

I. BÖLÜM

- LİMNOLOJİNİN TARİHÇESİ
- SUYUN ÖZELLİKLERİ

* Limnolojinin Tarihçesi

İnsanların çevrelerindeki su ile ilgilenmeleri kendi tarihleri kadar eskidir.

Korunmasız ilk insan vahşi doğada yaşayabilmek için **usta bir doğa bilimci, tamgün çalışan bir ekolojist** ve bunun için de, çevresindeki kara ve su hakkında tam bir bilgiye sahip olmak zorundaydı.

*Denize doğru akan bir tatlı suyun yapısı, kaynağı ve akışı esnasında değişen şartlar limnolojinin ve hidrobiyolojinin (sucul yaşam bilimi) konularını oluşturur.

* **Aristo (M.Ö. 384-322)** "Historia Animalium" da ne der?

* Doğada sadece deniz suyu değil, birbirinden bile farklı iç sular bulunur!

* Bu sularda yaşayan canlılar yaşadıkları ortamlara göre;

* *gölde yaşayanlar,

*nehirde yaşayanlar,

*bataklıkta yaşayanlar diye ayrılır.

*Aristonun öğrencilerinden bir başka araştırmacı da bitkileri;

*derin suda,

*sıĝ suda,

*kıyıda yetişen bitkiler olarak ayırmıştır.

*Bu şekilde daha ilk çağlardan başlayarak sucul habitatlar araştırma alanına girmiştir.

Limnoloji'de Köşe taşları

1.A.W.Leeuwenhoek (1632-1723),

sudaki mikroorganizmayı (mikroorganizm=tekil, mikroorganizma=çoğul) ilk inceleyen araştırmacıdır.

2.Daha sonra Otto Friedrich Müller (1786) ilk defa mikroskobik canlıların sınıflandırmasını yapmıştır.

3.Hensen (1887) ilk defa sudaki küçük hayvan, bitki ve suda askıda kalan artıklar için Plankton terimini kullanmıştır.



A.W.Leeuwenhoek



Otto Friedrich Müller

4. Tatlı su sistemlerinin incelenmeye başlanması oldukça eski olmakla beraber bu konunun sistemli ve bilimsel bir alan oluşu İsviçreli fizik ve doğa bilimci olan F.A. Forel'in (1841-1912) Cenova'da Lemman Gölünün dip faunası hakkında yaptığı bir yayınlara gerçekleşmiştir.

Forel'in yayını bugün göllerin bilimsel incelenmesinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.



Limnoloji terimi ilkdefa Forel'in daha sonraki bir raporunda "Le Liman monographie Limnologique" ismini kullanmasıyla bilim alanına girmiştir.

Limne: Yunanca göl, sulak, bataklık, çayır.

Bu monografin 1892 ve 1895 de yayınlanan ilk iki cildi Liman Gölünün Jeolojisini, Kimyasal ve Fiziksel özelliklerini kapsar. 1904'te yayınlanan 3. cildi ise gölün biyolojik özelliklerinin tanımını yapar.

Böylece Forel limnolojinin kurucusu olarak kabul edilebilir. Yıllarca onun 1901 'de yayınladığı

"Handbook of Limnology"

adlı eseri bu alanın başlıca kaynağı olmuştur.

5. Amerikalı (zoolog) E.A. **Birge**, Forel'in fizikokimyasal ağırlıklı limnoloji kavramını biyolojik konulara daha çok yer veren bir bilim dalı halinde geliştirmiştir.

Birge gölde yüzen mikroskobik hayvan ve bitkileri (plankton) inceleyerek gölün fiziksel ve kimyasal özellikleriyle, planktonu arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Birge'ün çalışmaları hemen hemen 70 yıl kadar sürmüştür (1873-1941).

Bugün göl suyunun sıcaklığı,
ışığın su içine geçişi, su hareketleri
vb. gibi bir çok konu fiziki
limnolojinin çalışma alanı
arasındadır.

6. Fiziki limnolojinin gelişmesine katkısı olan diğer bir araştırmacı S.A. **Forbes**'tir. Illinois Üniversitesinde doğa bilimci ve entomolog olarak çalışan **Forbes** 1887'de

“Bir Mikrokozmoz olarak Göl”

adlı eserini yayınlamıştır. Bu eserde Forbes, gölü küçük bir dünya olarak tanımlayarak **göl içindeki canlılarla çevrelerinin karşılıklı ilişkisi içinde** olduğunu kaydeder.

Genellikle nehir çalışmaları, göl çalışmalarının gerisinde kalmıştır.

NEDEN?????

Bu nedenle gollerin (**Lakustrin**) dinamiği ve ekolojik ilişkileri hakkında oldukça geniş bilgiye sahip olmamıza rağmen, nehir sistemleri (**fluvial**) hakkındaki bilgi o kadar fazla değildir.

Bu konuda çalışmalar 1875'lerde Forbes'in yonetiminde nehirlerde; kuş, balık ve böcekler üzerinde yapılan çalışmalara dayanır.

7. 1894-1899'da C.A. Kofoid,
nehirlerin hidrografi ve planktonu
üzerinde çalışmıştır.

1903-1908'de yayınlanan bulguları
fluvial (akarsu) limnolojinin klasikleri
arasında bulunmaktadır.

*Limnoloji terimi başlangıçta sadece göllerin incelenmesi olarak kullanılmışsa da, sonradan buna akarsuların incelenmesi de dahil edilmiştir.

* Göl ve akarsu sistemleri bazı yönleriyle birbirinden farklıdır. Bu nedenle her iki habitatın incelenmesinde farklı yöntemler uygulanır.

*Akarsuların incelenmesini konu olarak alan bilim **potamoloji'dir** (potamos: Yunanca nehir).

*Son yıllarda akarsu sistemleri; ekolog, hidrolog ve mühendisler için özel önem taşımaktadır. Çünkü, su, altın veya petrol gibi az bulunmamakla beraber çok önemli ve değerli bir kaynaktır.

*Bu nedenle araştırmacılar ve diğer ilgililer,

*suyun endüstri ve tarımda kullanılması,

*sudan enerji sağlanması,

*sel kontrolü ve su rezervlerinin katı kimyasal ve termal atıklarla kirletilme tehlikesi üzerinde durmaktadır.

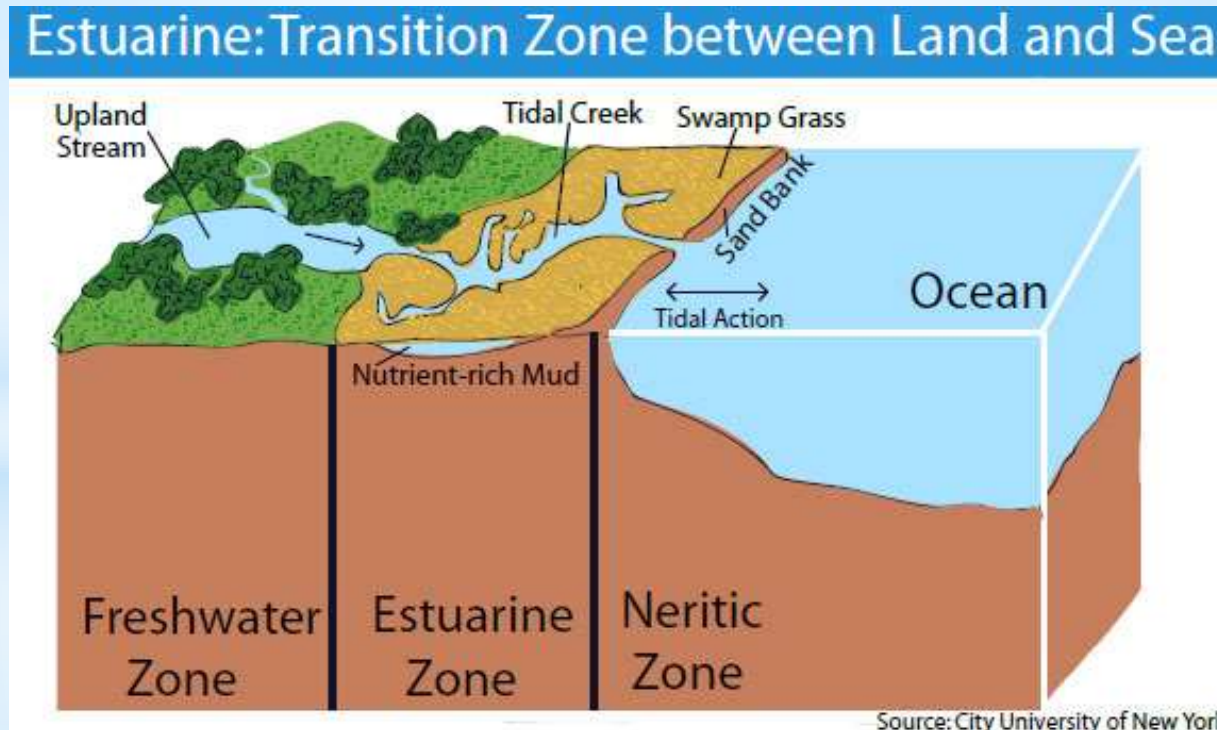
***Acı su (estuary) havzası:** Körfez veya nehir ağzı gibi tatlı suyun deniz suyuna karıştığı kısma acı su denir.

*Tatlı su ve deniz suyunun karıştığı bu kısımda oluşan farklı tuz yoğunluğu bütün sucul yaşamı etkiler.

*Bölgenin büyüklüğü, devamlılığı, içinde bulunan maddelerin yoğunluğu, bölgeye giren ve çıkan su miktarı, havzanın şekli, okyanus hareketleri de önemli faktörlerdir.

*Acı suların biyolojik incelenmesinde tamamen limnolojik kavram ve yöntemler uygulanır.

*Tatlı su ve deniz suyundan farklı bir ekosistem oluşturan acı sulara uyum sağlamış pek çok canlı vardır. Sahillerde acı sular başlıca besin kaynağını oluştururlar.



*Acı sular ayrıca tatlı su ve deniz hayvanları tarafından sığınak olarak kullanılır ve bazı canlılar için başlıca yaşam ortamıdır.

*Örneğin ekonomik değeri olan istakoz, yengeç, diğer bazı deniz kabukluları ve balık yavruları için acı suların önemi büyüktür.



*Canlıların yaşama alanlarını oluşturan litosfer ve hidrosfere **Biyosfer** adı verilir.

