

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

### HİDROLOJİ

Yunanca “hidro” (su) ve “logos” veya “graphein” (tasvir) kelimelerinden oluşan hidroloji veya “hidrografya” fiziki coğrafyanın bir koludur. Yer kürede (yani yeryüzünde, yeraltında ve atmosferde) suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, canlı ve cansız varlıklar ile karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bilime **Hidroloji** veya **Hidrografya** denir. Yaşamın devamı, sürdürülebilir kalkınma ve ortak geleceğimizin bekası için su, yeryüzünün en önemli doğal kaynağıdır. Günümüzde artan nüfus, tarımsal faaliyetler ve sanayileşme her geçen gün suyun önemi ön plana çıkarmaktadır. Örneğin, Türkiye nüfusunun yaklaşık % 40'ının yaşadığı ve sanayi faaliyetlerinin en yoğun olduğu Marmara, Küçük Menderes ve Sakarya Havzaları su kıtlığı, yaşayan havzalar haline gelmiştir (Aydın ve diğ. 2017:16). Kısaca hidroloji, coğrafyanın sularla ilgili konularını inceleyen bir bilim dalıdır. Bu suların bir kısmı karaların yüzeyinde ve içinde bulunur. Diğer kısmı ise okyanusları ve denizleri meydana getirir. Bu yüzden hidrolojiyi veya hidrografyayı kara hidrografyası ve deniz hidrografyası olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür. Bunlardan kara hidrografyası karalar üzerindeki ve içindeki suları içine alır. Bu sular yeraltı suları, kaynaklar, akarsular, göller ve buzullardan meydana gelir. Deniz hidrografyası (oseanografya) ise, okyanus ve denizleri kapsar (Hoşgören, 2001).

Yeryüzünde  $\frac{3}{4}$ 'ünü oluşturan suların yüzey alanı 510 milyon  $\text{km}^2$ 'dir. Dünyadaki toplam su miktarı 1 milyar 400 milyon  $\text{km}^3$ 'tür. Ancak, bu miktarın tamamına ulaşılabilmesi ve kullanılabilmesi teknik ve ekonomik yönlerden mümkün değildir. Çünkü suların % 97,5'i deniz ve okyanuslarda tuzlu su olarak bulunmakta olup, sadece % 2,5'lik kısmı tatlı sudur (Shiklomanov and Rodda, 2003). Ancak bu tatlı suların çok küçük bir kısmından yararlanılabilmektedir. Tatlı suların % 79'unu (tüm suların % 2,39'u) buzullar, % 20'sini (tüm suların % 0,6'sı) yeraltı suları ve % 1'ini (tüm suların % 0,03'ü) yerüstü ve atmosferdeki sular oluşturmaktadır (Çiçek ve Ataoğlu, 2009: 51). Bu ölçütlerde bulunan yerküre suları yerüstü suları ve yeraltı suları olmak üzere ikiye ayrılır.



Yerküre Sularının Kavram Haritası

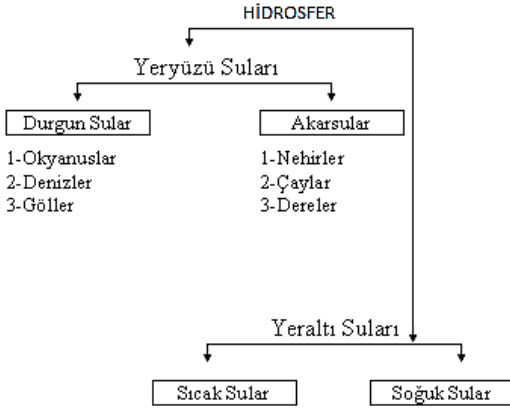
### 1.-YERYÜZÜ SULARI

Yer küredeki sular ya yeraltında, ya yeryüzünde (göl, akarsu, deniz veya okyanuslarda) bulunmaktadır. Dolayısıyla Hidroloji bilim dalı akarsu bilimi (potamoloji), göl bilimi (limnoloji), okyanus bilimi (oseanografya) ve yeraltı suları gibi alt dallara ayrılmaktadır.

Yer kabuğunun çukur yerlerini dolduran suların (deniz, göl, akarsu, yeraltı suları) oluşturduğu tabakadır. Yeryüzünün  $\frac{3}{4}$ 'ünü yani yerküre yüzeyinin % 71'ini kaplamaktadır. Yeryüzündeki sular Dünya yüzeyini örtecek konumda olması halinde ortalama kalınlığı 4-7 km olması beklenir. Bulunuş konumuna göre yerküredeki suları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



### Hidrosferdeki Suların Bulunuş Durumu

Yeryüzündeki su kaynaklarının yaklaşık % 0.3'ü kullanılabilir ve içilebilir düzeydedir. Dünya yüzündeki hidrosfer kürenin dağılımı ise şu şekildedir (Mitscherlich, 1995).

**Tablo** Yeryüzündeki Suyun Dağılımı

Karalardaki Su	Miktar (x 1000 km <sup>3</sup> )	Toplam Tatlı Sudaki Oranı (%)
Buzullar	24	1.74
Yeraltı suları	23	1.66
Göller, akarsular	1	0.10
TOPLAM	48	3.50

(Sampat, 2001).

Ayrıntı için "Hidroloji ve Su Kaynakları" bölümüne bakınız.

## 1.1. AKARSULAR

Akarsulara ait özellikleri inceleyen bilim dalına "potamoloji" denir. Akarsu sistemleri, yeryüzünü şekillendiren en önemli dış kuvvetler arasındadır (Afşin, 2014:315). Yeryüzünde vadi ve yatak gibi doğal bir kanal içerisinde akış gösteren su kütlelerine akarsu denilmektedir (Atalay, 1986). Yeryüzüne düşen yağış suları topoğrafik eğim ve çekime bağlı olarak çizgisel veya yüzeysel olarak akışa geçer. Çizgisel akış vadi olarak tanımlanan belirli bir yatak içinde gerçekleşir ve bunlar büyüklüklerine göre sel, dere, çay ırmak veya nehir olarak adlandırılır. Yeryüzünün şekillenmesinde en büyük paya sahip dış güç akarsulardır. Yüzeysel sularının eğimli bir yatak içinde toplanıp akmasıyla akarsu oluşur. Akarsular küçükten büyüğe doğru dere, çay, öz, ırmak ve nehir şeklinde sıralanır. Bir akarsuyun doğduğu yere akarsu kaynağı (yukarı mecrâ), döküldüğü yere akarsu ağı (aşağı mecrâ) denir. Bir akarsu, birbirine bağlanan küçük, büyük, dar veya geniş birçok koldan oluşan bir sistemdir. Bu sistemin en uzun ve su bakımından en zengin olan kolu ana akarsudur. Bunların büyük bir kısmı dağlardaki kaynak sulardan doğarak havzalarına boşalır.

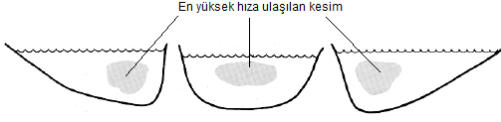
### a) Akarsulara Özgü Kavramsal Unsurlar:

Yeryüzünde akmakta olan akarsuların bilinmesi, tanınması için onlara özgü genel kuram ve kavramların bilinmesi gerekmektedir. Akarsulara özgü bazı kavramları açıklamak gerekirse başlıca özelliklerini şu şekilde ele almak mümkündür:

**Akarsu Hızı:** Akarsuyun birim zamanda aldığı yoldur (m/sn). Akarsu hızı **muline** denilen bir aletle ölçülür. Akarsu debisine etki eden faktörler hızını da etkiler. Akarsuyun akış hızı yatağın her iki kesitinde farklıdır. Suyun hızı yarlarda, dipte ve su yüzeyinde sürtünme nedeniyle azdır. Suyun en hızlı aktığı yer akarsuyun en derin yerinin üzerinde ve yüzeyin biraz altındadır. Akarsuyun akış hızı akarsu vadisinin her iki tarafında ve ortasında farklıdır. Suyun hızı yarlarda, dipteki, çeşitli jeomorfolojik engebe, taş, kütük vb. kütlelere bağlı olarak sürtünme nedeniyle azalır. Suyun en hızlı aktığı yer akarsuyun en derin yerinin üzerinde ve yüzeyin biraz altındadır.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



Şekil Bir Akarsuda En yüksek Hız Ulaşılan Alanlar

**Akarsu Akımı (Debisi):** Akarsuyun herhangi bir kesitinden birim zamanda (sn) geçen su miktarına ( $m^3$ ) akarsu akımı veya debisi denir. Akarsuyun debisi yılın çeşitli zamanlarında değişerek farklılık gösterebilir. Akarsuyun debisi yağış miktarı, rejimi, yağış tipi, zeminin özelliği, kaynak suları, sıcaklık ve buharlaşma gibi etmenlere bağlı olarak değişir. Bir akarsuyun debisi:

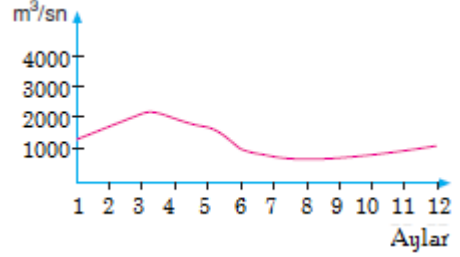
- Havzaya düşen yağış miktarına,
- Aktığı yerdeki arazinin geçirimsizlik özelliğine,
- Havzadaki dağların kar ve buzullarına,
- Havzadaki yeraltı kaynaklarına,
- Akarsuyun aldığı kollarla beslenme özelliğine,
- Sıcaklık ve buharlaşma şartlarına,
- Yapı ve litolojine,
- Canlılar, beşeri faaliyetler suyun kullanımına göre değişkenlik gösterirler.

“Düşük akım” ve “yüksek akım” terimleri bir akarsuyun akımının tanımlanabilmesi için kullanılır. Bu terimler akımların ortalama yıllık döngüdeki salınımlarını ortaya koyan kavramlardır. Düşük ve yüksek akımların mevsimselliği bölgesel iklimle ilişkilidir. Düşük akım dönemlerinin yıl-ıçi ve yıllar-arası değişkenliği yani hidrolojik kuraklık için bir belirteçtir (Sarı, 2016.33).

**Akarsu Rejimi:** Akarsu debisinin yıl içerisinde gösterdiği değişmelere akarsu rejimi ya da akım düzeni denir. Genel olarak akarsu rejimini belirleyen temel etken havzanın yağış miktarıdır. Yağışların az, sıcaklık ve buharlaşmanın fazla olduğu dönemlerde akarsu akımı düşer. Yağışların fazla olduğu ve kar erimelerinin görüldüğü dönemlerde akım yükselir.

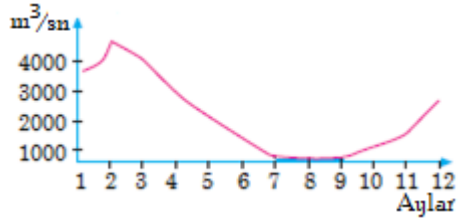
a) Düzenli Rejime Sahip Akarsular: Dört mevsim yağış alan bölgelerde akarsuların su seviyesinde mevsimlere göre çok fazla bir değişiklik meydana

gelmez, bu tür akarsulara düzenli rejime sahip akarsular denir. Örneğin, ülkemizde en düzenli rejime sahip akarsular Karadeniz Bölgesi'nde akmaktadır.



Şekil Düzenli Rejime Ait Akarsuyun Akış Grafiği

b) Düzensiz Rejime Sahip Akarsular: Yağışların mevsimlere göre dağılımının düzensiz olduğu yani bir mevsim yağış alan, diğer mevsimde ise kurak olan bölgelerde akarsuların taşımış oldukları su miktarı aylara göre değişmektedir. Yağmur yağışının fazla olduğu bölgelerde yağmurlarla birlikte akarsuların su miktarında bir artış görülür. Örneğin, ülkemizde Akdeniz İklim Bölgesi'ndeki akarsularda bu tip bir rejime rastlanmaktadır.

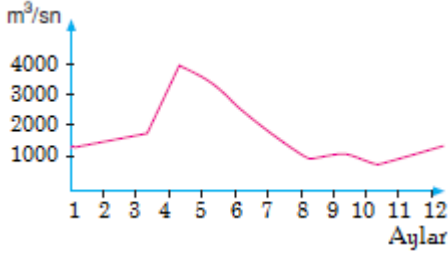


Şekil Düzensiz Rejime Ait Akarsuyun Akış Grafiği

c) Karma Rejimli Akarsular: Uzun boylu akarsulardır. Çok çeşitli beslenme kaynakları vardır. Örneğin, ülkemizde bahar aylarında kar erimelerine bağlı olarak su debisi artan Fırat, Dicle, Kızılırmak ırmakları bu tip rejime sahip akarsulardır.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

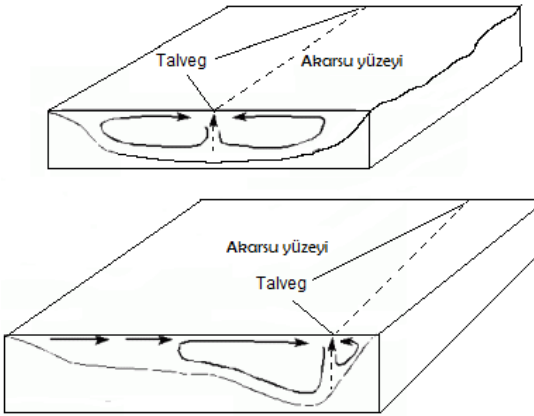
## Rüştü ILGAR



Şekil Karma Rejime Ait Akarsuyun Akış Grafiği

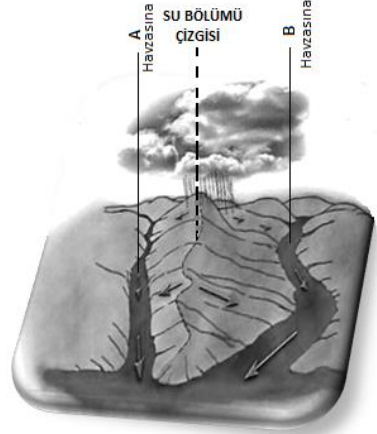
**Yatak Eğimi:** Vadisinden akan akarsular eğim (gradyan) olarak bilinen bir yamaç üzerinde aşağıya doğru akarken yatağın yeryüzü düzlemiyle yaptığı açıdır.

**Talveg:** Akarsu yatağında suyun en hızlı aktığı noktaları birleştiren çizgiye hız çizgisi, **talveg** denir. Akış hızı, yatağın eğimi ve genişliği ile taşınan su miktarına bağlı olarak değişir.



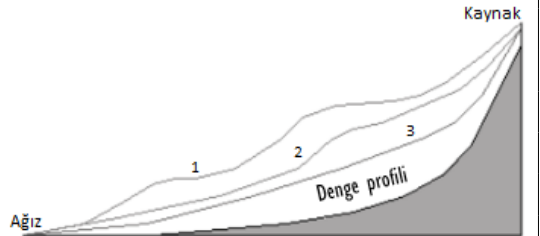
Şekil Akarsularda Talveg

**Su Bölümü çizgisi:** Birbirine komşu iki akarsu havzasını birbirinden ayıran sınıra su bölümü çizgisi denir. Su bölümü çizgisi genellikle dağların doruklarından geçer. Su bölümü çizgisi kurak bölgelerde, bataklık alanlarda, karstik alanlarda belirgin olmayabilir.



Şekil Su Bölümü Çizgisi

**Akarsu Denge Profili:** Akarsular vadilerini kazıp derinleştirdikçe, yataklarının eğimi gittikçe azalır. Bu yüzden zamanla akış yavaşlar, aşındırmada eski hızını kaybederler. Akarsuların yatağını ağızdan kaynağa doğru geri aşındırarak düzleştirmesiyle oluşan iç bükey eğriye denir. Akarsuyun az eğimli yatak profiline **denge profili** denir. Denge profili yaşlı arazilerdeki akarsularda veya akarsuların ağız kısımlarında görülür. Denge profiline ulaşmış akarsuda derine aşındırma yerini yana aşındırma ve biriktirmeye bırakmıştır. Akarsuyun yatağı üzerinde eğim kırıkları, dev kazanları ve şelaleler gibi yer şekilleri yoktur. Bu nedenle akarsu taşımacılığına uygundur. Türkiye'deki akarsular denge profiline ulaşmaz iken, Batı Avrupa'daki akarsuların çoğu denge profiline ulaşmıştır.



Şekil Akarsu Denge Profiline Ulaşım Diyagramı

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

*Eğer bir akarsu denge profiline ulaşmışsa*

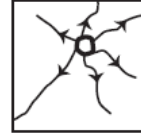
- Yatak eğimi azalmıştır.
- Akış hızı azalmıştır.
- Aşındırma gücü azalmıştır.
- Su potansiyeli azalmıştır.
- Enerji üretimi için elverişsizdirler.
- Üzerinde ulaşım ve taşımacılık yapılabilir.
- Menderesler oluşabilir.

*Eğer denge profiline ulaşmamışsa:*

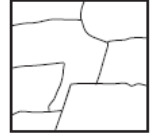
- Yatak eğimi fazladır.
- Akış hızı fazladır.
- Aşındırma gücü fazladır.
- Su potansiyeli fazladır.
- Baraj yapımına uygundur.
- Üzerinde ulaşım yapılamaz.



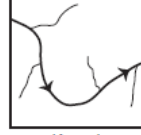
Dandritik



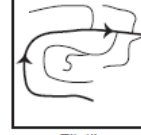
Radyal



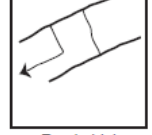
Kafesli



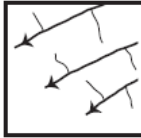
Kancalı



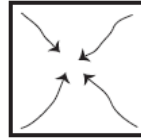
Eliptik



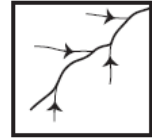
Romboidal



Paralel



Sentripetal



Ötelenmiş

**Şekil Akarsu Drenaj Tipleri (Hoşgören, 2004'e göre)**

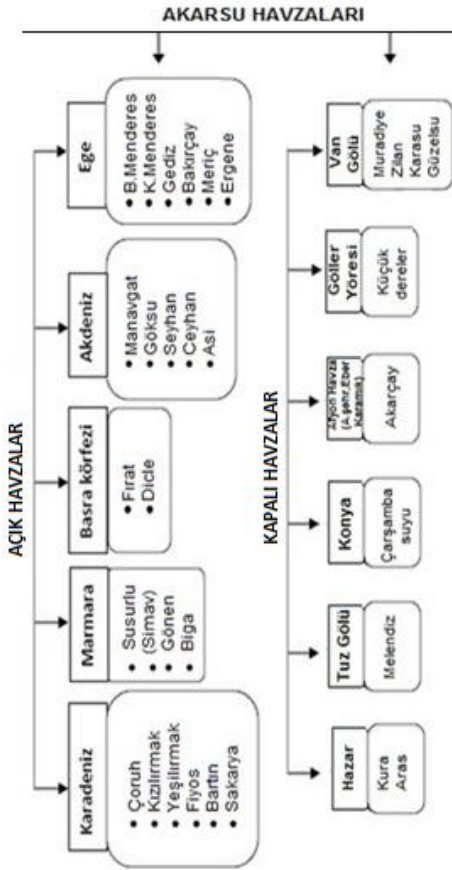
**Akarsu havzası:** Akarsular sularını denize ulaştırıyorlarsa açık havzaya sahiptirler. Sularını denize ulaştırılmayanlar ise kapalı havzalı (Van Gölü, Tuz Gölü, Konya, Göller Yöresi Kapalı Havzası gibi) akarsular olarak adlandırılmaktadır.

