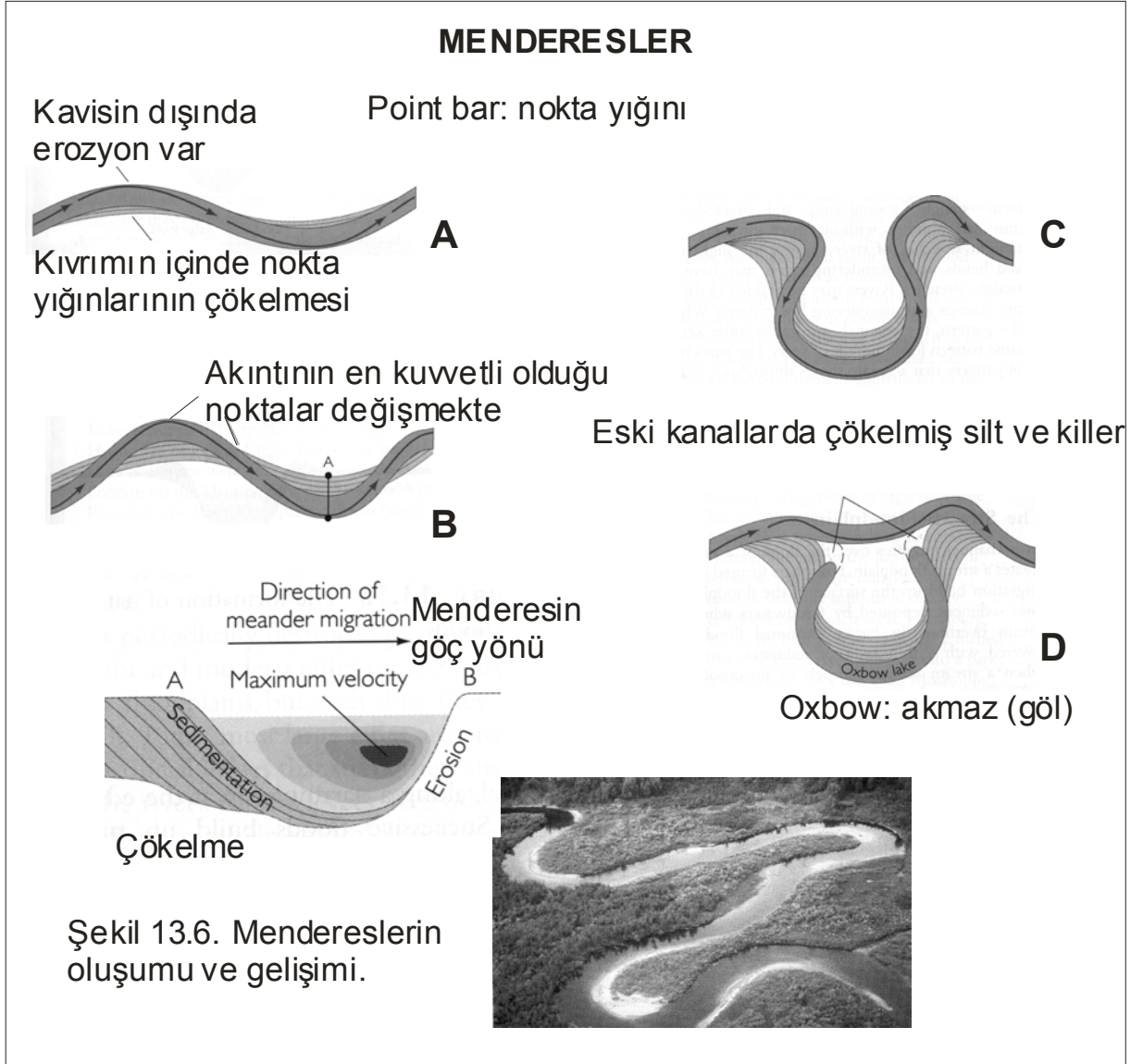
Menderesler

Menderes (Meander, İng., Maiandros, Yun., menderes, Tür.), birçok büyük taşkın ovasında gelişen ve kavisli şekilleri ile bilinen bir kanal çeşitidir. Genellikle düz veya az eğimli arazilerde yeralan tutturulmamış malzeme içinde, akarsular yataklarını kazarak gelişirler. Buna karşın, bazı akarsularda taşkın ovasının olmadığı ve V-şekilli vadilerde menderesler yaparlar. Bazı mendereslerde, geniş taşkın ovalı fakat vadileri sert kayalarda oyulmuş kesimlerde gelişebilirler.

Taşkın ovalarındaki menderesler zaman içinde göç ederler. Bu göçe sebep, akıntının en kuvvetli olduğu yerler olan kavislerin dışının oyulmasıdır. Oyulan kısımlardan ve akıntı ile getirilen kum malzemesi ise kavislerin iç kesimlerine çöker (point bar: nokta yığını). Göç etme, Missisipi nehrinde yılda 20 metreye ulaşmaktadır. Bu göç sırasında kavisler genişleyip birbirlerine temas edebilirler. O zaman nehir daha kısa bir yoldan akmaya başlar. Kullanılmayan kavislerde, suyla dolu, hilal şeklinde göller olarak kalırlar (oxbow lake: akmaz göl).