*Hidrosferi inceleyen bilim dalı **hidroloji'dir.**
*suyun fiziksel ve kimyasal yapısını inceleyen hidrografi;

*havzasının topografya ve jeolojisini inceleyen hidrogeografi,

*su içindeki canlıları inceleyen hidrobiyoloji'dir.

Hidroloji; incelediği objeye göre;

Oceanografi (büyük su kütleleri yani okyanus ve denizleri) ve

Limnoloji (i suları yani gl, gölet ve akarsuları konu alan)

olmak üzere iki bilim dalına ayrılır.

Bugün limnolojiyi;

*İç suların biyolojik verimliliğine etki eden biyotik ve abiyotik faktörleri,

*su içinde madde ve enerji dolanımının (özellikle organik madde) yöntemlerini ve

*bunların karşılıklı ilişkilerini inceleyen bilim dalı olarak tanımlayabiliriz.

Hidroloji
(disiplinlere göre)

Hidrogeografi :
Su havzasının topografya
ve jeolojisini inceler.

Hidrografi :
Suyun fiziksel ve kimyasal
yapısını inceler.

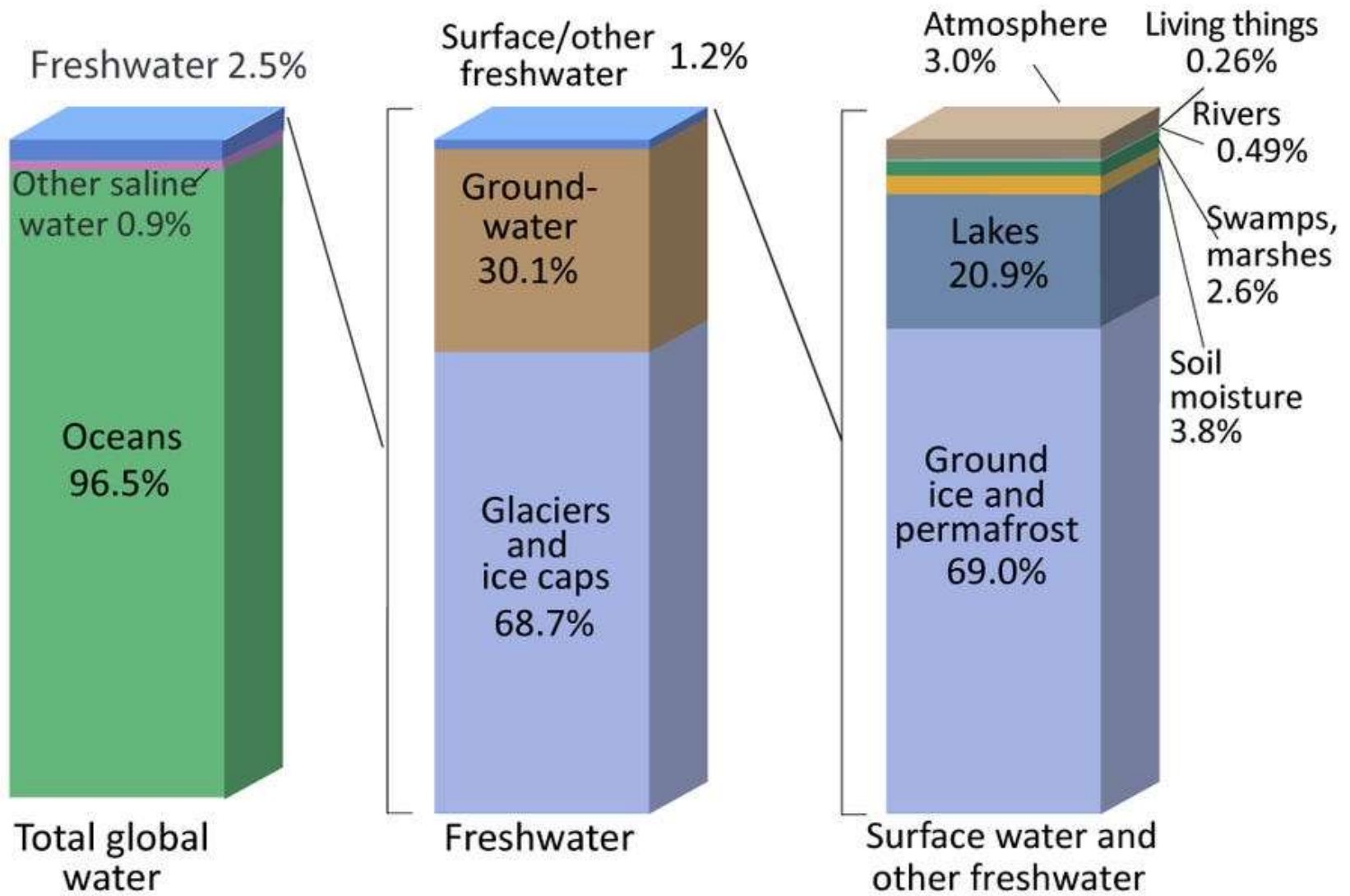
Hidrobiyoloji:
Su içindeki canlıları
inceler.

Hidroloji
(objeye göre)

Oseanografi :
Büyük su kütlelerini yani okyanus ve
denizleri inceler.

Limnoloji:
İç suları yani göl,
gölet ve akarsuları inceler.

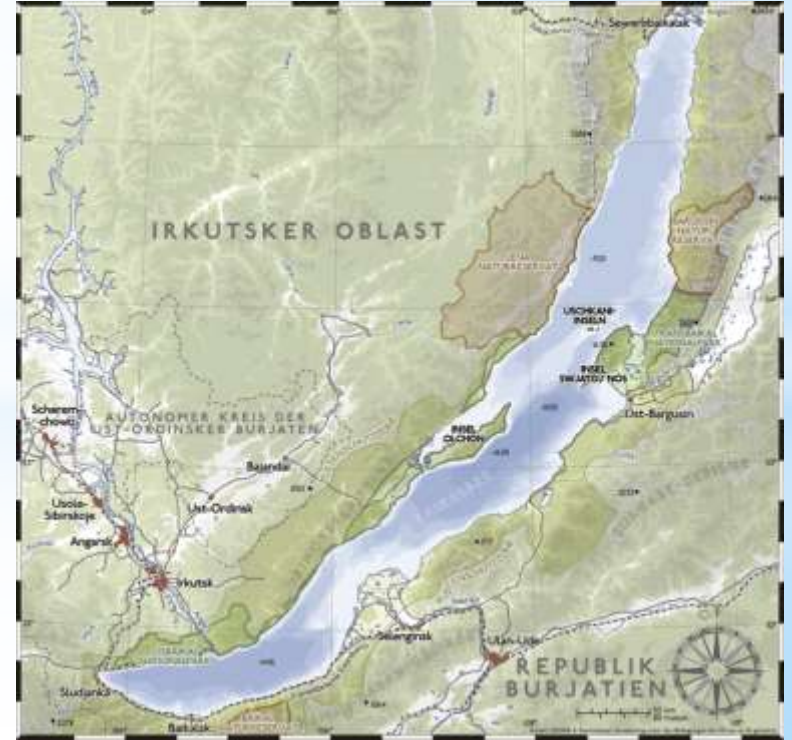
Where is Earth's Water?



Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. (Numbers are rounded).

*Dünyanın 1/50'ini oluşturan iç sular denizlere göre daha gençtirler (Tersiyer kökenli Baykal (Asya) ve Tanganika (Afrika) hariç).

*Diğer göllerin çoğu buzul devri artıklarıdır. İç sular jeolojik ve meteorolojik olaylarla kaybolur ve yeniden meydana gelebilirler. Bir iç su zamanla yok olursa içinde yaşayan canlılar da yok olur.



*Denizlerde bu durum olmadığı için denizlerde tür sayısı daha fazladır.

*Bundan başka denizler çevrelerindeki kara parçalarının etkisi altında değildir, aksine dalgalarla karaları etkileri altında tutarlar, iç sular ise karalar içinde kapalı bir alan oluşturduklarından, karaların etkisi altındadır.

Deniz suyunun seviyesi her yerde aynı olduğu halde; iç sular deniz seviyesinden yüksek veya alçak olabilir. Örneğin Lut Gölü (Ölü deniz, Ürdün), deniz seviyesinin oldukça altındadır.

Göl ve nehirlerden başka, yer altı suları da iç sulara dahil edilirse de limnolojinin konusu dışındadır.



*Denizel ortam mı, tatlı su ekosistemleri mi daha kararlıdır?

SORU:

SUYUN ÖZELLİKLERİ

Suyun Bazı Özellikleri

Yaşamın sürdürülebilmesi için dünyada bulunan bileşiklerden hiçbiri su kadar önemli değildir. Su, canlı yapıların hepsinin sıvı bileşenidir. Bitki ve hayvanların metabolik olayları için gerekli olan su, bitkiler tarafından fotosentezde de kullanılır

Ayrıca su; sucul canlıların barındıkları, yiyecek buldukları, üredikleri, yavrularına baktıkları, çözünmüş gazlardan yararlandıkları bir ortam oluşturur.

Doğada göl, nehir, acı su ve deniz gibi her türlü sucul ortama uyum sağlamış canlılar vardır. Sucul habitatlarda meydana gelen olayları anlayabilmek için önce suyun bazı özelliklerini öğrenmek gereklidir.