**Akarsu ağı (drenajı):** Bir akarsuyun kollarıyla birlikte oluşturduğu sisteme akarsu ağı (drenajı) denir. Akarsular morfolojik gelişim evreleri ve süreçleri esnasında yapıya ve morfolojiye uyarak onların özelliklerini yansıtırken, zamanla bir takım şekiller kazanarak çeşitli drenaj tipleri oluşturmaktadır (Özdemir, 1996: 197). Litolojinin aşınma karşı direnci nispetinde farklılık kazandığı, kayaların erozyona dayanıklılık indisi arttıkça drenaj yoğunluğu azaldığı tespit edilmektedir (Özşahin 2015:144). Havzanın eğimi, yapıyı oluşturan yatak kayalarının cinsi ve tabakaların özellikleri, değişik tipte akarsu drenajları ortaya çıkartır. Oluşan drenaj şebekesini jeoloji, topoğrafya, iklim ve bitki örtüsü kontrol eder (Atalay 1986: 139). Drenaj tiplerini 9'a ayırmak mümkündür:

- a. Dandritik drenaj
- b. Radyal drenaj
- c. Kafesli drenaj
- d. Kancalı drenaj
- e. Eliptik drenaj
- f. Romboidal drenaj
- g. Paralel drenaj
- h. Sentripetal drenaj
- ı. Ötelenmiş drenajdır.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü İLGAR



Şekil Türkiye'deki Akarsu Havzaları

Akarsular coğrafi olarak yeryüzünde çeşitli şekillerin oluşmasında önemli rol oynar. İşte akarsuların etkisiyle oluşmuş topoğrafyaya Latince fluvialis (akarsu) kelimesinden türetilmiş flüvyal topoğrafya adı verilir. Flüvyal topoğrafyanın oluşmasında akarsuların aşındırma ve biriktirme şekilleri etkili olmaktadır.

### **b) Akarsuların Aşındırma ve Biriktirme Şekilleri:**

Akarsularda hareket eden su, akarsu yataklarındaki toprak ve kayaları aşındırır ve aşındırılan malzemeyi belirli bir konumda biriktirirler. Gerek aşındırma gerekse biriktirme faaliyetleri sonucu çeşitli yeryüzü

şekilleri oluşur. Kısaca bu şekilleri şu şekilde özetlemek mümkündür.

### **Akarsuların Aşındırma Şekilleri:**

Akarsuyun içinde aktığı yatağı kazması ve kopardığı parçacıkları taşınması olayına aşındırma denir. Akarsularda aşındırma **hidrolik etki**, **korazyon** ve **korozyon** olmak üzere üç şekilde görülür (Thorne 1998, Charlton 2008). Akarsulardaki suyun hız ve debisine bağlı olarak oluşan basınç hidrolik etki (blok koparılması), yaparak aşındırmaya yol açar. Bu etki içinde korazyon etkisi de görülmektedir. Akarsu içerisinde yer alan kil, kum, marn, çakıl, blok, dal, ölü hayvan vb. gibi organik atıkların çarpma veya sürtünmesi ile akarsu yataklarını aşındırmasıyla oluşur. (Bilindiği gibi korazyon yer çekiminin etkisi ile hareket eden katı materyallerin akarsu, dalga, buzul ve rüzgârla taşınarak yaptığı aşındırmadır.) Akarsular bünyesindeki bu tür yükleri erimiş halde (solution), askıda veya yüzer halde (suspension), sıçratma (saltation), kayma (sliding) ve yuvarlanma (rolling) halinde taşımaktadır.

Akarsu aşındırmasında çeşitli unsurlar etkili olmaktadır. Akarsu aşındırmasında en önemli etkilerden biri akarsuyun su miktarı yani akımdır. Bir akarsuyun taşıdığı su miktarı arttıkça aşındırma gücü de artar. Bu nedenle çok su taşıyan büyük akarsular daha çok aşındırır. Su fazlalığı nedeniyle bir akarsu üzerinde en fazla aşındırma ağız kısmında olur. Akarsuyun akış hızı aşındırmada etkisi olana diğer önemli etkendir. Akış hızı ise eğime bağlıdır. Eğimin fazla olduğu bölgelerde akarsular daha hızlı akar, dolayısı ile aşındırma güçleri artar. Örneğin, Türkiye'deki akarsular saniyede aktıkları toplam su miktarı bakımından fazla zengin olmadıkları halde yataklarında eğimin fazla olması nedeniyle fazla aşındırma yapmaktadırlar. Akarsuyun taşıdığı yük miktarının aşındırma üzerinde hızı ve debisi kadar önemlidir. Akarsuyun taşıdığı kum, çakıl, mil gibi maddeler sürüklenme kütle çekiminin, suyun akım gücüne etkisiyle oluşan çarpma ve koparılma artırmasıyla akarsuyun aşındırma ve kazınmasına katkı sağlar. Bu nedenle yük ne kadar çoksa aşındırma o kadar fazla olur. Litolojik yapının önemi de aşındırma üzerinde oldukça önemlidir. Aşındırma akarsuyun geçtiği yerlerdeki kayaların özellikleri ile de ilgilidir.

## HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

### Rüştü ILGAR

Kum, çakıl gibi gevşek maddeler daha kolay koparılıp aşındırılır. Dirençli kayalar, katılaşım kayaları ve sert kum taşları aşınmaya daha uzun süre direnmektedirler. Akarsuların havzasındaki bitki örtüsü eğer yoğunsa bitki kökleri nedeniyle erozyon engellenmektedir. Akarsuyun geçtiği alanlar bitki örtüsünden yoksun ise aşındırma işlemi daha da artar. Oluşan şekillerin oluşum ve gelişimi belli süreçlerden geçtiğinden zaman faktörü de oldukça önemlidir.

Akarsu aşındırma faaliyetini gerçekleştirirken derine, yana veya geriye doğru olmak üzere üç farklı şekilde aşındırma faaliyeti görülür.

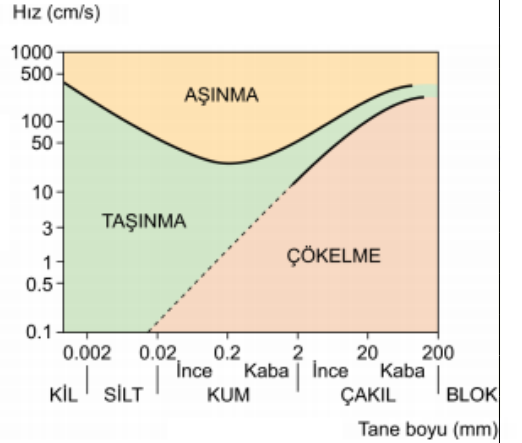
**Derine aşındırma:** Akarsuyun yatağını düşey doğrultuda aşındırarak deniz seviyesine indirme faaliyetidir. Yatak yükü ve hızına bağlı olarak zeminin kayaç yapısına bağlı olarak değişir. Ancak yer çekiminin etkisiyle derine doğru sürekli aşındırmaya olabilmektedir. Akarsu arazisinin yükselmesi, iklim değişimleri, östatik alçalma faaliyetleri derine aşındırmayı artırmaktadır.

**Yana aşındırma:** Akarsular eğimin azaldığı yerlerde salınımlar yapar ve yatağını yanlarına doğru aşındırır. Bu durumda yana aşındırma gerçekleşir. Akarsu akışı esnasında yatağını dipten oyar. Akarsu yanyarındaki yamaçların yerçekiminin de etkisiyle dengesi bozulurak yuvarlanı zaman içinde yamaç yana doğru gittikçe aşınır. Alüvyal kanallar içinde akan akarsularda yan aşındırma oldukça önemlidir. Özellikle menderesli akarsularda daha belirgin olarak görülmektedir.

**Geriye aşındırma:** Akarsuyun ağız kısmından itibaren zamanla yatağını geriye doğru kazarak yaptığı aşındırma. Su fazlalığı nedeniyle bir akarsu üzerinde en fazla aşındırma başlangıçta ağız kısmında olur. Yatağın kazılması da buradan geriye doğru ilerler buna geriye aşınma denir. Bu aşındırmanın son şekli denge profilidir.

Bir akarsu yatağındaki farklı tane boylarından oluşan sedimanlarda aşınma, taşınma ve çökmenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan akım hızı diyagramı aşağıda şekildedir. Buna göre düşük hızda en kolay

aşınan tane boyu kumdur. En zor aşınan ise çakıl ve bloktur. Çakıl ve blok aynı zamanda en kolay çökelen unsurdur. En kolay taşınan ise kildir.



**Şekil Bir** Akarsuda Aşınma, Taşınma ve Çökelleme Esnasındaki Hız Diyagramı (ÖSYM,2016)

Aşındırma faaliyetleri sonucu oluşan şekiller şunlardır:

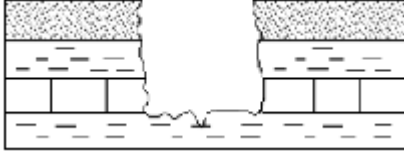
**Akarsu Vadileri:** Akarsuların yataklarını derine ve yana aşındırması ile oluşan ve sürekli inişi olan uzun akarsu yataklarıdır. Değişik şekilleri vardır.

a) Boğaz Vadi: Yüksek yerlerde derine aşındırma ile oluşmuş vadilerdir. Yamaçlar dik vadi dardır. Dağları enine yaran ırmak vadileri Türkiye’de kuzey ve güney yönlü ulaşımında kolaylık sağlar. Bunlara yamaç vadileri de denir. Marmara da Geyve Boğazı, Küre Dağları’nda Kızılırmak Vadisi, Canik Dağlarında Yeşilirmak Vadisi, Akdeniz’de Çubuk ve Gülek Boğazları gibi Vadiler bunlara örnek olarak verilebilir. Bazen buzul aşındırması sonucu oluşan “U” şekilli tekne vadiler, akarsuların geriye aşındırması sonucunda polijenik vadi karakteri kazanabilmektedirler (Bayraktar ve Özdemir 2010:6). Kaçkar Dağı’ndaki Fırtına Vadisi örnek olarak gösterilebilir.



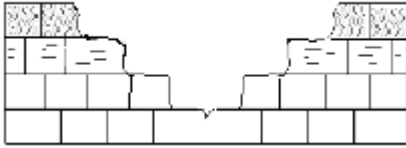
# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



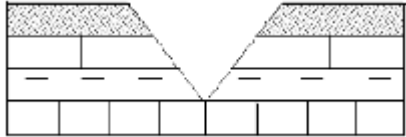
Şekil Boğaz Vadi Kesiti

b) Kanyon Vadi: Derine aşındırmayı tamamlayan akarsuyun geçtiği bölgenin epirojenik hareketler ile yükselmesi ya da denizlerin çekilmesi sonucu akarsu yatağını tekrar derinleştirir. Böylece vadi yamaçlarındaki seki (taraça) denilen basamaklar oluşur. Kalkerli arazilerde farklı kayaların erimesi sonucunda kanyon vadiler oluşur. Akdeniz'de Göksu Kanyonu buna örnek olarak verilebilir.



Şekil Kanyon Vadi Kesiti

c) Çentik Vadi: Bazı vadilerin profili V biçimindedir. Bu tür vadilere çentik vadi denir. Bu tip vadiler genelde akarsuların yukarı çığırlarında oluşurlar. Aynı zamanda akarsuların ilk oluştuğu dönemdeki genç vadilerdir. Örnek olarak Doğu Karadeniz bölümündeki akarsu yatakları derine oyulmuştur.



Şekil Çentik Vadi Kesiti

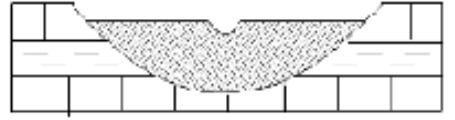
d) Yatık Yamaçlı Vadi: Yana aşındırmanın fazla olduğu ve yamaçların yatıklaştırıldığı yerlerde vadilerin profili genişler ve yatık yamaçlı vadiler meydana gelir. Bu tip vadilerin bir yamacı daha çok aşındırmasıyla maruz kalmış **asimetrik** vadilerdir. Bu tip vadilerin

genellikle alüvyonla kaplı geniş tabanlıları vardır. Örnek olarak Ege Bölgesi depresyonlarındaki akarsular bu tip vadilere sahiptir.



Şekil Yatık Yamaçlı Vadi Kesiti

e) Geniş (alüvyal) Tabanlı Vadi: Yana aşındırmanın etkisi ile genişleyen vadilerdir. Eğimin azalmasına bağlı olarak birikmelerle alüvyon bir taban oluşmuştur. Örnek olarak: Batı Anadolu'da Ege Bölgesi'ndeki depresyonlardaki akarsular Bakırçay, Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes, Seyhan bu tür vadilere sahiptirler.



Şekil Geniş (alüvyal) Tabanlı Vadi Kesiti

**Menderes (Büklüm):** Bir akarsu vadisinde mendereslerin oluşması yatak eğiminin azalmasına bağlıdır. Kıvrımlı akarsular yataklarını yana doğru aşındırırken kopartılan ve taşınan malzeme kıvrımın iç noktasında birikime başlar. Bu durumda direnç kazanan kıvrımın karşı kıyısında çarpma ile yamaçların altı kazılır, zamanla yıkılır ve daha çok geriler. Böylece bir akarsu vadisindeki girintiler, çıkıntılar artarak büklümlü bir hal alır. Bu büklümler büyüdükçe vadi genişler yamaçlar geriler. Sonuç olarak bir akarsuda mendereslerin oluşmasında şu durumlar etkilidir:

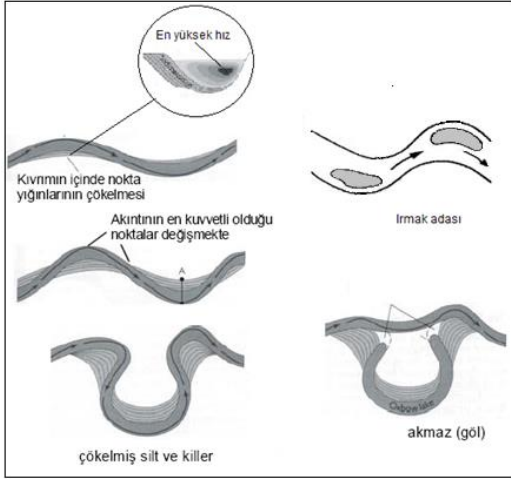
- Yatak eğiminin azalması
- Uzunluğunun artması
- Hızının azalması
- Aşındırma gücünün azalması

Türkiye'de özellikle Ege Bölgesi'nde bulunan akarsularda oldukça belirgindir.

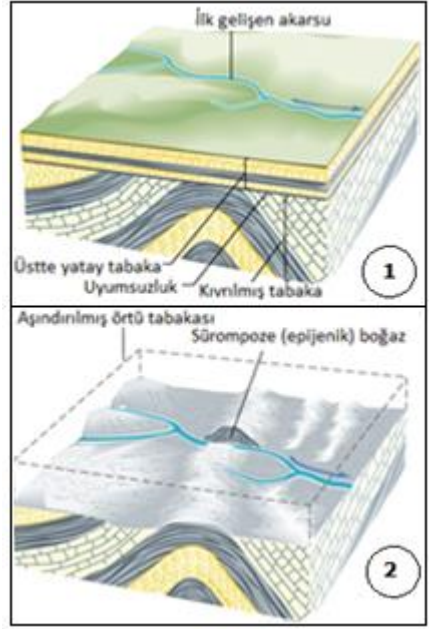


# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



Şekil Menderes Oluşum Süreçleri



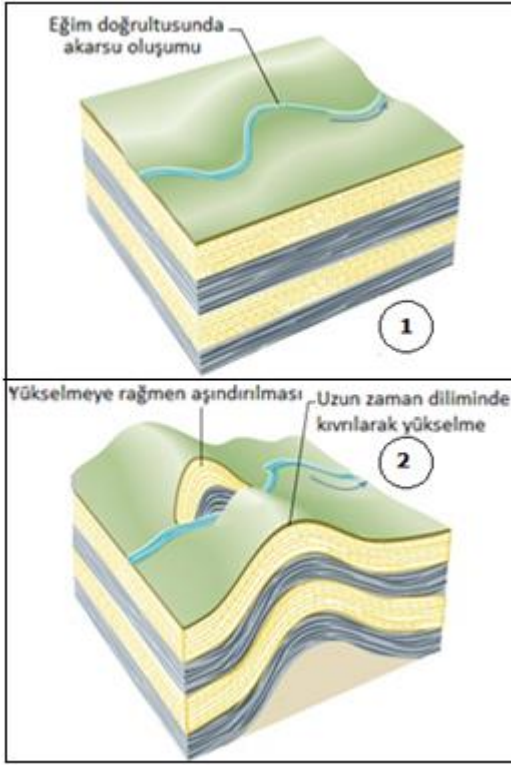
Şekil Sürompoze Vadi ve Boğaz Oluşumu

**Sürompoze (Epijenik) Vadi:** Jeolojik oluşum boyunca, eskiden kara halinde olan birçok alan, daha sonra deniz, göl veya akarsu depoları tarafından tamamen örtülebilir. Bunun sonucunda bir alt yapı yani temel ve bir örtü olmak üzere iki farklı karakterde yapı unsuru ortaya çıkar. Böyle bir alan tekrar kara haline geçtiği zaman üzerinde kurulan akarsu ağı doğrudan örtü tabakasının eğim şartlarına bağlı olarak konsekantlar olarak gelişir. Zamanla sübsekant ve insekantlardan bir drenaj ağı da gelişir. Aşırıya bağlı olarak ileri aşamasında kurulan bu drenaj ağı, alttaki yapı yani temele inildiğinde onu da aşındırmaya başlar. Bu olay sırasında çevredeki örtü tabakasına ait unsurlar da kısmen veya tamamen ortadan kaldırılır. Bu olaya yani örtü tabakası üzerinde kurulmuş olan bir akarsu ağının temele kopya edilmesine **sürompozisyon** veya **epijeni** adı verilir. Sürompozisyon ülkemizde görülmektedir. Melen Boğazı, Araplar Boğazı, Ankara Kalesi'nin olduğu alan, Yenişehir ile İnegöl Ovalarını birleştiren boğazlar bunlardan bazılarıdır.

**Antesedant Boğaz:** Herhangi bir kara kütlesi yükselmeye uğrarsa ve bu kütle üzerinde daha önce kurulan akarsuyun belli bir kesiminde meydana gelen yerel tektonik harekete kütleli yararsa, bu olaya antesedant olayı, akarsuyun açtığı, yardığı vadiye de **antesedant** yarına vadi denilmektedir. Konsekant akarsu drenajı oluşuktan sonra meydana gelen yer hareketleri orjinal jeolojik yapının değişmesine yol açar. Eğer kıvrımlar hızlı ve şiddetli olursa, bu hareketler eski drenaj sisteminin tamamen değişmesine yol açabilir ve tamamen yeni oluşan yapının şekli ve doğrultusu ile ilgili yeni konsekant sistem oluşabilir. Eğer bu hareketler çok yavaş olursa, akarsu orjinal drenaj şeklini koruyabilir ve yeni gelişen yapıya gömülür ve gelişimini sürdürür. Antesedant akarsular kıvrımın yükselme hızı ile eşit bir kazma hızına sahiptir (Doğan, 2012). Antesedant boğazlar, **polisiklik** (çok dönemli) bir özellik gösterir ve vadi yamaçlarında genelde kubbeleşmeye uğramış veya ilksel eğimleri bozulmuş taraçalar bulunur.

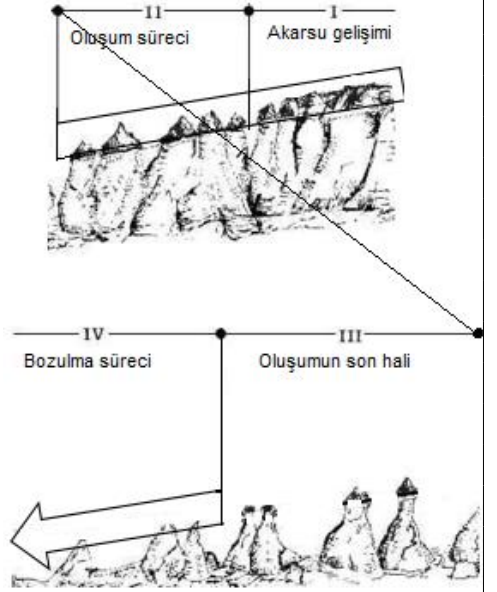
# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



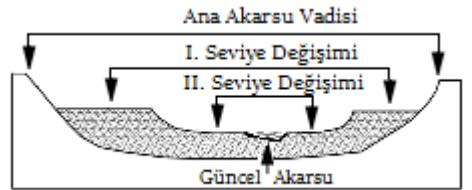
Şekil Andesedant Vadi ve Boğaz Oluşumu

**Peri Bacaları:** Peribacaları, volkanik tüf ve millerle kaplı vadi ve platoların yamaçlarında sel sularının aşındırması sonucunda meydana gelirler. Peribacalarının şekillenmesinde aynı zamanda rüzgârın da dolaylı etkisi vardır. Bazı peribacalarının üzerinde şapkaya benzer, aşınmadan arta kalan sert volkanik kayalar bulunur. Bunlar volkanik faaliyet sırasında bölgeye yayılmış andezit ya da bazalt kütleridir. Bunlar altlarındaki yumuşak kısımları sellenmeye karşı korur. Böylece üzerine şapka gibi bir kaya parçası duran sütunları andırın garip şekiller meydana gelmiştir. Peribacalarının en güzel örnekleri ülkemizde Nevşehir, Ürgüp ve Göreme civarında görülür.