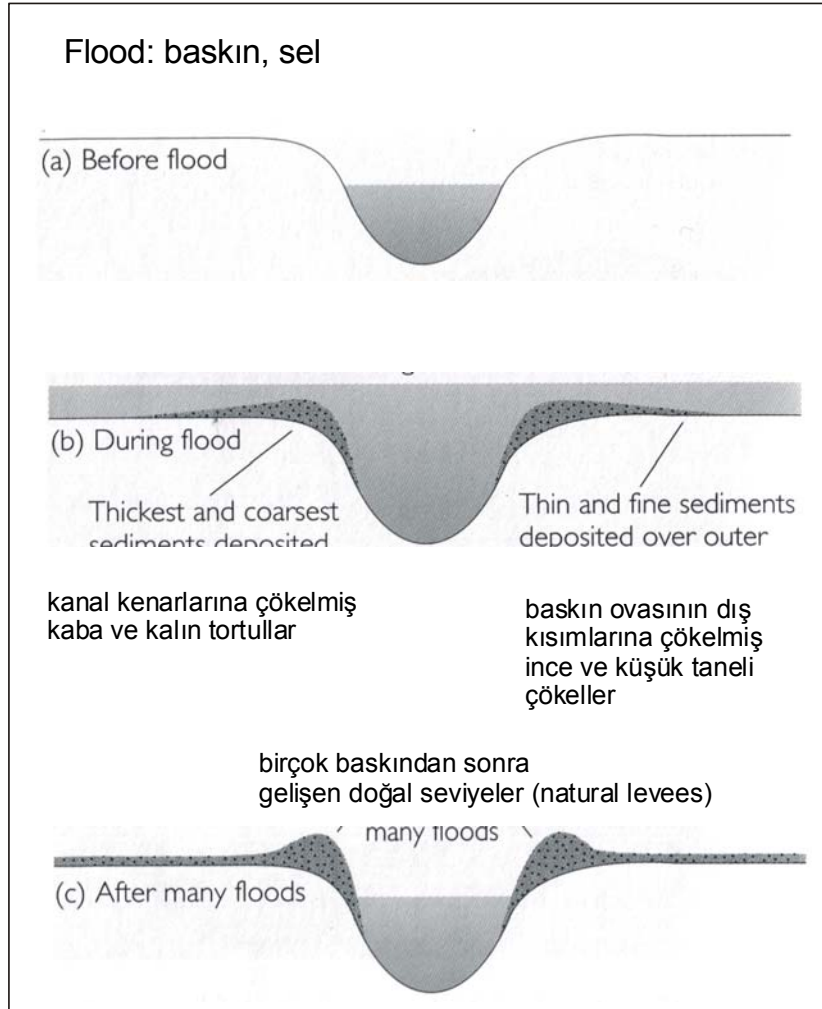
Örgülü kanallı akarsular

Bazı akarsuların birden fazla kanalı olabilir. Bu tür örgülü kanallı akarsularda, kanallar ayrılır ve tekrar birleşirler. Bu tür kanalların, akarsu debisinin değiştiği, yükün çok olduğu ve aşındırılabilir formasyonlardan geçildiğinde oluştuğu düşünülmektedir.



Akarsu taşkın ovası

Akarsuyun taşıdığı suyun seviyesi önemli yağışlardan sonra artarsa, kanalın taşıdığı kesimlerin hemen yakınlıklarına en ağır malzemeler (çakıl ve kum) çökeler. Bu çökelen malzeme, bazen metrelerce yüksekliğe sahip doğal seviyeleri (natural levees) inşa eder. Bu seviyeleri de aşan sular, kanaldan daha da uzak kesimlere taşıdıkları silt ve killeri bırakırlar. Bu şekilde çökelen malzemeler **taşkın ovalarını** oluştururlar.



Şekil 13.7. Akarsu selleri ile doğal seviyelerin oluşması

AKARSULARIN ZAMAN VE MEKANDA DEĞİŞİMLERİ

Akarsuların taşıdıkları suyun miktarı mevsim itibarı ile değişir. Bu miktar ve suyun içinde aktığı kanalın şekli ayrıca akarsuyun doğduğu yerlerle daha aşağılarda aktığı yerlere göre değişiklikler gösterir. Bu değişiklikler, akarsuyun hacmi ve sürati ile kanalının derinliği ve enini devamlı olarak ayarlamaya çalışmasına bağlıdır.

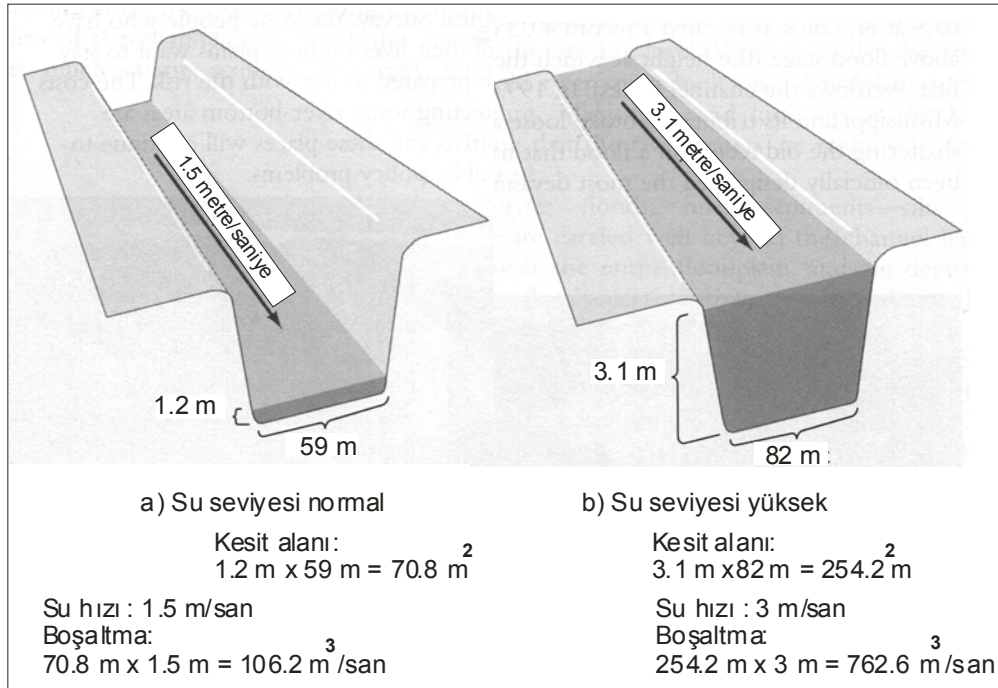
Debi (Discharge)