Su Molekülü

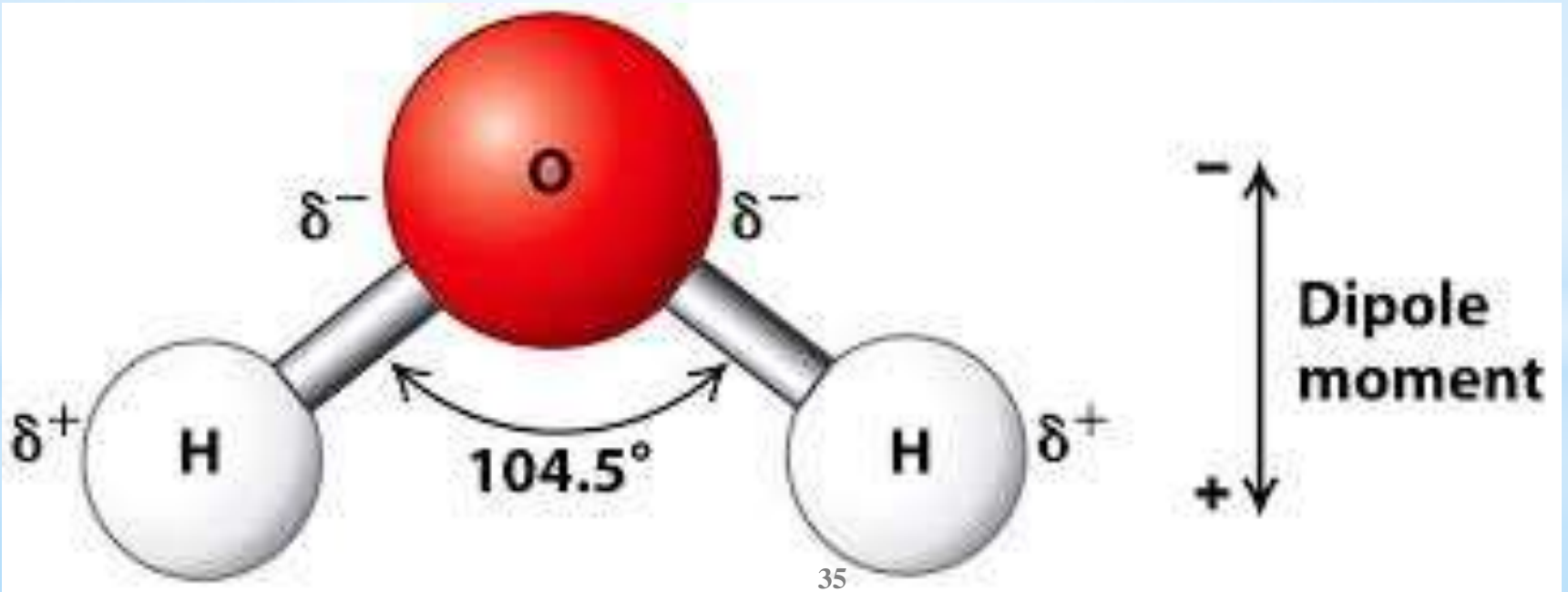
Bir su molekülü, iki hidrojen (H) atomu ile bir oksijen (O) atomunun birleşmesinden oluşur (H-O-H=H₂O).

Katı, sıvı veya gaz haldeki suyun kimyasal formülü hep (H₂O) aynıdır. Sadece atomlarının sıralanışı farklıdır.

Bir su molekülü oluşurken oksijen atomunun her yörüngesi bir hidrojen atomunun yörüngesi ile üst üste gelerek **kovalent** bağ oluşturur (kovalent bağ: iki atomik yörüngenin çakışmasıdır).

Su molekülü,, iki hidrojen atomu bir oksijen atomuna yaklaşık 105° açıyla eklendiğinden molekül kutuplaşmıştır.

Bu açı sebebiyle hidrojenlerin ağırlık merkezi oksijen atomunun dışına rastlar ve böylece oksijen tarafı negatif, hidrojenlerin ağırlık merkezi de pozitif olur.



Atomların bu şekilde düzenlenmesi ve elektriksel yük durumu suya fiziksel ve kimyasal bakımdan çok yönlülük sağlar.

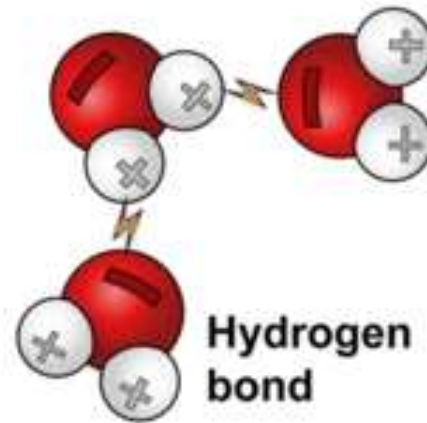
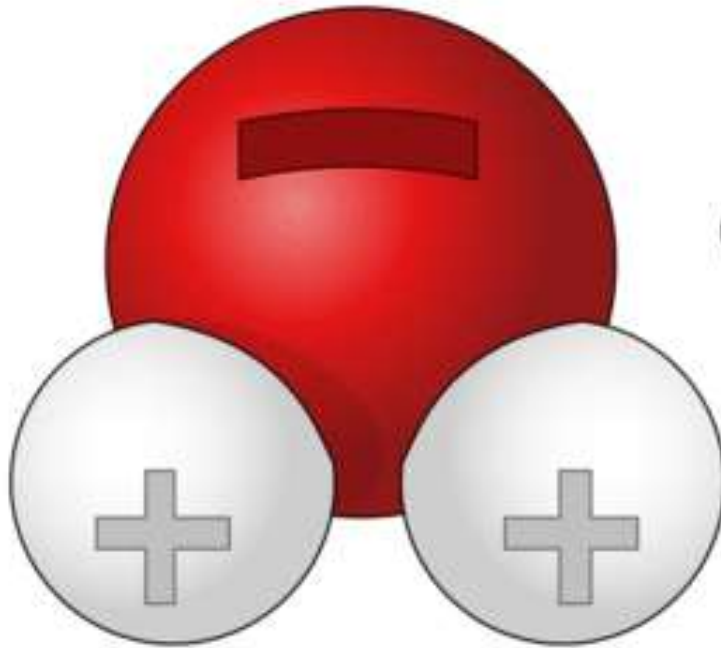
Su molekülü elektriksel olarak kutuplaşır. (+) yük bir tarafta, (-) yük diğer taraftadır. Böylece; bir su molekülü elektriksel bir ortamda pozitif kutbunu negatif yöne ve negatif kutbunu pozitif yöne çevirerek **dipol** olur.

Bir çift eşit ve zıt elektrik yükünü kapsadığı için moleküle **iki kutuplu (dipolar)** denir.

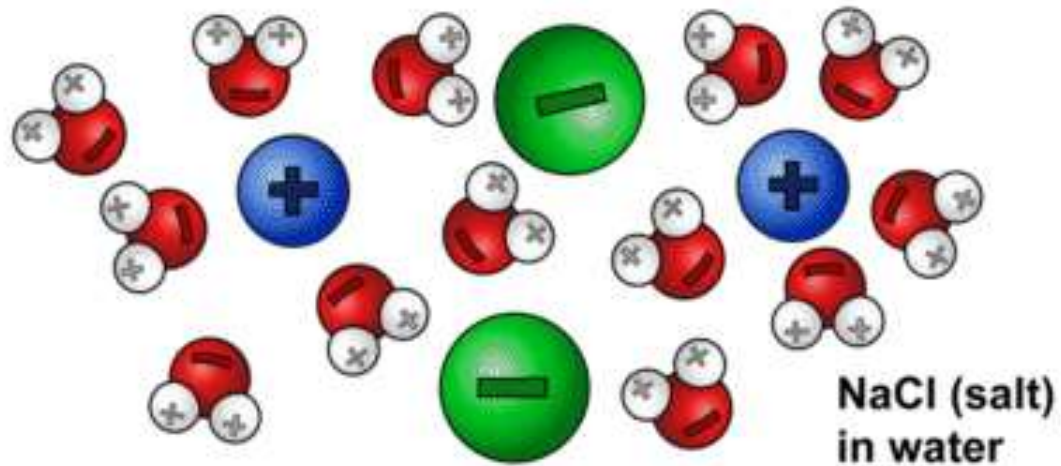
Zıt yük merkezleri arasındaki ara, kutuplaşmanın kuvvet kaynağını oluşturur. Buna iki kutuplu kuvvet (**dipol moment**) veya hareket meydana getirme yeteneği adı verilir.

Suyun dipol momenti çok yüksektir. Bu da iyonik bileşiklerde suyun çok iyi bir çözücü olmasını sağlar.

Water Molecule



- Oxygen (O)
- Hydrogen (H)
- Chlorine (Cl)
- Sodium (Na)

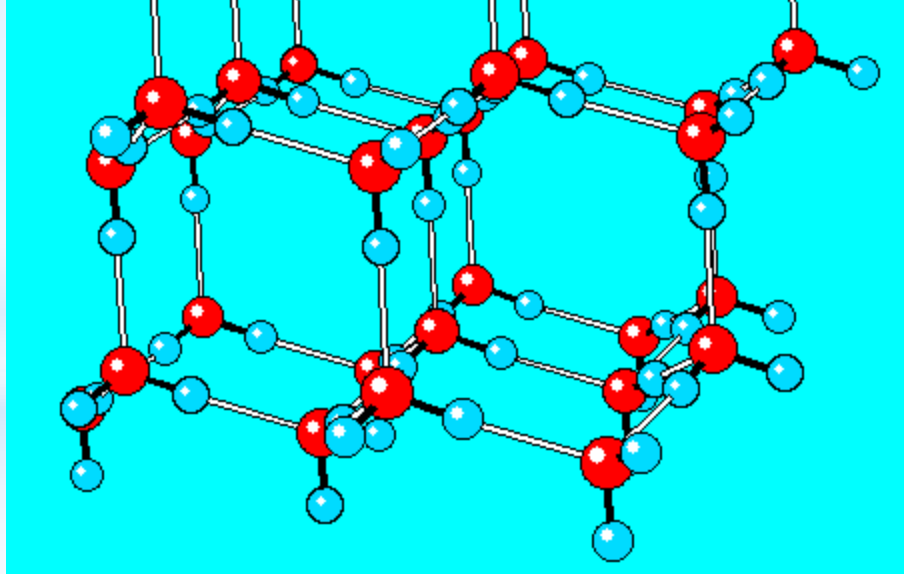
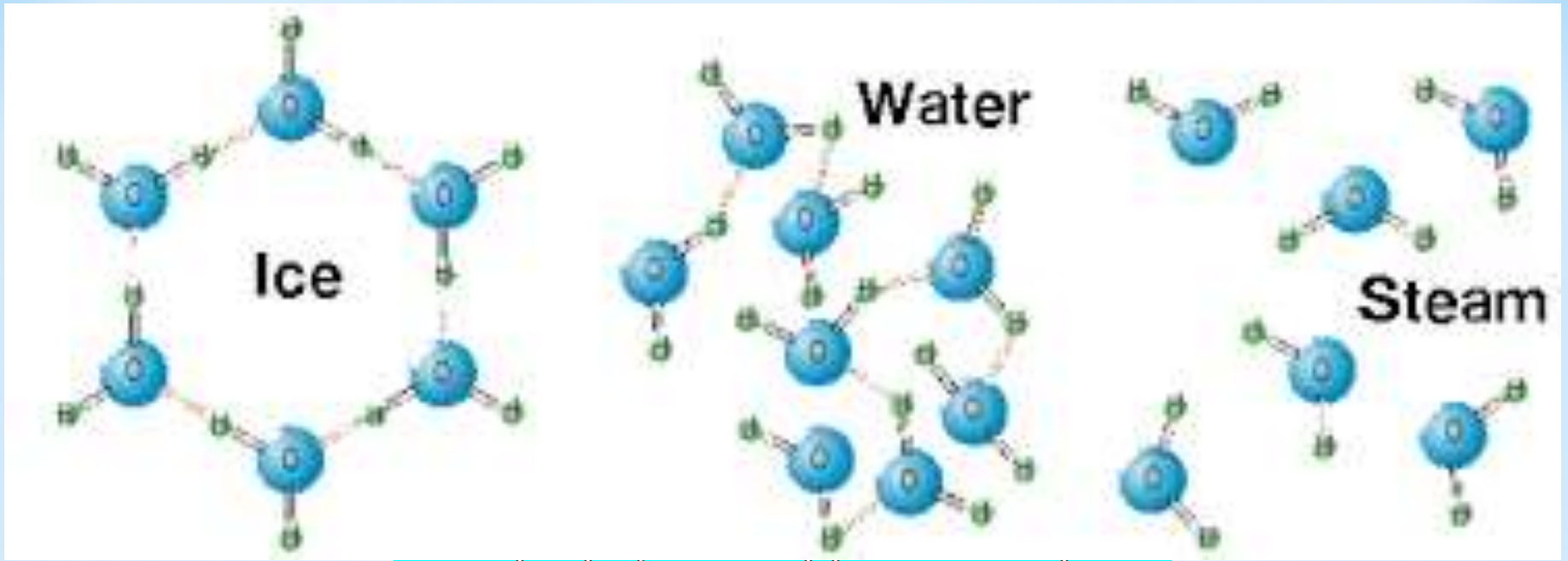


