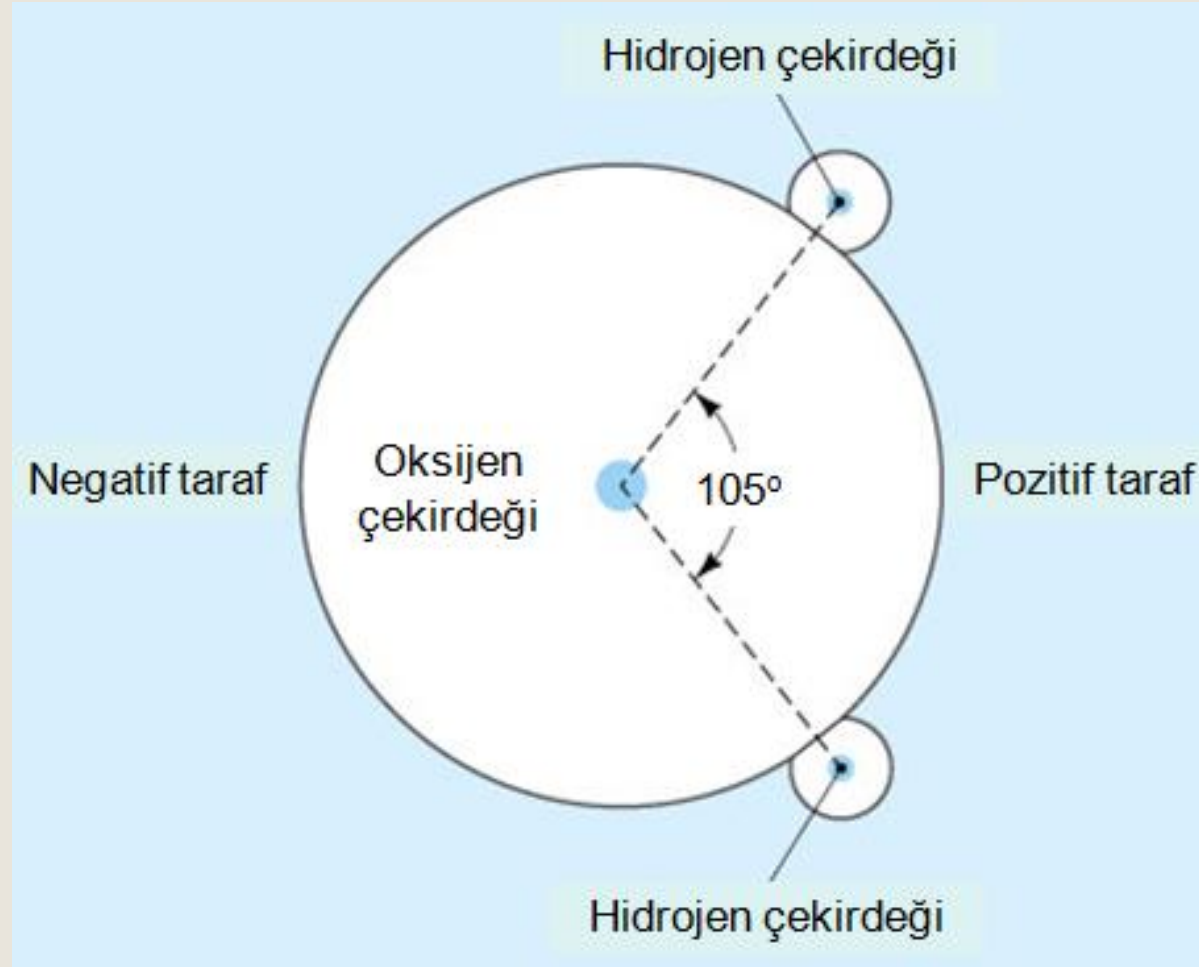


ARAZİ KAYNAKLARI
SU KAYNAKLARI