Bir akarsuyun akışının büyüklüğü, belirli eni ve derinliği olan bir kanaldan birim zaman içinde akan suyun miktarı ile ölçülür. Birimi metre küp/saniyedir. Küçük akarsular için bu 0.25 ila 300 m³/san arasında değişebilir. Debi, Missisipi nehri için 1400 m³/san den sel zamanında, 57,000 m³/san değerine ulaşabilir.

Debi, kanal alanının su hızı değeri ile çarpılması ile bulunur.

Debi = alan (en x derinlik) x su hızı.

Şekil 13.8'de görüldüğü ve hesaplandığı gibi, vadi kesiti yamuğa benzediğinden, su seviyesi arttıkça kesit alanı da artacaktır.

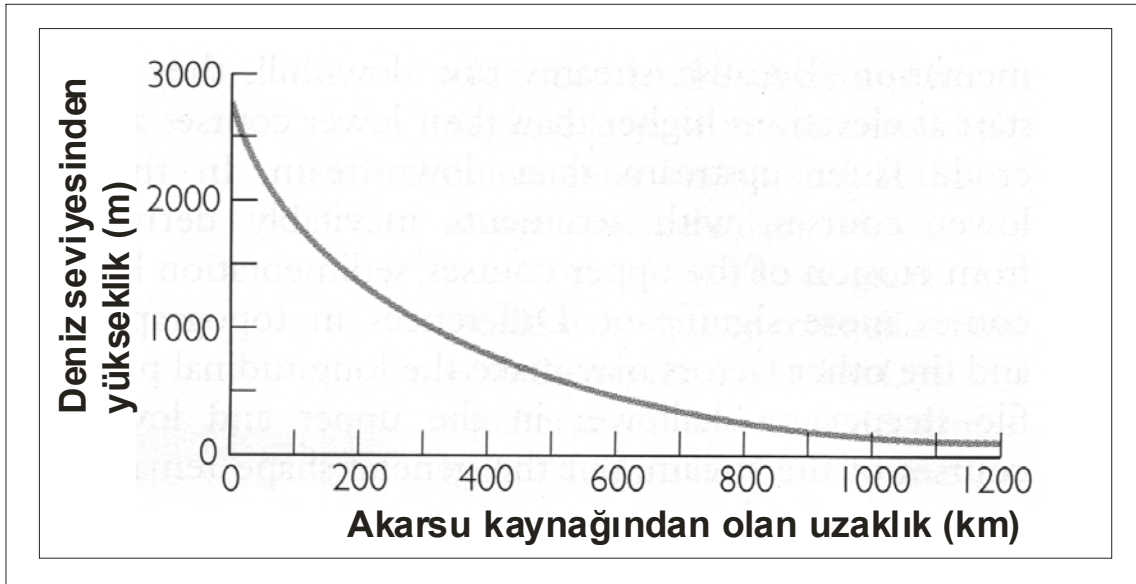


Şekil 13.8. Akarsuda boşalma (discharge), su hızı ve kesit alanı ile orantılıdır.

Bir akarsuyun debisi, akım aşağıya doğru ilerledikçe kollarından (tributary) alacağı sularla artar. Böylece debi arttıkça, kanal eni, derinliği ve su hızı artmalıdır. Su hızı, akarsu kanalının akış aşağıya doğru eğiminin giderek azalması sonucu artmaz. O takdirde, debi artışını kanal eni ve derinliğinin artması karşılayacaktır.

Boyuna kesit

Bir akarsuyun olduğu yerde yaptığı erozyon, aşağı kısımlarında gelişen çökeltme ve tüm uzunluğu boyunca gelişebilecek taşkınlarla dinamik bir denge sağlamaya çalışır. Bu dengeyi kontrol eden unsurlar: a) Topoğrafya (eğimi dahil); b) İklim; c) su akışı (debi ve hız dahil) ve kayaların bozunma ve erozyona olan dirençleridir.



Şekil 13. 9) Bir akarsuyun boyuna kesiti.

Bir akarsuyun eğimi, bu akarsuya ait tüm noktaların - doğduğu yerden boşaldığı yere kadar - yüksekliklerinin akarsu boyuna göre çizilmesi ile ortaya çıkar. Bu şekilde, yukarıya doğru içbükey olan eğriye (Şekil 13. 9) akarsuyun **boyuna kesiti** denir. Boyutları ne olursa olsun tüm akarsular bu çeşit bir eğriye sahiptirler.

