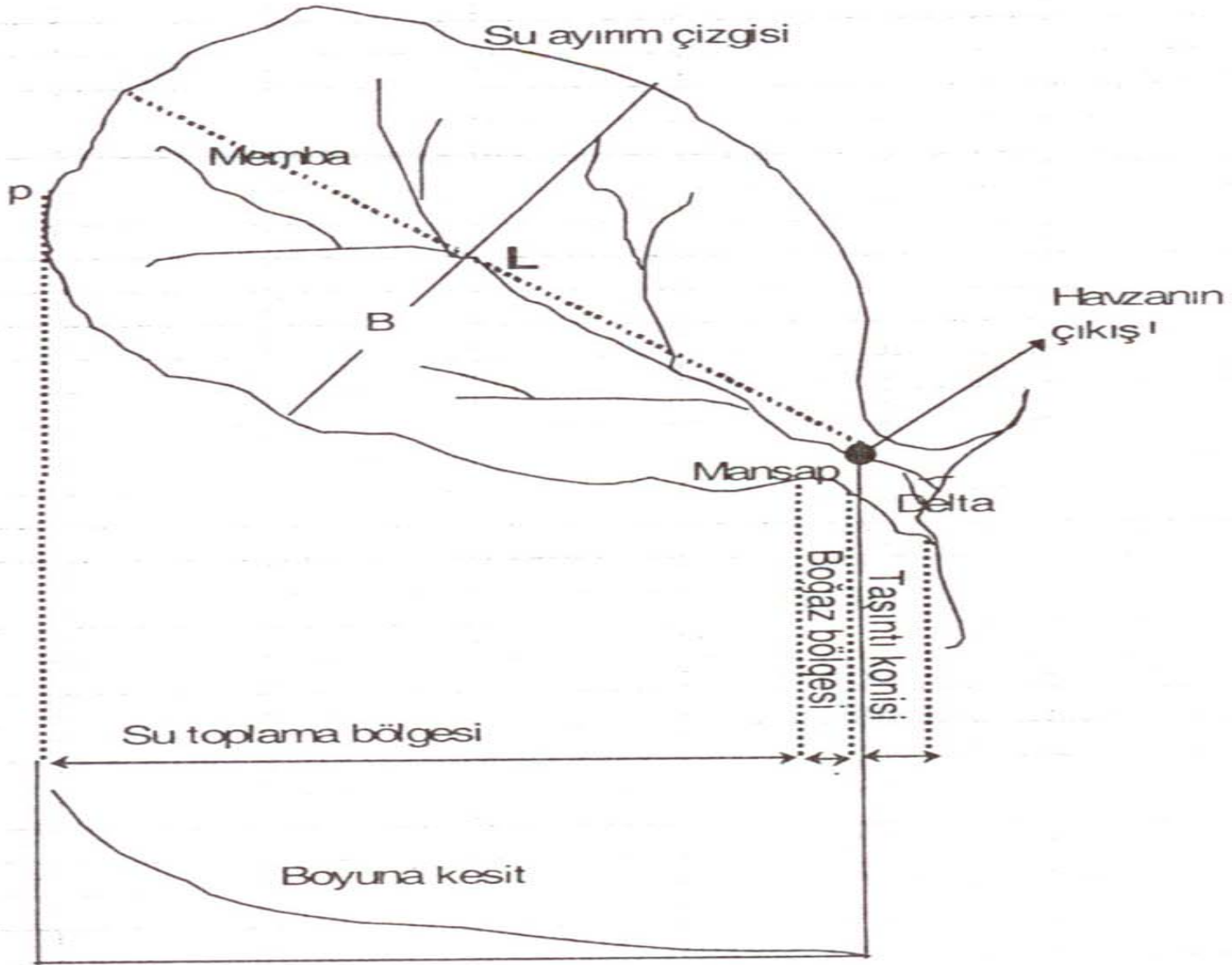


# Havza

## *Karakteristikleri*

1



Şekil 3.1. *Havza Şekli ve Boykesiti*

### 3.1.1. Havza Şekli

Havza şekli, havza alanı büyüdükçe farklı görünüm almaya beraber küçük havzalarda genellikle armut biçimini andırır (Şekil 3.1). Bir havzanın uzunluğu  $L$  ve genişliği  $B$  ile gösterilir.

Yağış sularının ana dereye doğru aktığı dik yamaçlardan oluşan havzanın yukarı bölümüne su toplama bölgesi denir. Ana derenin havzayı terkettiği noktaya ise çıkış noktası adı verilir.

Havza, ana derenin çıkış noktasına doğru daralarak boğaz görünümünü alır ki bu bölgeye boğaz bölgesi denir.

Boğaz bölgesinden itibaren havzanın vadiye veya ovaya açıldığı yerde eğimin azalması ve dere yatağının genişlemesi nedeniyle sularla havzadan taşınan katı materyal (sediment) çökelmeye başlar. Bu çökeltme sonucu yarım koni şeklinde bir alan oluşur. Bu alana **birikinti konisi** adı verilir.

Havza çıkış noktasının en uzağında bulunan ve havzanın en yüksek kesimi kabul edilen yerden başlayarak boğaz bölgesine doğru alınan yani L uzunluğu üzerindeki kesit **boyuna kesit** olarak algılanır (Şekil 3.1). Havza genişliği (B) üzerinde alınan kesit ise **en kesiti** gösterir. Enkesit'in basit görünümleri vadi kesitleri olarak Şekil 3.8 de verilmiştir..

# Havza Şekil İndisleri

Form Faktörü

Şekil Faktörü

Dairesellik Oranı

EŞdeğer Dikdörtgen İndisi

Uzama Oranı

Kompaktlık Katsayısı

# Form Faktörü

Havza alanının havza uzunluğunun karesine bölünmesiyle bulunur.

$$F = \frac{A}{L^2}$$

(3-1)

Burada,  $A$  = Havza alanı ve  
 $L$  = Havza uzunluğudur.

Bu faktör, birden küçük bir değere sahiptir (Havza uzunluğu, menba ve mansap arasındaki en uzak iki noktayı birleştiren doğru çizginin uzunluğunu ifade eder). Bu sayının küçüklüğü havzanın dar ve uzun olduğunu ifade eder.

Form faktörü (F), havza alanının  $A = B \times L$  olduğu varsayılarak;

$$F = \frac{B \times L}{L^2} = \frac{B}{L}$$

olarak da ifade edilmektedir (Balcı, 1978).

Burada; B= havzanın enine uzunluğunu göstermektedir.

## Şekil Faktörü

Havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranı ile hesaplanır. Bu faktör  $L^2/A$  şeklinde gösterilmekte olup, birden büyük bir değere sahiptir.

## Dairesellik Oranı ( $R_c$ )

Havza alanının havza çevresine eşit çevreye sahip olan bir dairenin alanına oranı ile hesaplanır.

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Burada;  $P$ =Havza çevresidir.

## Eşdeğer Dikdörtgenin Boyutları

Alanı ve çevre uzunluğu havza alanı ve çevre uzunluğu ile aynı olan bir dikdörtgenin kenar uzunluklarıdır.



## Uzama Oranı

Alanı havza alanına eşit bir dairenin çapının havza uzunluğuna oranı ile bulunur.

$$E = \frac{2\sqrt{A} \pi}{L}$$

Bu değer bire eşit veya birden küçük olur. Dağlık havzalarda küçük değerler alır.

## Kompaktlık Katsayısı

Havza çevresinin havza alanına sahip olan bir dairenin çevresine oranı ile bulunur:  $0.2821P / A^{0.5}$  Burada P= Havza çevresi ve A=Havza alanıdır. Bu değer bire eşit veya birden büyüktür.

# Relief - Eğim Karakteristikleri

Ortalama Eğim ( $S_g$ )

Maksimum Havza Relifeyi (H)

Reliyef Oranı ( $R_h$ )

Oransal Reliyef ( $R_{ho}$ )

## Ortalama Eğim (Sg)

Havzadaki hidrolojik olaylara havzanın eğimi önemli ölçüde etki eder. Havza eğiminin saptanmasında en yaygın uygulanan yöntem olarak, önce şeffaf bir kağıt üzerine karelerden oluşan bir ağ şebekesi çizilerek akarsu havzasının topografik haritası üzerine yerleştirilir. Havza üzerine düşen her bir ağ şebekesinin kesişme noktası için eğim hesaplanır. Havza eğimi, hesaplanan eğimlerin aritmetik ortalaması alınarak bulunur.

Ortalama eğimin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten de yararlanılmaktadır:

$$S_g = 1.571 \frac{D \times N}{\sum L}$$

D = Eş yükselti eğrileri arasındaki yükseklik farkı

N = Eşyükselti eğrileri sayısını

$\sum L$  = Eğri uzunlukları toplamını ifade etmektedir

## **Maksimum Havza Reliyefi (H)**

- ▣ **Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasında yükseklik farkıdır.**

## **Reliyef Oranı ( $R_h$ )**

- ▣ **En yüksek ve en alçak iki nokta arasındaki yükseklik farkının ana derenin yatay uzunluğuna oranıdır.**