Şekil Peribacalarının Oluşumu

**Taraçalar:** Akarsuyun akış halindeki yatağında zamanla su seviyesindeki değişikliklere bağlı olarak kazması veya farklı dirençteki kayaların farklı biçimde aşınmasıyla oluşan basamaklı yapıya taraça veya seki denir. Sekiler akarsuların önce biriktirdikleri alüvyonların bir kısmını sonradan taşıyarak götürmeleri sonucu taşınmayan kısımların oluşturdukları biriktirme - aşındırma şekilleridir.



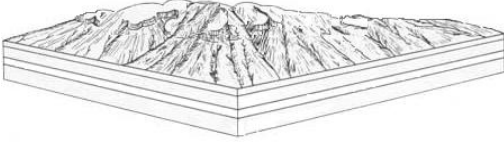
Şekil Taraçaların Oluşumu

**Kırqıbayır (Badlands):** Sel sularının etkisi ile yamaçlar yarılr ve aynı zamanda gittikçe yatıklaşır. Bu arada yarı kurak bölgelerde mil ve tüf gibi maddelerden oluşmuş yamaçlar üzerinde çok sık sel yarıntıları, karmakarışık ve üzerinde dolaşılması çok zor olan bazı parçalı şekiller

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

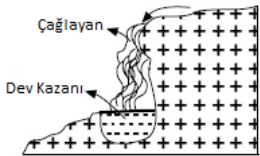
meydana gelir bunlara **kırgıbayır** adı verilir. Türkiye’de İç Anadolu, İç Batı Anadolu, Güney Doğu Anadolu’da yaygındır. Ürgüp ve civarındaki arazilerde görülmektedir.



**Şekil Kırgıbayırı Kesiti**

**Çağlayan, Şelale:** Akarsuların akış şeklidir. Ancak oluşan diklikler nedeniyle 90°lik açılı yeryüzü şekilleri oluşmuştur. Akarsu yatağından, dik ya da dike yakın suların yüksekten dökülerek aktığı kısma şelale ya da çağlayan denir. Türkiye’de bulunan şelalelerden bazıları şunlardır: Manavgat ve Düden Şelaleleri, Erzincan Girlevik Şelalesi, Ordu’nun Ulubey ilçesinde Çağlayan Şelalesi, Yahyalı’daki Kapuzbaşı Şelaleleri, Erzurum Tortum Şelalesi, Giresun Şebinkarahisar ilçesi Çağlayan Köyü Şelalesi örnek olarak verilebilir.

**Dev kazanı:** Akarsuların çağlayan yaparak düştüğü yerlerde oluşan aşınım şekilleridir. Suyun kazdığı çukur şekindedirler. Akdeniz Bölgesi’ndeki Manavgat ve Düden şelalelerinin döküldükleri yerlerde güzel dev kazanı bulunmaktadır. Ülkemizde Akdeniz, Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinin dağlık kesimlerinde bu şekillere sıkça rastlanır. Doğu Anadolu Bölgesi’nde Erzurum yakınlarında Tortum, Van’ın kuzeyinde Muradiye, Akdeniz Bölgesi’nde Manavgat ve Düden şelalelerinde; yüksekten düşen su kütlesinin, düştüğü yeri oyması sonucu çanak şeklinde dev kazanları oluşmuştur.



**Şekil Çağlayan ve Dev Kazanı Kesiti**

**Peneplen (Yontukdüz):** 1889 yılında Davis tarafından flüvyal aşınım döneminin son aşamasında topografyanın alacağı hafif dalgalı aşınım yüzeyi şeklini ifade etmek üzere kullanılmıştır (Eriç, 1982). Akarsular yer kabuğunun yüksek kısımlarını aşındırıp, çukur yerlerini doldurarak yeryüzünü düzleştirmeye çalışır. İrili ufaklı birçok akarsu tarafından çok uzun bir zaman sonucunda arazi alçaltılıp, engebelik silikleşebilir. Böylece karaların yüzeyi deniz seviyesine kadar alçaltılır ve hafif dalgalı bir düzlük haline dönüşür. Akarsu aşındırması sonucunda meydana gelen bu gibi düzlüklere **peneplen** adı verilir. Örneğin, Kocaeli Çatalca, Menteşe-Uzunyayla, Kula, Denizli, Safranbolu platoları birer peneplen sathıdır.

**Platolar:** Plato oluşumunda sediman yüklü eski deniz tabanları üçüncü jeolojik zamanın sonlarına kadar aşınarak düzlük haline gelen arazilerinin, dördüncü zamanın başında kıta oluşumu hareketleriyle yükselmesi etkilidir. Akarsular tarafından derince kazılmış yarılmış düzlüklere. Kısaca tektonik hareketler ile yükselen ve akarsuların gençleşmesine bağlı olarak parçalanmış saha, plato karakteri kazanır (Ardos, 1971:43-53). Bu düzlükler eski peneplenlerin gençleşmesi, yükselmesi sonucunda oluşur. Bazıları ise lavlardan oluşmuştur. Dünya’nın en büyük platosu Tibet Platosu, Dünya’nın Çatısı (The Roof of the World) olarak da anılır ve toplamda Türkiye’nin yaklaşık üç katına yaklaşan 2 milyon km<sup>2</sup>’lik bir alana sahiptir. Türkiye’nin en büyük platosu Erzurum - Kars Platosu’dur. İstanbul’un bulunduğu peneplen sathı platosu ise neotektonik evrede şekillenmiştir.



**Şekil Plato Kesiti**

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

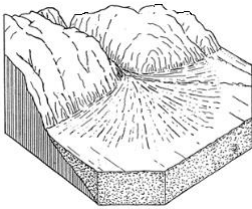
## Rüştü ILGAR

**Not:** Menderes, ırmak adası, taraça oluşumlarında hem aşındırma hem biriktirme etkilidir. Aşınım şekilleri olarak bazı çalışmalarda çağlayanlardan bahsedilmektedir. Çağlayanlar bir akarsuyun akış şeklidir.

### **Akarsuların Biriktirme Şekilleri:**

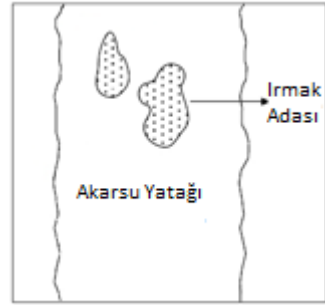
Akarsular taşıdıkları yükü taşımaya gücü yetmediği an itibarıyla biriktirme faaliyetleri görülür. Bu bağlı olarak birikim şekilleri oluşmaktadır. Akarsular genelde eğimli bir topoğrafyadan daha düz bir topoğrafyaya geçtiklerinde, yatak genişlik ve uzunluklarının artmasında, yayılmadan dolayı oluşan güç azalmasında, eğim, buharlaşma, kuraklık, sızma, kopma, aşırı su çekilmeye bağlı debi ve hız azalmasında, yükün artmasına bağlı çökelmelerde, volkanizma, depremler, buzul, heyelan vb. kütle hareketleriyle oluşan tıkanma ve sellenmelerde biriktirme faaliyetleri artar. Biriktirme faaliyetleri sonucu oluşan şekiller şunlardır:

**Birikinti Konisi (Yelpazesi):** Akarsular, dağlık alanlardan taşıdıkları çeşitli boyuttaki malzemeleri, ova ve havzalara açıldıkları kısımlarda, eğimin azalmasına bağlı olarak suyun yayılması ve hızının azalması ile biriktirme artar. Genelde eğimin azaldığı yamaç eteklerinde taşıdıkları alüvyonları koni şeklinde birikirler buna birikinti konisi denir. Serinyol birikinti yelpazesi örnek olarak verilebilir. Amanos Dağları'ndan inen yüksek enerjili akarsular, taşıdıkları sedimentler ile oluşmuş gerek üzerinde yaşayan insan sayısı gerekse konumu ve ekonomik özellikleri bakımından en dikkate değer olanlardan biridir (Karataş, 2015:321).



**Şekil Birikinti Konisi (Yelpazesi) Kesiti**

**Irmak Adası (Kum Adası):** Akarsu yatağının eğiminin azaldığı, yatağın genişlediği özellikle menderesler yapan ve taban seviyesine yaklaştığı akarsularda yatağın ortasına kum adası şeklinde biriktirme şekilleridir. Akarsu yatağında eğimin ve hızın düşmesine bağlı (kum, kaya kütlesi vb.) getirilen alüvyonlar birikerek küçük adacıklar oluşabilir. En büyüklerin biri olan ve bir Türk adası olan Tuna Nehri'nin tam ortasındaki 500 konutluk, cami ve kaleden oluşan 1,7 km<sup>2</sup>'lik Adakale ve Şimian Adaları örnek olarak verilebilir. Ancak bu ada baraj yapımında sular altında kalmıştır. Kum adaları akarsuyun taşıdığı su miktarı ve akış hızına bağlı olarak akıntı istikametinde birikim materyalini taşıyarak yer değiştirebilirler. Türkiye'de irili ufaklı eğimin düştüğü çoğu akarsu üzerinde görülmektedir. Çünkü akarsularımızın getirdiği alüvyon oldukça fazladır. Ülkemizin en uzun akarsuyu olan ve erozyonla beslenen Kızılırmak üzerinde yer yer görülür. Ayrıca eğim düşmesine bağlı olarak hızın da azaldığı Büyük Menderes ve Küçük Menderes Irmaklarında da görülmektedir.

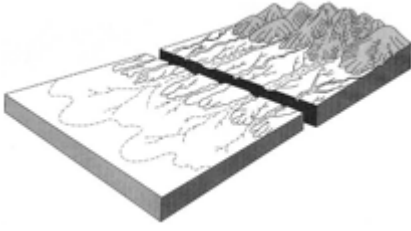


**Şekil Irmak Adasına Örnek**

**Dağ Eteği Ovası:** Birikinti konilerinin birleşmesiyle oluşmuş dalgalı ovalardır. Dağların eteklerinde özellikle birikinti yelpazelerinin birbirlerine birleşmeleri ile az eğimli olan dağ eteği ovaları (piedmont) meydana gelir. Örneğin, Bursa Ovası, İnegöl Ovası ve Akşehir Ovası bu türdendir.

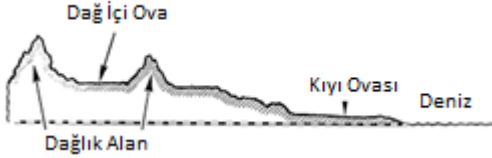
# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



Şekil Dağ Eteği Ovası Kesiti (Peterson, 1981).

**Dağ İçi Ovası:** Dağlık alanların iç kısımlarında eğimin azaldığı yerdeki akarsu ve sel suları tarafından getirilen malzemenin biriktirilmesi sonucu oluşmuştur. Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesi’nde yaygındır. Örnek olarak Iğdır, Erzincan, Muş Ovaları örnek olarak verilebilir.



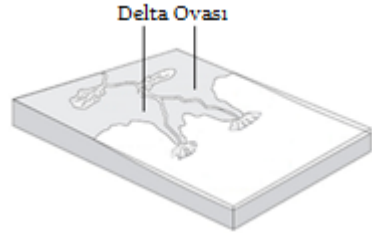
Şekil Dağ İçi Ovaları Kesiti

**Taban Seviyesi Ovası:** Akarsuyun deniz veya göle yaklaştığı ve eğimin azaldığı yerde akarsuyun taşıma kapasitesi azalır. Taşıdığı alüvyonları yatağında biriktirerek oluşturulan ovalardır. Ülkemizden Sakarya Ovası, Gediz ve Küçük Menderes Ovası örnek olarak verilebilir.



Şekil Taban Seviyesi Ovası Kesiti

**Deltalar:** Akarsuların getirdiği alüvyonların deniz veya göle ulaştığı yerde biriktirmesiyle oluşan verimli ovalardır. Türkiye’de Çukurova, Bafra, Çarşamba, Silifke Ovaları delta özelliğindeki ovalardır.



Şekil Delta Ovası Kesiti

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü İLGAR

### 1.2. GÖLLER

Göller, karalar üzerindeki çukur alanlarda birikmiş ve belirli bir akıntısı olmayan durgun su kütleleridir. Yeryüzündeki tatlı suların % 0.007'si göllerde bulunmaktadır. Çok az yer kaplamalarına rağmen önemi büyüktür. Göller içme suyu, kullanma suyu, enerji üretimi, balıkçılık, turizm, ulaşım vb. amaçlı kullanımlarında dolayı oldukça önemlidirler Aynı zamanda hidrolojik çevrim içinde oldukça öneme sahiptir. Gölleri biyolojik, kimyasal, fiziksel ve jeolojik özellikleri bakımından inceleyen bilim dalına "limnoloji" denir.

Yeryüzünde göller çoğunlukla Kanada ve İskandinavya, Patogonya ve Sibirya'da toplanmıştır Dünyadaki göllerin yarısından fazlası % 60'ı Kanada sınırları içerisinde yer almaktadır (Wetzel, 2001). Ülkenin % 9'u göllerle kaplı olmakla beraber göl sayısı 3 milyon civarındadır. Norveç 450,000 adet göle sahip olup ülke yüzölçümünün % 5,2'si göller ile kaplıdır. Bu ülkeyi 187,888 göl ile 60,000 hektarlık göl alanına sahip Finlandiya izler. Türkiye'de bulunan göl sayısı 120'dir. Ülkede göller başlıca dört alanda toplanmıştır. Göller Yöresi (Eğirdir, Burdur, Beyşehir ve Acıgöl), Güney Marmara (Sapanca, İznik, Uluabat, Kuş Gölleri), Van Gölü ve çevresi, Tuz Gölü ve çevresinde göller yoğunluklu olarak bulunur (DSİ, 2017).

**a) Göllere Özgü Bazı Kavramsal Unsurlar:** Gölleri dahi iyi tanımak için göllere ait başlıca şu özelliklerini açıklamak gerekmektedir.

**Gölün Büyüklüğü:** Göllerin büyüklüğü hacimden çok yüzey alanı ile tanımlanır. Dünya üzerindeki göllerin büyüklükleri değişkendir. 371.000 km<sup>2</sup>lik yüzey alanına sahip Azerbaycan, Türkmenistan, İran, Kazakistan ve Rusya arasında yer alan Hazar Gölü Dünya'nın en büyük gölüdür. Bu gölü ABD ile Kanada arasında yer alan Superior (82.414 km<sup>2</sup>) Gölü ve Tanzanya, Uganda, Kenya arasında yer alan Victoria Gölü (69.485 km<sup>2</sup>) takip etmektedir. Türkiye'nin en büyük gölü 3.712 km<sup>2</sup> yüzey alanına sahip Van Gölü'dür. Bunu Tuz Gölü (1300 km<sup>2</sup>) ve Beyşehir Gölü (656 km<sup>2</sup>) izler.

**Gölün Derinliği:** Tektonik ve krater göllerinin derinlikleri genellikle fazladır. Dünya'nın en derin gölü 1.637 m derinliğe sahip, Sibirya'nın güneyinde yer alan ve tektonik bir göl olan Baykal Gölü'dür. Bu gölü Tanzanya, Zambiya, Demokratik Kongo Cumhuriyeti, Burundi arasında yer alan Tanganyika Gölü (1.470 m) ve Azerbaycan, Türkmenistan, İran, Kazakistan ve Rusya arasında yer alan Hazar Gölü (1.025m) izlemektedir. Türkiye'nin en derin gölü 451 m derinliğe sahip olan Van Gölü'dür. Bunu Salda Gölü (184 m) ve Burdur Gölü (110 m) takip etmektedir.

**Göl Suyunun Tuzluluğu:** Göl sularının içinde çözünmüş halde madensel tuzlar (oksitler, silikatlar, sülfatlar ve karbonhidratlar) bulunmaktadır. Göllerde çoğunlukla sodyum fazladır. Bu yüzden tuzlu olarak anılırlar. Ayrıca potasyum, magnezyum ve sülfat içerikli tuzlarda bulunur. Eğer göllerde potasyum veya potasyum+sodyum karışım oranı artmış ise sodalıdır. Eğer sodyum+potasyum+magnezyum ve sülfat oranları su içerisinde artmış ise acıdır. Buharlaşma nedeniyle göl suyunun tuz yoğunluğunu artırır. Özellikle kapalı havzalarda yüzeyden akış olmadığı için göl suları tuzludur. Açık havza göllerinde ise, sular yüzeyden boşaldığı için madensel tuz oranı düşüktür dolayısıyla sular tatlıdır. Örneğin, Dünya'nın en tuzlu gölü Antarktika'daki % 40 ve üzeri tuzluluk değerlerine sahip Don Juan Gölü'dür. Bunu bir krater gölü olarak Cibuti'de yer alan Asal Gölü (% 35) ve Ürdün ile Filistin arasında yer alan Lut Gölü (%33) ve izlemektedir. Ülkemizin en tuzlu gölü ise Tuz Gölü'dür (%32, 9).

**Göl Suyunun Sıcaklığı:** Göl suyunun sıcaklığı, gölün bulunduğu enleme, iklim koşullarına ve mevsime göre değişir. Ayrıca gölün derinliği, gölün bulunduğu yükselti ve gölü besleyen sular da göl suyunun sıcaklığı üzerinde etkilidir. Göllerde sularında derinliğine bağlı 3 farklı sıcaklık tabakalaşması görülür. Daha çok yaz aylarında sıcaklık ve buna bağlı oluşan ekolojik yaşam değişkenliğine göre belirlemektedir. Diğer mevsimlerde bu kadar görülmez. Çünkü yaz aylarında suyun üst tabakası daha fazla ısınır ve yoğunluğu azalır. Bu yüzey suyu "epilimnion" tabaka denilen bir tabakayı oluşturur. Epilimnion dış etmenlerden özellikle rüzgârlardan etkilenir. Oksijen ve gün ışığı girdisi fazladır. Dolayısıyla fitoplanktonlarca zengindir. Bu



# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

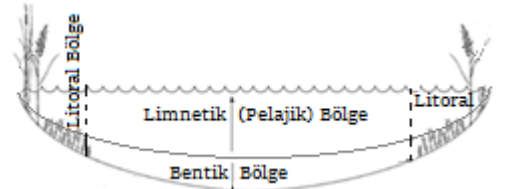
## Rüştü ILGAR

tabakanın altında daha serin bir geçiş tabakası oluşur. Bu tabakaya “**termoklin**” tabaka adı verilir. Oksijen açısından zengindir. Derinliği üstteki tabanın sıcaklık değerlerine ve yoğunluğuna göre değişmekle birlikte 6-14 m’ler arasında yer alır. En altta ise daha yoğun, daha az oksijen ve gün ışığına sahip “**hipolimnion**” adı verilen tabaka yer alır. Ekolojik verimliliği düşüktür (oxforddictionaries, 2017 web sürümü)

**Gölün Beslenmesi:** Göller, yağış suları, akarsular, yeraltı suları ve atmosferik sular tarafından beslenir. Göllerin su seviyeleri beslenmeye bağlı olarak değişir. Bazı göller fazla sularını bir akarsu ile denize boşaltır. Bu akarsulara göl ayağı ya da **gideğen (göl ayağı)** denir. Dünyada göllerden doğan çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Örneğin, dünyanın en büyük nehri Nili oluşturan Mavi Nil Tana Gölü’nden doğan bir gideğendir. Balkanlarda Ohri, Prespa Gölü diğer örnek olarak verilebilir. Ülkemizde Manyas, Uluabat gölleri bir akarsu ile sularını Marmara Denizi’ne boşalırken, Çıldır suları Aras Nehri ile Hazar’a taşınmaktadır. Eğirdir ve Beyşehir’in gideğenlere sahip diğer akarsularımızdır.