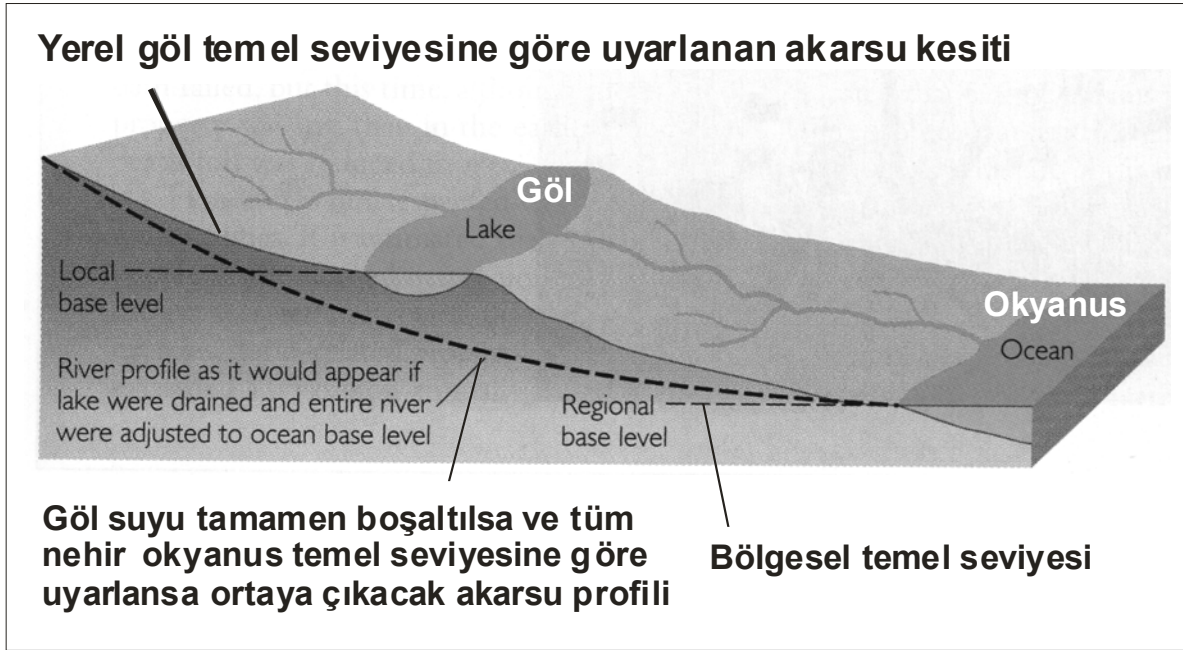
Bir akarsuyun boyuna kesitinin son kısımları, bu akarsuyun içine girerek kaybolduğu geniş bir su haznesinin (bir göl, deniz) yüksekliği ile kontrol edilir. Bu seviyeye akarsu

temel seviyesi (base level) denir (Şekil 13. 10). Bir akarsu, bu seviyenin altında kanalını kazamaz.

Temel seviyesi değişikçe boyuna kesitlerde değişikir

Şekil 13. 10'de, nihai temel seviyesi okyanus olan bir akarsuyun, okyanusa karışmadan önce mevcut olan bir gölün varlığı ile boyuna kesitinin nasıl değişikiği gösterilmiştir. Bu şekildeki durumda eğer göl olmasaydı, akarsu kanalını okyanusun kontrol ettiği bölgesel temel seviyesine göre kazacak idi. Gölün varlığı, akarsuyun göle kadar yerel bir temel seviyeye (gölün kontrolündeki temel seviye) göre yatağını kazmasını getirmiştir.

Bu seviye aynı zamanda deniz suyu seviyesindeki değişmelere de açıktır. Son buzul zamanlarında olduğu gibi, deniz suyu seviyesi azalınca, karalardaki akarsular da kanallarını daha derin kazmışlardır.



Şekil 13.10. Bir akarsuyun temel seviyesi, onun boyuna kesitinin alt kısımlarını kontrol eder. Burada, bir göle, daha sonra da bir denize (okyanusa) akan bir akarsu için bölgesel ve yerel temel seviyelerine göre kesitler ele alınmıştır. Akarsuyun her kesiminde (akarsudan göle, gölden denize), kesit inebileceği en derin seviyeye kadar kazılır.

"Kıdemli" akarsular (graded streams)

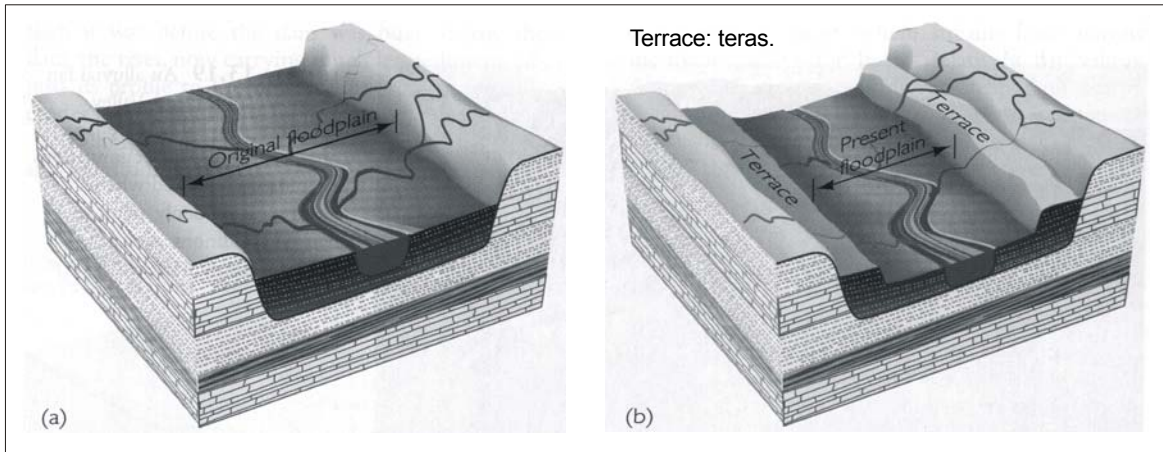
Zaman içinde, akarsular, doğdukları yerlerdeki erozyon ve daha aşağılardaki çökeltme işlemlerini dengeleyerek "kıdemli" hale gelirler. Böyle bir akarsuda ne erozyon ne de çökeltme olur. Bu koşulu sağlayan denge bozulursa, akarsu kesiti yeni dengesini bulana kadar değişir.