- ▣  $R_h = H / L$

## **Oransal Reliyef ( $R_{ho}$ )**

- ▣ **Havzanın maksimum reliyefinin havza çevresine oranıdır.**

- ▣  $R_{ho} = H / P$

# Havza Alanı (Büyüklüğü)

Bir akarsuyun su potansiyeli ve taşkın debileri havza alanı ile ifade edilen havza büyüklüğüne bağlıdır. Örnek olarak üzerinde rasat istasyonu bulunmayan bir akarsudaki ön planlama çalışmalarında havzanın yıllık ortalama su verimi ( $m^3/yıl$ );

$$Q_o = \alpha P_o A$$

$\alpha$ : Akış katsayısı,

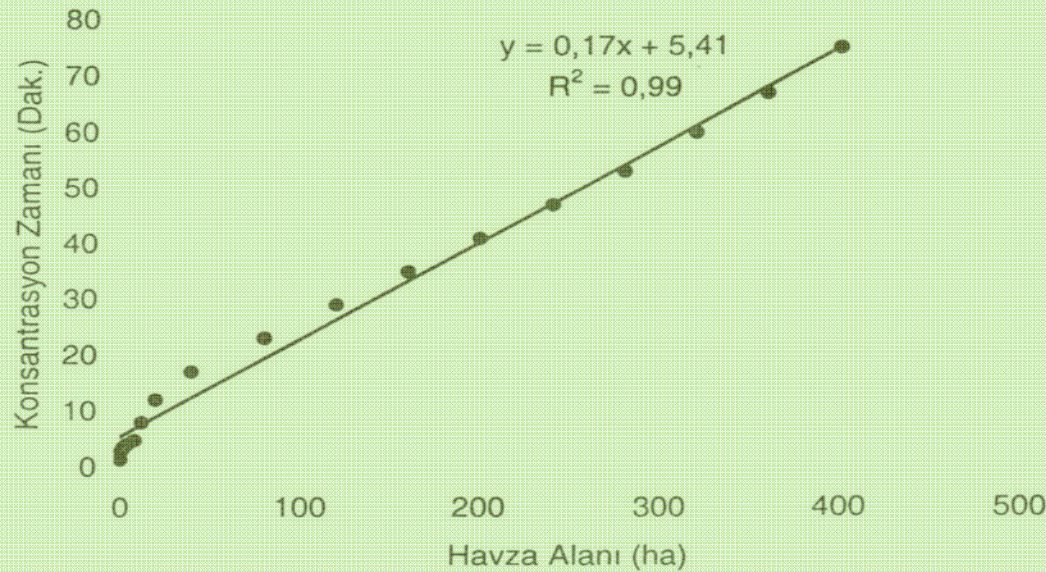
$P_o$ : Havzada uzun yıllara ait ortalama yıllık yağış yüksekliği (m),

$A$ : Akarsuyun planlama yapılan kısmının çıkış noktasının memba tarafında kalan havza alanıdır ( $m^2$ ).

eşitliği ile hesaplanabilir (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986). Burada;

Hidrolojide  $\alpha P_o$  değeri akış yüksekliği olarak bilinir.

Diğer koşullar aynı kaldığı durumda, **havza büyüdükçe**, belirli bir yağıştan sonra ortaya çıkan **toplam yüzey akışının** kaybolması için daha uzun bir zamana gereksinim duyulacaktır (Şekil 3.2). Bu husus, özellikle konsantrasyon (toplanma) zamanının da büyük olacağı dar ve uzun havzalar için çok daha belirgindir. **Havza büyüdükçe yüzey akışlarının hacmi ve debisi artarsa da birim alandan beklenen akış miktarı azalır.**



*Havza Alanı –Toplanma Zamanı İlişkisi (Roe ve Ayres, 1954 deki verilerden yararlanılarak çizilmiştir)*

# Havza Büyüklükleri

1. Küçük Havzalar :  $< 1 \text{ km}^2$
2. Orta Büyüklükte Havzalar :  $1-10 \text{ km}^2$
3. Büyük Havzalar :  $10-100 \text{ km}^2$
4. Çok Büyük Havzalar :  $> 100 \text{ km}^2$

Taşkın kontrolü çalışmalarında havza büyüklüğü hem mühendislik hem de ekonomik yönden çok önemli

### a) Büyük Havzalar

Fırat, Dicle, Sakarya, Kızılırmak gibi büyük akarsuların binlerce kilometrekareyi aşan su toplama havzaları büyük havza olarak nitelenirler. Büyük havzalar çapında yapılan mühendislik çalışmaları yalnız tarımsal yönden değil, insanlığın yaşamı bakımından da önemlidir.

### b) Orta Büyüklükteki Havzalar

Nispeten küçük akarsu ve ırmakların havzaları ile büyükçe yan dere havzaları bu grupta incelenir. Bunların büyüklükleri 200-250 km<sup>2</sup>'ye kadar çıkabilir. Bu havzalardaki çalışmalar tarımsal etkinlikler yönünden önemlidir.

### c) Küçük Su Toplama Havzaları

Bunlar büyüklükleri 500 hektara kadar olan küçük tarımsal su toplama havzalarıdır. Havza büyüklüğü ile sediment verimi arasında bir ilişki bulunmakta ve birim alanın sediment verimi havza alanı büyüdükçe azalmaktadır (Çizelge 3.1) (Lee,1980).



### 3.1.4. Ortalama Yükseklik

Ortalama yükseklik havzadaki taşkınları ve akarsuları dolaylı ve dolaysız olarak etkiler. Küçük bir havzanın deniz seviyesinden ortalama yüksekliği,

$$H_m = 0.435 \frac{H_o - H_p}{\log H_o - \log H_p}$$

ampirik bağıntısı yardımıyla hesaplanabilir. Burada,  $H_p$ : Çıkış noktasındaki yükseklik,  $H_o$ : Su ayırım çizgisi üzerindeki en büyük yüksekliktir.

Havzanın ortalama yüksekliği aşağıdaki eşitlik yardımıyla da hesaplanabilir:

$$H = \frac{a_1h_1 + a_2h_2 + \dots + a_nh_n}{A}$$

Burada;

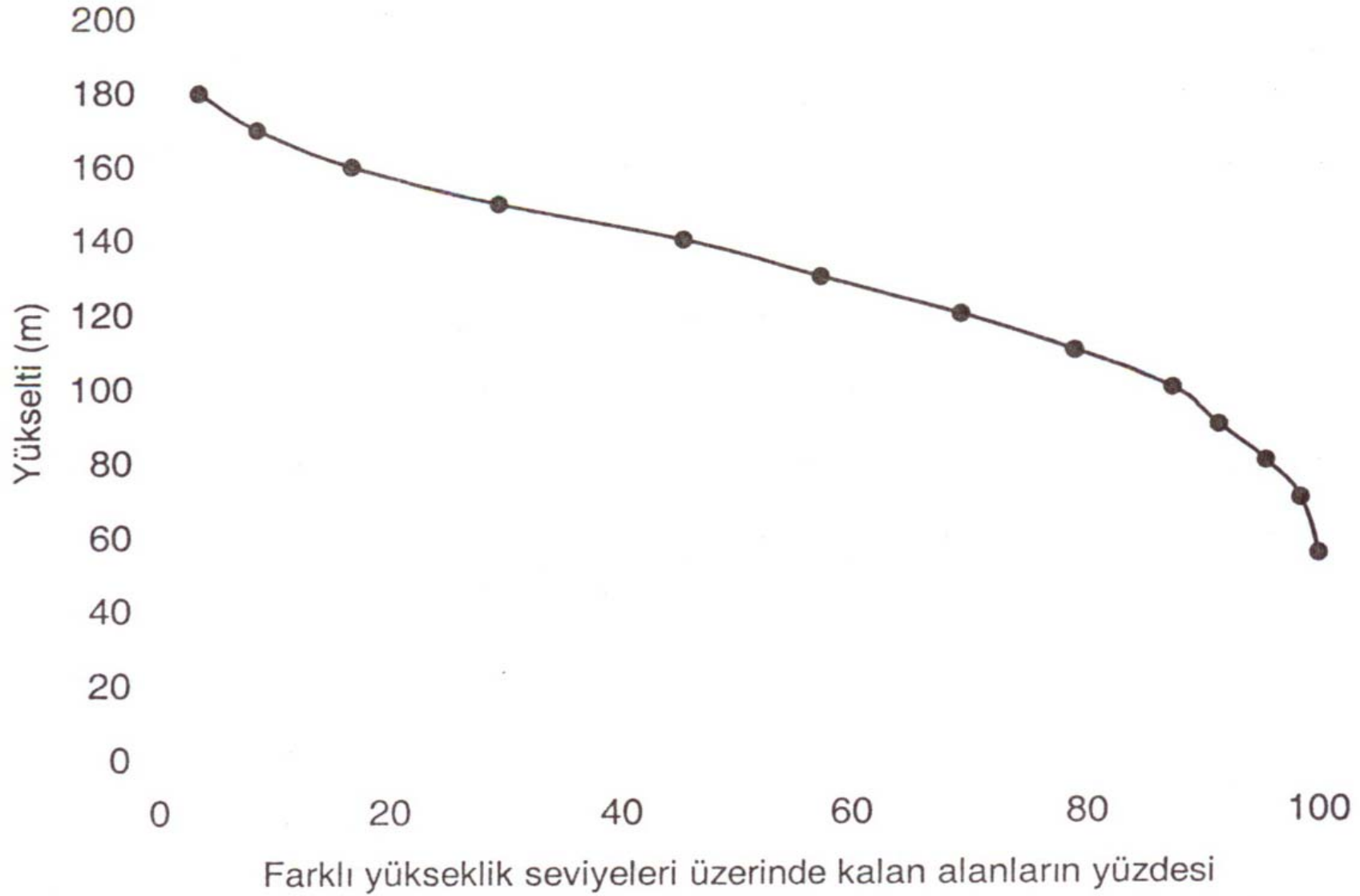
A= Havza alanı (ha)

a= İki eşyükselti eğrisi arasındaki alan (ha)

h= İki eşyükselti eğrisi arasındaki yükseklik (m) dir.

## Alan-Yükseklik Dağılımı

Bir havzanın yüksekliği ve değişik yüksekliklerdeki alan dağılımı hakkında daha iyi bir değerlendirme, **havzanın alan – yükseklik dağılımını** gösteren **hipsometrik eğri** yardımıyla yapılabilmektedir. Bu eğriyi elde edebilmek için **havzanın eş yükselti eğrili haritası** üzerinde eğriler arasındaki alanlar ile toplam alan hesaplanıp birbirleriyle ilişkiye getirilerek bir çizelge hazırlanır (Çizelge 3.3). Ayrıca her eş yükselti eğrisi üzerinde veya altında kalan toplam alanların **yığılmalı olarak yüzdeleri bulunur**. Alan yüzdeleri apsiste ve havza yükseklik kademeleri de ordinat ekseninde gösterilmek suretiyle birbirlerine karşı gelen değerler noktalanıp Hipsometrik eğri elde edilir (Şekil 3.3) (Wisler ve Brater, 1954). Bu eğriye göre havzanın %50'si 138 m.'den daha yüksektir. Buradaki 138 m. havzanın orta (median) yüksekliğini ifade etmektedir. Yine havzanın %20'sinin 156 m.'nin üzerinde, havzanın %40'ı ise 145 m.'nin üzerinde yer aldığı görülür.



Şekil 3.3. Ortadere Yağış Havzasının Hipsometrik Eğrisi (Özhan, 1977).