Katı haldeki suda yani buzda, su molekülleri oldukça düzenli bir kafes oluşturur.

Bu durumda moleküller belli aralıklar ve belli bir düzende hidrojen bağları ile bağlanırlar.

Her molekül dört komşuya, üç boyutta, dört yüzlü bir yapıda bağlandığından buz açık ve delikli bir yapıya sahip olur.

Bu yapı buza oldukça düşük yoğunluk sağladığından buz su üzerinde yüzer.



Suyun 3 farklı fiziksel durumdaki molekül düzenlenmesi ve Buz kafesi

Buz ısınırken hidrojen bağları yıkmaya başlar ve moleküller serbest hareket edebilir hale gelir.

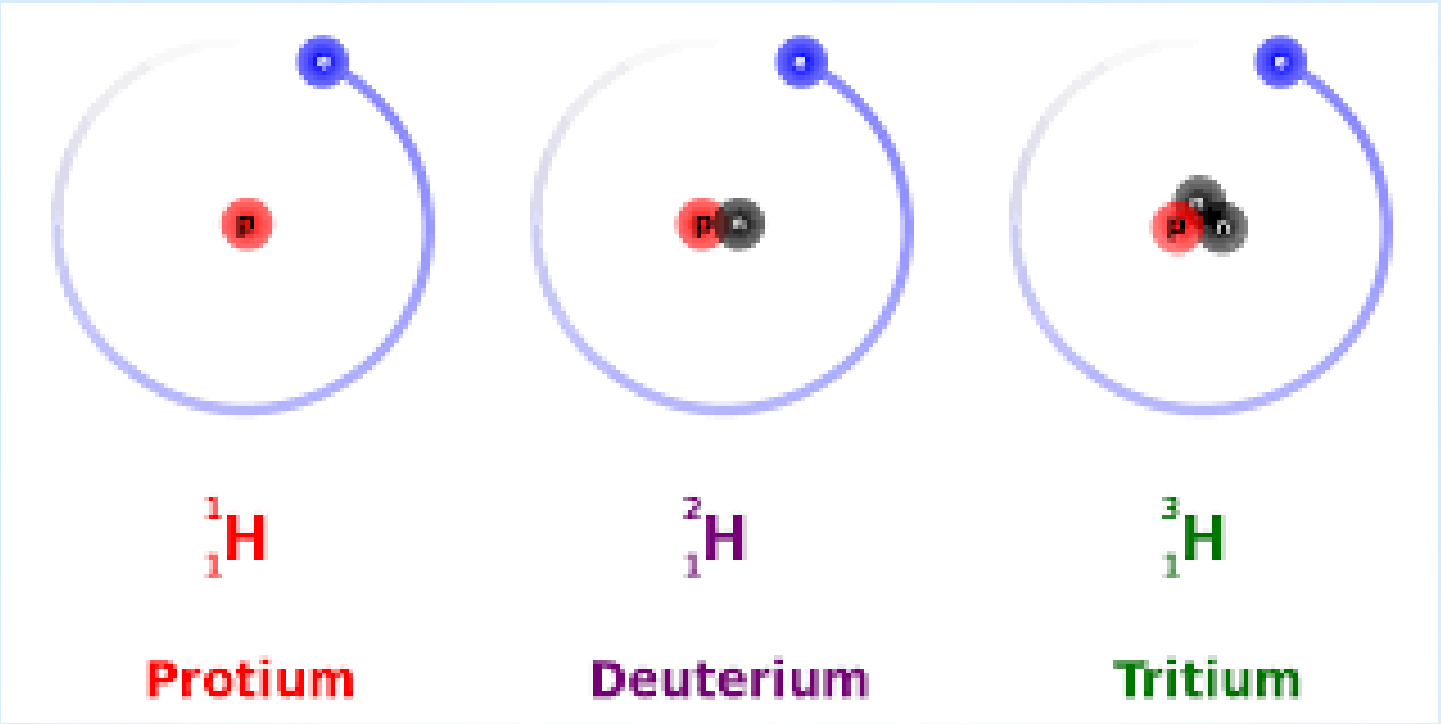
0°C` de, yani tam erime noktasında hidrojen bağlarının çoğu açık yapıyı korumakta olduğundan bu sıcaklıkta eriyen buzun yoğunluğu hala suyunkinden azdır.

Sıcaklık arttıkça daha fazla hidrojen bağı yıkılır. Bağların %15'i yıkıldığı zaman buz tamamen erir. +4C°'ye kadarki ısınma, suyun yoğunluğunu artırır. Suyun daha fazla ısınması termal genişlemeye sebep olur.

Adi suyun hidrojen atom ağırlığı 1, oksijeninki 16'dır. Fakat bazen farklı durumlar olabilir. Çünkü bu elementlerin yani hidrojen ve oksijenin izotopları vardır.

Az da olsa bazen saf suda bu izotoplar bulunabilir.

İzotop: Bir elementin aynı atom sayılı, farklı atomik kütle ve biraz farklı özelliklere sahip olan şeklidir.



Hidrojen izotopları; (${}^2\text{H}$) **Döteryum** ve (${}^3\text{H}$) **Tritium**, adi hidrojenin kütlesinin 2 ve 3 katıdır. Bu izotoplar oksijen ile birleşince deuterium oksit (**ağır su**) veya 3 hidrojenli su meydana gelir. Bunların her birinin önemli bilimsel ve endüstriyel kullanım alanı vardır.

Aynı şekilde (^{16}O)'ın İzotopları:

(^{17}O) ve (^{18}O)'de sularda bulunur, fakat bu izotoplar daha azdır.

Doğal sularda hidrojen atomunun %99.9'u ve oksijenin ve **%99.7'si normal (^1H) hidrojen ve normal (^{16}O) oksijenden oluşur.** Ağırsu oksijen ve döteryumdan oluşmuş D_2O formülünde bir bileşiktir. Suyu çok benzer. Renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Yoğunluğu sudan fazla olduğu için (1.106) ağırsu denmiştir. 3.8°C 'de donar ve 101.4°C 'de kaynar.

Suyun Bazı Özellikleri

1. Suyun Özgül Isısı (Spesifik Isı)

Bir cismin içine dışarıdan verilen veya o cisimden alınan enerjiye **ısı** denir. (Kalori ve jül ile ölçülür).

Sıcaklık ise cismin içindeki moleküllerin ortalama enerjisidir ve derece ile ölçülür.

* Cismi büyütüp küçülterek içine girecek veya çıkacak ısıyı, yani enerji miktarını çoğaltıp azaltabiliriz, ama cismin sıcaklığını yani moleküllerin ortalama enerjisini değiştiremeyiz.

* Dolayısıyla bir maddenin sıcaklığı, o madde içindeki moleküllerin cinsleri ve o maddeye verilmiş olan enerji (ısı) miktarıyla belirlenir.

Bir maddenin özgül ısı;

o maddenin bir gramının sıcaklığını 1°C değiştirmek için verilmesi veya alınması gereken ısı miktarıdır.

Su kendi sıcaklığı hiç değişmeden veya çok az değişerek çok fazla ısı emebilir.

Özgül ısıyı ölçme birimi **gram kalori**
(küçük kalori)dir.

* **Gram kalori;** bir gram suyun sıcaklığını $+14.5^{\circ}\text{C}$ 'den $+15.5^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltmek için gerekli olan ısı miktarıdır.

* Bu parametrenin birimi sudur ve suyun özgül ısısı bir (1) olarak kabul edilir. Diğer bileşiklerin özgül ısıları suyunkine göre hesaplanır.

- * Sadece yüksek sıcaklıktaki;
 - * lityumun (3.5),
 - * sıvı amonyağın (1.32) ve
 - * sıvı hidrojenin (3.4)
- özgül ısıları suyunkinden daha yüksektir.

Diğer bütün elementlerin özgül ısıları
suyunkinden düşüktür.

Suyun özgül ısısının yüksek olması nedeniyle, bir göl suyunun sıcaklığının, 1°C yükselebilmesi için çok fazla ısı absorbe etmesi gerekir.

Bu bize ilkbaharda suların neden yavaş ısındığını gösterir. Aynı şekilde; sonbahardaki yavaş soğuma da suyun kapsadığı fazla ısı nedeniyledir. Bir gölün soğuması için absorbe ettiği bütün ısıyı vermesi gerekir ki, bu da çok zaman alır.