**Göl Ekolojisi:** Doğal ve yapay göllerin fiziksel ve kimyasal niteliklerini, bitki ve hayvan türlerini, çevreyle etkileşimlerini, içlerindeki su ve enerji akımları, alıcı ortam girdileri, kirletici parametreler hakkında bilgileri içerir. Göller; kaynak suları, akarsular ve yağışlarla beslenirken ana kayanın ve su girdilerinin özelliklerine bağlı olarak acı, tatlı, sodalı ve tuzlu olabilmektedir. Bu farklılığa; iklim koşulları, beslenme kaynakları, gölün bulunduğu arazinin yapısı, gölün büyüklüğü, derinliği, gideğenin olup olmaması gibi değişkenler etkindir. Ayrıca göl ekosistemlerin özelliklerini belirleyen fiziksel özelliklerden biri gün ışığının sokulabildiği derinliktir. Çünkü fotosentez ışıklı tabakaya bağlıdır. Suları bulanık olan göllerde fotosentez ancak ince bir yüzeysel su tabakasına bağlıdır. Fotosentezin şiddeti derine doğru azalır. Bu nedenle en fazla besin yüzey kısmında yer alır. Göllerin termik rejimi, su yoğunluğunu etkileyerek, göl sularının düşey doğrultudaki hareketlerini ve karışımını sağlayarak ekolojik açıdan çok önemli bir rol oynar (Bakınız göllerin derinliği). Göl sularında çözülmüş olarak bulunan ve ekolojik bakımdan önemli rol oynayan O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>’dir. CO<sub>2</sub> suda kolayca çözünerek karbonik aside dönüşür. Bu da çözünerek sudaki

hidrojen iyonlarının ve dolayısıyla da pH derecesinin artmasına neden olur. O<sub>2</sub> yaşamın en temel vazgeçilmezidir. Örneğin, tuz konsantrasyonu arttıkça çözülmüş oksijenin varlığı azalır. Sıcaklık ta olumsuz etki yapar. Sıcaklık arttıkça çözülmüş oksijen azalır. Oksijen azlığı sudaki yaşamı kısıtlar. Örneğin, balıkların yaşaması için suda en az 5 mg/L çözülmüş oksijen bulunması gerekmektedir. Göller, ekolojik özellikleri bakımından bentik ve limnetik (pelajik) olmak üzere iki kısma ayrılır. Bentik bölge kıyı çizgisinden gölün en derin bölgesine kadar tüm dipleri içerir. Limnetik bölge ise göl çukurunu dolduran ve bentik bölgeyi örten su kütlelerinden oluşmuştur (Güner, 2016). Gölün kıyı çizgisinden itibaren yüksek yapılı su bitkilerin ortadan kalktığı yere kadar olan ve tamamen ışık varlığına göre ekolojik yaşam alanı olan kıyı bölgesine ise litoral bölge denir.



**Şekil Göl Ekosistemlerinin Bölümleri**

**Göl Suyunun Hareketliliği:** Göl suyunun hareketliliği üç nedene bağlıdır: Gölün beslenmesine ve havzadaki iklim koşullarına bağlı oluşan seviye farkı nedeniyle su seviyesinde değişiklik olur. Göl yüzeyinde rüzgârlar etkisiyle dalgacıklar oluşur. Göl yüzeyinin bir bölümündeki basınç değişimleri alçalma ve yükselme şeklindeki ritmik hareketlere neden olur. Bunlara duran dalga ya da seş (seiches) dalgaları denir.

**b) Oluşumlarına Göre Göller:** Yerküredeki göller, göl çanağının oluşum özelliklerine göre yerli kaya gölleri ve set gölleri olarak iki ana bölümde toplanır.

**a) Ana (Yerli) Kaya Gölleri:** Göl çanağının çeşitli nedenlerle ana kaya üzerinde oluşturduğu göllerdir. Göl çanağına göre 4 gruba ayrılır.



# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

**Tektonik Göller:** Yer kabuğunun tektonik hareketleri sırasında oluşan çanaklardaki göllerdir. Örnek olarak Afrika'nın Viktorya Gölü ve Tanganika Gölü, Asya'daki Baykal Gölü bu şekilde oluşmuş göllerdir. Ülkemizde; Marmara'da; Manyas, Ulubat, Sapanca, İznik Gölleri, örnek olarak gösterilebilir.

**Volkanik Göller:** Volkanik patlamalar ile oluşan volkanların ağız kısmındaki çöküntülerde ortaya çıkmış göllerdir. Krater gölü, kaldera gölü ya da maar gölü gibi çeşitleri vardır. Ülke olarak bakıldığında en fazla İtalya Lazio bölgesindeki göller Lago di Bolsena, Endonezya Kelimutu Gölleri ve Japonya'daki Okama Gölü volkanik göllere örnektir. Dünyanın en büyük volkanik krater gölü Kırgızistan'daki Issık Gölü'dür. Ülkemizden ise Nemrut Gölü ve Meke Tuzlası volkanik göllere örnek olarak verilebilir.

**Karstik Göller:** Eriyebilen kayaların bulunduğu yerlerde oluşan göllerdir. Bazı alanlarda (İç Anadolu'da) oldukça geniş bir yayılışı olan Neojen göl kalkerlerinin bazı yerlerinde erime çukurlukları vardır. Bunlardan bazıları, içerilerinde su birikmesi nedeniyle göle dönüşmüşlerdir. Bölgede aven ve ponor gibi karstik doğal kuyulara "obruk" adı verildiğinden, bunların içinde oluşan göllere de "obruk gölü" de denilmektedir. Danimarka'daki Red Lake gölü, Makedonya'daki Ohrid, Arnavutluk'ta İşkodra gölü karstik göllere Dünya'dan örneklerdir. Ülkemizde yer alan Elmalı, Kestel, Obruk, Suğla, Karagöl, Söğüt, Ulaş, Hafik ve Avlan gölleri karstik göllere örnektir. Ülkemizde en fazla obruk Konya ilinde bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda ilde 61'i eski, 43'ü yeni oluşumlu olmak üzere 104 adet obruk tespit edilmiştir (Tapur ve Bozyiğit, 2015:444).

**Buzul Gölleri:** Buzullaşma döneminde buzulların aşındırmasıyla oluşan çanaklardaki göllerdir. İskandinavya Yarımadası ve Kanada'daki göllerin önemli bir bölümü ile ABD ve Kanada arasındaki büyük göller Superior Gölü, Michigan Gölü, Huron Gölü, Erie Gölü, Ontario Gölü bu şekilde oluşmuştur. Türkiye'de buzul gölleri IV. jeolojik zamanda oluşmuşlardır. Kaçkar, Mescit, Esence, Aladağlar, Bingöl, Buzul, Tendürek'te buzul göllerine rastlanır.

**b) Set Gölleri:** Çöküntü çukurlarının, vadilerin ya da koyların önünün bir setle kapatılması sonucu oluşmuş göllerdir.

**Alüvyal Set Gölleri:** Akarsuların ana ve yan kollarının taşıdıkları alüvyonlarla ana akarsuyun önünü kapatması ile oluşan göllerdir. Örneğin, Ankara'da yer alan Mogan, Eymir, Adapazarı yakınlarında yer alan Sülük Gölü, Ege Bölgesi'nde yer alan Köyceğiz ve Çamıçı (Bafa) Gölü.

**Kıyı Set Gölleri:** Deniz akıntılarının oluşturduğu kıyı kordonlarının koyların önünü kapatmasıyla oluşan sığ göllere denizkulağı lagün adı da verilir. Büyük ve Küçük Çekmece ve Terkos gölleri kıyı set göllerine örnektir.

**Moren Set Gölleri:** Buzullardan çıkan suların önünün moren setleri ile kapatılması sonucu oluşan göllerdir. Kuzeybatı Avrupa'da yani İskandinavya Yarımadasındaki göllerin büyük bir kısmı bu şekilde oluşmuştur. Türkiye'de örneği yoktur. Kuzey Amerika'daki Alberta Gölü, Banff Milli Park Gölü, Peyto Gölü örnek olarak verilebilir.

**Heyelan Set Gölleri:** Akarsu vadisinin önünün, toprak kayması sonucunda toprak kütlesi tarafından kapatılmasıyla oluşan göllerdir. Tortum, Sera, Yedigöller, Abant gölleri bu tür göllerdir.

**Volkanik Set Gölleri:** Volkanik olaylar sırasında çıkan lavların bir çukurluğun veya akarsuyun önünü kapatmasıyla oluşan göllerdir. Ankara Emir Gölü, Van Gölü, Nazik, Çıldır, Bulanık ve Erçek Gölü bu tip göllere örnektir.

**Yapay Set Gölleri:** Akarsu vadisinin önünün yapay bir setle kapatılması sonucu oluşan baraj gölleridir. Baraj gölleri enerji üretmek, içme ve sulama suyu sağlamak, erozyon ve taşkınlardan korunmak amacıyla yapılır. Yapay set gölleri mevcut iklim üzerinde değişkenliğe yol açmaktadırlar. Örneğin, Keban Barajı yörede nispi nemin yıllık değeri % 51'den % 53'e, 71,4 gün olan yıllık donlu günler sayısı, 82,2'ye, karla örtülü gün sayısı 19 ve 28 gün iken, 21 ve 40 güne çıktığı

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

belirtilmektedir (Tonbul, 1990). Fırat Nehri'nde Atatürk, Keban, Karakaya, Kızılırmak Nehri'nde Hirfanlı, Altınkaya, Manavgat Nehri'nde Oymapınar, Sakarya Nehri'nde Sarıyar baraj gölleri birer örnektir.

Yukarıda belirtilen şekildeki göl oluşumları bazen kendine özgü farklı oluşumlara yol açmaktadır. Buna en güzel örnek olarak "yüzen adalar" verilebilir. İlk kez 1671 yılında İtalya'da Delta Regina'nın varlığıyla literatüre girmiştir (Bulut, 2011:527). Çeşitli derinliklere sahip göllerin yüzeyinde adeta bir sal gibi hareket eden bloklara yüzen ada (floating island) denir. Hopal, hopa, kopuk, gezen ada, saz ada, sazak gibi isimlerde verilmektedir (Girgin ve Bulut, 2003: 189). Yüzen adalar bataklık ve göllerin kenarlarındaki rizumlu bitkilerin bir ağ gibi ördüğü kafeslerin zamanla inorganik (kum, silt, kil, çakıl, vb.) ve organik (kök, gövde, yapraklar vs.) unsurlar tarafından doldurulmasıyla oluşmaktadır. Yüzen bloğun % 45–60'ı organik, geriye kalan bölümü ise anorganik unsurlarla oluşturulduğu için hafiftir. Suda kolaylıkla asılı kalabilmektedir. Üzerindeki bitki örtüsü rüzgârda yelken görevi görmekte ve rüzgâr yönüne göre bloğu sürüklemektedir (Bulut, 2011).

### 1.3. DENİZ VE OKYANUSLAR

Deniz ve Okyanuslar, hidrografyanın en önemli konularından biridir. Okyanuslar Dünya yüzölçümünün yaklaşık % 71'ni kaplamaktadır. Yeryüzünde kapladıkları 1,338 milyar km<sup>3</sup> hacimle Dünya üzerindeki su varlığının % 96,5'ini oluşturmaktadırlar. Yerkürede geniş bir alan oluşturan bu su kütesinin, sınırları belirgin olmayan geniş bölümleri içine alan tuzlu su kütlelerine okyanus, sınırları bariz bölümler ile ayrılmış tuzlu su kütlelerine deniz adı verilir. Dünya'nın en derin yeri olan Mariana Çukuru deniz seviyesinden -10.994 m derinliktedir. Okyanus veya denizlerin kara içinde oluşturdukları geniş girintilere körfez; körfezden daha küçük boyutlardaki girintilere ise koy adı verilir. Farklı okyanus ve farklı denizler arasındaki ilişkiyi sağlayan geçitlere boğaz adı verilir.

#### Denizler:

Yeryüzü içinde bulunış konumlarına göre ikiye ayrılırlar. Bunlar; kenar denizler, iç denizlerdir.

*Kenar Denizler:* Okyanusların çevresinde yer alan denizlerdir. Bağlantılı olduğu okyanusun bir çeşit devamı niteliğinde büyük bir körfez şeklindeki denizlerdir. Başlıca önemli kenar denizler şunlardır:

**Tablo** Başlıca Kenar Denizler

Deniz Adı	Yüzölçümü km <sup>2</sup>
Kuzey Buz Denizi	14.090.000
Güney Buz Denizi	2.318.000
Akdeniz	2.966.000
Bering	2.238.000
Antil	1.870.000
Ohotsk	1.527.000
Çin Denizi	1.249.000
Sarı Deniz	1.243.000
Japon Denizi	1.007.000

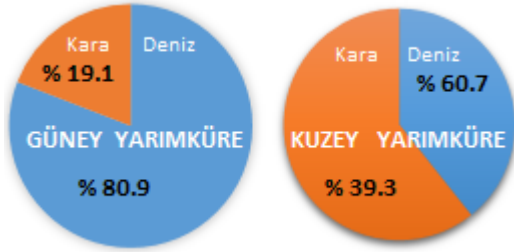
# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

**İç Deniz:** Okyanuslara boğazlar aracılığıyla bağlanan kara içlerine sokulmuş denizlere denir. İç denizlere; Akdeniz, Marmara, Karadeniz, Azak Denizi, Kızıldeniz, Baltık Denizi örnek olarak verilebilir.

### Okyanuslar:

Okyanus kelimesi Yunanca "nehir" anlamına gelen "okeanos" dan gelmektedir. Okyanuslar temel olarak kıtalarla birbirinden ayrılan, ancak birbirleriyle bağlantılı olan geniş ve derin büyük hacimli su kütleleridir. Yerküredeki okyanusların büyük bir bölümü Güney yarımkürede (% 80.9'u, % 19.1'i kara), daha az bir bölümü ise Kuzey yarımkürede (% 60.7 su, % 39.3 kara) yer almaktadır.



Şekil Yeryüzünde Okyanusların Dağılımı

Yeryüzünün en büyük su kütleleri olan okyanuslar dünya üzerinde kesin olarak dört (Pacific, Atlantic, Indian, Arctic Oceans), fiili olarak ise beş okyanus (diğerlerine ek olarak "Southern Ocean") olarak bulunmaktadır. Türkçe haritalarda çoğunlukla Antarktiğin çevresinde üç büyük okyanus Pasifik Okyanusu, Atlantik Okyanusu, Hint Okyanusu yer almaktadır (Bekaroğlu ve diğ. 2102:35). Ancak Uluslararası Hidrografi Örgütüne (IHO) göre Arktik Okyanusu ve Güney Okyanusu, bu okyanuslardan ayrılmış ve farklı birer okyanus olarak ele alınmaktadır. Sonuç olarak yeryüzünde yer alan okyanuslar büyükten küçüğe doğru şu şekilde sıralamak mümkündür:

Tablo Yeryüzündeki Okyanuslar

Okyanus	Yüzölçümü (km <sup>2</sup> )
Pasifik	168.723.000
Atlas	85.133.000
Hint	70.560.000
Güney Okyanusu	21.960.000
Arktik Okyanus*	15.558.000

<http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/oceans.htm>

**Pasifik Okyanusu:** 168.723.000 km<sup>2</sup> alanıyla, Dünya'nın en büyük su hacmine sahip okyanusudur. En büyük olması nedeniyle Türkçe'de "Büyük Okyanus" olarak da bilinir. Magellan'ın bu okyanusta seyahati esnasında durağanlık ve daha az dalga ile karşılaştığından bu okyanusa Portekizce "sakin" anlamına gelen "pasifico" adını vermiştir. Dünya'da en çok ada, en çok canlı çeşitliliğine sahiptir. Dünya'nın en derin çukuru olan 10.994 m derinlikteki Mariana Çukuru (Challenger Çukuru) Pasifik okyanusunda bulunur. Ekvator'dan itibaren Kuzey ve Güney Pasifik olarak iki farklı birime ayrılır.



Şekil Pasifik Okyanusu

**Atlantik Okyanusu:** 85.133.000 km<sup>2</sup> alanıyla, Dünya'nın en büyük ikinci su hacmine sahip okyanusudur. "Atlas Okyanusu" olarak da bilinir. Bu alan yeryüzünün beşte birini kaplar. Ortalama derinliği 3314 m'dir. En derin noktası Porto Riko Çukuru'dur. Ayrıca Dünya'nın en uzun okyanus sıradağı olan Atlas Okyanusu Sırtı bu okyanusta bulunur. Ekvator'dan itibaren Kuzey ve Güney Atlantik olmak üzere iki farklı birime ayrılır.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



Şekil Atlantik Okyanusu

**Hint Okyanusu:** Asya'nın güneyinden Antarktika'nın kuzeyine ve Afrika'dan Avustralya'ya kadar uzanan, 70.560.000 km<sup>2</sup> alanıyla Dünya'nın üçüncü büyük okyanusudur. Hint Okyanusu denizaltı topoğrafik yapısı çok çeşitlilik göstermektedir. Hint Okyanusu'nda yer alan Mauritius'un altında bulunan zirkon kristallerine dayanılarak, 200 milyon yıl önce parçalanan Gondwana kıtasının kayıp parçalarının Hint Okyanusu tabanında yer aldığı iddia edilmektedir (Ashwal et al 2017).



Şekil Hint Okyanusu

**Güney Okyanusu:** 21.960.000 km<sup>2</sup> alanıyla Antarktika Kıtası'nı çevreleyen okyanustur. 60° Güney enlemi Güney Okyanusu'nun üst sınırı olarak kabul edilmiştir. Antarktik Kutup Çevresi Akıntısı, Antarktika'nın buzulları, kutup rüzgârları, denizaltı flora ve fauna zenginliği bu okyanusun en önemli özelliklerindedir.



Şekil Güney Okyanusu

**Arktik Okyanus:** Buzullar ile kaplı olmasına rağmen Uluslararası Hidrografi Örgütü (IHO) tarafından okyanus olarak kabul edilmektedir. 15.558.000 km<sup>2</sup> alana sahiptir. Diğer okyanuslara göre daha sığ bir okyanus olup, ortalama derinliği 1.038 m, en derin noktası 4.665 m'dir. Küresel iklim değişimlerinden en fazla etkilenen okyanustur.



Şekil Arktik Okyanus

Okyanuslar arasındaki sınırlar, kenar denizler, iç denizler gibi hidrosferin diğer unsurlarına göre kesinlikten uzaktır (Inandık, 1967).

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

### **Kanallar ve Boğazlar:**

Boğazlar doğal jeomorfolojik oluşum sürecinde, kanallar ise insan eliyle yapılmış farklı deniz ve okyanusları birbirine bağlayan oluşumlardır. Deniz ve okyanuslarda küresel deniz seyrüsefer trafiğine büyük kolaylık getirmektedir. Buldukları yerlere stratejik önem kazandırmaktadır. Başlıcaları boğazlar şunlardır:

\* Türk Boğazlar Sistemi: Karadeniz ile Ege arasında geçişi sağlayan Marmara Denizini de içine alan Çanakkale Boğazı ve İstanbul Boğazından oluşan sistemdir.

\* Bab'ül Mendep Boğazı: Cibuti ile Yemen arasında yer alır, Kızıl deniz ile Aden körfezini birbirine bağlamaktadır.

\* Bering Boğazı: Bering Denizi- Kuzey Buz Denizi Alaska (ABD)-Sibirya(Rusya) arasında yer almaktadır.

\* Cebelitarık Boğazı: Kuzeyde İspanya içindeki İngiltere'nin deniz aşırı toprağı olan Cebelitarık, İspanya ile Güneyde Fas arasında yer alan, Akdeniz'i Atlas Okyanusu'na bağlayan boğazdır.

\* Dover Boğazı: İngiltere-Fransa arasında yer alan bu boğaz Manş Denizi ile Kuzey Denizi'ni birbirine bağlamaktadır.

\* Hürmüz Boğazı: İran-Birleşik Arap Emirlikleri arasında yer almakta olup, Basra Körfezi ile Umman Denizini birbirine bağlamaktadır.

\* Luzon Boğazı (Lucon): Çin ve Tayvan arasında yer alan Çin Denizi ile Filipin Denizi'ni birleştiren, stratejik önemi bulunan boğazdır.

\* Magellan (Macellan) Boğazı: Güney Amerika'nın en güneyinde Arjantin ve Şili'ye ait olan takımadalar arasında yer alan, Atlas Okyanusu'nu Pasifik Okyanusu'na bağlayan boğazdır.