Çizelge 3.2. Hipsometrik Eğri Verileri

| Eş Yükselti Eğrisi Yüksekliği (m) | Eş Yükselti Eğrileri Arasındaki Alan<br>$a_1 \dots a_n$ | $A_{1\dots n} \times h_{1\dots n}$ | Toplam Alana Oranı<br>% | Eklemeli Yüzde<br>% |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| <60                               | 8.82  | 485.1                              | 1.62                    | 100.00              |
| 60-70                             | 16.17   | 1051.1                             | 2.97                    | 98.38               |
| 70-80                             | 22.54   | 1690.5                             | 4.15                    | 95.41               |
| 80-90                             | 22.05   | 1874.3                             | 4.05                    | 91.26               |
| 90-100                            | 45.57   | 4329.2                             | 8.38                    | 87.21               |
| 100-110                           | 52.43   | 5505.2                             | 9.64                    | 78.83               |
| 110-120                           | 65.66   | 7550.9                             | 12.07                   | 69.19               |
| 120-130                           | 65.66   | 8207.5                             | 12.07                   | 57.12               |
| 130-140                           | 86.24   | 11642.4                            | 15.86                   | 45.05               |
| 140-150                           | 69.58   | 10089.1                            | 12.79                   | 29.19               |
| 150-160                           | 45.08   | 6987.4                             | 8.29                    | 16.4                |
| 160-170                           | 27.44   | 4527.6                             | 5.05                    | 8.11                |
| 170-180                           | 12.25   | 2143.7                             | 2.25                    | 3.06                |
| >180                              | 4.41  | 815.8                              | 0.81                    | 0.81                |
| <b>TOPLAM</b>                     | <b>543.9</b>  | <b>66899.8</b>                     | <b>100.0</b>            |                     |

$$H = \frac{\sum a_n b_n}{A} = \frac{66899.8}{543.9} = 123 \text{ m.}$$

### 3.1.5. Havzada Depolama

Bir akarsu havzasının doğal veya yapay su depolama özellikleri akarsu rejimini etkilemekle beraber bu değeri ifade edebilecek herhangi bir indis verilmesi oldukça güçtür. Bununla beraber bu amaçla akarsu havzasındaki göl ve rezervuarların yüzey alanları toplamının havza alanına oranı olarak tanımlanan depolama indisi kullanılabilir. Akarsu havzasında bu indisin %1'den büyük olması durumunda depolamanın etkisi göz önüne alınmalıdır.

# Havzada Yeryüzü Şekilleri

## Doruk Hattı:

Arazinin en yüksek noktalarından geçtiği varsayılan  
hata denir.

## Su Ayırım Çizgisi:

İki komşu havzayı birbirinden ayıran çizgi olup genellikle doruk hattı ile aynı gibidir. Ancak su ayırım çizgisi, doruklar arasındaki çukurları da katettiği için birbirlerinden ayırırlar.

## Zirve:

Arazide bulunan tepe veya tepelerin en yüksek noktasıdır.

Tepe:

Bir zirve ve bunu çevreleyen yamaçlardan oluşan şekildir.

Dağ:

Büyük yükselti farkları bulunan, devamlı ve dik eğimleri olan yüksek bölgelerdir.

Platolar:

Akarsuların içerisine vadiler oluşturarak gömüldüğü düz veya hafifçe dalgalı bir yüzeye sahip arazidir.



Vadi:

Bir yöne doğru eğimli iki yamaç ve bir talvegden oluşur.

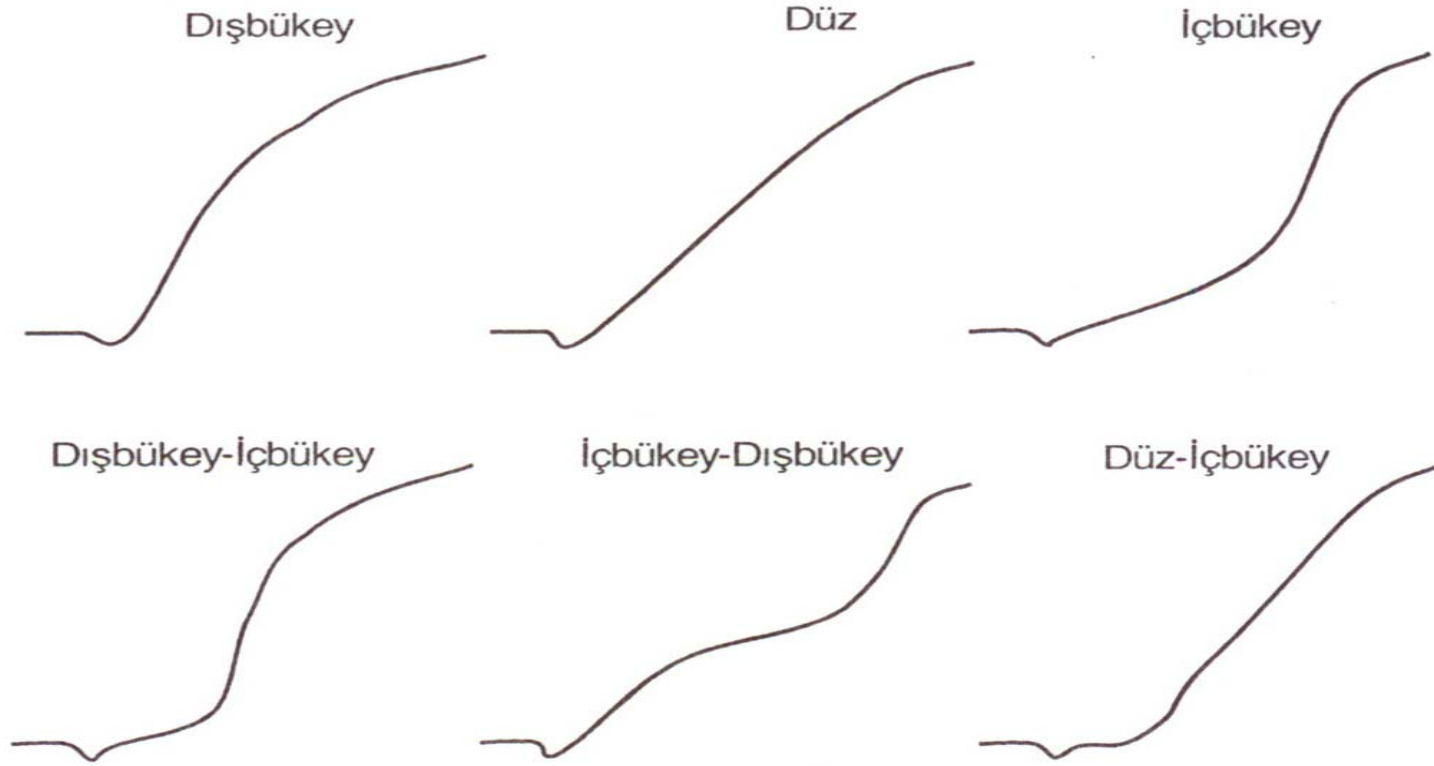
Talveg:

Bir vadinin en alçak noktalarını birleştiren çizgidir. İçerisinde akarsu bulunan vadilerde suyun yatağı içerisinde yer alır. Topografya haritalarında da, akarsuyu gösteren çizgi talvege karşı gelir.

Yamaç:

Talveg veya zirvelerin etrafındaki eğimli yüzeylerdir. Bu yüzeyler değişik görünümelerde bulunur (Şekil 3.4).

# Yamaç Şekilleri



Şekil 3.4. *Yamaç Şekilleri* (Hewlett, 1981)

# Akarsu ve Drenaj Ağı Karakteristikleri

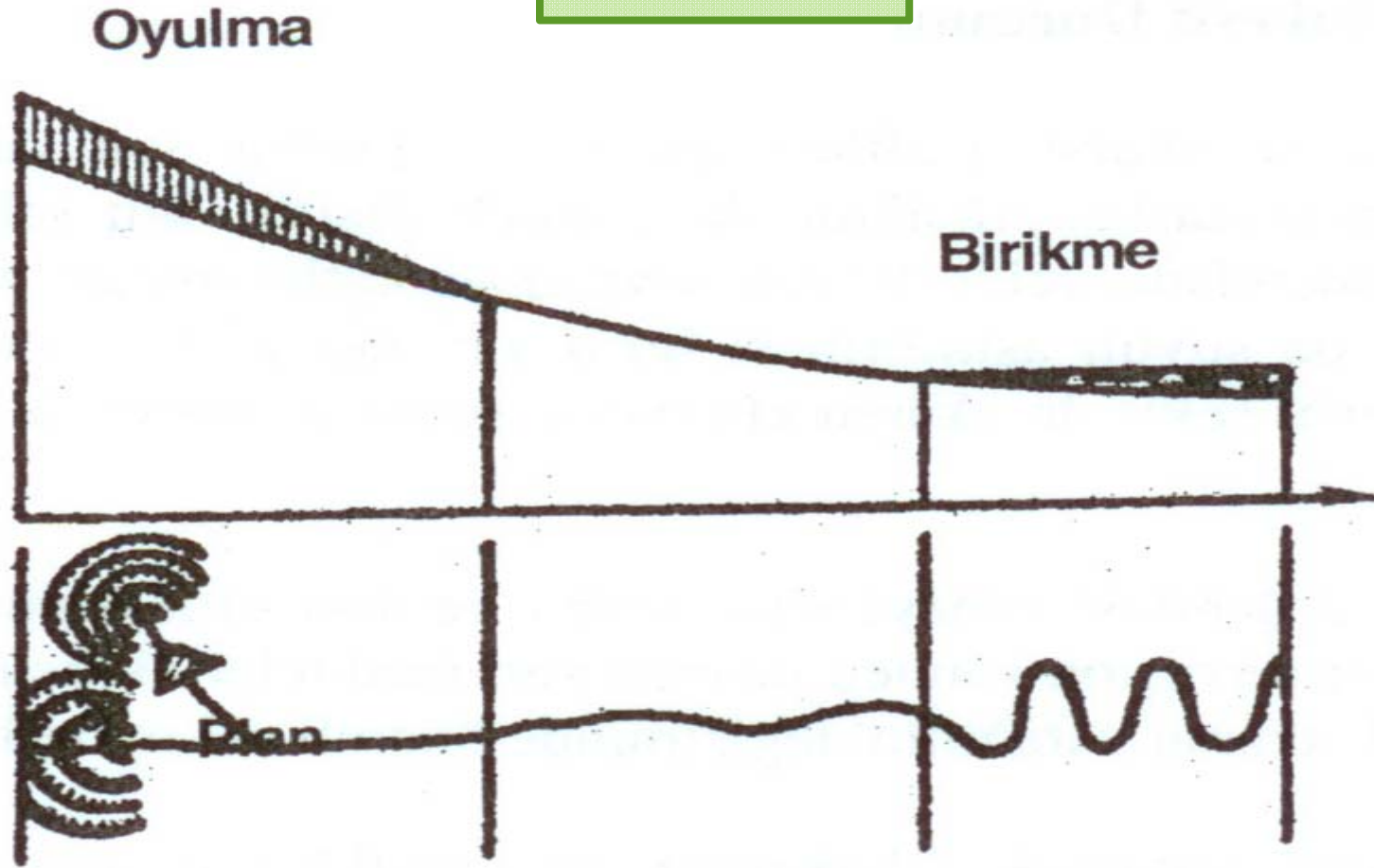
## 3.2.1 Akarsu Yatağının Özellikleri

Bir akarsuyun su kaynakları yönünden önemi havzasının büyüklüğüne, özelliklerine ve bölgedeki hidrolojik şartlara bağlı olarak değişir. Bir akarsuyun özelliklerini belirleyen en önemli elemanlar (unsurlar) aşağıda verilmiştir. Bu elemanlar, normal akımların ve taşkınların büyüklüğüne ve zaman içindeki dağılımlarına etki eder ve akarsuları birbiriyle karşılaştırmak için bilinmeleri gerekir.