Alüvyon yelpazeleri

Bir akarsuyun değişen topoğrafik koşullara göre kendini hızlıca ayarlaması gereken yerlerden biri, dar vadilerde aktığı dağlık kesimi terk edip geniş ve nispeten düz ovaya karıştığı kesimlerdir. Bu tür yerlerden biri de dik fay sarplıklarıdır. Bu gibi yerlerde akarsular taşıdıkları malzemeleri koni veya yelpaze şekilli çökeltme alanları oluşturarak bırakırlar. Bu şekillere alüvyon yelpazeleri (alluvial fans) adı verilir. Burada etkin olan kanalın genişlemesi ile su akış hızının düşmesidir. Yelpazenin üst kesimlerinde blok, çakıl ve kum boyutunda malzeme hakim iken, daha alt kesimlerde daha ince kum, silt ve çamur birikir.

Teraslar

Teraslar, bölgesel yükselme ile veya akarsuyun debisinin artması ile oluşurlar. Düz, basamak şekilli olan bu yüzeyler eski taşkın ovalarından kalan kısımlardır. Teraslar, bir akarsuya bağlı olarak gelişmiş eski bir taşkın ovasının yükselmesi ile oluşabilir. Bu yükselme ile akarsu kanalını daha derin kazmak zorunda kalır. Bu durumda eski taşkın ovası erozyonla aşınır ve akarsu ile taşınır. Akarsu daha fazla kazdığı kanalının etrafına yeni taşkın ovası inşa eder. Böylece erozyonla küçülen eski taşkın ovasından geriye teraslar kalır (Şekil 13.11).



Şekil 13.11. Akarsu terasları

DRENAJ (AKAÇLAMA) AĞLARI (DRAINAGE NETWORKS)

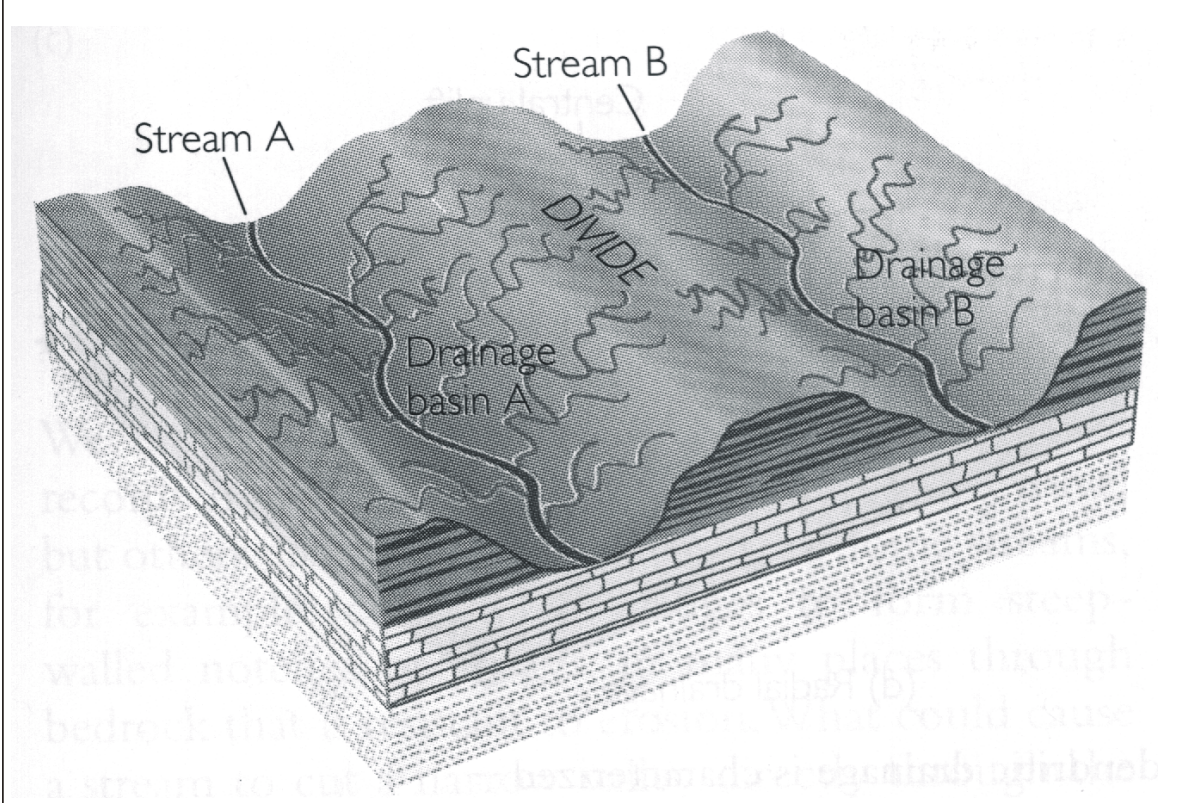
İki akarsu arasındaki her boyuttaki topoğrafik sırt bir bölüm çizgisi (divide) yaratır (Şekil 13.12). Bir akarsu ve kollarını diğer akarsulardan ayıran bölümler akaçlama havzalarını (drainage basin) sınırlarlar. Boyutları bir akarsuyu besleyen yamaçtan çok daha geniş alanları kaplayan bölgelere kadar değişebilir. Kuzey Amerika'da, Kayalık Dağlar (Rocky Mountains) çok geniş iki akaçlama havzasını ayıran bölümdür: bu bölümün doğusuna düşen sular Atlantik Okyanusuna, batısına düşen sular ise Pasifik Okyanusuna akarlar.