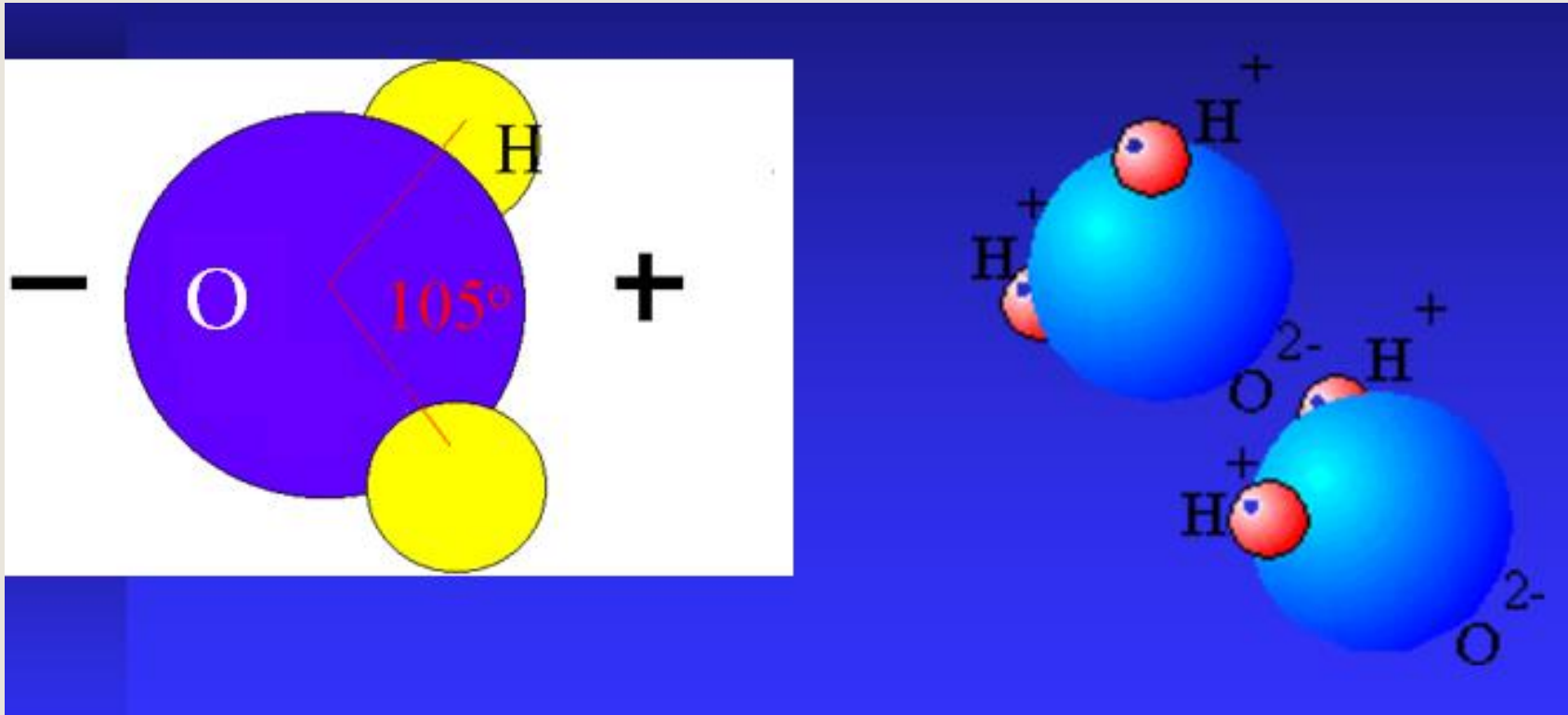
Prof. Dr. Günay ERPUL
Ankara Üniversitesi