## Plan Durumu

Yüzeysel sular yerçekimi etkisiyle en büyük eğim yönünde doğrusal olarak hareket ederken yoluna çıkan engeller sonucu en büyük eğim yönünden sapmak zorunda kalır. Bu nedenle de doğada akarsu yatakları genel olarak kıvrım ve karşı kıvrım şeklinde vadi boyunca uzanırlar (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986) (Şekil 3.5).

## BOYKESİT



Şekil 3.5. Akarsuyun Plan Durumu (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986).

Kıvrımlarda akan suyun dış kıyıyı sürekli aşındırması ve iç kıyıda birik-

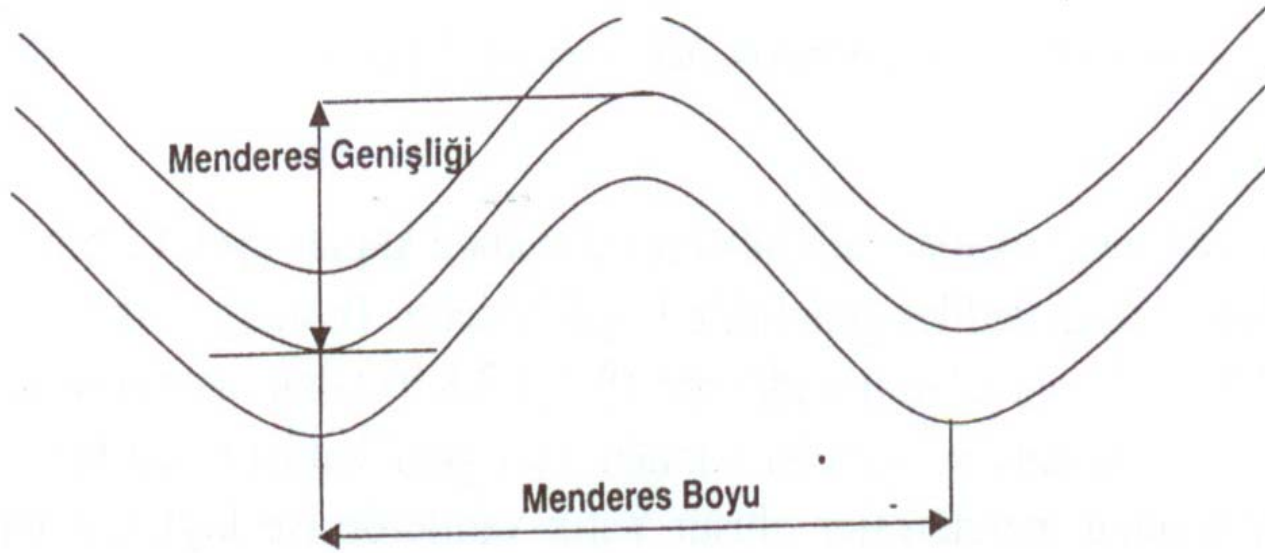
meler meydana getirmesi sonucu kıvrımlar gittikçe birbirine yaklaşır ve birçok

durumlarda menderesler oluşur. Batı Anadolu'da akan Büyük Menderes Irmağı

birçok kıvrımlar yaparak aktığından, akarsu literatüründe "Menderes" kelimesi

kıvrımları ifade eden uluslararası bir sözcük olarak kullanılmaktadır.

Bir akarsu kıvrımının uzunluğu,  $\pi D/2$  değerinden daha büyük olması durumunda **menderes** olarak isimlendirilir. Burada D menderes boyunu ifade etmektedir. Tam gelişmiş bir menderes ile ilgili bazı tanımlar Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Akarsularda Menderes Oluşumu.

Menderesler stabil akarsu plan şekilleri olmayıp büyük zaman dilimlerinde vadi içerisinde mansaba doğru ilerlerler.

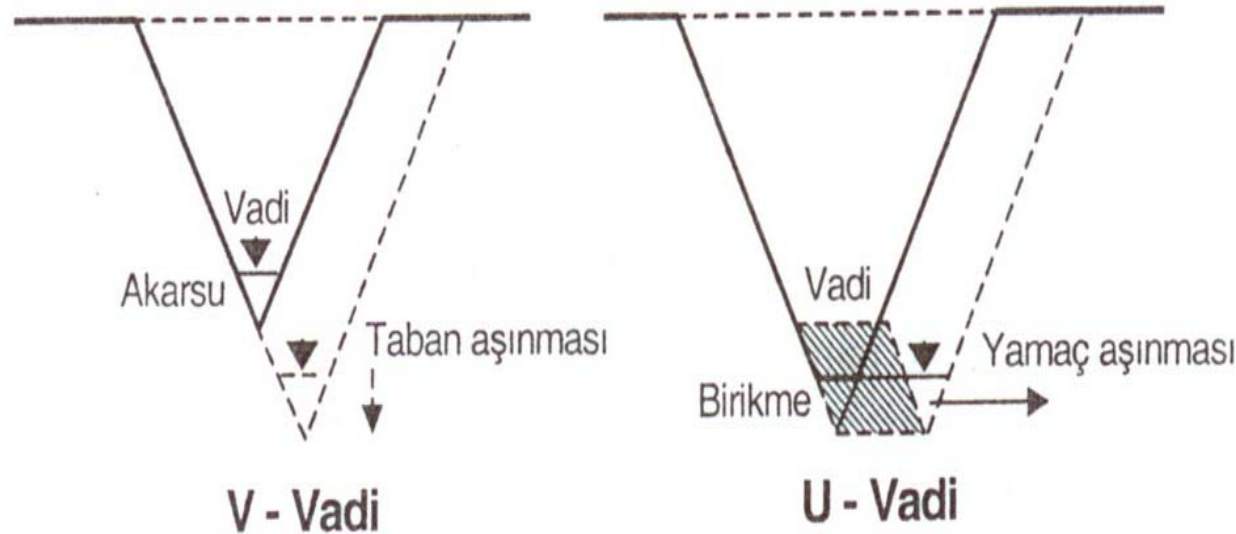
# Enkesit Durumu

Akarsular ve akarsu vadileri alüvial oluşumlar sonucu bugünkü görünümlerini kazanmışlardır. Akarsularda görülen çeşitli vadi şekilleri ya iç kuvvetler tesiriyle meydana gelen büyük kıvrımlar, katlanmalar, çöküntüler (tektonik vadiler) ya da suyun aşındırması (erozyon vadileri) sonucu oluşmuşlardır. Tektonik vadilerin şekli de akarsu erozyonu sonucu sürekli olarak değişmektedir.

Akarsu yatağındaki erozyon ise taban ve kıyı erozyonu olmak üzere iki kısımda incelenir. Erozyon sonucu taşınan katı maddeler akarsuyun belirli yerlerinde toplanarak akarsu yatağının değişiminde önemli rol oynarlar.

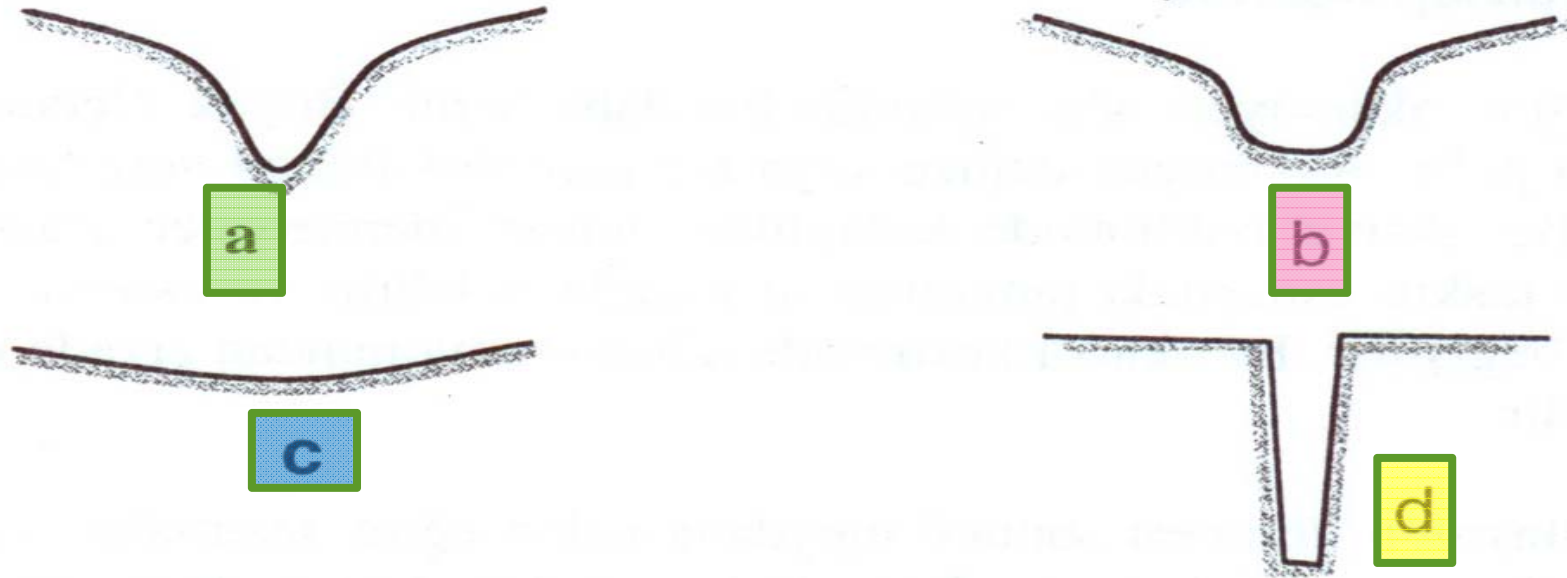


Suyun aktığı yataktaki tabakaların aynı sertlikte olması durumunda 1. aşamada yamaçların kazınması ve tabanın aşınması sonucu V şeklindeki vadiler oluşur. Şayet aşağıya doğru aşınma sert kaya tabakaları nedeniyle engellenirse akan su tüm gücü ile kıyıları aşındırır. Bu ikinci aşamada yamaçlardaki aşınma etkili olur ve zamanla U şeklinde vadiler oluşur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. V ve U Şeklindeki Vadi Oluşumu (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986).