Akaçlama şekilleri (Drainage patterns)

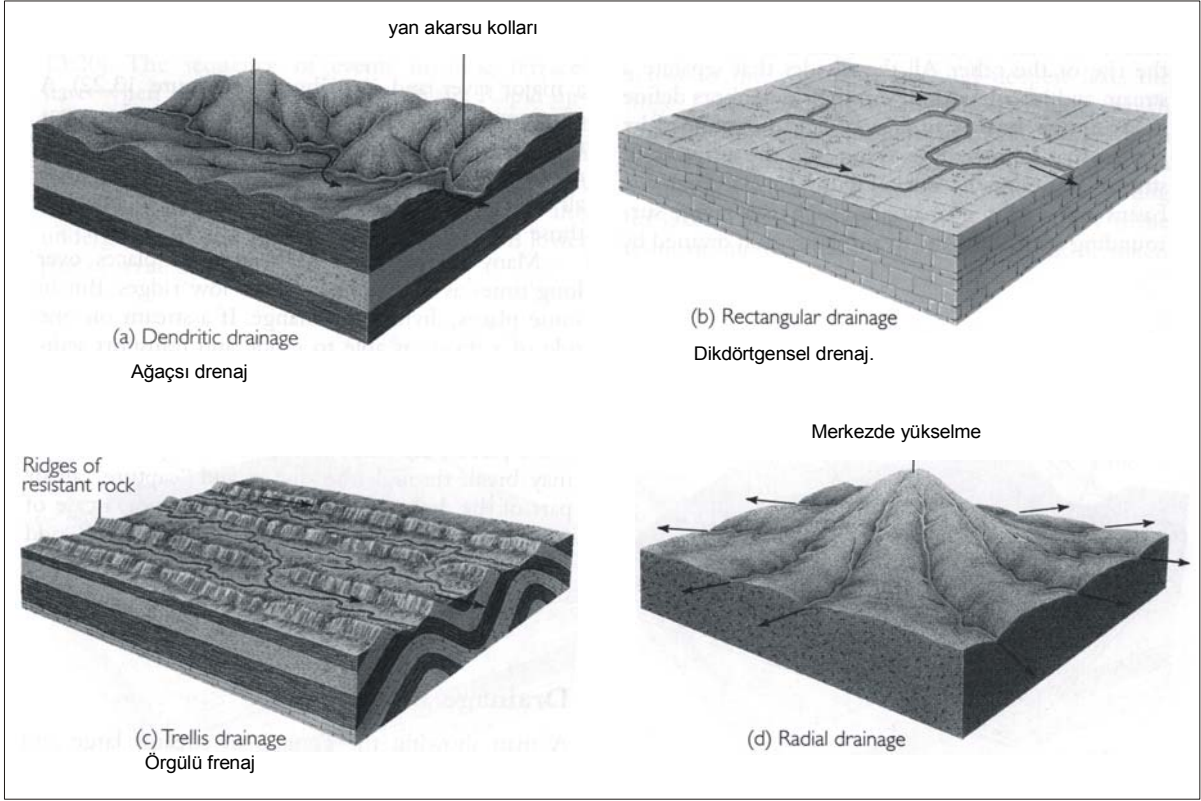
Bir akarsu, kollar ve bunları ulaştığı nehirlerin haritası, bir akaçlama şeklini yansıtır. Bir akarsuyunu akım yukarı izlerseniz bu akarsuyun gitgide küçülen akarsulara bölündüğünü görürsünüz. Dallanma (branching), malzemenin toplanıp dağıtıldığı birçok sistemde bulunur (insanlarda damar sistemleri gibi).

Dallanmanın en iyi bilinen bir şekli ağaçlardaki ve köklerde gözlenenidir. Birçok nehir, düzensiz bir şekilde bu tür dallanmayla akaçlama yaparlar. Buna ağaçsı (İng. dendritic, Yun. dendron, ağaç) akaçlama şekli denir. Bu tür akaçlama, akarsuyun üzerinde aktığı formasyonun aynı malzemeden yapılmış (örneğin yatay tabakalı tortul kayalar, veya sağlam mağmatik veya başkalaşım kayaları) olduğu durumlarda gelişir. Dikdörtgenel akaçlama (rectangular drainage), birbirlerine hemen hemen dik yönlerde, ve genellikle kırık sistemleri ile kontrol edilen kayalarda görülür. Kafes şeklinde akaçlama (trellis drainage), kıvrımlanmış eğimli tabakaların paralel vadilerinde gelişir. Antiklinal ve senklinaller şeklinde birbirlerini izleyen yapılarda az ve çok aşınan kayaç tabakalarının erozyonu bu şekilde bir şekli oluşturur. Son olarak, ışınsal akaçlama (radial drainage), yüksek bir noktadan itibaren akarsu kanallarının ışınsal bir şekilde dağılımları ile anlaşılır. Bu nokta, bir volkan veya doma bağlı bir yükselmeyi gösterir.

Drainage divide: drenaj bölümü.
Drainage basin: drenaj havzası.