Su, hava sıcaklığındaki günlük veya mevsimlik büyük dalgalanmalara karşı bir tampon görevi yapar. Böylece suyun ısı emme ve ısı verme özelliği nedeniyle su, karadakinden daha sabit bir evre oluşturur.

Su sıcaklığındaki dalgalanmalar çok yavaştır. Mevsimlik ve günlük iniş-ıkışlar, karasal ortamlara oranla daha küçüktür.

Karadaki sıcaklık 38°C 'nin üzerine çıkabildiği halde suda nadiren 27°C 'ye çıkar. Su kütlesinin yüksek özgül ısı çevresindeki hava ve kara parçalarının iklim şartlarını etkiler.

Örnek:

Atlantik Okyanusundaki Kuzey Atlantik akıntısının, Batı Avrupa iklimine etkileri

Suyu **kaynama noktasına** getirmek için çok fazla ısı gereklidir. Çünkü bu noktaya ulaşmadan önce buharlaşma enerjisi olarak oldukça fazla miktarda ısı dağılır, yok olur.

Moleküllerin dağılmaya direnci ve buharlaşma, **moleküllerin hidrojen bağları** nedeniyledir. Örneğin su ile hemen hemen aynı molekül ağırlığında (16) olan Metan (CH_4) -161°C 'de kaynar.

Metanın kaynama noktasının bu kadar düşük olması Metan molekülünün en dış elektronlarının kovalent bağlarla değil, kimyasal olarak bağlanmasındadır.

Hidrojen bağları oluşturmak için sudaki gibi serbest elektron çiftleri yoktur.

Gizli (Latent) Erime ve Buharlaşma (Evaporasyon) Isısı

Suyun sıcaklığını hiç değiştirmeden, katı halden sıvı hale dönüşmesini sağlayan ısıya gizli (latent) erime ısısı denir.

Suyun özgül ısısı gibi, gizli erime ve buharlaşma ısısı da çok yüksektir.

Buharlaşma (Evaporasyon)

Su molekülleri arasındaki çekme kuvvetini yok etmek için ısı enerjisinin kullanıldığı bir olaydır.

Diğer sıvı bileşiklerle karşılaştırılırsa su, ısıtıldığı zaman çok yavaş buharlaşır. Çünkü çok yüksek gizli buharlaşma ısısına sahiptir.

Her su molekülünü komşu moleküle bağlayan iki hidrojen bağı vardır.

Buharlaştırma için gerekli ısı, hidrojen bağı enerjisinin hemen hemen iki katıdır (Hidrojen bağlarının molekül sayısı başına 4.85 kcal veya molekül ağırlığı başına 9.7 kcal).

Su bir halden diğ erine değişirken; (buz-su veya su-buhar) iki halin bir arada bulunduğu bir süre vardır. Bu süre iki halden birinin baskın olmasına kadar devam eder.

Bu süre içinde devamlı ısı emilir.

0 C'de 1 gr buz eritmek için gerekli ısı miktarı 79.7 cal (yaklaşık 80 cal)dir.

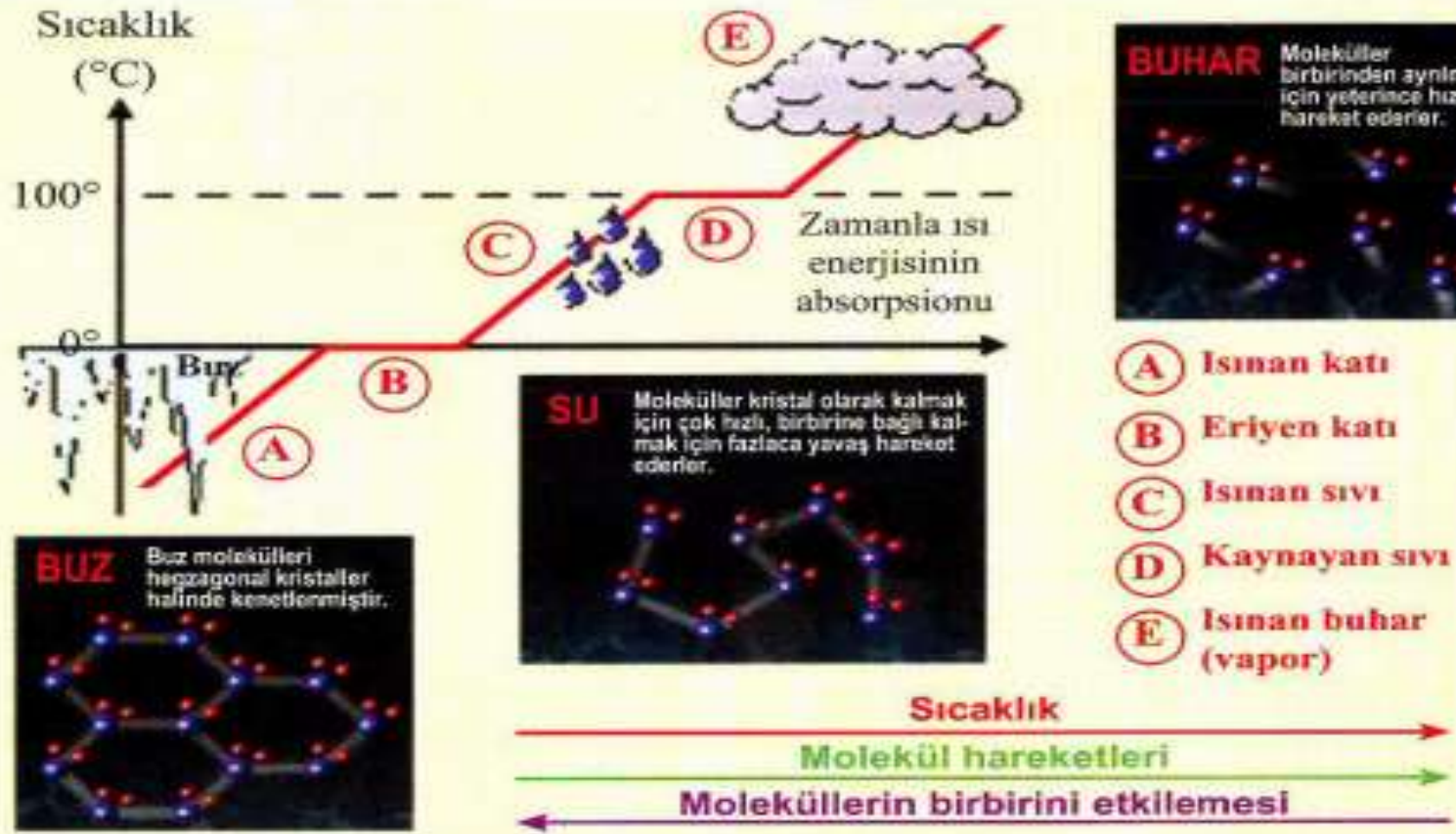
Bu, buharlaşma olayında hidrojen bağlarını ayırmak için gerekli olan ısının %15'i kadardır.

Buz ısıtıldığı zaman moleküller harekete başlar, artan hareket hidrojen bağlarını ayırır ve sonunda moleküler kafesler ayrılarak buz erimeye başlar.

Burada sarf edilen ısı sadece buzun su haline geçmesi için kullanıldığından, suyun sıcaklığında bir değişme olmaz.

Buz su haline geçtikten sonra aynı miktarda ısı, aynı suyun sıcaklığını 80°C'ye çıkarabilir, **yani gizli erime ısı özgül ısıdan 80 defa daha yüksektir.**

Gizli erime ısısından dolayı göl ve diğer suların sonbaharda soğuması, kışın buz tutması, ilkbaharda tekrar ısınarak buzun erimesi çok fazla ısıyı gerektirir.



Şekil 2.5. Sıcaklık-yoğunluk ilişkisi.

Su (buz ve kar dahil) her sıcaklık derecesinde buharlaşabilir. Buharlaşmayla, gerek ısı, gerekse buhar havaya geçtiğinden devamlı bir ısı ve su kaybı olur .

Buharlaşmada; sıcaklık, maddenin serbest yüzeyinin büyüklüğü, rüzgar, nem ve barometrik basınç etkilidir.

Enerjinin korunması kuralına göre sucul ortamlarda da enerji miktarı daima sabit kalır. Donma esnasında serbest kalan enerji miktarı, erimede alınan enerji miktarına eşittir.

2. Suyun Yoğunluğu ve Yoğunluk İlişkileri

Bir maddenin yoğunluğu (D);

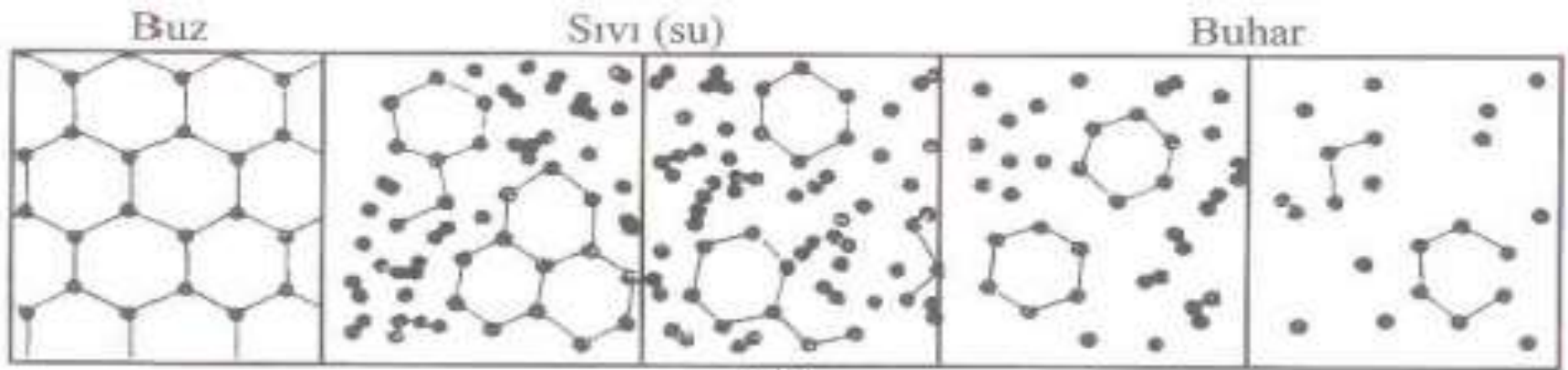
kütlesinin (M), birim hacmine (V) oranı olarak
($D = M/V$) tanımlanır.

a. Yoğunluk - Sıcaklık İlişkisi: Su dahil çoğu sıvı, soğutulunca büzülür ve ağırlaşır.