V vadilerde akarsu vadi tabanını tamamen kaplar (Şekil 3.8.a). Buzul devrinden beri oluşan vadiler genellikle U şeklindedir. Bunlara oluk vadiler de denir (Şekil 3.8.d). Geniş tabanlı vadilerde (Şekil 3.8.b) taban aşınması azalmış veya durmuş ve tabandaki birikmeler sonucu vadi genişlemiştir. Bu tip vadilerde birikmeler sonucu menderesler oluşur. Yatık vadilerde ise kıyı aşınması taban aşınması yanında ön plana çıkmıştır (Şekil 3.8.c).



Şekil 3.8. Vadi Şekilleri (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986).

# Boykesit Durumu

Her akarsuda yatağı boyunca üç karakteristik bölüm bulunur. Bunlar büyük eğimli, dar vadili dağlık bölgedeki akarsu kesimi (mema kısmı), akarsuyun engebeli arazide aktığı ve yatağının denge profiline ulaştığı orta bölge (orta kısım) ve akarsuyun eğiminin azaldığı geniş vadili düz arazideki akarsu bölümü (mansap kısmı). Sonuç olarak bir akarsuyun eğimi kaynaktan deltaya doğru sürekli olarak azalmaktadır (Şekil 3.1).

## Memba Bölümü

Akarsuların çoğunda başlangıç noktası (kaynak) dağlık bölgede olduğundan memba kısmı da bu bölgede bulunur. Bu akarsu bölümü büyük eğim, yüksek akış hızları, derin vadiyi takip eden dar kıvrımlar ve vadi yamaçlarının devami şeklindeki akarsu yatağı ile karakterize edilir. Akarsu tabanı iri malzemeden (taş ve iri çakıl) oluşur. Bu akarsu bölümünde erozyon, özellikle taban erozyonu çok etkilidir.

## Orta Bölüm

Eğim memba bölümüne göre daha az, vadi daha geniş ve taban malzemesi daha incedir. Bu akarsu bölümünde belirli bir zaman periyodunda örneğin bir sene içinde erozyon ve birikme birbirini dengelediğinden giren ve çıkan katı madde debisi arasında denge kurulmuştur. Suyun sürüklenme gücü ile taban ve kıyı malzemesinin direnci birbirini dengeler fakat doğada bu şartın tam olarak gerçekleşmesi mümkün olmaz.

## Mansap Bölümü

Eğim, akarsuyun orta bölümünden daha azdır. Büyük ölçüde birikmeler meydana gelir. Akarsuyun denize veya bir göle döküldüğü ağız kısmında delta oluşur. Bu akarsu bölümünde kolaylıkla oluşan menderesler arasındaki arazi parçaları taşkın esnasında tamamen su altında kalabilir ve akarsu çoğu zaman yatağını değiştirir. Bu akarsu kesiminde taban erozyonundan ziyade kıyı erozyonu etkilidir.

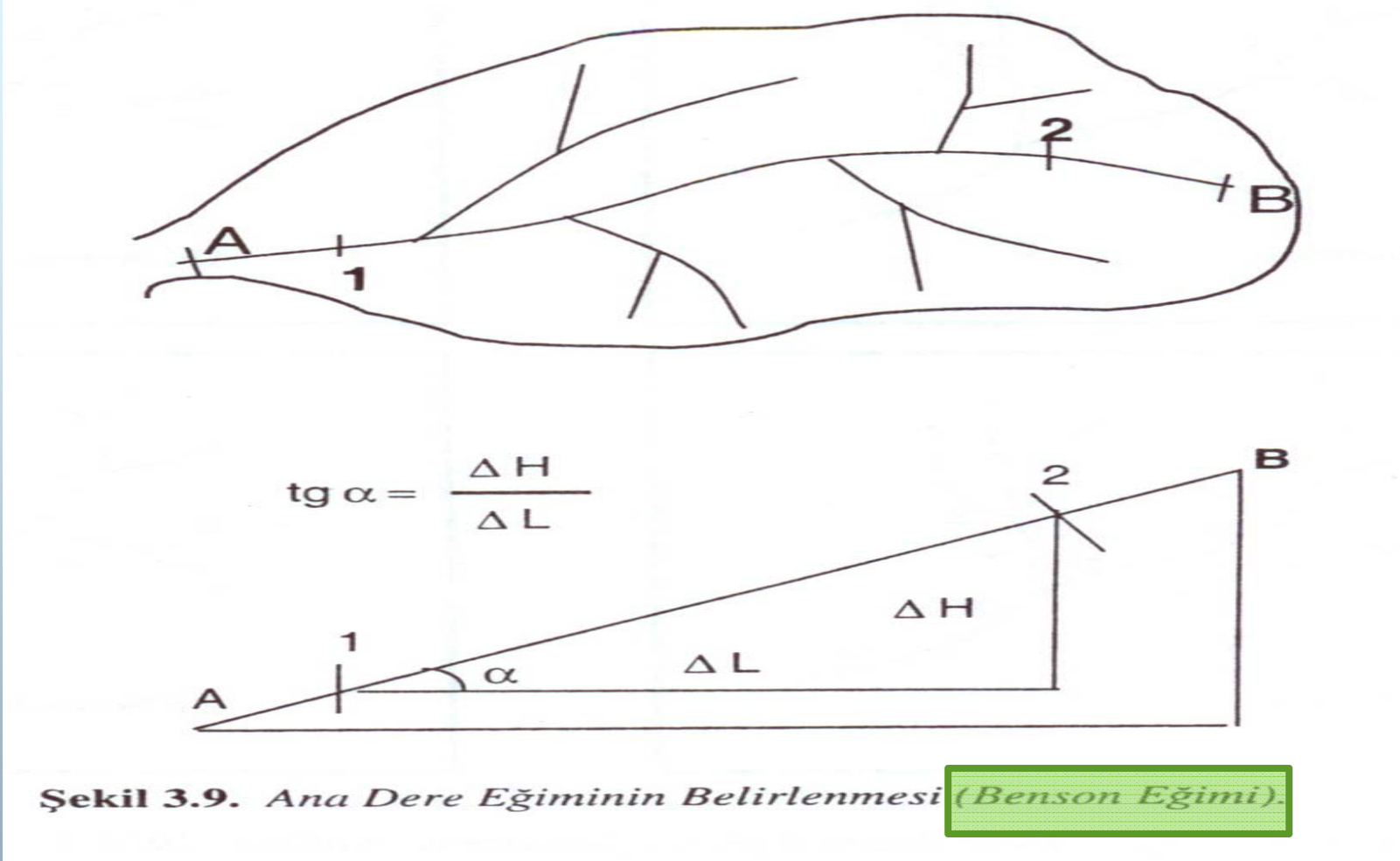
Dünyanın dönmesi sonucu meydana gelen eğim azalmaları suyun sürüklenme gerilmesinin azalmasına dolayısıyla vadideki birikmelere (Alüvialler) neden olurlar. Bu birikmeler taban erozyonu olmadan akarsuda menderesler oluşmasını sağlar.

# Akarsu Eğimi

Ana dere eğiminin belirlenmesinde **Benson**'un geliştirdiği yöntem birçok ÷lkede yaygın olarak uygulanmaktadır (şekil 3.9). Bu yöntemde **akış gözlem istasyonundan (çıkış noktasından) itibaren kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğu saptanır. Ana dere uzunluğunun %10'u (1) ile %85'i (2) harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak alınır.** Bunun için havzanın çıkış noktasından %10 ve %85 uzaklıklarındaki iki nokta arasındaki kot farkı iki nokta arasındaki uzaklığa bölünerek bulunur (Hammer ve Kichen, 1981).

**Akarsuyun eğimi dere akış hızını direkt olarak etkiler ve eğim arttıka akış hızı da artar. Konsantrasyon zamanı ve pik akımlar da eğim tarafından etkilenmektedir.**