\* Makasar Boğazı: Endonezya'daki Sulawesi ve Borneo Adalarının arasında yer alır, Kuzeyde Celebes Denizi'ni güneydeki Java Denizi'ne bağlar.

\* Malakka Boğazı: Malezya Yarımadası ile Endonezya'ya ait Sumatra Adası arasında yer alan, Hint Okyanusu'nu Çin Denizi'ne bağlayan boğazdır.

\* Messina Boğazı: Sicilya adası ile anakarada yani İtalya'da yer alan Calabria bölgesinde ayıran, Tren Denizi- Yunan Denizi arasında yer alan boğazdır.

\* Sunda (Zond) Boğazı: Endonezya'nın Sumatra adası ile Java Adası'nda yer alan ve Java Denizi ile Hint Okyanusu'nu birbirine bağlayan boğazdır.

\* Tasmanya Boğazı: Avustralya'nın en büyük adası olan Tasmanya Adası ile Avustralya arasında yer alan boğazdır.

Küresel ulaşımı kolaylaştırmak için insan eliyle açılmış başlıca kanalları ise şu şekilde özetmek mümkündür:

\* Kiel Kanalı: Danimarka'yı dolaşmadan Baltık Denizi ile Kuzey Denizi'ni birbirine bağlayan kanaldır.

\* Panama Kanalı: Panama'da yer alan Atlas Okyanusu ile Büyük Okyanusu birbirine bağlayan kanaldır.

\* Süveyş Kanalı: Akdeniz ile Kızıldeniz'i birbirine bağlayan kanaldır. 163 km uzunluğunda ve en dar yeri 300 m genişliğindedir.

\* Korint Kanalı: Yunanistan'da Mora Yarımadasını ayıran kanaldır. Kanal oldukça dardır.

\* Don Volga Kanalı: Don ile Volga akarsuları arasındaki Don-Volga Kanalı Hazar Gölü ile Karadeniz'i birbirine bağlar.

**a) Okyanus ve Denizlerin Özellikleri:** Okyanus ve denizlerin daha iyi tanımlanması için bazı oşinografik unsurlarının bilinmesi gerekmektedir. Bu unsurları kısaca şu şekilde özetlemek mümkündür:

**Tuzluluk:** Okyanus ve denizlerde sodyum klorür ağırlıklı tuzluluk oranı yüksektir. Klor ve Sodyum dışında sırasıyla magnezyum, kükürt, kalsiyum, potasyum, brom, karbon bulunur. Ayrıca bakır, kurşun, nikel, kobalt, gümüş içerikli eriyiklerde tuzluluk oranlarını artıran eriyiklerdir. Ortalama deniz ve okyanus suyunun tuzluluk oranı % 0 35 olarak kabul edilir. Ancak Ekvatordan Kutuplara doğru gidildikçe bu oran düşer. Tuzluluk oranında değişkenliğe yol açan faktörler buharlaşma ve bölgenin sıcaklığı, havada bulunan nem miktarı, denize akan akarsuların debisi ve çokluğu, coğrafi enlemdir. Dünyanın en tuzlu denizi % 3.1-% 3.8 oranındaki tuzluluk oranı ile Kızıl Deniz'dir. Dünyanın en az tuzlu denizi ise % 0 2-15 tuzluluk oranına sahip Baltık Denizi'dir. Türkiye çevresindeki denizlerin tuzluluk oranları ise Karadeniz % 018, Marmara üst % 023 alt %

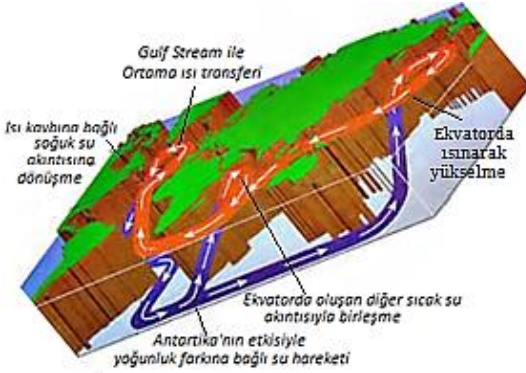




# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

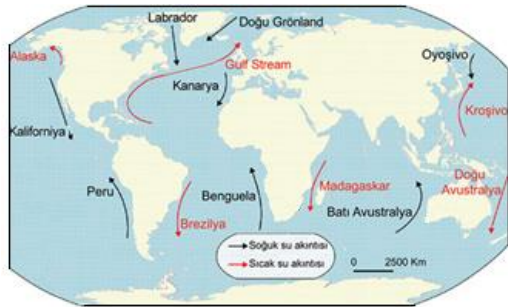
## Rüştü İLGAR

ekvatorial kuşakta esen Alize rüzgârları ile başlatır. Dünya'nın eksenini etrafında dönmesinden dolayı Kuzey yarım kürede sağa, Güney yarım kürede sola saparak devam ederler ve halkalar oluştururlar. Genel olarak küresel oluşumda ekvator'dan kutuplara doğru hareket edenler sıcak su akıntılarını oluştururken, kutuplardan ekvatora doğru hareket edenler soğuk su akıntılarını oluştururlar.



Şekil Akıntılarının Oluşum Mekanizması

Rüzgârın en fazla etkilediği akıntılardan olan Labrador ve Gulf Stream kara, deniz ve okyanus yaşamı için önemlidir. Kuzey Amerika kıtasının doğu kıyısı boyunca güney enlemlere doğru inen Labrador Soğuk Su Akıntısı Batı Rüzgârlarının etkisi ile, Meksika Körfezi'nden İskandinav Yarımadası'na kadar ulaşan Gulf Stream Sıcak Su Akıntısı Alizelerin etkisi ile kıtalara ulaşmaktadır.



Şekil Başlıca Okyanus Akıntıları

Buldukları okyanuslara göre önemli okyanus akıntıları şunlardır:

Tablo Okyanuslara Göre Akıntılarının Coğrafi Dağılımı

1) Atlas Okyanusu Akıntıları	
Sıcak Akıntılar	Soğuk Akıntılar
Ekvatorial Güney Akıntısı	Falkland Akıntısı
Ekvatorial Kuzey Akıntısı	Benguela Akıntısı
Brezilya Akıntısı	Antartik Akıntısı
Gulf Stream Akıntısı	Labrador Akıntısı
Gine Akıntısı	Doğu Grönland Akıntısı
2) Büyük Okyanus Akıntıları	
Sıcak Akıntılar	Soğuk Akıntılar
Kuzey Ekvator Akıntısı	Oyaşivo Akıntısı
Ekvatorial Karşı Akıntı	Antartik Akıntısı
Güney Ekvatorial Akıntısı	Peru Akıntısı
Doğu Avustralya Akıntısı	Kaliforniya Akıntısı
Kuroşivo Akıntısı	
3) Hint Okyanusu Akıntıları	
Güney Ekvator Akıntısı	
Karşı Ekvator Akıntısı	
Batı Avustralya Akıntısı	
Muson Akıntısı	
Mozambik Akıntısı	
Madagaskar Akıntısı	
Antartik Akıntısı	

Okyanus akıntıları yeryüzündeki yaşanmakta olan iklimler üzerinde olumlu etkiler yapmaktadır. Akıntılar hidrolojik döngüye de katkı sağlayarak yağışları düzenlerler. Örneğin Kuroşivo sıcak su akıntısı Japonya'da, Gulf Stream sıcak su akıntısı İskandinavya iklimi üzerinde olumlu etkisi nedeniyle kışlar, bulunduğu enleme göre olması gerektiğinden daha ılık ve nemli geçmesini sağlar. Yazın Afrika'nın Namibya kıyıları boyunca kuzeye akan Benguela, Güney Amerika'nın batısında Peru'da Humboldt soğuk su akıntısı, Doğu Atlantik'teki Fas kıyıları boyunca akan Kanarya soğuk su akıntısı bunaltıcı sıcaklığın olumsuz etkilerini önemli ölçüde düşmesine katkı sağlamaktadırlar.

Akıntıların biyolojik çevre üzerindeki olumlu etkileri oldukça fazladır. Dolayısıyla ekonomik kazanımlara da yol açarlar. Soğuk su akıntıları okyanus ve denizlerde bir yerden bir yere yoğun miktarda oksijen taşıırken, sıcak su akıntıları yoğun miktarda



## HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA Rüştü ILGAR

besin taşımaktadırlar. Bu yüzden ki bu iki akıntının karşılaşma noktalarında plankton, flora ve fauna açısından zenginlik görülmektedir. Oksijen, besin maddesi ve optimum fiziksel koşullar nedeniyle alg, planktonlar patlamasına yol açar. Dolayısıyla balık çeşitliliği artar. Besin zinciri yoluyla balıklarla beslenen deniz kuşlarının çeşidi artar bu durum Humbold ve Gulf Stream 'de etkin olarak gözlemlenir (Gulf Stream sıcak su akıntısı, Meksika Körfezi'nden başlayıp Atlas Okyanusu'nu geçerek İngiltere'ye ulaşır. Batı Avrupa kıyılarının aynı enlemlerdeki yerlere göre daha ılıman olmasını sağlar. Bu akıntı günde 97 km hızla Dünya'daki bütün nehir sularının yaklaşık yüz katı civarında bir su kütlesini hareket ettirmektedir).

*Yerel Akıntı-Rip Akıntısı:* Dalgaların kumluk sahillerde kıyıya paralel sığ alanlar olan "ada" denilen kum tepelerinin (İngilizce "sandbar") arkasına su yığılması ve belli bir süre sonra bu kum tepeliklerinin biriken suyun basıncına dayanamayarak bir bölümünden yarılmasıyla suların açığa doğru akmasıdır.



**Şekil Rip Akıntısının Oluşumu**

Rip akıntısı, deniz tabanında meydana gelen ve genellikle kıyılarda görülen bir doğa olayıdır. Kıyıya ulaşan (çarpan veya kıyıda çatlayan) dalgaların etkisine

tepki nedeniyle oluşur. Rip akıntısı, kıyıya ulaşan suların tekrar denize dönmeleri nedeniyle meydana gelir. Dalgalarla kıyıya yığılan sular geri dönerken, denize doğru bir basınç oluşturmakta ve kıyının uygun bir kesiminden (genellikle o sahanın en derin kesiminden) denize doğru dönerek rip akıntısını meydana getirmektedir. Rip akıntıları, deniz tabanındaki ince malzemeleri karıştırarak çamurlu bir akarsu görüntüsü kazanan güçlü ve hızlı akıntılardır.

*Dip Akıntıları:* Deniz ve okyanus sularındaki yoğunluk farkından dolayı oluşmuş akıntılardır. Atmosfer olaylarından az etkilenirler. Yüzeşte oluşan yüzey akıntılarıyla eksilen suların yerini doldurmak için dipten yukarı veya akımla boşalan konuma doğru dipten akıntılar oluşur. Dip akıntılarının yerini ise yüzeyden gelen sular kapatarak adeta hidrolojik bir döngü gerçekleştirir.

*Gelgit:* Gelgit Ay'ın ve Güneş'in çekim gücünün etkisiyle Dünya'daki su kütlelerinin alçalması ve yükselmesi olayıdır. Ay Dünya'ya en yakın gök cismi olduğundan gelgit olayında daha etkilidir. Güneşin kütlesi Ay'ın kütlesinden 26 milyon kat fazla olduğu halde, Ay'ın Dünya üzerindeki çekim kuvveti Güneş'inkinden 2,2 kat daha büyüktür. Ay Dünya'ya Güneş'ten 390 kat daha yakındır. Bir yerdeki gelgit genişliği, ay ve yıl içinde de değişiklikler gösterir. Bir ay içinde Ay çeşitli evrelerden geçerek konumsal değişime uğrar.



**Şekil Ayın Evreleri**

İşte bu değişkenliklere bağlı olarak gelgit genişliği de değişir. Ay hangi evrede olursa olsun bir yerdeki

## HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

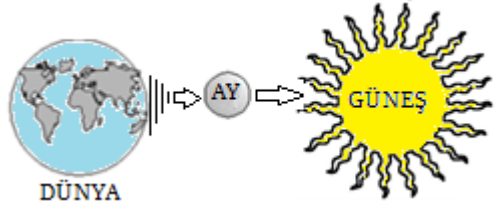
### Rüştü ILGAR

gelgit, gün içinde 2 kabarma 2 çekilme biçiminde 6 saatte bir gerçekleşir. Bu olay düzenli olarak bir önceki güne göre 50 dakikalık gecikme ile yani 24 saat 50 dakikada tamamlanır. Bu durum Ay'ın Dünya çevresindeki dönüş süresidir. Denizin bu hareketleri **maregraf** denen aletler ile saptanır (Kocabaş 2005).

Suların kabarma ve alçalması arasındaki seviye farkına **gelgit genliği** denir. Gelgit genliği, okyanus ortalarında 60-80 cm, iç denizlerde 30 cm, kenar denizlerde 80-120 cm arasındadır. Dünyanın belirli kesimlerinde bu yükseliş 15 m'yi bulmaktadır. Doğu Kanada'da Fundy Körfezinde 21 m'yi bulan gelgit genliğine rastlanır. Aslında bu değer bir kıyıda denizin alçalma ve kabarma durumundaki düzeylerinde görülen yükseklik farkıdır. Fundy Körfezi Dünya'nın gelgit genliği en yüksek olan yeridir. İngiltere'de Bristol Kanalında gelgit genliği 15 m, Thames Nehri'nde ise 4 m düzeyindedir.

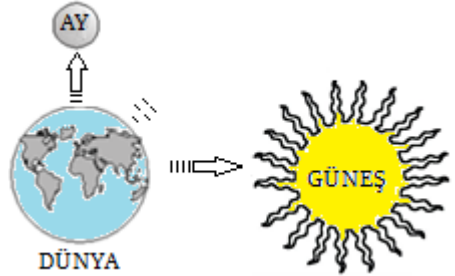
Gelgit genliğinin fazla olduğu denizlerdeki akarsu ağzlarında halicler, az olduğu denizlerdeki akarsu ağzlarında delta oluşur. Türkiye'deki denizler iç deniz olduğu için gelgit belirgin değildir. Örneğin, Çanakkale Boğazında en fazla 6 cm genliğe sahip iken Türkiye kıyılarında en fazla 20-30 cm'lik bir genliğe erişebilmektedir. Bu nedenle Türkiye'de akarsu ağzlarında halic oluşmamaktadır.

Yıl içinde 21 Mart-23 Eylül tarihlerinde gelgit genliği büyüktür. Çünkü bu dönemlerde Ay'ın çekim gücüne Güneş'in çekim gücü de eklenir. Ay içinde yeniay ve dolunay dönemlerinde gelgit genliği büyüktür. Gelgitin en kuvvetli olduğu günler Ay'ın yeniay ve dolunay evrelerinde gerçekleşir. Bu evrelerde Ay'ın Dünya'ya uyguladığı çekim kuvveti normalden çok fazladır. Çünkü bu evrelerde Güneş ve Ay aynı hizada olduklarından Güneş ve Ay'ın çekim kuvveti birleşmektedir. Bu sebepten dolayı ortaya çıkmış olan bileşke kuvvet, su seviyelerini etkileyip harekete geçirir. Bu olaya **büyük gelgit** denir.



Şekil Büyük Gelgit Oluşumu

Diğer taraftan Ay'ın ilk dördün ve son dördün evrelerinde gelgit durumları en azıdır. Çünkü Ay ve Güneş bu evrelerde aynı hizada değildir ve Ay'la Güneş'in çekim kuvvetleri dik açı yaparak kesiştiği için birbirinin etkisini yok ederler. Bu yüzden de gelgit şiddetli olmaz. Buna da **küçük gelgit** denir.



Şekil Küçük Gelgit Oluşumu

Gelgitin kıyı yapılarındaki tahribine rağmen bazı yararları vardır. Örnek olarak, gel dalgası nehirlerin ağzlarından suyun seviyesini yükselterek içeriye doğru ilerler. Git hareketleri sayesinde nehirlerin sürükleyip getirdiği alüvyonlar açık denize taşınır. Burada haliclerin meydana gelmesi gelgit sayesinde olur. Gelgitin kuvvetli olarak hissedildiği Batı Avrupa'daki en işlek limanlar haliclerde kurulmuştur. Gel dalgasının etkisiyle sular yükseldiği için gemiler kolaylıkla nehirlerin ağzlarındaki limanlara girip çıkma imkânını bulur. Gelgit enerjisinden mümkündür. Gelgit canlılar için biyolojik unsurlar açısından önemlidir. Besin maddesi taşınımı ve hava sirkülasyonu gibi kazanımlar sağlar. Gel-git alanları birçok sucul canlılar, amfibi

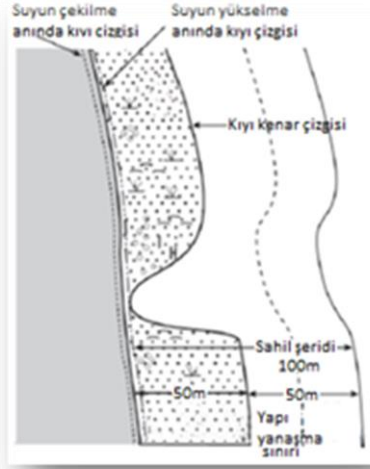
# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

canlılar için hayat alanıdır. Aynı zamanda kara canlıları için de besin sahasıdır.

**Kıyı:** Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasındaki alandır. Deniz, tabii ve suni göl ve akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan meteorolojik olaylara göre veya gelgit olaylarına göre değişen doğal çizgidir. Deniz, tabii ve suni göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönünde yatay olarak en az 100 m genişliğindeki alana sahil şeridi (Sesli ve Akyol, 1999) denir.

**Kıyı Kenar Çizgisi:** Deniz, tabii ve suni göl ve akarsuların kıyı çizgisinden itibaren kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların doğal sınırınıdır. Kıyı kenar çizgisi değişimlerinde yapılan bazı çalışmalarda kıyıları şayet farklı yükseltilerde yer almış ise kıyı oluşumunda etkili unsurlar hem aşınım, hem de tektonik veya östatik olarak gerçekleşen döngü kesintilerinden kaynaklanmaktadır (Göney 1964: 187-204) diye belirtilmektedir. Türkiye'nin yer aldığı kıyılarda orta şiddette kimyasal ayrışma, zayıf derecede fiziksel parçalanma, orta derecede kütle hareketleri, yok denecek kadar az don etkisi, orta derecede rüzgâr, etkisi mevcuttur. Bu tür kıyılarda flüvyo morfojenetik bölge sınırları içerisinde yer alan neojen örtü birimleri gevşek ve yumuşak bir özellikte olması nedeniyle kolaylıkla ortadan kaldırılarak kıyıları şekillenmektedir (Kurter, 1979).



Şekil Kıyıya Özgü Unsurlar-1

**b) Deniz ve Kıyılardaki Oluşum Şekilleri:** Kıyı çizgisinden başlayarak belli bir uzaklık boyunca geriye doğru uzanan kıyı bölgesindeki topografya özelliklerini belirlemek oldukça önemlidir. Ön kıyının dış sınırından yani suların en fazla çekildiği sıradaki kıyı çizgisinden açıklara doğru uzanan sığ, fakat belirsiz genişlikteki zondur. Kıyı gerisindeki ana jeomorfolojik birimler yanında deniz suyu içinde açık kıyı diye tanımlanan dış sınırı yani suların en fazla çekildiği sıradaki sınırı baz alıp kıyı çizgisinden açıklara doğru uzanan sığ, fakat belirsiz genişlikteki zon bulunmaktadır. İklim değişimine bağlı östatik deniz seviyesi değişimleri ve tektonik hareketler kıyıların teşekkülünde etkili olmaktadır (Ardel 1968:1-13).



Şekil Kıyıya Özgü Unsurlar-2

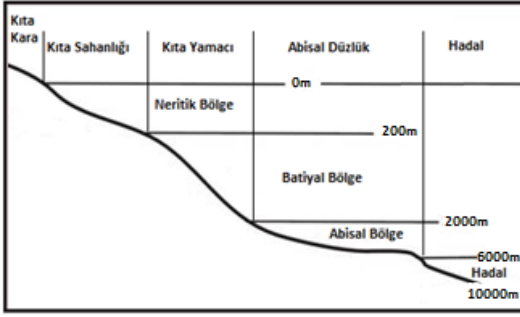
[http://www.photoglobe.info/algarve/portugal\\_](http://www.photoglobe.info/algarve/portugal_)

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

Deniz ve okyanus alanlarının sucul kesimleri kıyı çizgisinden sonrası en derin noktasına kadar 5 zona ayrılmıştır.