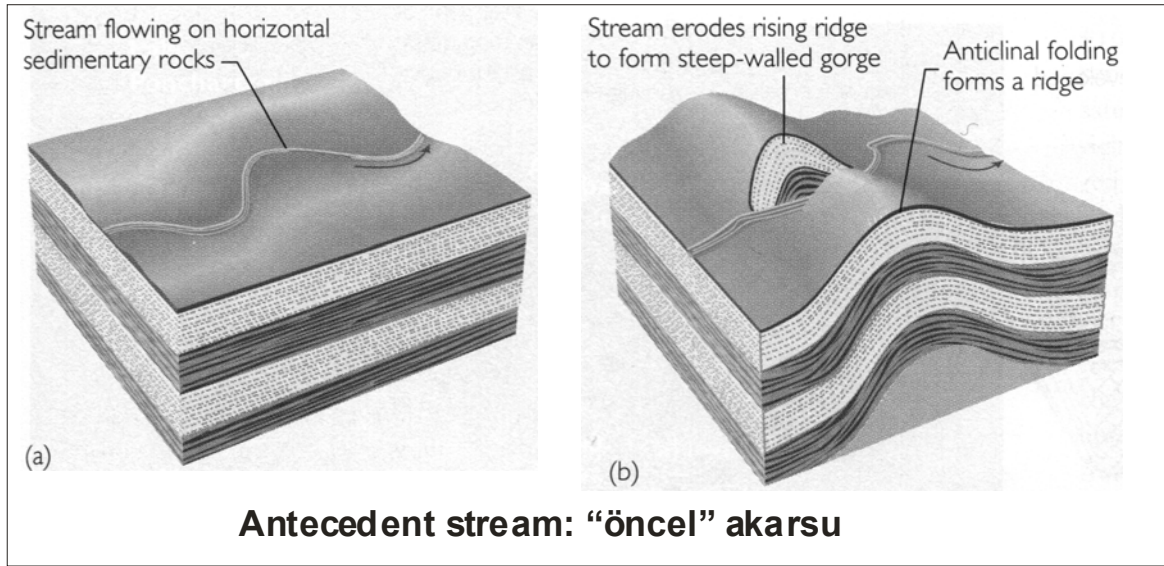
Şekil 13.12. Akarsu vadileri ve drenaj havzaları, sırtlar, yaylalar veya dağ kuşakları ile birbirlerinden ayrılırlar.



Şekil 13.13. Akaçlama çeşitleri.

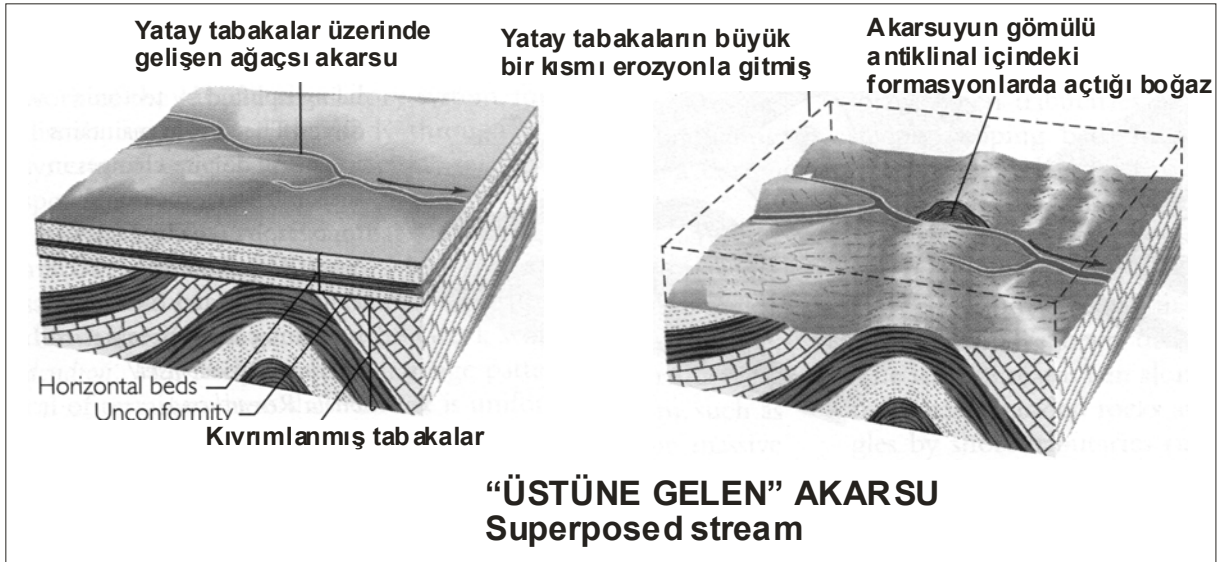
Akaçlama şekilleri ve jeolojik geçmiş

Akarsular, katettikleri jeolojik formasyonlarda oluşturmaları beklenen akaçlama şekillerini inşa etmiyorlarsa, bunun nedeni, sözkonusu alanın jeolojik geçmişinde aranmalıdır. Örneğin kıvrımlı bir arazide bir akarsu bir kıvrımı, ya da yükselmiş bir bölgeyi kesip geçiyorsa bu akarsuya "öncel akarsu" (antecedent stream) denir (Şekil 13.14). Böyle bir olgu, normalde bu yükselmiş alandan sonra gelişmiş bir akarsuyun bu yüksek alanı enine geçemeyeceği ilkesinden hareketle, bu akarsuyun yükselme olayından önce varolduğuna işaret eder.



Şekil 13.14. Öncel akarsuyun oluşumu

Buna benzer bir diğer şekilde, dikdörtgenel akaçlamanın gelişmesi beklenen kıvrımlı bir arazide ağaçsı akaçlamanın gözlemlenmesidir (Şekil 13.15). İyi bir araştırma, güncel olarak kıvrımlı bir araziye aşındıran bir akarsuyun aslında bu kıvrımlı arazi üzerinde sonradan çökelmiş yatay tabakalı bir formasyonda geliştiğini gösterebilir. Bu tür akarsulara “üstüne gelen” (superposed) akarsu denir.



Şekil 13.15. “Üstüne gelen” akarsu.