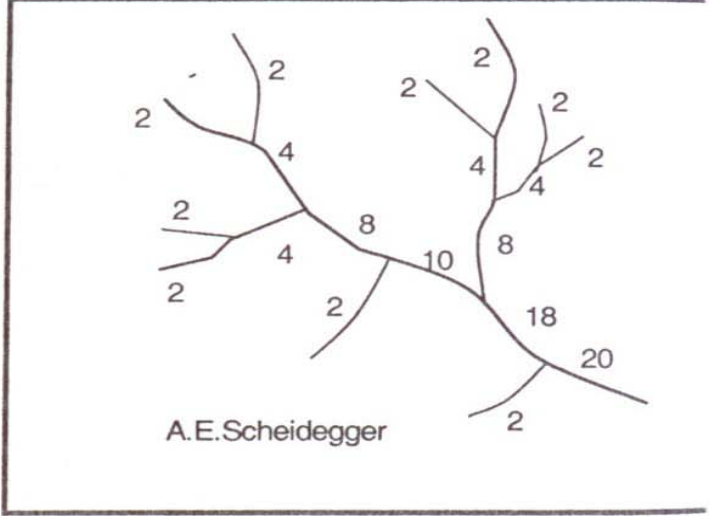
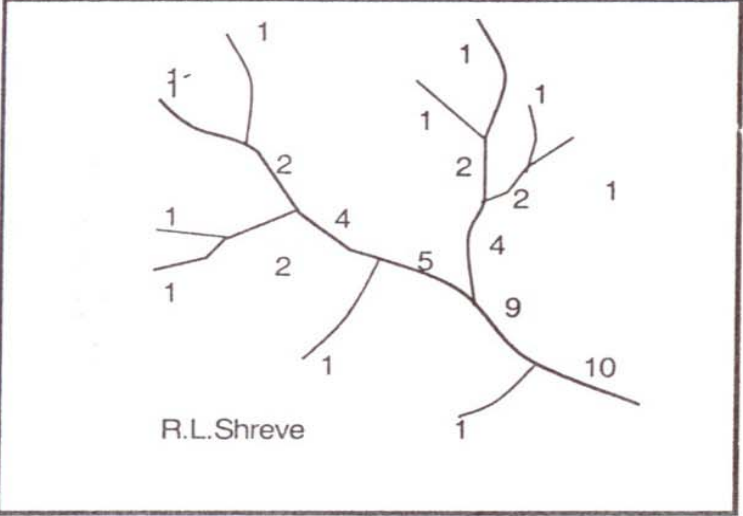
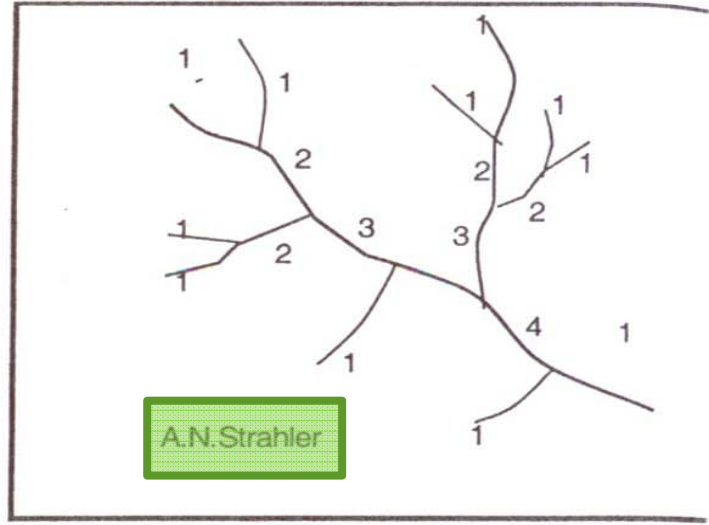
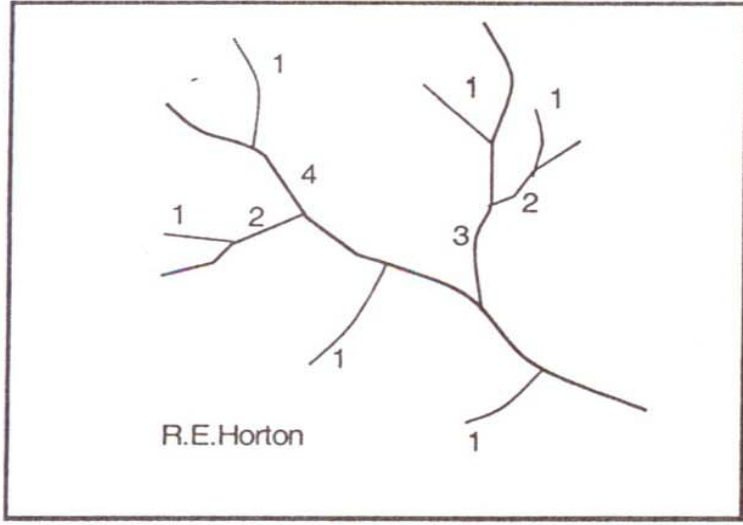
# Ana Dere Eğiminin Belirlenmesi





# Dere Sırası

Havza içerisindeki akarsu kolları **büyükliklerine** bakarak bir hiyerarşik düzene göre sıralanmaktadır. Bu sıralama ile **1** den başlayan Dere Sırası (Ns) dizileri oluşturulmaktadır. Ancak bu dere sırası, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ifade edilmektedir (Şekil 3.10) (Gregory ve Walling, 1976 ). Bunlardan Strahler, Şekil 3.10.b'de görüldüğü gibi yan kolu olmayan en küçük dereleri **Birinci sıra** iki derenin birleşmesinden sonra **İkinci sıra** ve ikinci sıra derelerin birleşmesinden sonra **Üçüncü sıra** olarak tanımlamıştır. Bu sıra daha ilerilere gidebilir. Akarsuyun ana kolu, en yüksek sıra numarasını alır.



Şekil 3.10. **Değişik Dere Sırası Tipleri** (Gregory ve Walling, 1976 ).

# Drenaj Yoğunluğu

Drenaj yoęunluęu, 1 km<sup>2</sup>'ye dűřen ortalama akarsu uzunluęu olarak tanımlanır. Havza içinde su taşıyan tűm doęal kolların, toplam uzunluęunun havza alanına bűlűnmesi ile elde edilir.

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Burada; L = Devamlı ve periyodik derelerin toplam uzunluğu (km)

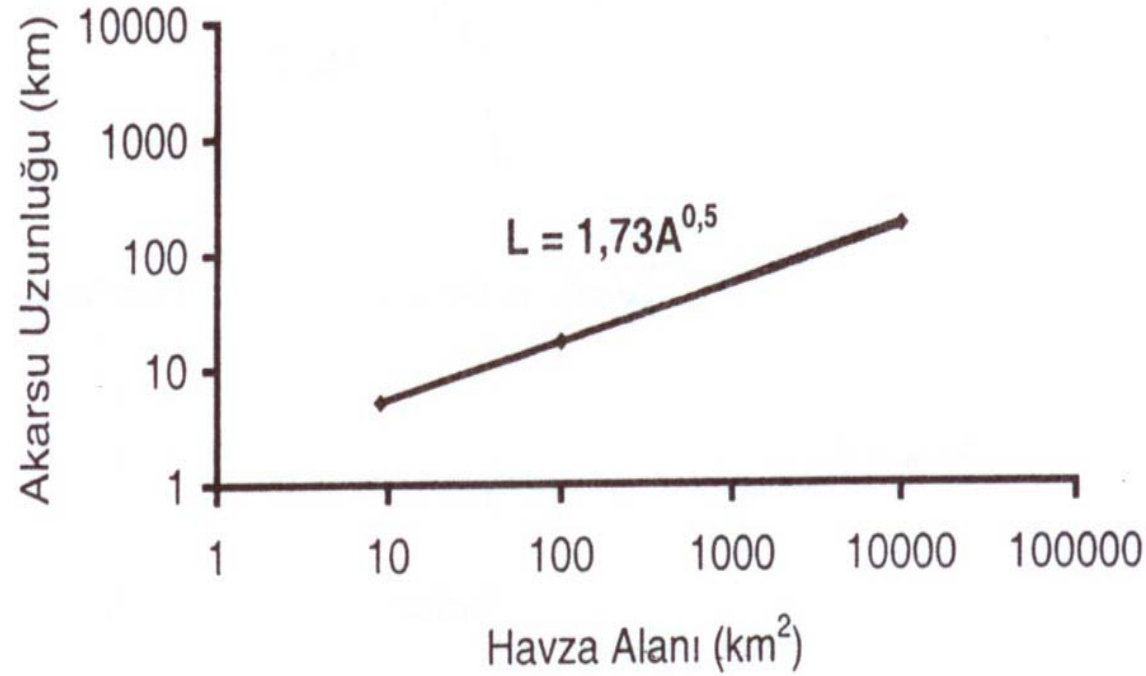
A= Havza alanı (km<sup>2</sup>) dir.

Bölgedeki iklim şartlarının akarsu uzunluğuna etkisini gösteren bu değer, genellikle  $0,5-2,5 \text{ km/km}^2$  arasında değişir.

Drenaj yoğunluğunun yüksek oluşu, iyi gelişmiş bir drenaj sistemini ve yüzeysel akışın çabukça oluştuğunu gösterir. Sert ve erozyona karşı dayanıklı olan granit, kuvarsit, silis ve kumtaşı gibi anakayanın bulunduğu alanlarda düşük drenaj yoğunluğu gelişmekte, kolayca erozyonlaşan kohezyonu düşük kumlu milli depolar üzerinde, seyrek bitki örtüsü altında yüksek drenaj yoğunluğu görülmektedir (Atalay, 1986).

Eagleson, havza alanı ile ana akarsu kolu uzunluğu arasında olduğunu belirlemiştir (Şekil 3.11) (Erkek ve Ağırlioğlu, 1986).

$$L = 1.73 A^{0.5}$$



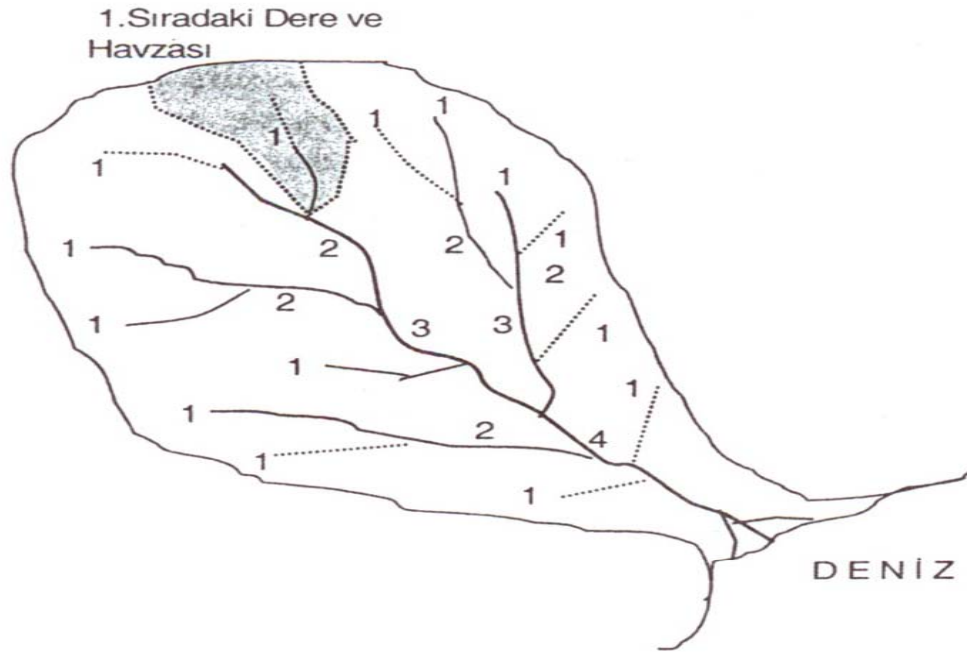
Şekil 3.11. Ana Akarsu Kolu Uzunluğu ile Havza Alanı Arasındaki İlişki  $L = 1.73 A^{0.5}$  eşitliğinden yararlanarak elde edilmiştir).