1. Kıta sahanlığı
2. Neritik bölge (kıta şelfi)
3. Batiyal bölge (kıta şevi= kıta yokuşu)
4. Abisal ortam (abisal düzlük ve okyanus çukurları)
5. Hadal



Şekil Akuatik Ortamdaki Zonlar

Kıydan itibaren 0–200 m arası deniz ve okyanus tabanının % 7,6'sını oluşturan **kıta sahanlığı** olarak ifade edilen bölgedir. **Neritik bölge** 2000 m kadar olan gün ışığından olumlu olarak etkilenen, oksijen ve birçok çözünmüş madde açısından zenginlik arz eden ve deniz canlılarının % 90'ını barındıran bölgedir. Bu bölgede birçok balık türü, alg ve plankton yaşamaktadır. **Abisal bölge** ise okyanusların 2.000 m'den 6.000 m'ye kadar olan **pelajik bölgeleridir**. Bu bölge çoğu zaman gün ışığı almaz ve daima karanlık derin deniz bölgesidir. **Hadal bölge** ise tüm okyanus tabanlarının ¼ ünü oluşturan, 6.000 m daha derin soğuk ve karanlık bölgedir.

**Kıyı tipleri** incelendiğinde kıyı bölgesinin jeomorfolojik yapısına göre Suess tarafından şu şekilde sınıflandırılabilir.

**Enine Kıyılar:** Dağların denize dik uzandığı kıyılarda dağlar arasındaki çöküntü alanlarının deniz suyu altında kalmasıyla oluşmuş kıyılardır. Örneğin, Ege Denizi'nin bulunduğu yerde Egeid karası

bulunmaktaydı. Bunun çökmesi sonucunda bugünkü adalar ve kıyılar oluşmuştur. Dolayısıyla kıyı çok girintili çıkıntılıdır. Koy, körfez ve limanlar fazladır. Bu kıyı tipinde dağlar denize dik uzanır. Kıta sahanlığı (şelf) geniştir. Denizel iklim içerilere kadar sokulur. Kıyı birikinti ovaları fazladır. Buna Ege kıyıları en güzel örnektir.

**Boyuna Kıyılar:** Dağların kıyıya paralel uzandığı kıyı tipidir. Bu kıyı tipinde dağlar denize paraleldir. Kıyıda girinti çıkıntı azdır. Kıta sahanlığı (şelf) dar ve falezlidir. Deniz etkisinin karalar içerisine fazla sokulamadığı doğal limanı az kıyılardır. Türkiye'de Karadeniz ve Akdeniz kıyıları en güzel örnektir.

Kıyılar akarsu ve denizler tarafından şekillendirmesine göre ayrı sınıflandırılmaktadır. Buna göre:

a) **Denizler Tarafından İşlenmiş Kıyılar:** Geçmişte, en çok kullanılan kıyı sınıflandırması, DW Johnson tarafından yapılmıştır. Dört kıyı şeridini tanımlayan sınıflandırmaya göre:

1) **Batık kıyı şeridi:** Karaların alçalması veya denizin yükselmesi sonucunda oluşmuşlardır.

2) **Ortaya çıkan kıyı şeridi:** Karaların yükselmesi veya deniz seviyesinin alçalması sonucu eski deniz diplerinin karaya dönüştüğü kıyılar.

3) **Nötr kıyı şeridi:** Batma veya ortaya çıkış gibi deniz seviye değişiklikleri ile ilgili değildir. Delta, tektonizma veya volkanizmaya bağlı olarak yeni bir yapısal oluşum çerçevesince oluşmuş kıyılardır

4) **En az iki unsuru birleştiren kıyı şeridi:** Oluşumu karışık şekilde gerçekleşmiş kıyılardır.

Shepard 1973'e göre başlıca kıyı tiplerinin meydana gelişinde en önemli rolü östatik hareketler ve kıyı haline geçen sahanın morfolojik karakterleri etkilidir. Nitekim son buzullaşma sonrası deniz düzeyinde 120 m'lik bir yükselme yaşanmıştır. Holosen döneminin 8 bin yıllık deniz düzeyi yükselimi yaklaşık 15

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü İLGAR

m, yakın geçmişe bakıldığında ise, 1880–2000 yılları 1880–2000 yılları arasındaki deniz düzeyi yükselimi 20 cm dir. İşte bu tip hem östatik hem de iç etmen ve dış etmenlerin etkilediği kıyılarda görülmektedir. ([http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutu-phane/ekonomi-bultenleri/2014\\_18/b18\\_43-53.pdf](http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/kutu-phane/ekonomi-bultenleri/2014_18/b18_43-53.pdf))

*b) Glasiyelerle İşlenmiş Sahaların Kıyıları:* Buzul kütleleri kutup ve kutba yakın kıyı alanlarında etkisini hissettirerek kıyıların şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Buzulların etkisiyle ortaya çıkmış kıyıları sunlardır:

1- Fiyordlu Kıyılar: Derin glasiye vadilerinin deniz tarafından işgali sonucunda meydana gelmişlerdir. Buzulların oluşturduğu “U” şeklindeki vadilerin sular altında kalmasıyla oluşan kıyı tipidir.

2- Fyerdli Kıyılar: Oldukça alçak bir plato üzerinde oyulmuş ve derinliği fazla olmayan glasiye vadilerinin sular altında kalması ile oluşmuş kıyılarıdır.

3- Föhrdeler: Glasiye altında meydana gelen akarsuların kazdığı vadilerin sular altında kalması ile oluşan bir kıyı tipidir. Föhrdeler genelde karaya doğru gittikçe daralarak boynuz şekilli halini almışlardır.

4- Skyer Kıyılar: Örtü buzulu (indlansislerin) altında meydana gelen aşınım ve birikim şekillerinin (hörgüç kaya ve drumlin kümeleri) sular altında kalması ile oluşan kıyı tipleridir. Bu gibi sahaların deniz istilasına uğraması sonucunda binlerce adacık ve bunlar arasında karmakarışık geçitlerin olduğu kıyı tipleridir.

*c) Akarsularla İşlenmiş Sahaların Kıyıları:* Yeryüzündeki kıyılarda en fazla etkisini hissettiren amillerden biri de akarsulardır. Akarsuların etkisiyle çeşitli tipte kıyılar oluşur. Kısaca akarsuların etkisiyle oluşmuş kıyıları şu şekilde özetlemek mümkündür:

1- Rialı Kıyılar: Nispeten yüksek ve akarsularla derin bir şekilde yarılmış, iç kısımlara doğru fazla sokulan ve aynen bir vadi şebekesi gibi bir takım kollara ayrılan, vadilerin aşağı kesimlerinin sular altında

kalmasıyla oluşan kıyı tipleridir. İstanbul Boğazı ve Fethiye - Didim arası bu tip kıyılara örnektir.

2- Haliçli ve Limanlı Kıyılar: Yükseltisi az ve akarsularla hafifçe yarılmış bir platonun veya tepelik bir alanda bulunan vadilerin aşağı kesimlerinin gelgit genişliğine bağlı olarak sular altında kalmasıyla oluşan kıyı tipleridir. Haliçli kıyıların özel bir türü limanlı kıyılarıdır. Bazı bölgelerde haliçler ağızlarının zamanla kıyı okları ve koy setleri ile kapanması sonucunda birer lagüne dönüşürler. En güzel örneğine Almanya Hamburg'ta rastlanır.

3- Kalank'lı Kıyılar: Karstik sahalardaki kanyon şekilli gömük ve kuru vadilerin deniz tarafından işgal edilmesi halinde görünüm olarak rialara benzer çok derin koylar meydana gelir. Bu koylara **kalank** denir. Kalank içeren kıyılara kalanklı kıyılar adı verilmektedir. Bu tip kıyılar doğal liman özelliğinde kullanıma sahiptir.

4- Setli Kıyılar: Bu tip kıyılar ön kıyı setlerinin geniş ölçüde genişlemesi ve kıyının en göze çarpan özelliklerini meydana getirmeleri ile belirirler. **Lidolu kıyılar** adı verilen bu kıyı tipi genelde deniz dibinin bir regresyon sonucunda ortaya çıkması ile oluşmuştur. Setli kıyı tipinin meydana gelişinde başlangıç kıyı profilinin denge profilinden daha az eğimli olması gerekir.

5- Dalmaçya Tipi Kıyılar: Kıyıya paralel uzanmış dağların çökmesine bağlı olarak aradaki vadilerin sular altında kalmasıyla oluşmuştur. Böyle bir kıyı tipinin oluşumu için yalnız yapının yani kıyı çizgisinin genel uzanışına paralel olması yeterli değildir. Aynı zamanda kıyı haline geçen ve deniz istilasına uğrayan arazinin yapısı yönünde gelişmiş boyuna ve sübsekant vadiler mevcuttur. Bu tür depresyonla yarılmış çukur sahaların bazıları enine boğazlar ve abiyal alçalma sahaları ile birbirine bağlanmış olması gerekir. Adriyatik deniz kıyısı bu tip kıyılara tipik örnektir. Türkiye'de Fethiye -Kaş arasında bu kıyılara rastlanır.

6- Sürempoze Kıyılar: Jeolojik olarak eski temelli bir topografya yüzeyini örten az dirençli depoların var olduğu kıyılarda görülür. Başlangıç anında kıyı süreçleri örtü tabakaları üzerinde gerçekleşir. Fakat bir süre

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

sonra bu örtü tabakaları dalga aşındırması tarafından tamamen veya sınırlı ölçüde ortadan kaldırılır. Bunun sonucunda fosil topografya yüzeye çıkar. Bu durumda kıyının görünümü fosil yüzeyin özelliklerine bağlı olur. Bu tip kıyılara da **sürempoze kıyılar** denir.

*d) Düzenlenmiş (Konstrüktif) Kıyılar:* Daha önce çeşitli faktörlerin etkisinde oluşmuş kıyılar farklı bir sürecin etkisiyle değişikliğe uğrayarak, çok farklı kıyılar ortaya çıkar. Bu tip kıyılar şunlardır:

1- Volkanik Kıyılar: Oluşumları deniz seviyesinin son yükselmesini takiben oluşan volkanizmaya bağlı oluşan adaların kıyı tipidir. Her taraftan dalga aşındırmasına uğrayan volkanik kıyılarda gelişkin falezler ve dar kıyı aşınım düzlüğü vardır. Türkiye’de görülmez. En güzel örnekleri Hawaii ve Endonezya Adaları kıyılarında görülmektedir. Ege Denizi’ndeki Santorini Adası bir diğer örnek olarak verilebilir.

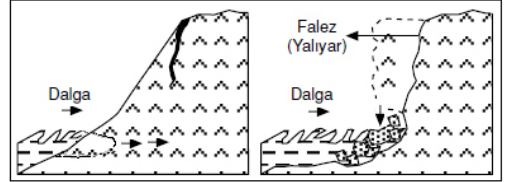
2- Tektonik Kıyılar: Deniz seviyesinin son yükselişini takiben oluşan tektonik deformasyonlar sonucunda oluşmuş olan kıyılardır. Eksenleri kıyı çizgisine paralel olarak uzanan faylar tarafından oluşturulmuş falezlerde bulunur. Genelde sarp bir görünüşleri olan falezler gerçekte fay yüzeyleridir. Ülkemizde Karadeniz’de Cide ve Akçakoca, Marmara’da İzmit Körfezi ve Gemlik Körfezi kıyıları örnek olarak verilebilir.

3- Mercan Kıyıları: Mercan resiflerinin kıyılarda oluşturdukları özel bir kıyı tipidir. Acak bu da ilksel oluşum ve değişime ait bir kıyı tipi olmayıp özelliklerini mercanların hayati işlevleri sonucunda kazanmış ikincil bir kıyı şeklidir. Sıcak kuşağa özgüdürler. Resifin oluşum şekline göre kenar resifi, set resifi ve atoller olarak alt tiplere ayrılır. Atoller çember şeklinde kıyılar oluşturur. Kuzeydoğu Avustralya’da Mercan Denizi kıyılarında görülürler.

4- Alüvyal Birikim Kıyıları: Alüvyal birikimin büyük miktarlara eriştiği sahalarda, özellikle deltalar bu birikim süreçlerine bağlıdır. Bu tip kıyılarda art kıyı setleri ve ön kıyı setleri görülür. Bu nedenle alüvyal kıyılar setli kıyı tipine benzerlik gösterirler.

**Dalga aşındırma şekilleri** dalga ve akıntılara göre gelişmektedir. Dik kıyılarda aşındırma; alçak ve basık kıyılarda ise biriktirme yolu ile kıyıyı şekillendirir. Dalgaların kıyıları fiziksel ve kimyasal yol ile aşındırmasına abrazyon denir. Dalgalar, üç biçimde aşındırma yaparak kıyıları şekillendirirler:

**Falez (Yalıyar):** Dalgalar aşındırma yaparken önce çarptıkları kıyı boyunca bir çentik açar. Buna dalga oyukları denir. Dalga oyukları derinleştikçe üzerindeki küteller kopar ve düşer. Böylece kıyı boyunca diklikler oluşur. Bu dikliklere falez ya da yalıyar adı verilir. Türkiye’de, en çok Karadeniz kıyılarında Ordu-Sinop civarında, Akdeniz’de Teke ve Taşeli Yarımadası’nda örneklerine rastlanmaktadır. İstanbul Boğazı kıyıları da bir diğer faylı yapıdaki arazilere örnektir (Gökaşan ve diğ 2003).



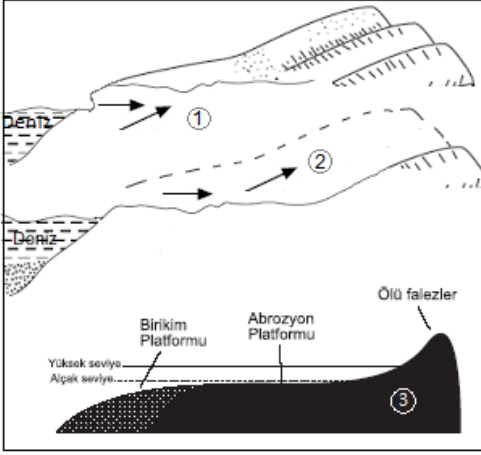
**Şekil Falezlerin Oluşumu**

**Kıyı Aşınım Düzlüğü (Abrazyon Platformu):** Dalgaların kıyıyı kara içine doğru aşındırması ve kıyıyı geriletmesi ile oluşan falezler önünde az eğimli bir yüzey gelişir. Kıyı aşınım düzlüğü ya da abrazyon platformu adı verilen bu düzlüklerin üzeri genellikle kum ve çakıllarla kaplıdır.



# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR



Şekil Kıyı Aşınım Düzlüğünün (Abrazyon Platformu) Oluşumu

### Kıyı Mağarası, Doğal Köprüler ve Kemerler:

Dalgalar falezlerin alt kısmını daha hızlı aşındırmasına bağlı olarak karaya doğru küçük mağaralar oluşur. Derin kıyılardaki aşınma faaliyetleri sırasında, tabakaların zayıf kesimlerinin aşınması mağara ve köprülerin oluşmasına yol açar. Aslında oluşum itibarıyla falezlerin oluşumuyla örtüşmekte olup sadece denizin içine dalmış dik ve yüksek kıyılarının dipten oyulmasıyla oluşmuştur.



Şekil Kıyı Mağarası, Doğal Köprü, Kemer Oluşumu

**Kıyı birikim şekilleri** denizin sığlaştığı yerlerde dalgalar ve akıntılar tarafından taşınan maddelerin biriktirmesi ile oluşan şekillerdir.

**Kumsal (Plaj):** Dalgaların kıyıdan kopardığı malzemeler zamanla aşındırılarak ufalanır ve kıyı şeridine paralel olarak uzanan kum yığınları ortaya çıkar. Bu oluşum falezli dik kıyılar dışındaki alçak yamaçlı sığ kıyılarda yaygın olarak görülür. Kumulların varlığına bağlı olarak Orta ve Batı Karadeniz’de, Antalya-Mersin kıyı hattında ve Ege kıyılarında grabenlerin uzandığı kıyı bölümlerinde birçok geniş plajlar oluşmuştur.

**Kıyı Oku (Kordonu):** Dalga ve akıntılarının kopardığı, parçaladığı malzemeyi sığ olan koyların ağızlarında biriktirmesiyle denize doğru ilerleyen çıkıntılar oluşur. Bir ucu karaya bağlı ve deniz doğru ok şeklinde uzanan yığıntılardır. Kıyı okunun daha büyüğüne **kıyı kordonu** denir. Çanakkale Boğazı’nda bulunan Çardak kıyı oku, Yeni Zelanda Farewell kıyı oku örnek olarak verilebilir.

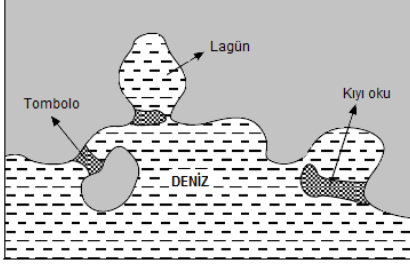
**Laqün (Deniz Kulağı):** Koy ağzında gelişen kıyı oklarının koyun ağızını kapatıp denizden ayırması ve koyu bir göl haline getirmesiyle oluşur. Büyükçekmece, Küçükçekmece, Terkos, Ölüdeniz, Akyatan Gölü bu şekilde oluşmuş göllerdir.

**Tomboło:** Kıyı yakınlarındaki bir adanın kıyı okunun gelişmesiyle ana karaya bağlanması sonucu oluşurlar. Böylece ada bir yarımada haline dönüşür. Oluşan bu şekle **tomboło** denir. Örneğin, İtalya Toskana’daki Monte Argentario, ülkemizdeki Kapıdağ Yarımadası, Sinop Tomboלו, Sakız Adası, Sarp Tepe ve Tuzburnu Tepesi (Tuzla) Tomboלוları (Darkot ve Tuncel, 1981), Fenerbahçe Tomboלו, Soğan Tomboלו, Eşek Adası Tomboלו örnek olarak gösterilebilir (Ceylan, 2010).



# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

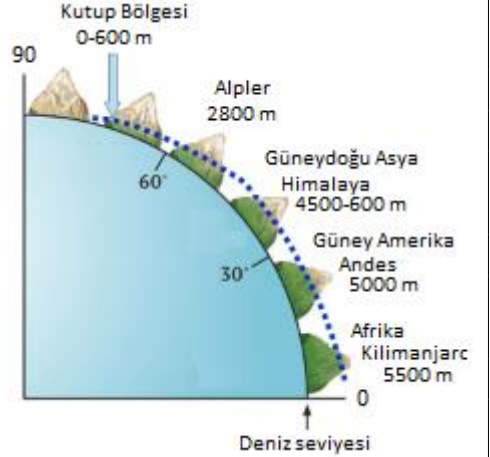


Şekil Kıyı Birikim Şekillerinden Kıyı Oku, Lagün, Tombolo

### 1.4. BUZULLAR

#### a) Buzulların Genel Özellikleri

Kutuplar çevresinde ve dağların yüksek kısımlarında hava sıcaklığı düşük olduğundan (bütün yıl 0 °C üstüne çıkmaz) yağışlar kar biçimindedir. Yoğun karların tümü yıl içinde eriyemez. Erimesinden kalan bu karlara **kalıcı kar** ya da **toktağan kar** denir. Kalıcı karların başladığı yüksekliğe ise **kalıcı kar sınırı** denir. Enleme ve bakı durumuna göre kalıcı kar sınırı değişmektedir. Örneğin, Kuzey yarımkürede bulunan Türkiye’de dağların kuzey yamaçlarında kalıcı kar sınırı daha düşük, güney yamaçlarında ise daha yüksektir. Çünkü güney yamaçlar, bakının etkisi nedeniyle kuzey yamaçlara göre daha sıcaktır. Bu durum kalıcı kar sınırını etkileyen temel etkenin sıcaklık olduğunu göstermektedir. Enlem etkisi nedeniyle kalıcı kar sınırı, sıcak kuşakta 5000-6000 m iken orta kuşakta bulunan Türkiye’de 3500-4000 m arasında değişmektedir. Kutuplar’da ise 0 m’ ye kadar iner.