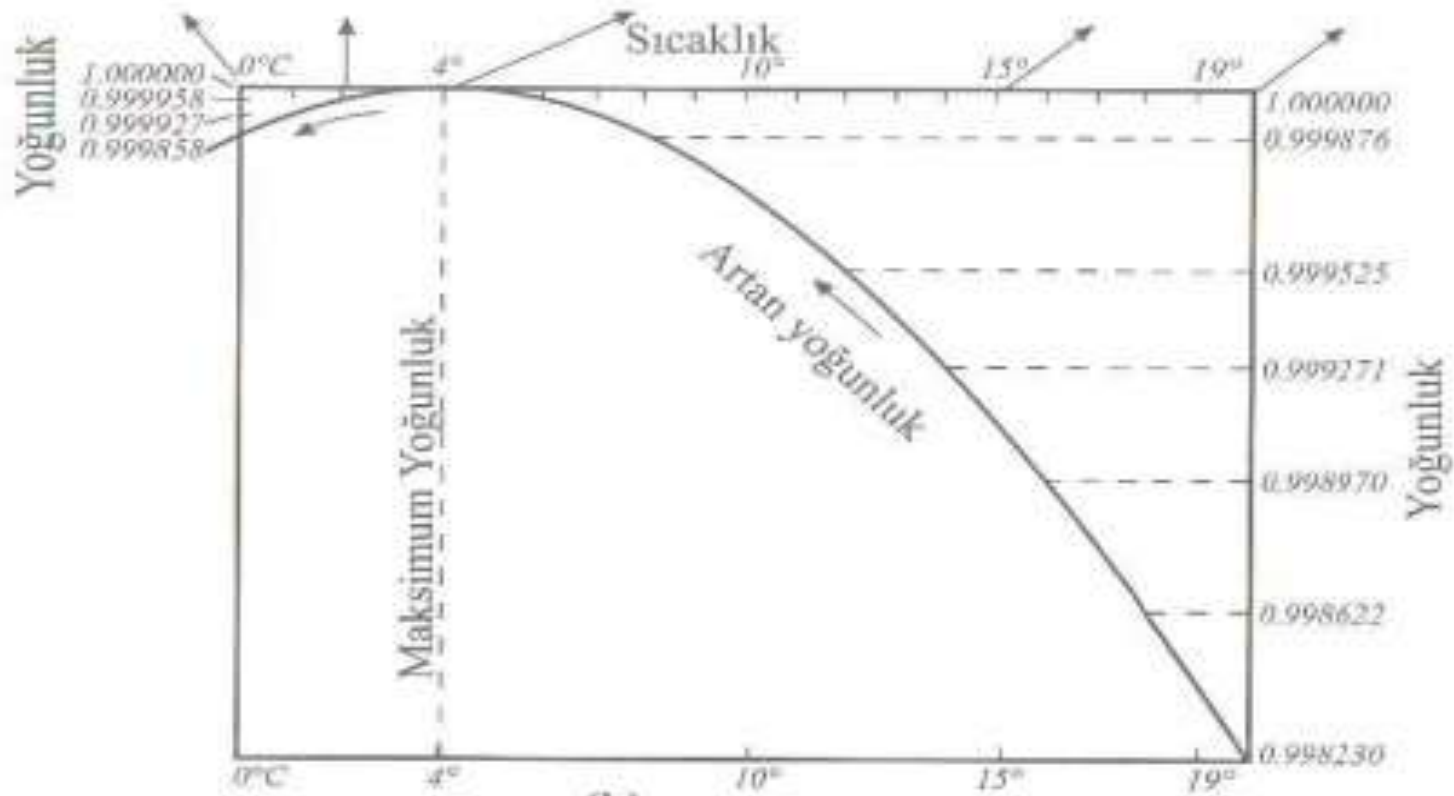
Suyun sıcaklığı arttıkça yoğunluğu azalır ve hafifler, sıcaklığı azalırken yoğunluğu artar.

Yoğunluk ile sıcaklık arasında ters bir ilişki vardır.

- * Tatlı su, maksimum yoğunluğa diğer sıvılar gibi tam donma noktasında (0°C) değil, $+3.98^{\circ}\text{C}$ (yaklaşık 4°C)'de ulaşır.
- * Sıcaklığı $+4^{\circ}\text{C}$ 'den aşağı (0°C 'ye doğru) düştükçe yoğunluk azalır, yani su hafifler ve kristal yapı (buz) oluşur.
- * Buzun yoğunluğu 0.92'dir. Yazın en sıcak günlerinde ise suyun yoğunluğu en azdır.



(a)



(b)

Şekil 2.6. a, Saf suyun farklı sıcaklıklardaki yoğunluğu ve moleküllerin dizilişi; b, Çeşitli sıcaklıklarda her °C azalışındaki yoğunluk farkı.

Sonbahar ve kışa doğru sular soğurken, suyun yoğunluğu da artarak +4 °C'de maksimuma ulaşır.

Soğuma devam ettikçe yoğunluk donma noktasına doğru azalır.

Su donarken hacminde (% 11 kadar) bir genişleme gözlenir. Bu nedenle kışın su boruları çatlar ve buz su üstünde yüzer.

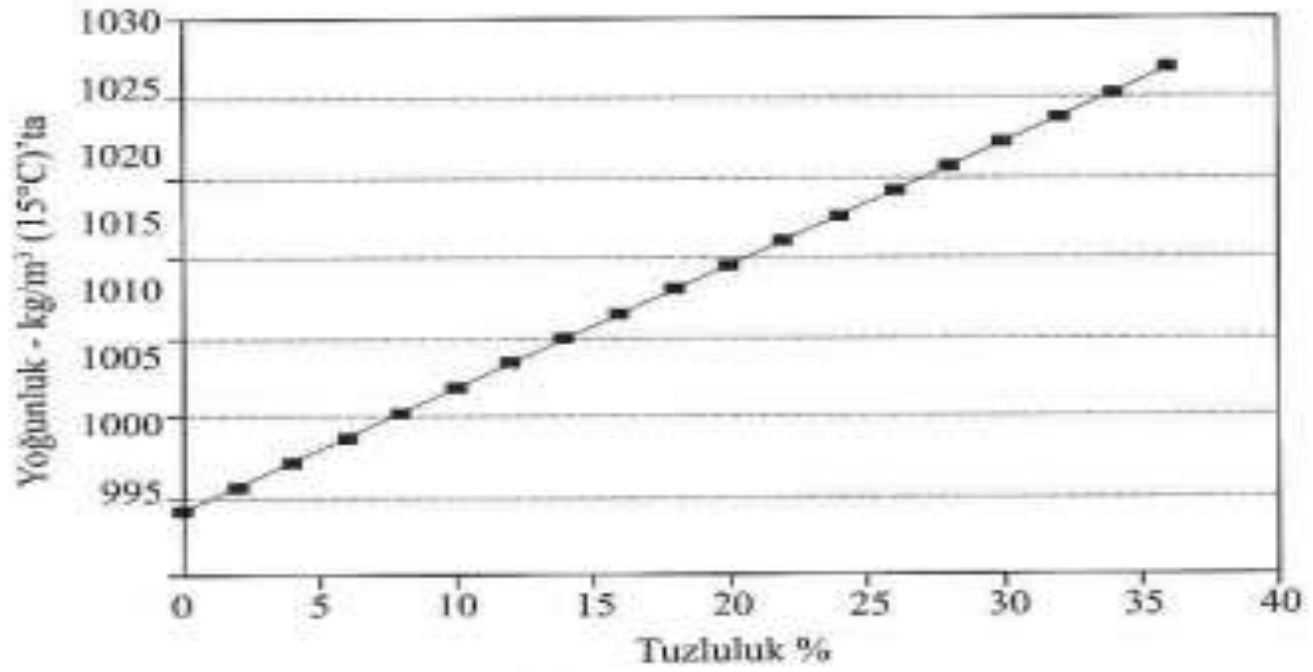
Su, katı hali sıvı halinden daha hafif olan çok az maddeden biridir.

Bu sayede göller yüzeyden dibe doğru soğurken az bir su kütlesi donduğundan, kışın yüzeyi donan göl ve nehirlerin alt kısımlarında canlılar yaşamlarını sürdürürler.

b. Yoğunluk - Çözünmüş Madde İlişkisi

Yoğunluk sadece sıcaklığın değil aynı zamanda suda erimiş veya çözülmüş maddelerin ve basıncın bir fonksiyonudur.

Doğal suların hepsinde erimiş maddeler bulunur. Tatlı sularda total erimiş madde miktarı deniz suyundakinden daha azdır. Bu maddeler suyun yoğunluğunu artırır.



Şekil 2.7. Tuzluluğun su yoğunluğuna etkisi.

- * Artış miktarı erimiş maddelerin yoğunluğuna ve bu maddelerin özgül ağırlığına bağlıdır.
- * Tuzlu göllerde yoğunluk genellikle okyanuslardakinden daha fazladır.
- * Suyun yoğunluğunu artıran elemanlar; *organik detritus, alüvyon, ince çamur, balçık vb.*

* Çöl ikliminde, tuzlu arazideki göllerde buharlaşma nedeniyle su içinde erimiş maddelerin yoğunluğu arttığından yoğunluk fazladır.

* Bunun aksine çok yağış alan bölgelerde yoğunluk azalır.

c. Yoğunluk - Basınç İlişkisi

- * Basınç arttıkça yoğunluk çok az miktarda olmakla birlikte artar.
- * Su yüzeyinde bir atmosferlik bir basınç vardır, bu basınç birim olarak kabul edilir.
- * Suyun basıncı derinlikle artar. Genellikle her 10 m derinlikte basınç 1 atmosfer artar. 10 atmosferlik basınç altında yoğunluk 1.0005; 20 atmosferlik basınçta 1.0010; 30 atmosferde 1.0015'tir. olabilir.

* Okyanuslarla karşılaştırılırsa iç sularda basıncın etkisi önemsizdir.

* Ancak Baykal Gölü (1642m) gibi derin göllerde yaşayan canlılar üzerinde basıncın etkisi olabilir.

* Derinde yaşayan canlılarda basıncı düzenleyen bir mekanizma gelişmiştir.

3. Suyun Sıkıştırılabilirliği

Su genellikle sıkıştırılamaz.