# Drenaj Frekansı

Dere frekansı (sıklığı) ise yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısının havza alanına bölünmesi ile elde edilir.

$$D_s = \frac{N_s}{A}$$

Burada çok kullanılan yöntem örnek olarak verilmiştir (Şekil 3.12).



A =50 km<sup>2</sup>

Dere Sırası Numarası

- 1
- 2
- 3
- 4

.....  
**Toplam**

Dere Sayısı

- 14
- 5
- 2
- 1

.....  
**22**

$$D_s = \frac{N_s}{A} = \frac{22}{50} = 0.44$$

Şekil 3.12. Bir Havzada Dere Sayısının Hesabı.

# Çatallanma Oranı

Bir akarsu ağını karakterize eden en önemli büyüklük “Çatallanma Oranı (bifurcation ratio)” olup,

$$R_B = \frac{N_n}{N_{n+1}}$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada  $N_n$ , n. derecedeki derelerin sayısı,  $N_{n+1}$  ise n+1. derecedeki derelerin sayısıdır. Akarsularda çatallanma oranı genellikle 2 ile 5 arasında değişir. İklim ve anakaya etkisiz olduğu takdirde akarsu ağı gelişimi düzenli olmakta ve çatallanma oranı bir sıradan diğer bir sıraya doğru sabit bir değer göstermektedir (Atalay, 1986). Örneğin çatallanma oranı 3 ise dere sayıları 5. sıradan 1. sıraya doğru;



5. sırada dere sayısı 1 olduğunda,

4.sırada:  $1 \times 3 = 3$ ,

3.sırada:  $3 \times 3 = 9$ ,

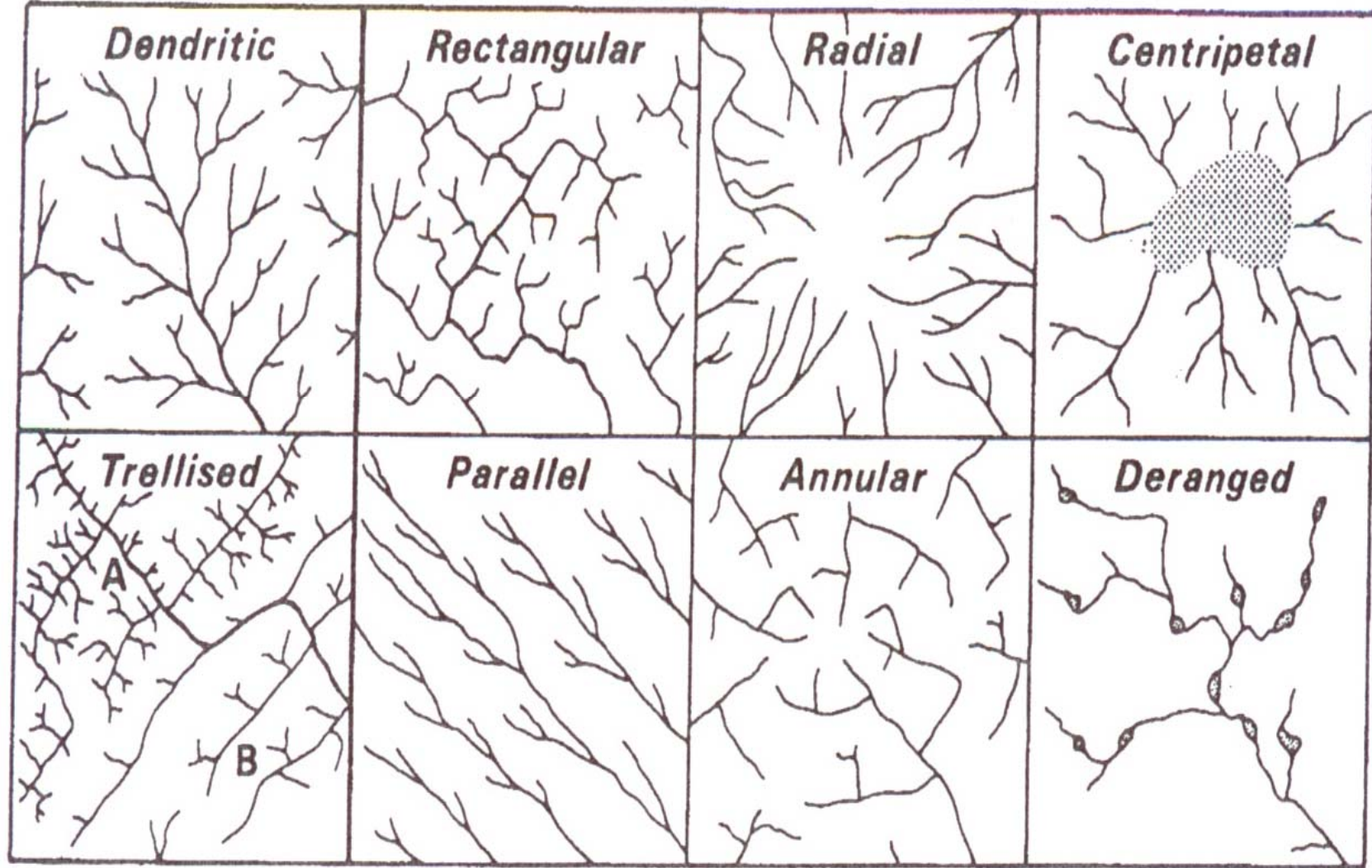
2.sırada:  $9 \times 3 = 27$  ve

1.sırada:  $27 \times 3 = 81$  şeklinde olmaktadır.

# Havzada Drenaj Dağılım Tipleri

Bir akarsu şebekesi ana kayanın bileşimi ve tabakalaşma durumu, zayıf direnç alanları ve yeni kıvrım (yer kabuğu) hareketleri gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişikliklere uğramak suretiyle gelişir ve belirli nitelikler gösteren vadi şebekeleri veya drenaj tipleri ortaya çıkar. Bu tipler Dendritic, Rectangular (dikdörtgen), dik, tepelik veya volkanik arazide Radial (ışınsal), Centripetal (merkezcil), birleşik veya kıvrımlı tabaka üzerindeki zayıf hatlar boyunca Trellised (kafesli), Parallel (paralel), Annular (Halkalı) ve Deranged (karışık) adları altında sınıflandırılabilir (Gregory ve Walling, 1976). (Şekil 3.13).

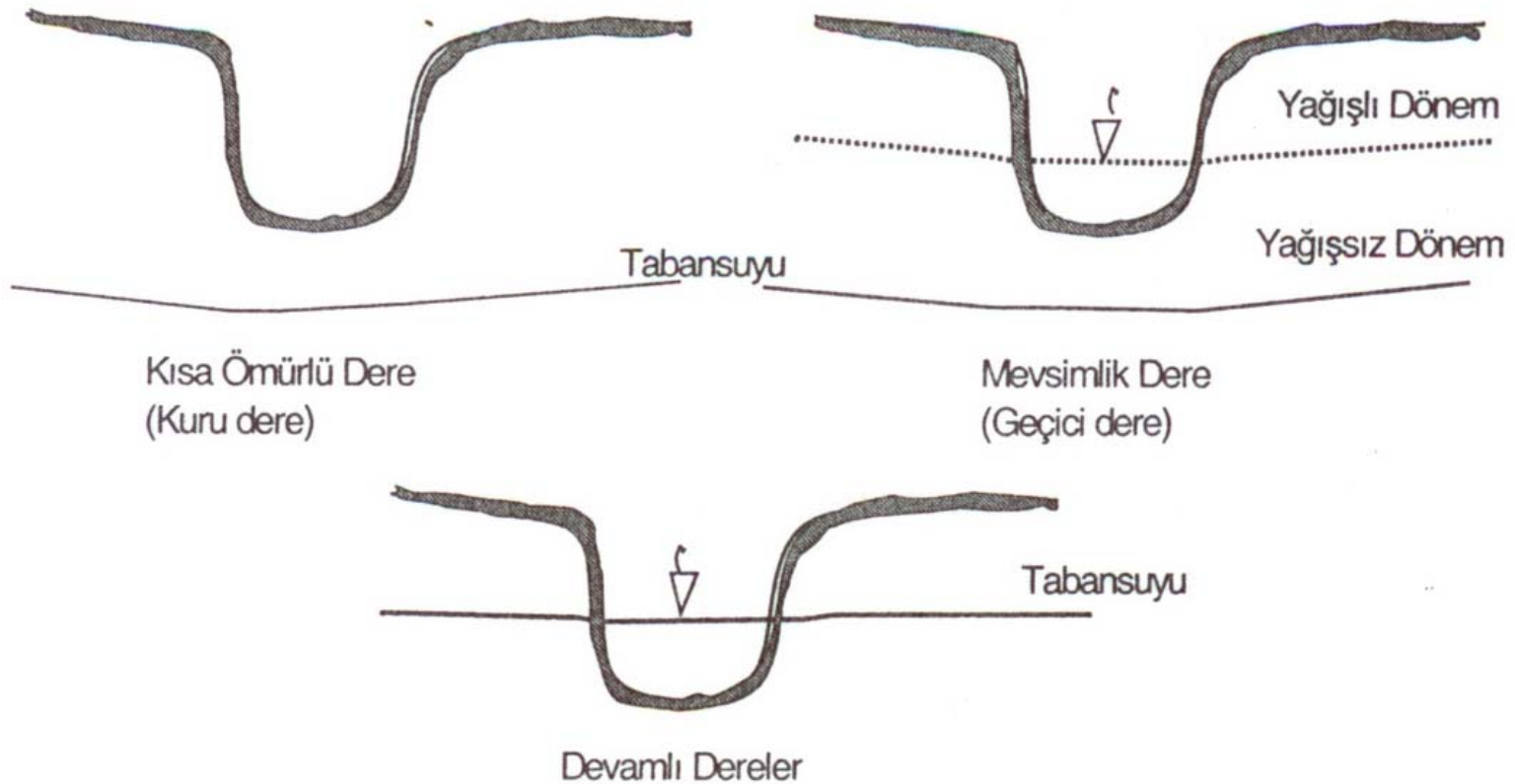
Şekil 3.13. **Drenaj Dağılım Tipleri** (Gregory ve Walling, 1976).