Şekil Enleme Göre Kalıcı Kar Sınırının Değişmesi

Kalıcı kar sınırının aynı enlem üzerindeki noktalarda farklılık göstermesi karasallığın bir sonucudur. Ülkemizde batıdan doğuya doğru gidildikçe karasallığın etkisiyle kalıcı kar sınırı yükselir. Kar kütlelerinde erime, rekristalizasyon (yeniden

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

kristalleşme) ve sıkışma olayları devam ettikçe belirtilen kar yığınları daha iri, daha yoğun ve benzer boyutlardaki buz kristallerine dönüşürler. Bu buz yığınının **neve buzu** veya **firn buzu** denir. Ancak bu henüz gerçek anlamda buzul buzu değildir. Neve buzu taze kardan daha yoğundur. Çünkü taze karın yoğunluğu 0.06-0.16 arasında iken neve buzununki 0.72-0.81 arasındadır. Yapısı tabakalıdır, boşluk oranı % 50 kadardır. Süreç devam ettikçe neve buzu içindeki buz kristalleri birleşir ve bu boşluklar kapanmaya başlar. Çünkü kalınlaşan kar ve neve buzunun ağırlığı gittikçe artar. Böylece neve buzuna oranla daha yoğun olan (0.9) ve boşluksuz olan bir güncel buzul oluşur. Buzulların yukarı bölümüne **beslenme bölgesi**, en alttaki dil kısmına ise **erime bölgesi** denir. Yukarı bölümünden beslenen buzullar dil bölgesinde eriyerek küçülür. Buzul ilerlemesi, beslenmeye bağlı olarak buzulun boyunun uzamasıdır. Buzulun gerilemesi ise, dil kısmındaki erimeler sonucu boyunun kısalmasıdır.

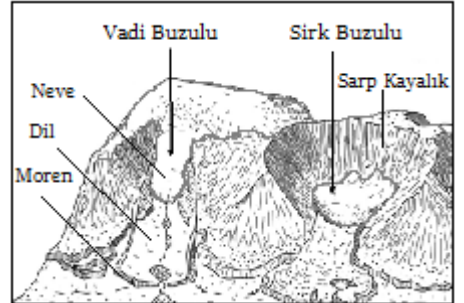
Günümüz karalarının %10'a yakın bir kısmı ortalama 15 milyon km<sup>2</sup>'si buzullarla örtülüdür. Yeryüzünde en büyük buzulu Antarktika İnlandsisidir. Onu Grönland İnlandsisi izler. Grönland'ın % 80' ine buzullar ile kaplıdır. Antarktika İnlandsisi 12.600.000 km<sup>2</sup>'lik bir alan, Grönland İnlandsisi ise, 1.726.000 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplamaktadır. Antarktika kıtasının bütününe yakını buzullar ile kaplıyken Diğer güncel buzul alanları Arktik Adalar (İzlanda, Jan Mayen Adası, Spitsberg Adaları, Franz Josef Adaları, Novaya Zemlya Adaları, Severneya Zemlya Adaları ve Kanada'nın kuzeyindeki Baffin, Bylot, Ellesmere gibi adalar); Kuzey Amerika kıtasında, Chugach, Steller, Miller, Augusto, Logan, St. Elias gibi Alaska Dağları, Kayalık Dağlar, Kaskad Dağları; Güney Amerika kıtasında And Dağları; Avrupa'da İskandinavya Dağları, Alp Dağları, Pirene Dağları; Asya'da Kafkas Dağları, Elbruz Dağları, Zagros Dağları, Himalayalar ve Sibirya'nın kuzeydoğusundaki Çerski ve Koryak Dağları; Afrika'da Klimanjaro, Kenya ve Ruwenzori Dağları güncel buzullar içermektedir. Türkiye'de güncel buzul alanı kısıtlıdır. Ancak Orta enlemlerde Geç Pleistosen'de Alp buzullarının yaygın olduğuna dair kanıtlar araştırmacılar tarafından dikkat çekilmektedir (Dede et al, 2017). IV. Zaman'da Türkiye'de sadece yüksek dağlarda buzullaşmalar yaşanmıştır. Güncel buzulların üçte ikisi Güneydoğu Anadolu'da toplanmıştır. Bunlardan sadece Cilo Dağı

(4168 m) 10'dan fazla buzul barındırır. Orta Toroslar'da, Aladağ (3756 m) ve Bolkardağ'da (3524 m) çok küçük de olsa birkaç buzul, Kaçkar (3932 m) olup toplam 5 adet buzul bulunmaktadır. Bunun yanı sıra Verçenik (3710 m), Bulut (3562 m), Altıparmak (3353 m), Karadağ (3331 m) ve Karagöl'deki (3107 m) çeşitli büyüklükte buzullar yanında Türkiye'nin en büyük volkanı olan Ağrı Dağı (5165 m) ülkenin yegâne buz takkesini (10 km<sup>2</sup>) barındırır. Süphan (4058 m) ve Erciyes (3917 m) volkanlarında da küçük de olsa güncel bir buzul mevcuttur (Ciner, 2003).

Buzulları oluşum yerlerine göre dörde ayırmak mümkündür. Buna göre:

**1. Sirk buzulu:** Dağların tepesindeki ve yüksek yamaçlardaki küçük çanaklarda yeni oluşmaya başlayan buz türüdür. Sürekli kar sınırının üzerinde **sirk** adı verilen kenarları sarp çukurlarda biriken karların değişikliğe uğramaları sonucu meydana gelen buzullardır.

**2. Vadi buzulu:** Sürekli beslenerek sirkten taşan ve vadi boyunca aşağı hareket eden buzul türüdür. Tıpkı akarsular gibi bir vadinin içinde gelişmiş olan buzullardır. Bir sirk buzulu uygun koşullar altında sirkten taşarsa ve eğim yönünde bir yatağa bağlı olarak akışa geçerse vadi buzulları oluşur. Vadi buzulu neve ve buzul dili olmak üzere iki kısımdan oluşur. **Neve** sürekli kar sınırının üzerinde yer alan ve sirkte bulunduğu yere karşılık gelen kısımdır. Burası buzulun beslenme sahasıdır. **Buzul dili** ise sürekli kar sınırının altında yer alır. Buzulun erime sahasına karşılık gelir.

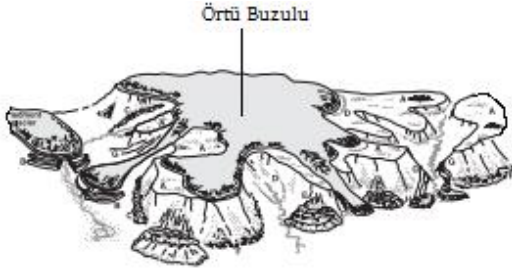


Şekil Vadi ve Sirk Buzulu (Whalley 2009'dan türetilmiştir)

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

**3. Örtü buzulu (piedmont):** Çok geniş alan kaplayan kalın buzul örtüleridir. Şekilleri kubbeye benzer. Buzulun kalınlığı merkezi kısmında fazla, çevrede azdır. Bir dağ yamacında yer alan vadi buzullarının o dağı eteğinde birleşmeleri sonucunda oluşan bir tür örtü buzuludur. Örneğin Alaska'nın güneyindeki Bering Buzulu, Guyot Buzulu ve Malaspina Buzulu gibi buzullar örtü buzuludur.



Şekil Örtü Buzulu (Carr, 2014'ten türetilmiştir.)

**4. Takke buzulu (doruk):** Dağların sürekli kar sınırının üzerinde kalan doruk kısımlarında bir külah şeklinde doruğu kaplayan buzullardır. Aynı zamanda sürekli kar sınırından daha yukarıda bulunan platoların üzerlerini örten buzullardır. Bunlara **ice field** de denir. Belli bir yönde akış yoktur. Buzul ve kar örtüsü üzerinde kalan sivri kaya çıkıntıları ise **nunatak** olarak tanımlanır.



Şekil Takke Buzulunda Nunataklar (Ammassalik Bölgesi, Grölland, Michael Haferkamp -Temmuz 1996)

### b). Buzulların Aşındırma ve Biriktirme Şekilleri

Buzullar da akarsular ve rüzgârlar gibi aşındırma ve biriktirme yaparak yeryüzünü şekillendiren önemli bir dış güçtür.

**Buzulların Aşındırma Şekilleri:** Buzul aşındırmasına glasyon erozyonu adı da verilmektedir.

**Çizik, Oyuk ve Çentikler:** Buzulun zemine sürtünmesi sonucunda meydana gelen küçük aşınım şekilleridir. Özellikle ince unsurlu kayalar üzerinde iyi gelişirler. Çiziklerin yönü buzulun hareket doğrultusunu verir. Çiziklerin daha derin ve geniş olanlarına oluk (groove) denir. Çentikler ise buzulun zemini aşındırması sırasında zeminden kopardığı küçük parçaların yerine karşılık gelir. Bu çentiklerin buzulun hareket doğrultusundaki kısımları daha diktir.

**Sürgüler:** Bir buzul vadisinde nispeten çukur olan kısımları birbirinden ayıran yerli kayadan oluşan çıkıntılara denir. Üzerleri buzulun sürtünmesi nedeniyle cilalanmış ve çizilmiştir.



Şekil Buzul Sürgüleri

(Fiyodlardaki asılı vadilerde çizikler, Bop Ford fotoğrafladı, <http://www.coolgeography.co.uk>)

**Buzul Vadisi:** Buzulun içinde hareket ettiği enine kesiti U şeklinde olan akarsu vadisinden daha büyük aşınım şekillerine **buzul vadisi** denir. Dağ yamaçlarında oluşur. Sürekli iniş göstermeyen buzul vadilerinin boyu akarsu vadilerine göre daha kısadır. Bazen asılı buzul vadileri de oluşur. Ana buzul vadisinin taban kısmı, bu buzulun kollarına ait vadilerin taban kısımlarından daha derindir. Tabanları ana buzul vadisinden yüksekte kalan bu tür vadilere **asılı vadi** denir.

## HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA Rüştü ILGAR

**Sirk (Buz Yalağı):** Buzulun ilk oluşmaya başladığı yerde oluşan küçük aşınım çukurluğudur. Kenarları dik, yarım daire şekilli çanaklara sirk denir. Önce karın birikebileceği bir çanakta biriken karlar belli bir kalınlığa eriştikten sonra harekete geçerek bu çanağı derinleştirirler. Bu durumda önce **nivasyon sirki** oluşur. Ardından kar belli bir kalınlığa eriştikten sonra buzul buzuna dönüşür ve böylece sirkün buzul tarafından derinleşmesi daha hızlı olur. Eğer sirkler eğim doğrultusunda birbirinin ardı sıra yer alıyorsa bunlara basamaklı **sirk** denir. Örneğin, Mescit ve Munzur Dağları'ndaki sirkler.

**Hörgüç Kaya:** Buzul tarafından dirençli kayaların daha az aşındırması ile oluşan hörgüce benzer tepeciktir.

**Fiyord:** Deniz tarafından işgal edilmiş U şekilli derin buzul vadileridir. Dik kenarlı, dallı budaklı körfezler şeklinde karaların iç kısımlarına doğru sokulurlar. Uzunlukları birkaç yüz km olabilir. Yamaçlarında çağlayanlar ve asılı vadiler bulunabilir. En çok Norveç kıyıları, Alaska'nın güneyi, Labrador Yarımadası kıyıları, Grönland kıyıları ve Antarktika'nın bazı kıyılarında görülür.

**Buzulların Biriktirme Şekilleri:** Buzullar hareket ederken, kopardıkları taş ve toprakları beraberinde sürükler. Buzulun beslenmesi sona erdiğinde buzul eriyerek küçülmeye başlar. Bu sırada buzulun taşıdığı maddeler çeşitli yerlerde birikir. Biriken bu maddelere **moren** ya da **buzultaş** denir. Buzulların getirdiği malzeme ile oluşan şekiller şunlardır:

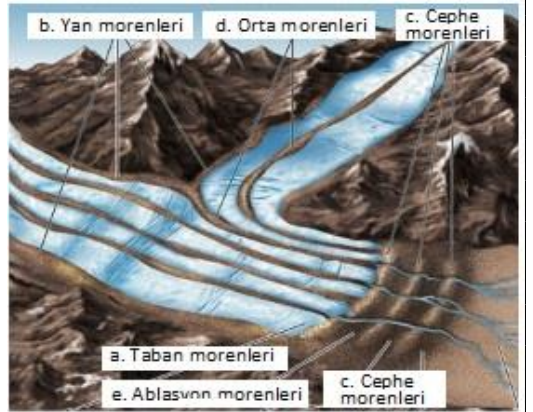
**Morenler:** Buzul biriktirme şekilleri genellikle morenlerden oluşmaktadır. Morenler buzulların vadilerinin tabanlarından ve yamaçlarından koparıp taşıdıkları genellikle köşeli ve çeşitli irilikteki unsurlardan oluşan depolardır. Unsur boyutları silt (0.002-0.02 mm) boyutundan blok (>200 mm) boyutuna kadar değişir.



**Şekil** Morenlerden Görünüm Austre Lovénbreen Svalbard Yakınları (Photo M. Hambrey)

Beş tip moren vardır:

- Taban morenleri
- Yan morenleri
- Cephe morenleri
- Orta morenleri
- Ablasyon morenleri



**Şekil.** Moren Tipleri

**Cephe Moreni Sırtları:** Cephe morenlerinden oluşan, genellikle yay şekilli disimetrik sırtlar. İçbükey tarafları buzula bakar ve daha diktir. Tipik örnekleri Salpauselka denilen örnekleri vardır. Bunlar bugün ortadan kalkmış olan buzul dillerinin tespitinde yani

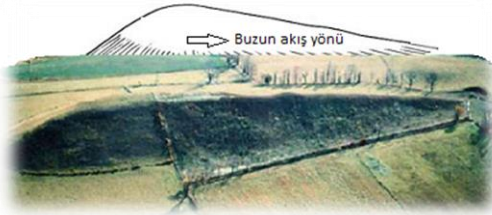


# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

eski yayılış sahalarının belirlenmesinde önemli ipuçları verirler.

**Drumlinler:** Taban morenlerinden meydana gelmiş kaşık tersi şekilli disimetrik tepelerdir. Bunları genellikle örtü buzullarının taban morenleri oluşturur. Taban morenleri olası bir çıkıntı, tümseğin vb. oluşturduğu bir çekirdek etrafına birikerek **durumlinleri** oluştururlar. Uzun eksenleri buzulun hareket yönünü işaret eder. Bu nedenle buzulun gittiği yöne bakan yamaçlar daha diktir. Boyları enlerine oranla 3-4 kat büyüktür. Yükseklikleri 5-40 m arasında değişir. Gruplar halinde bulunurlar. Örneğin, İrlanda, Kuzey Almanya, Bavyera, İsveç ve ABD'nin Wiskonsin eyaletlerinde görülür.



Şekil. Drumlin

**Kameler:** Tabakalanmış depolardan meydana gelen alçak, dik kenarlı, kısa sırtlı masa şeklindeki tepelere **kame** denir. Buzulun içinde veya üzerinde taşınan morenlerin birleşerek masa şeklini alması ile oluşurlar. Gruplar halinde bulunurlar ve buzulun hareket yönünde sıralanırlar. Bir kısmı buzul vadilerinin yamaçlarına bitişik olarak bulunurlar. Bunlara da **kame taraçaları** denir. Ancak kame taraçaların buzulların göllerde biriktirdikleri depolar için de kullanılmaktadır.



Şekil. Kameler: Happy Vadisi, Nunatarsuaq Bölgesi, Grönland (Anonim)

**Oser (Osar) veya Esker:** Zikzaklı bir şekilde uzanan, birkaç km uzunlukta 10-20 m yükseklikteki sırtlara **osar (osar)** veya **esker** denir. Uzun doğrultuları buzulun hareket yönüne paraleldir. İyi tabakalanmış depolardan oluşurlar. Unsur boyutları buzulun uç kısmına doğru küçülür. Bu durumda bu depolar buzul kütlelerinin altındaki tünellerde akan akarsuların bıraktığı depolardır.



Şekil Oser veya Eskerden Görünüm Franz Liszt'den.

**Kettle veya Söller:** Bunlar tabakalanmış depolar içerisinde yer alan kapalı çanaklara **kettle** veya **söl** adı verilir. Genellikle daire şekilli, 40-50 m çapında olup 5-10 m arasında derinlikleri vardır. Bunların buzulların erime dönemlerinde morenler arasında kalmış ölü buz kütlelerinin yerlerine karşılık geldikleri düşünülmektedir.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

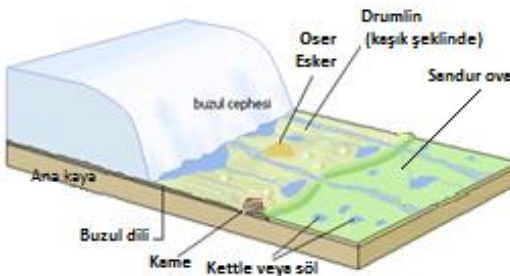


Şekil Kettleden Görünüm (Anonim)

**Sandurlar:** Buzullardan çıkan akarsuların depoladıkları çakıl, kum gibi unsurların oluşturduğu birikinti konilerine **sandur** denir. Unsurlar ağız kısmı yönünde giderek yuvarlaklaşır ve küçülürler. Bunların yan kısımlarından birleşmeleri sonucu **sandur ovaları** oluşur. Bu tip ovalar genellikle örtü buzullarının önlerinde gelişmişlerdir.

Sonuç olarak buzul birikim şekilleri şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Morenler
- Oserler
- Drumlinler
- Kameler
- Kettle veya Söller
- Sandurlar



Şekil Buzul Topoğrafyasında Birikim Şekilleri

## 2. YERALTI SULARI VE KAYNAKLAR

Yüzeysel suların (yağmur, kar, buz, göl, akarsu, bataklık) geçirirli tabakalardan yeraltına sızarak, çeşitli derinliklerde ve belirli şekillerde biriken sulara yeraltı suları denir. Yeraltı sularının esas kaynağı **meteorik (vadoz)** sulardır. Bu sular atmosferden gelen sulardır. Karalar yüzeyine düşen meteorolojik sular daha sonra gerek doğrudan doğruya, gerekse yer yüzeyinde var olan akarsu, göl, baraj gibi su kütlelerinin tabanlarından olmak üzere dolaylı bir şekilde zeminden sızma yoluyla yeraltına geçerler ve oradaki yeraltı sularını beslerler (Hoşgören, 2001). Derinlerden faylar boyunca yükselerek yüzeye yaklaşan **fosil sular**, metamorfizmaya bağlı oluşan kayaların gözeneklerinden dışarıya atılan veya magmanın etkisiyle damıtılmış **rejenere sular** ve henüz yeryüzüne çıkmamış magma kökenli **jüvenil sular** akiferi besleyen yeraltı sularıdır.

### 2. 1. Yeraltı Sularının Genel Özellikleri

Akarsuların % 30'u yeraltından beslenir. Yer altı sularının miktarı yeryüzündeki akarsularda bulunan su miktarının 7500 katıdır (Bayazıt, 1995). Yağış olarak yeryüzüne düşen suyun yaklaşık 1/3'ü yeraltına sızmaktadır. Yeraltı suları günlük kullanılan içme ve kullanma sularının % 40'ını sağlamaktadır. Dünya'daki tarımsal faaliyetlerin % 40'ını, endüstriyel kullanımın % 25'ini sağlarlar. Yeraltı suları hidrosferin görünmeyen kısmını oluşturur. Dünya sularının toplamda % 0.6'sına denk gelmektedir. Dünya'daki içme ve kullanma su ihtiyacının % 50'sini karşılayan bu suların büyük çoğunluğu iklim olaylarından etkilenmez. Genelde yeraltında toplanan bu sular yeryüzünden sızan sulardan oluşur. Bu yüzden bol yağışlı ve zemini geçirirli kayalardan oluşan alanlarda yeraltı suyu fazladır. Kum, çakıl, kumtaşı, konglomera, kalker, volkanik tüfler, alüvyonlar, geçirirli zeminleri oluşturur. Bu nedenle alüvyon ovalar ve karstik yöreler yeraltı suyu bakımından zengin alanlardır. Az yağış alan, eğimi fazla ve geçirimsiz zeminler ise yeraltı suyu açısından fakirdirler. Kil, marn, şist, granit gibi kayalar ise geçirimsizdir. Bu tür kayalar yeraltı suyu oluşumunu engeller.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

Yeraltı sularının beslenmesinde çeşitli faktörler etkili olmaktadır. Yeraltı suyuna etki eden bu faktörler şunlardır:

a) Yağış Miktarı: Yağış miktarı ne kadar fazla ise yeraltına sızma ve depolanma miktarı o kadar fazladır. Dünya'da çok yağış alan tropikal, muson ve okyanusal iklim bölgelerinde yeraltı su kaynakları bakımından zengindirler.

b) Yağış Türü: Az ve sürekli olan çiseleyen yağmur yağışı ile kar ve buzlar yeraltı sularına olumlu etki yapar. Yavaş yavaş gerçekleşmeleri nedeniyle toprakta tutunma artar, yüzeysel akış azalır. Bu durumda yeraltına daha fazla su sızar. Ani ve fazla miktarda yağış (dolu, sağanak yağış) durumunda yeraltına sızma daha az gerçekleşir.

c) Arazinin Geçirimsizliği: Gözenekleri mikroskobik ölçüde küçük olan sık dokulu kayalar, emdikleri suları alttaki tabakalara geçirmez. Kil, mil, şist ve granit gibi kayalar geçirimsizdir. Buna karşın kum, çakıl, kum taşı, kalker, konglomera ve volkan tüfü gibi kayalar, içerisine aldıkları suyu kolaylıkla bir alttaki tabakaya geçirir. Yeraltı sularının oluşması ve şekillenmesi, geçirimli ve geçirimsiz taş ve tabakaların varlığına bağlıdır.