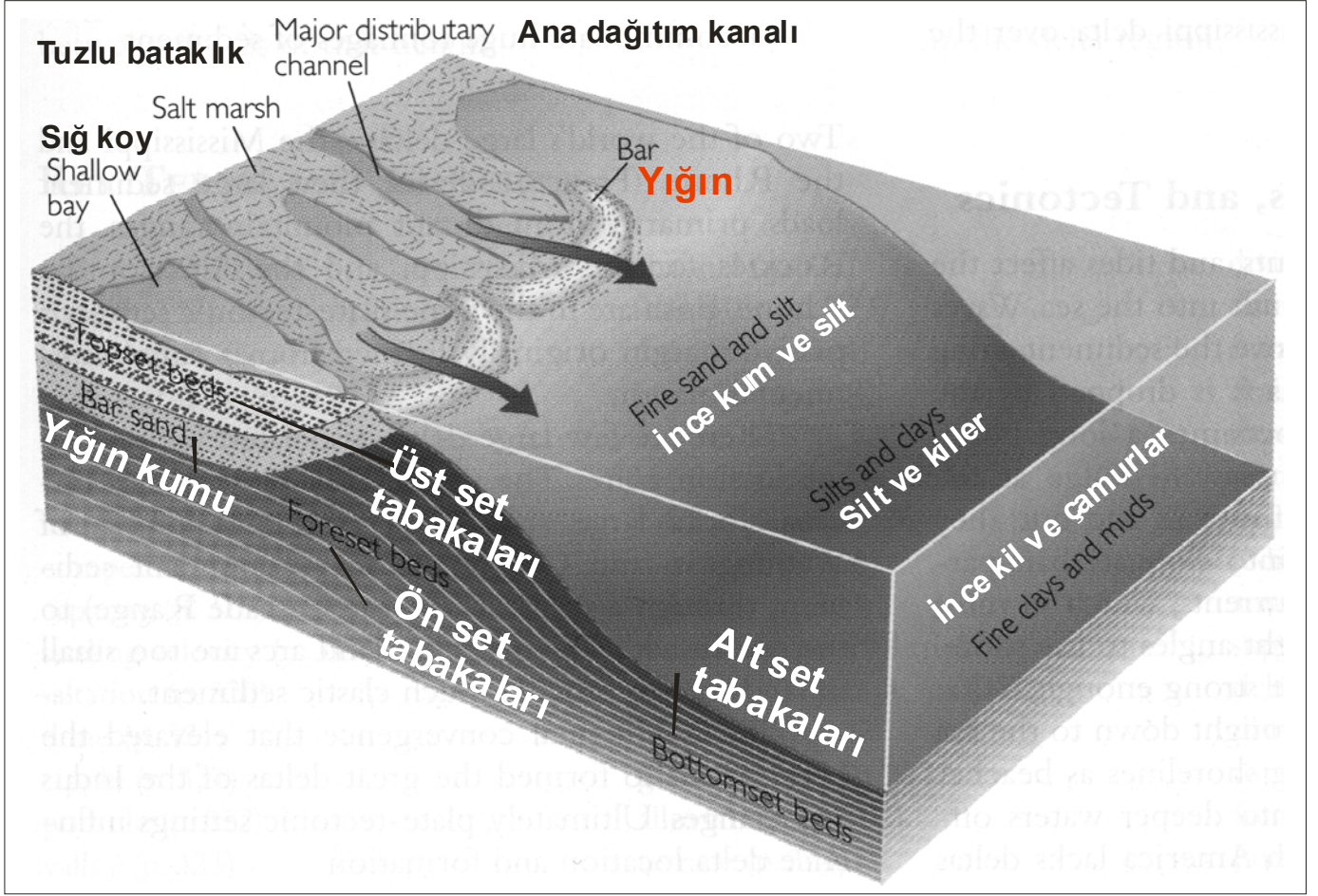
DELTALAR: AKARSULARIN SONLARI

Tüm akarsular er ya da geç, bir göle, denize veya okyanusa karışarak sonlanırlar ve daha ileri gidemezler. Amazon ve Missisipi gibi büyük nehirlerin akıntısı denizin içinde kilometrelerce uzanabilir. Lakin, küçük akarsular, özellikle türbülanslı, dalgalarla yıkanan kıyılara ulaştıklarında akıntıları denize vardıkları noktadan itibaren hemen kaybolur.

Delta çökmesi

Akıntısı giderek azalan bir nehrin tortul taşıma etkinliği de azalır. İlk olarak en kaba malzemesi olan kum, akarsu ağzında (mouth of river: akarsuyun denize kavuştuğu alan) çökeler. Daha ince kum, silt ve kil ise daha uzak kısımlara taşınırlar. Eğer gölün veya denizin tabanında daha derin sulara doğru bir eğim varsa, burada oluşan çökme ortamına **delta** (Δ Yunan abecesinde D harfi, yerşekliyle geometrik benzerlik) adı verilir (Şekil 13.16).

Nehirler, hemen hemen temel seviyeleri olan denizde oluşturdukları deltalara yaklaştıklarında, normalde akıntı yukarı olarak kollarına ayrılan akaçlama şekillerini terslendirirler. Bu kesimde, ana koldan dallanarak ayrılan ve su ve tortulu deltaya doğru dağıtan **dağıtım kolları** (distributaries) gelişirler. Deltanın üst kısımlarında normal olarak çökelen kum taneleri, **üst set** (topset) çökellerini oluştururlar. Akıntı aşağı, geniş ölçekli çapraz tabakalanmalı çökelleri andıran ve daha ince kumla siltten oluşan **ön set** (foreset) çökelleri ile, bunların denize doğru yatay tabakalı kısımları olan **alt set** (bottomset) çökelleri deltayı oluştururlar.



Şekil 13.16. Delta ortamı.