Bununla beraber her bir atmosfer için 0°C de sıkıştırılabilme katsayısının 52.5×10^{-6} olduğu hesaplanmıştır.

Bu katsayı basınçla değişir. Basınç arttıkça az da olsa su bir miktar sıkıştırılabilir. Örneğin 30 m derinlikteki bir gölün tamamen basınçsız kalması halinde 0.25 mm yükselebileceği hesaplanmıştır.

4. Suyun Özgöl Ağırılığı (Spesifik Ağırılık)

Özgöl ağırılık bir maddenin belli bir hacminin ağırılık veya kütlesinin aynı hacim ve sıcaklıktaki (+4°C) suyun ağırılık veya kütlesine oranıdır.

Suyun özgöl ağırılığı 0°C' de ve deniz seviyesinde havanınkinden 775 defa daha fazladır. Bu nedenle canlılar su içinde vücutlarını daha kolay taşırlar ve özgöl ağırılıklarına göre su içinde belli derinliklerde yaşayabilirler.

Suyun ağırlığı sıcaklıkla değişirse de genellikle 1 m³ suyun ağırlığı +4 ° C'de 998.4 kg'dır.

- ❖ Canlılar, suyun kaldırma kuvveti nedeniyle hareket sırasında daha az enerji harcarlar.
- ❖ Sucul bitki ve hayvanlarda bağ doku azdır, bunlar ağırlıklarına göre su içinde belli derinliklerde bulunurlar.
- ❖ Bazıları hafif olduğundan yüzeyde kalırken daha ağır olanlar orta derinliklerde veya derinlerde yaşarlar.

* Suyun yoğunluğu sıcaklık, erimiş madde ve basınçla değiştigi için planktonik canlılar suda meydana gelen mevsimsel değişikliğe uyum sağlamak için yaşam bölgelerini veya şekillerini buna uygun olarak değiştirirler.

* Örnek; *Ceratium*, *Closterium*, bazı rotifer ve Crustasea türleri, yazın yoğunluğu az olan sıcak sularda yüzmeyi kolaylaştırmak üzere kitin kabukları üzerinde birtakım çıkıntılar oluştururlar.

5. Viskozite (Akmazlık)

Bir sıvı içindeki moleküllerin çekim ve sürtünme kuvvetleri nedeniyle akma eğilimine karşı gösterdiği iç direnç **viskozite** denir.

Akmazlığın meydana gelebilmesi için bir kafes düzeninde olan sıvı moleküllerini bağlayan bağlama kuvvetinin yok edilmesi gerekir. Böylece gevşeyen moleküller hareket edebilirler.

Su diğer sıvılarla karşılaştırıldığında, örneğin benzin, akıcılığa son derece dirençlidir.

Bunun nedeni su moleküllerini bağlayan hidrojen bağlarının çok miktarda enerji kapsamasıdır.

Suyun viskozitesinin yüksek olması
akmayı sınırlar.

Viskozite suyun sıcaklığı ile ters bir
ilişkiye sahiptir.

Sıcaklık arttıkça viskozite azalır.

Tablo 2.1. Saf suyun viskozitesinin sıcaklıkla değişmesi

<u>Sıcaklık (°C)</u>	<u>Viskozite (%)</u>
0	100.00
5	84.9
10	73.0
15	63.7
20	56.1
25	49.8
30	44.6

- ❖ 0°C'de viskozite 1 iken 25°C'de hemen hemen yarıya iner.
- ❖ Viskozitede suda erimiş minerallerin az da olsa etkisi vardır. Deniz suyunun viskozitesi, tatlı suyunkinden biraz daha fazladır.

6. Suyun Yüzdürme Özelliği (Buoyancy)



- Yüzme yoğunlukla ilgilidir.
- Her cisim su içinde yerini aldığı suyun ağırlığı kadar bir kuvvetle yüzdürülür. Ağırlık arttıkça onu yüzdüren yoğunluğun da artması gerekir.

➤ Yoğunluğu fazla olan bir su, daha iyi bir yüzdürücüdür. Bu nedenle yoğunluğu tatlı sudan daha fazla olan denizde gemiler biraz daha yükselir.

➤ Bunun gibi; aynı yükü taşıyan bir gemi kışın yazın yüzdüğünden biraz daha yüksekte yüzer (Sıcaklık düştükçe yoğunluk artar).

7. Suyun Berraklığı (Transparansi) ve Bulanıklığı (Turbidite)

Saf su oldukça berraktır. Berrak suda ışık çok az bir kayıpla su altında oldukça derinlere kadar inebilir.

Doğal su hiç bir zaman saf su kadar berrak değildir. (Çözünmüş maddeler, mikroskopik bitki ve hayvanlar, askıntı maddeler vb. bir çok parçacık)

Berraklığı çeşitli nedenlerle azalan sulara **bulanık su** adı verilir.

Az bulanık sular yaşama ortamı olarak daha elverişlidir. Çünkü böyle sularda canlılar için gerekli besin maddeleri daha fazladır.

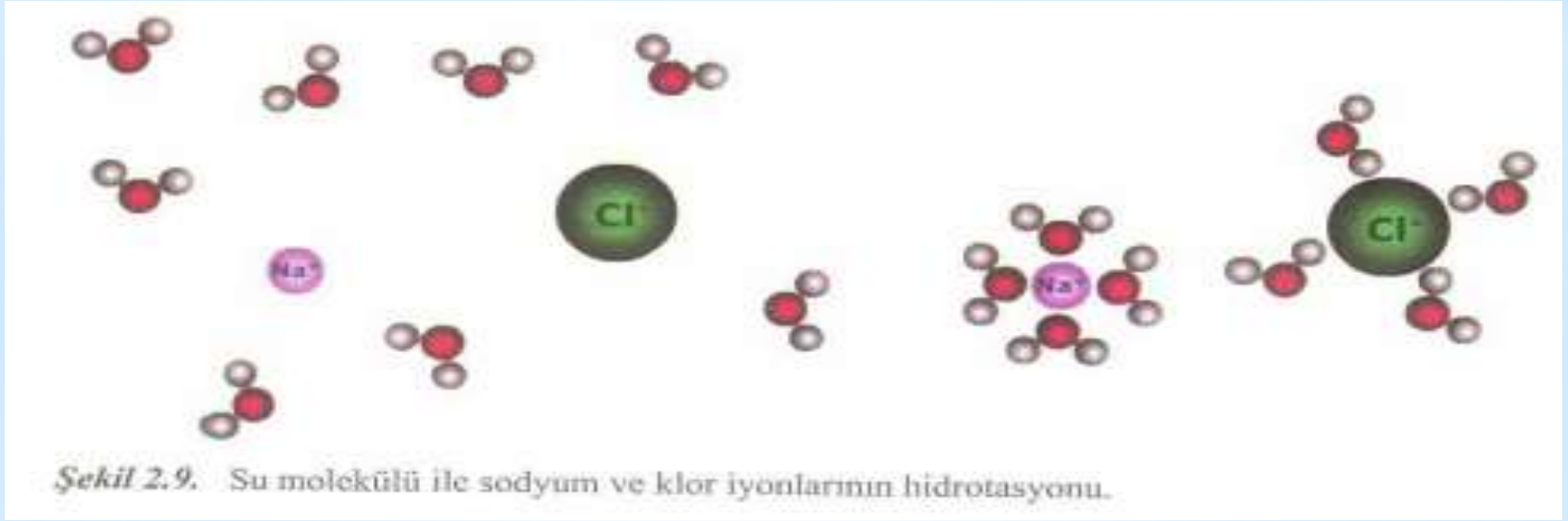
8. Suyun Çözgen Etkisi

Genellikle ‘evrensel çözgen’ olarak bilinen suyun içinde pek çok madde çözünür.

Bunun nedeni suyun dielektrik sabitesinin yüksek olmasındandır. Kimyasal elementlerin yarısından fazlası doğal sularda bulunur. Bir kısım elemente okyanus ve iç sularda eser halde (**iz element**) rastlanır.

❖ Su molekülleri iyon halindeki bileşiklerin katyonlarını, (-) taraflarıyla ve anyonlarını (+) taraflarıyla sararak iyonik örgüden ayırırlar.

❖ İyonik örgüde hareketsiz olan anyon ve katyonlar su molekülü ile sarıldığında hareketli hale geçerler. Bu olaya hidrotasyon denir.



- Kristal sodyum klorürde Na ve Cl atomları iyonik bağlarla sıkı bir şekilde bağlanırlar.
- Bunların çekimi suyunkinin 1/80'i kadardır. Bu nedenle kristal tuz suya karıştığında Na⁺ ve Cl⁻ iyonları derhal ayrılarak su içinde dağılır, başka bir deyişle tuz çözünür.

Suyun etkili bir çözügen olmasını sağlayan iki tip olay (her ikisi de hidrojen bağlarından kaynaklanır) vardır.

Bunlardan biri; hidrojen bağ özelliği nedeniyle, hareketsiz (inert) olarak tanımlanır.

- Birçok amonyum, nitrat ve fosfat bileşigi, şeker, alkol ve organik asitler gibi su molekülünün hidrojen atomlarına, oksijen atomları, hidroksil grupları veya hidrojene bağlı azot aracılığıyla bağlanırlar.
- Bu bileşiklerden bazılarının biyolojik sistemlerde enerji transferi ve depolanmasında oldukça önemli rolleri vardır.

- Suyun ikinci tip çözücü özelliği H-O-H molekülündeki hidrojen ve oksijen atomları arasındaki elektriksel yükün ayrılması ile ilgilidir.
- Su, çok yüksek ‘yük ayırma’ özelliği ile de karakteristiktir. Böylece sodyum klorür ve potasyum tuzları gibi çeşitli tuzlar solüsyonda tutulur.

9. Suyun Diğer Özellikleri

Suyun en önemli özelliklerinden biri geniş bir sıcaklık aralığında sıvı halde bulunmasıdır.

Cıva dışında su, dünyada sıvı halde bulunan tek anorganik maddedir. Petrol ve katran da sıvı formda bulunursa da bunlar organik kökenlidirler.

- ❖ Suyun bilinen sıvı, buz ve buhar hali yanında diğerk maddelerin yüzeyine yapışma eğilimi vardır.
- ❖ Bir sıvı veya katı maddenin başka bir sıvı veya katı maddenin yüzeyine yapışmasına **adezyon** denir.
- ❖ Su molekülleri diğerk maddelerin yüzeyine mekaniksel olarak sıkıca tutunarak **adsorb su** oluştururlar.
- ❖ Adsorb su toprakta ve sucul ortamlarda bakteri, alg ve mantar populasyonlarının korunmasında önemli bir rol oynar.