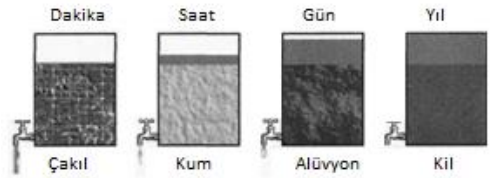
d) Arazi Eğimi: Eğimin az olduğu alanlarda beslenme daha fazladır. Eğimli arazilerde suyun yeraltına sızması daha yavaş gerçekleşir. Eğim değerleri arttıkça yüzeysel akış artar, yeraltına sızma azalır.

e) Bitki Örtüsü: Bitki örtüsü bakımından zengin bölgeler yüzeysel akımı engellediği için suyun hareketini yavaşlatır su daha fazla yeraltına sızar. Bitki örtüsü açısından zayıf yerlerde suyun yeraltına sızma hareketi azalır. Bitkilerin vejetasyon dönemlerinde artan su ihtiyaçları nedeniyle olumsuz etki yapmaktadırlar.

Yeraltı suyunun oluşumu, su varlığı ve akım miktarını kayaların iki özelliği olan porozite ve permeabilite özelliği belirler.

**Porozite:** Kayalar içindeki boşlukların kayaların hacmine olan oranı olarak ifade edilebilir. Porozite (gözeneklilik) porozite, kayanın içerdiği su miktarıyla araştırılır. Sedimanter kayalarda, porozite; tane boyuna, tanelerin şekline, boylanmaya, çimentolamaya ve sıkılanma derecesine bağlıdır. Kaba taneli sedimanlar, ince taneli sedimanlara göre genellikle daha yüksek poroziteye sahiptir. Porozite özgül verim ve tutulmayı etkiler (yani porozite = özgül verim + özgül tutma), kayadaki boşlukların tamamının su ile dolu olması durumunda, kayaların suya doygun olarak tanımlanır. Ancak su çekimi yapılırken bu suyun bir kısmı alınabilir olup bir kısmı kayanın içerisinde kalır. İşte bu alınabilen kısmın hacminin, toplam hacime oranının % cinsinden ifadesine özgül verim, alınmayan kısmın hacminin toplam hacime oranının yüzde oranına özgül tutma denilmektedir

**Permeabilite (geçirimsizlik)** gözenek boşlukların içsel olarak birbirleriyle bağlantısının bir ölçüsüdür. Bir akışkanın gözenekli bir ortam içerisinden kolaylıkla nasıl geçebileceğini gösterir. Suyun bir yerden diğer bir yere iletilebilme özelliğidir. Geçirimsizlik kayaların boşluklu ortamın gözenekliliği, tane çapı ve tane dağılımı gibi fiziksel özelliklerine bağlıdır.



**Şekil** Kayaların ve Zamanın Geçirimsizlik

Pek çok durumda düşük poroziteli materyaller düşük permeabiliteye de sahiptirler. Fakat yüksek poroziteli kayalar her zaman yüksek permeabiliteye sahip olmayabilirler. Gaz boşluklarına sahip olan volkanik kayalar buna iyi bir örnektir. Bunun yanı sıra permeabilite değeri boşluk genişliğine ve boşlukların birbiriyle bağlantılı olmasına göre değişir. Geniş gözenekli ortamda sıvılar küçük olana kıyasla daha kolay geçer. Örneğin, konglomera yüksek gözenekliliğe ve permeabiliteye sahiptir. Granit düşük gözenekliliğe



# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

ve permeabiliteye sahiptir. “Darcy Kanunu” enerjinin yüksek olduğu yerlerden alçak olan yerlere doğru olan yeraltı suyu hareketini değerlendirmektedir. Buna göre sürtünme ile meydana gelen enerji kaybı fazlalığından dolayı suyun akışı yavaştır. Genelde 10 ile 100 cm/gün’dür. Akım genelde laminer (tabakalı) dir. Yeraltı sularında getirilen malzeme uygun boşluklarda biriktirilerek yumrular ortaya çıkabilir. Bu şekiller genelde yeraltında yuvarlak şekilli boşlukların çökeller ile doldurulmasıyla oluşmaktadır.

### 2. 2. Akiferler

Akiferler yeraltı suyunun yoğun olarak depolandığı alanlardır. Yeraltında bulunan bu sular için hareket yeteneğini yönlendiren katmanlar 4 şekilde ele alınabilir:

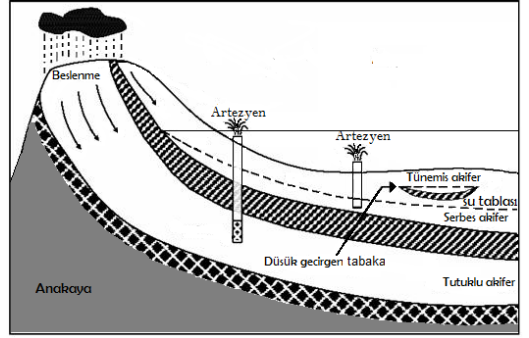
- Akifüj (su tutmayan- geçirimsiz)
- Akiklöd (su tutan fakat geçirimsiz)
- Akitard ortamlar; (düşük hızla su iletimli)
- Akifer ortamları

Yeraltındaki suların yeryüzüne paralel uzanan su seviyesine taban suyu seviyesi ne erişebilmek için yüzey sularının topraktaki emilimlere göre inebildiği en son noktaya kadar iner. Yani yeraltı su tablasına kadar iner ve orada akifer denilen bu boşluklarda haps olur. Bulunuş yeri ve hidrodinamik koşullara göre akiferler 3'e ayrılır:

**a. Basıncılı-Tutuklu Akifer (Confined):** Tabanı ve tavanı geçirimsiz tabakalarca sınırlandırılmış olan akiferlere basınçlı akifer denilmektedir.

**b. Serbest Akifer (Unconfined):** Üst yüzeyini su tablasının oluşturduğu ve tabanı geçirimsiz bir zolla sınırlandırılmış olan akiferlere serbest akifer adı verilmektedir. Serbest akiferin üst kısmını sınırlayan suyun yüzeyi ise **su tablası** olarak ifade edilir.

**C. Asılı veya Tünek Akifer (Perched):** Serbest akiferin üzerinde doygun olmayan kuşakta geçirimsiz seviyeler üzerindeki gözenekli kısımda yer alan yeraltı suyunun toplanarak oluşturduğu akifer türüdür.



Şekil Akiferler

Yeraltı su tablasındaki değişiklikler şu etmenlere göre farklılaşır:

- Yağıştan sızma ile yeraltı su tablası beslenir. Yağışların ardından vadoz zonun bünyesine katılarak aşağı doğru sızan sular su tablasına olumlu etki yapar. Yağış ile yeryüzüne düşen suyun bir kısmı buharlaşma ve terleme ile atmosfere dönerken bir kısmı da süzülerek yerin derinliklerine doğru ilerleyerek su tablasını yükseltir.

- Akarsu, göl ve baraj tabanından yeraltına süzülen sular su tablasından daha yüksek bir konumda ise besleyici konumdadırlar.

- Beşeri faaliyetler özellikle sulama ve su kanallarından süzülen sular yeraltı su tablasının yükselmesine neden olmaktadır. Endüstri faaliyetleri, şehir kanalizasyon suları, mezarlıklar, çöp depolama alanları, evsel içme suyu ve atık su iletim hattı ve depoma yerleri, yoğun su tüketen fabrikalar, maden işletmeleri vb. yerleri yeraltı suları beslenmektedir.

- Küresel iklim değişimleri ile oluşan küresel ısınma ve kuraklık yeraltı suyu seviyesindeki değişimleri olumsuz etkilemektedir (Altın ve diğ. 2012:123). Bu durum yeraltı su tablasının alçalmasına yol açmaktadır.

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

## Rüştü ILGAR

- Kar ve buzulların erimesi-sızma ile yeraltı suyu katılması yeraltı su tablasının yükselmesine neden olur.

- Bitki kökleriyle kapiler zonun kesişmesi durumunda su tablasının üzerinde su molekülleri kapiler kuvvetlerin etkisiyle kılcal gözenekler boyunca yükselmektedir. Dolayısıyla su tablası alçalır. Bitki kökleri ile bu kapiler zonun birleşmesi halinde bitkiler yeraltı suyunu kullanmaya başlar. Bazı çöl bitkilerinin kökleri yerin 10 m derinine kadar inebilmektedirler. Kapiler zonun yeryüzüne kadar uzanması durumda kapiler zondan doğrudan terleme ile su kaybı yaşanmaktadır.

- Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerine bağlı ortaya çıkan buharlaşma (**evaporasyon**) ve terleme (**transpirasyon**) olayları yeraltı su tablasının düşmesine yol açar.

- Su tablasının yeryüzü ile kesişmesi durumunda yeraltı suları yeryüzüne çıkabilmektedir. Dolayısıyla su tablası seviyesi düşmektedir.

- Bataklıklarda su tablası yüzeylenmiştir. Bataklıklarda olan buharlaşma yeraltı su tablası seviyesini olumsuz etkilemektedir.

- Akarsuya veya göle temas yoluyla olan kaçaklar olabilmektedir. Şöyle ki yeraltı su tablasının bir akarsudan ve gölden daha yüksek irtifaya sahip olması durumunda yeraltı su tablası akarsuyu veya gölü beslemektedir.

- Yeraltı su seviyesinin yeryüzüne çıkarak su kaybına yol açması yeraltı su tablasının düşmesine neden olur. Hidrostatik basıncın atmosfer basıncından yüksek olduğu noktada topoğrafya yüzeyin üzerinde kalıyorsa su belirli bir debiyle yüzeye çıkabilmektedir.

- Aşırı su çekilmesi nedeniyle su seviyesinde **düşüm konisi** adı verilen bir alçalma meydana gelmektedir.

- Geçirimsiz temelin çukurlaşması nedeniyle yeraltı su seviyesinde değişme olabilir.

- Dip kaçakları yeraltı su tablasının seviyesinin düşmesine neden olabilmektedir.

### 2. 3. Kaynaklar

Kaynaklar içme suyu açısından doğal mineralli sular ve doğal kaynak suları olarak ikiye ayrılır. Silisli kayalardan gelen (granit, andezit, gnays vb.) kaynak suları daha az kireçsiz olduğundan içmeye elverişlidirler. Mineralli sular ise zengin mineralleri nedeniyle sağlık açısından yararlı ekstra bileşenleri bulundurlar.

Oluşumlarına göre kaynakları şu şekilde sınıflandırmak mümkündür:

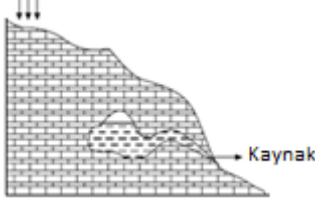
a) *Taban Suyu Kaynağı*: Kum, çakıl gibi geçirimli kayaç ve tabakalardan sızan sular yeraltında su geçirmeyen bir tabaka üzerinde birikirler. Kendisine bir yol bulup açığa çıkarak akmaya başlar. Bu şekilde oluşan kaynaklara **taban suyu** kaynağı denilir. Genellikle vadilerde düzlüklerde alüvyonlu maddelerin bulunduğu yerlerde oluşurlar. Bu sular genellikle yüzeye yakındır. Marmara Bölgesi'ndeki ovalarda, Ege Bölgesi'ndeki çöküntü ovalarında, Muş, Erzurum ve Pasinler ovalarındaki yeraltı sularının taban suyu açısından önemi oldukça fazladır.

b) *Karstik Kaynak*: Kil gibi geçirimsiz tabakaların aksine; kalker, jips, dolomit, kaya tuzu gibi eriyebilen kayaçlar oldukça geçirimlidir. Vodaz yani meteorolojik sulardan akarsu oluşumu killi arazide daha kolay iken, karstik arazilerde güçleşir. Ancak yeraltı suları açısından olumlu şartlar sunmaktadırlar. Karstik tabakaların içerisinde biriken sular çeşitli çatlaklardan veya erime yoluyla oluşturdukları boşluklardan geçerek yeryüzüne çıkarlar. Genellikle çok su çıkartan kaynaklardır. Bu şekilde oluşan kaynaklara **karstik kaynak** veya **voklüz** de denir. Bu tip kaynaklar düzenli ve bol akımlıdır. Yeraltı sularında oluşan akarsularına olumlu etki yaparlar ve rejimleri düzenlidir. Ancak kireç yoğunluğu fazladır. Debileri çok fazla olmamakla beraber mevsimsel değişimler görülür. Bazı karstik kaynaklar bir akarsuyu besleyecek kadar gür olabilir. Akdeniz Bölgesinde (Karstik arazilerde) karstik kaynaklar

# HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA

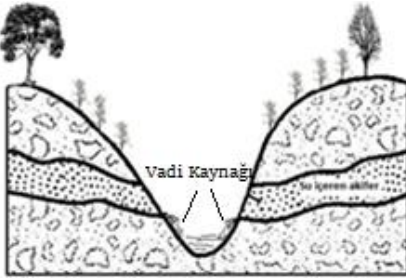
## Rüştü ILGAR

yağındır. Toros Dağları'ndaki Şekerpınar, Düden suyu Türkiye'deki en güzel örneklerindedir.



Şekil Kaynaklardan Kesit

c) *Vadi Kaynağı*: Yağış yoluyla gelen meteorolojik sular geçirimli tabakalardan sızarak geçirimsiz tabaka üzerinde birikirler. Vadi yamaçlarının yeraltı suyu tablasını kestiği yerlerde meydana gelen kaynaklardır. Daha sonra bu sular bir vadi yamacından açığa çıkararak akarlar. Genellikle akarsuları besleyen kaynaklardır. Yağışlarla beslendiği için kaynaktan çıkan su miktarları yıl içinde değişiklik gösterir. Bu sular içme ve sulama suyu olarak kullanılabilirler.

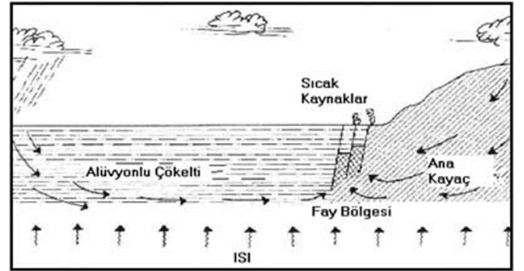


Şekil Vadi Kaynağından Kesit

d) *Fay Kaynağı*: Fay hatlarının bulunduğu yerde yeraltı sularının fay hatları boyunca yeryüzüne çıkmasıyla oluşur. Suları yerin derinliklerinden geldiği için sıcaklık ve iklim koşullarından etkilenmez. Yeraltı suları yeryüzünden içerilere doğru sızarlarken kimyasal bazı aşındırmalara sebep olur yeryüzüne doğru ilerleyen sular süzülürken geçtikleri yerdeki minerallerin durumuna ve kimyasal değişimlere göre tat alırlar. Yani bu sular geçtikleri taş ve tabakalardaki

çeşitli mineralleri eriterek bünyelerine aldıkları için mineral bakımından zengindirler.

e) *Sıcak Su Kaynağı*: Yer kabuğunun zayıf olduğu kırıklı sahalarında görülürler. Su sıcaklığı birinci olarak bölgesel ısı akımının büyüklüğüne ve su çevriminin derinliğine bağlıdır. Yer kabuğu içindeki mağmanın etkisiyle doğrudan veya dolaylı olarak ısınma gerçekleşir. Bununla birlikte mağma sızıntısının etrafındaki kırıklar ve çatlaklar hidrotermal sirkülasyon sistemlerinin oluşumuna katkı sağlayabilir. Sıcak ve soğuk suyun yoğunlukları arasındaki fark ısınan suyun üste çıkmasını sağlar. Suları çok sıcak olanlarına kaplıca, ılık olanlarına ise **ılıca** denir. Kriter olarak insan bedeninin doğal sıcaklığı olan **36 °C** baz alınmaktadır. Sıcak su kaynaklarını inceleyen bilim dalına "**balneoloji**" adı verilir. Bu sıcaklığın üstü kaplıca, bu sıcaklığa yakın değerler ılıca olarak kabul edilmektedir.



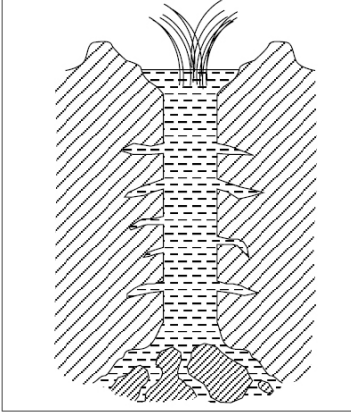
Şekil Sıcak Su Kaynaklarının Oluşumu

[http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/jeotermal/11jeotermal\\_enerji\\_nedir.html](http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/jeotermal/11jeotermal_enerji_nedir.html)

f) *Artezyen Kaynağı*: İki geçirimsiz tabaka arasında yer alan geçirimli tabakalarda birikmiş suların sondaj yapılarak yeryüzüne çıkarılmasıyla oluşan kaynaklardır. Bu kaynağı diğer kaynaklardan ayıran en önemli özellik beşeri faaliyetlerle (sondaj, kuyu) yeryüzüne çıkarılmasıdır. Su başlangıçta basınçla kendiliğinden daha sonra ise dinamo ve tulumba yardımı ile çıkabilir. Su miktarı yıl içinde değişir (yağışlarla beslenir). Genelde suları soğuktur ve sıcaklığı yıl içinde fazla bir değişime uğramaz.

## HİDROLOJİ ve SU KAYNAKLARI, ÇOMU-COĞRAFYA Rüştü ILGAR

g) *Gayzer*: Volkanik bölgelerde yaygındırlar. Düzenli veya düzensiz aralıklarla suları yukarı doğru fışkırarak patlama yapan bir sıcak su kaynağı "**gayzer**" adı verilir. Gayzer sözcüğü etimolojik olarak İzlanda kökenli olup "fışkırmak, hızla püskürmek" anlamlarına gelen "gjósa"dan türetilmiştir. Genellikle volkanik etkinliğin bulunduğu bölgelerde görülür. Bazen kratere benzeyen ve içindeki suyun buharlaşmasıyla biçimlendirilen silisli birikimler, gayzer havzasının oluşmasını sağlar. Akış borusuyla bağlantılı yer kabuğu çatlaklarında biriken su buharının basıncı kendi basıncına ulaşıncaya kadar ısıtılır. Gayzerler püskürdüktan sonra yeraltında boşalan mağara, etrafında bulunan daha soğuk su ile dolmaya başlar ve döngü bir kez daha başlamış olur. Bazen gayzer püskürmesine neden olan yarıklar tıkanığı yer sarsıntılarıyla tıkanan bölgeler tekrar açılır. Örneğin, ABD Yellowstone gayzeri dışında, Japonya, İzlanda, Yeni Zelenda'da gayzerler bulunur.



**Şekil** Gayzerlerin Oluşumu