# Dere Sınıfları

Dereler veya derelerin belli bir kesiti **taban suyu düzeyi** ile olan ilişkisine göre **Kuru dere** (ephemeral), **Geçici dere** (intermittent) ve **Devamlı dere** (perennial) olmak üzere üçe ayrılır (Şekil 3.14).

# Dere Sınıfları Şekilleri



Şekil 3.14. Dere Sınıfları

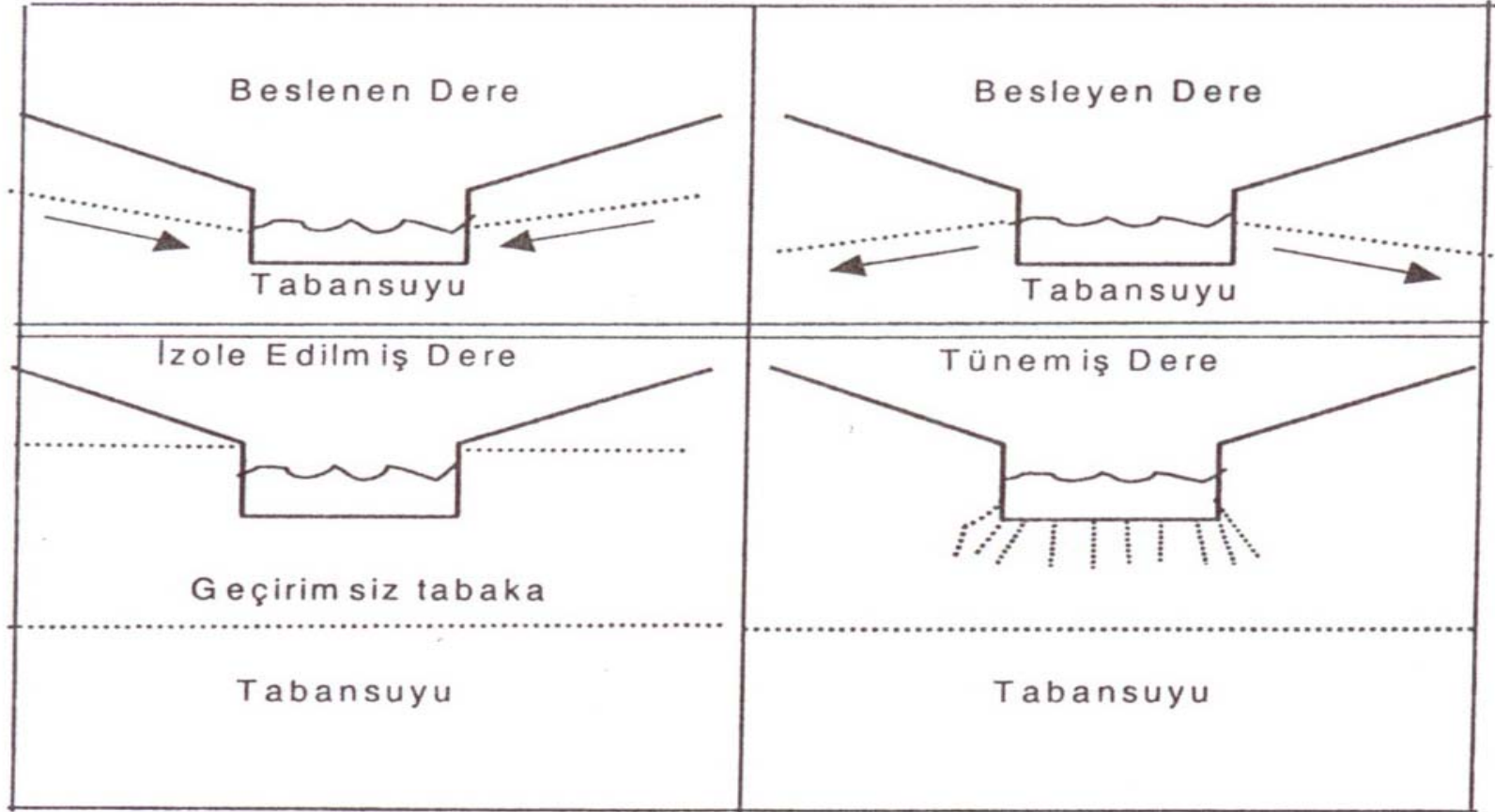
Kuru  
Dere

Geçici  
Dere

Devamlı  
Dere

Kuru dere tipinde taban suyu düzeyi devamlı olarak dere tabanının altında bulunur ve sadece yağış veya kar erimesi sonucu su taşır. Geçici derede yılın bir bölümünde taban suyu düzeyi, dere tabanının üzerinde ve bir bölümünde de altta bulunur ve dolayısıyla yılın bir bölümünde dere susuzdur. Devamlı derede ise taban suyu düzeyi devamlı olarak dere tabanının üzerindedir ve dere devamlı su taşır. Devamlı ve geçici derelerde dere kanalı belirgin bir oluşum gösterirken kuru derelerde belirli bir kanal görülmez.

# Dere Tipleri



Şekil 3.15. **Dere Tipleri** (Lee, 1980).

Kazanan  
Dere

Kaybeden  
Dere

İzole edilmiş  
Dere

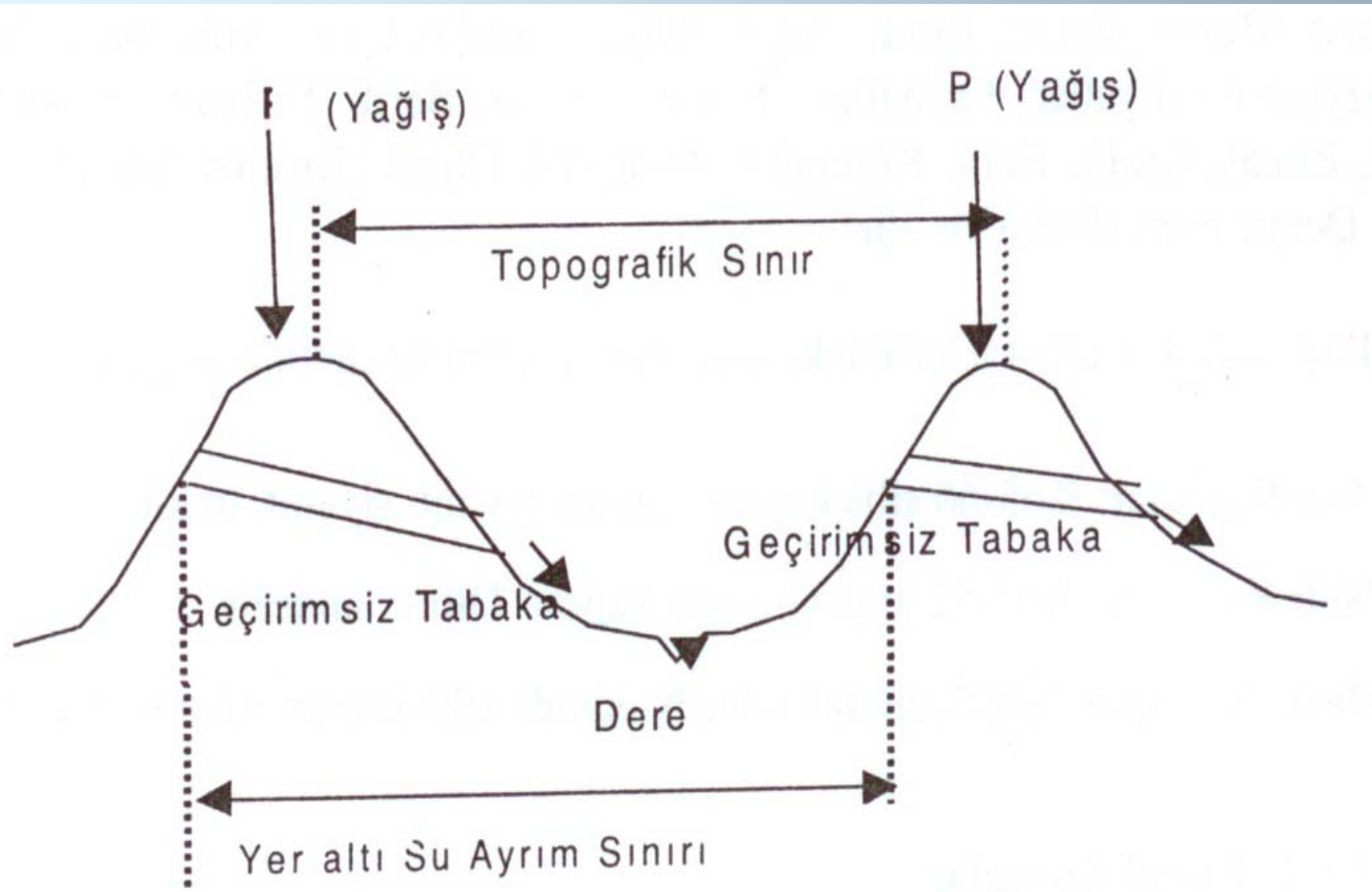
Tünemiş  
Dere

Bir dere taban suyundan besleniyorsa (Effluent) **kazanan dere** dere tabanı taban suyu düzeyinin üzerinde ve bu dere taban suyunu su ile besliyorsa (İnfluent) **kaybeden dere**, denir. Eğer dere tabanı geçirimsiz ve taban suyu ile bir su alış verişi yok ise yani su kazancı ve kaybı yok ise **(Insulated) izole edilmiş** dere denilir. Kaybeden veya izole olmuş bir derenin tabanı taban suyundan doygun olmayan bir tabaka ile ayrılmış ise bu dereye **(Perched) tünemiş dere** denir (Şekil 3.15).



## Su Ayırım Çizgisi

Bir havzada yüzeyaltı akış havza çıkışına veya bir başka havzaya doğru olabilir. Bu durum arazi yüzeyinin altında bulunan geçirimsiz bir tabakanın komşu havzaya doğru eğimli olmasından veya taban suyu düzeyi değişimi nedeniyle topografik sınır ile taban suyu ayırım çizgisinin üst üste çakışmamasından kaynaklanabilir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Geçirimsiz Katmana Göre Havzada Su Ayrım Çizgisi