Cisimlerin moleküllerini kendi aralarında bağlayan kuvvete **kohezyon** denir.

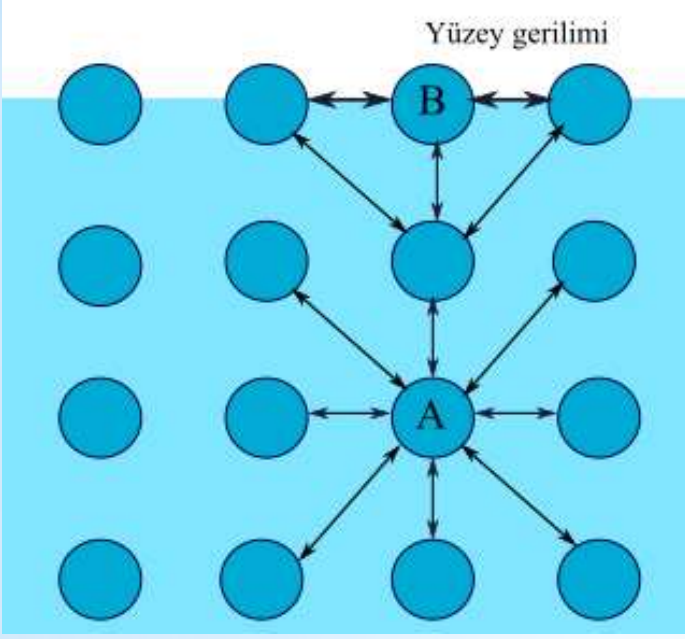
*Kohezyon sıvısal bir özelliktir.

*Su, adhezyonu yüksek, kohezyonu düşük bir sıvı olduğu halde cıva bunun tersidir. Cıva, kağıt üzerine damlatıldığı zaman onu ıslatmadan yuvarlak bir damla oluşturur.

❖ Su oldukça büyük organik ve anorganik moleküllerle de bileşik yapabilir.

❖ Organik madde moleküllerinin çoğu, suda çözünebilenlerden daha büyük olduklarından suda kolloidal (askıntı) halde bulunurlar.

❖ Sitoplazma yapı bakımından kolloid bir sistemdir. Buradan anlaşılacağı gibi su ekosferin her yerinde ve yaşamın her olayının içinde bulunan bir maddedir.



Bir su kütlesinin yüzeyinde su moleküllerinin hareketi simetrik değildir.

Su içindeki moleküller her yönde bağlı oldukları halde, yüzeydekiler sadece alttakilere ve yandakilere bağlıdır. Çünkü üstte bağlanacak molekül yoktur.

İçeriye doğru bir hareket olduğu zaman moleküller arasındaki kohezyon kuvveti nedeniyle su kütesinin yüzeyindeki moleküller gerilmiş esnek bir zar gibi yüzeyde ince bir tabaka oluştururlar.

Buna **yüzey filmi** denir. Yüzey filmi gergin tutan kuvvete de **yüzey gerilimi** adı verilir.

❖ Yüzey gerilimi Dyn ile ölçülür.

❖ 15°C'de yüzey gerilimi 73.5 dyn olarak saptanmıştır.

❖ Yüzey gerilimi sıcaklık ve suda askıntı organik maddelerin artışıyla azalırken anorganik tuzların bulunuşuyla artar.

❖ Saf suyun yüzey gerilimi (cıva hariç) en yüksektir.

Yüzeydeki su ile üzerindeki hava arasındaki yoğunluk farkı 1000 kattır.

Bu durum hava ile ilişkili olan su yüzeyinin çok ince bir zarla (yüzey filmi) kaplıymış gibi görünmesine neden olur.

❖ Özgül ağırlıklarına göre ıslanmayan maddeler yüzey filmi üzerinde taşınabilir. Örneğin bir bardak suyun yüzeyinde kuru çelik bir iğne batmadan kalabilir. Aynı şekilde kum tanelerinin de bazen su yüzeyinde yüzdüğü görülür.

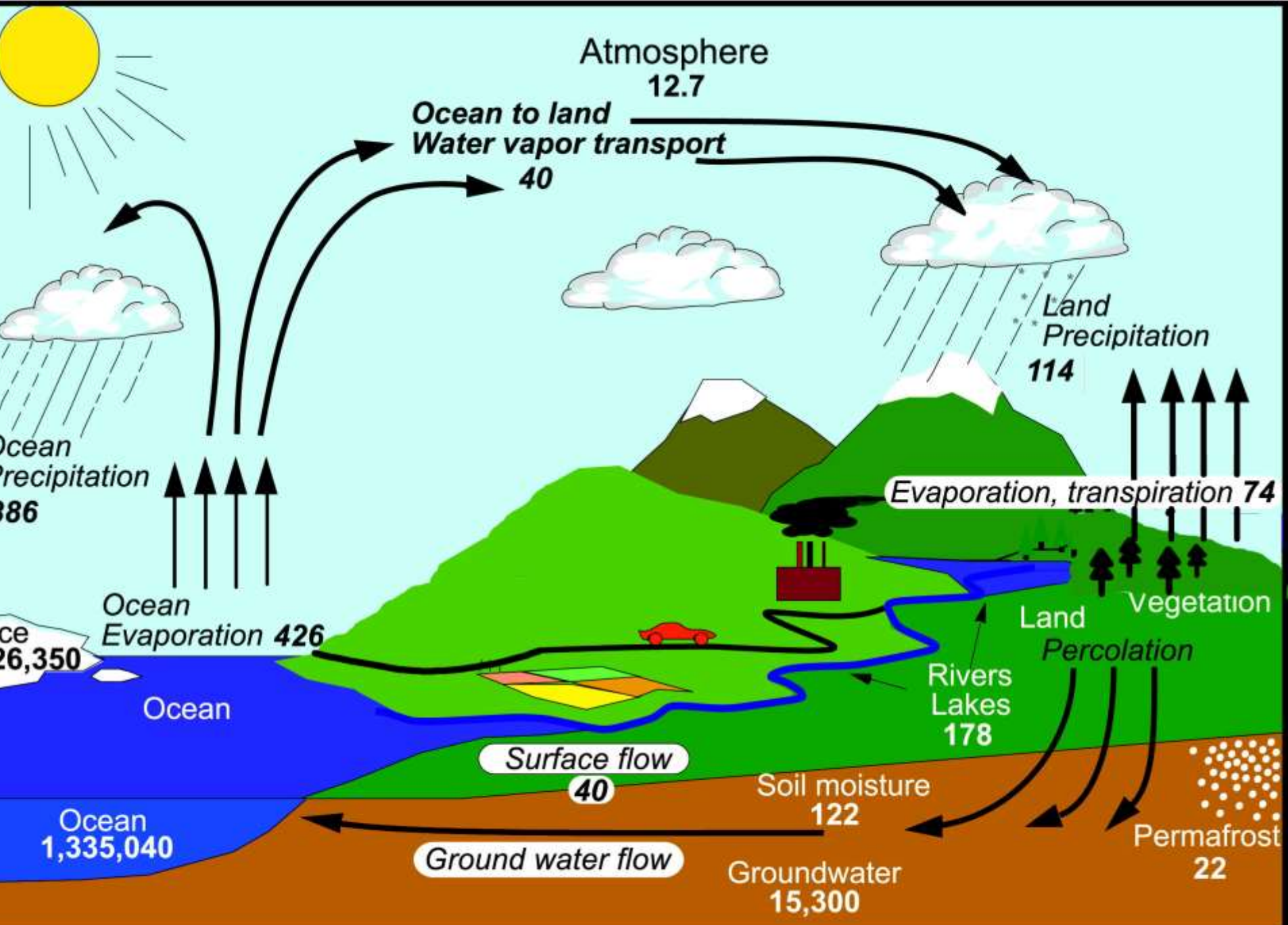
❖ Yüzey filmi bazı hafif bitki ve hayvanlar için geçici veya sürekli yaşam ortamı oluşturur. Yüzey filmine uyum sağlamış türler **nöston** adı altında toplanır. Bu canlılar su yüzeyinde hareketlerini sahip oldukları hidrofaj yüzeylerle sağlarlar .

Ekosferde Hidrolojik Döngü

Dünyanın içerdiği total su kütlesi kapalı bir sistem oluşturur. Hiç bir su molekülü dünya ve atmosferin dışına çıkmaz.

Su sürekli olarak, güneş ışını, yoğunlaşma ve yerçekiminin etkisiyle katı, sıvı ve gaz haline dönüşebilir.

Bu olaya hidrolojik dolanım veya döngü denir.



Units: Thousand cubic km for storage, and *thousand cubic km/yr* for exchanges

*1990s

Hidrolojik dolanım ile dünya yüzeyinde oldukça fazla bir su kütlesi buharlaşma ve terlemeyle atmosfere taşınırken; kar, yağmur vb. yağışlarla tekrar dünyaya döner.

Dünyada 1.4 milyar km^3
(13.967×10^{20} gr) su kütlesi sıvı, katı ve buhar olarak bulunmaktadır.

Bu su kütlesinin %97.5'u okyanus ve denizlerdeki su, geri kalanı buzul, kar ve buz halindedir.

Bu açıklamalar saf su içindir. Ancak, doğada hiç bir zaman saf su bulunmaz. Çünkü hidrolojik döngünün her evresinde çeşitli kirlenmelerin olması kaçınılmazdır.

Bütün doğal sular bir dereceye kadar kirlidir. Hatta yağmur suyu bile bir çok eriyik içermektedir. Ancak buharlaşma ve yoğunlaşma ile arınır.

Bu nedenle bütün doğal suların bileşimi değişiktir. Yağmur suyu ve deniz suyunun bileşeni açıkça farklıdır.

Bir göl veya nehir suyu da birkaç km ötedeki benzerinden içerik bakımından oldukça büyük farklılık gösterebilir. Hatta bir nehrin suyu farklı toprak tabakalarından geçerken oldukça değişebilir.

Bu bakımdan iç sulara bir tek homojen maddeymiş gibi tatlı su demek doğru olmaz.

Limnolojist daima doğal suların lokal şartlardan etkilendiğini unutmayarak çalışmalarında bunu göz önünde bulundurmak durumundadır.