Toprak Suyu

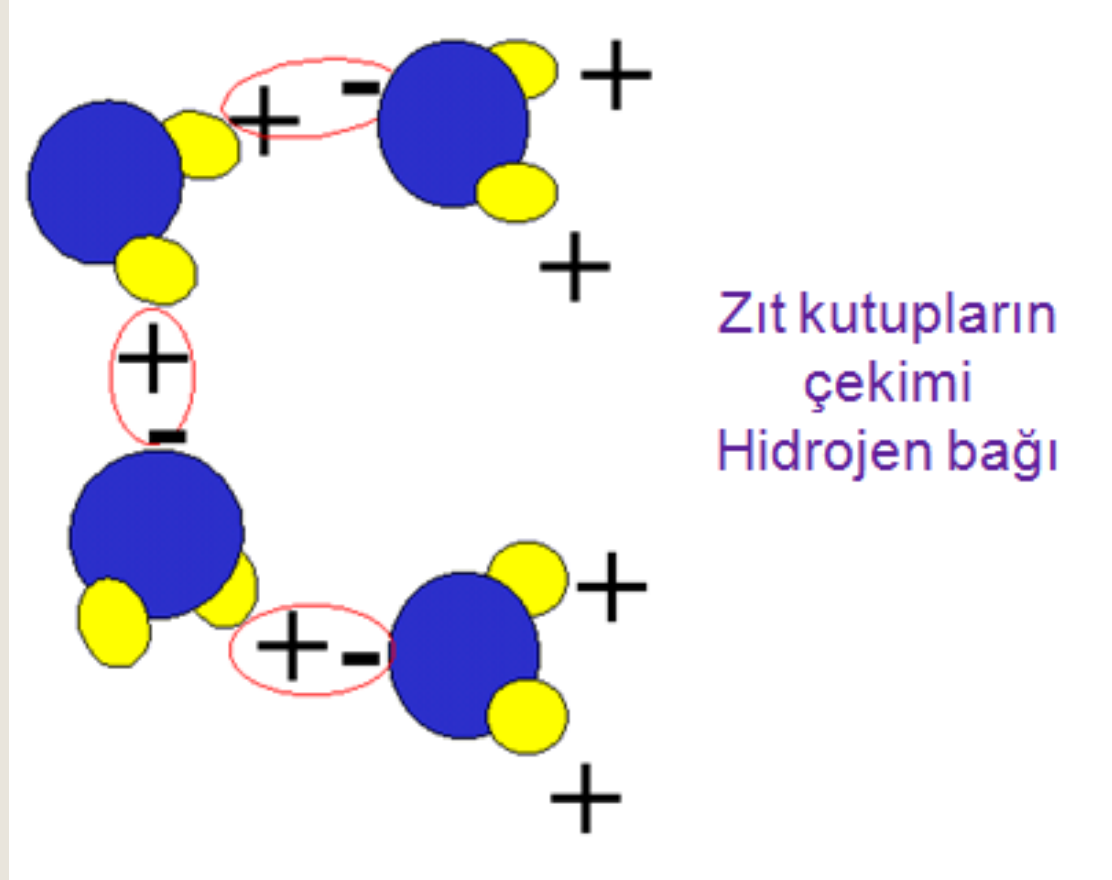
Su molekülünün yapısı

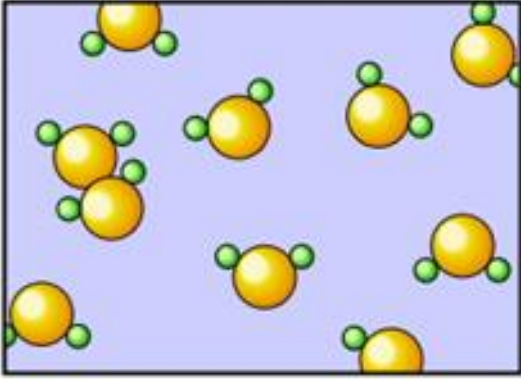


Polarite (kutupsallık) ve Hidrojen bağı



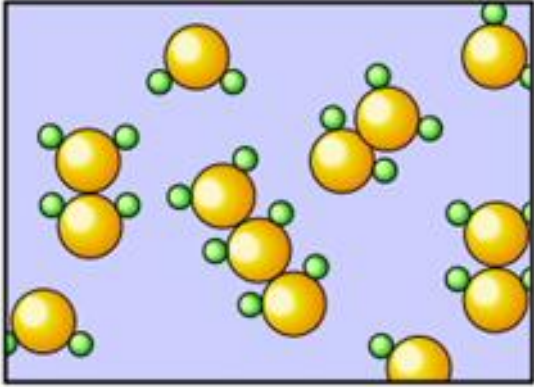
Polarite (kutupsallık) ve Hidrojen bağı





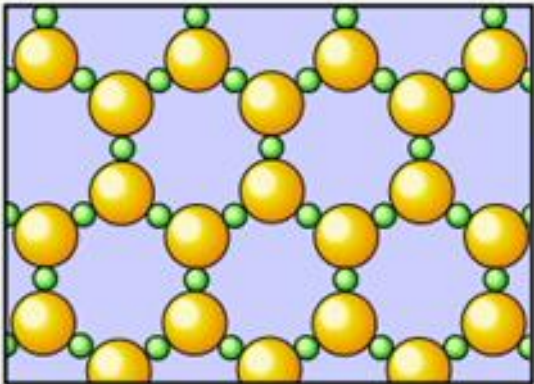
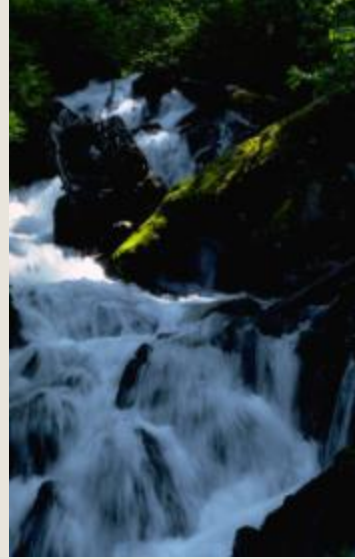
Rastgele
Moleküler
Buhar halde
suyun yapısı

Gaz



Yarı-düzenli
Moleküler
Sıvı halde
suyun yapısı

Sıvı



Düzenli
Moleküler
Katkı halde
suyun yapısı

Katkı

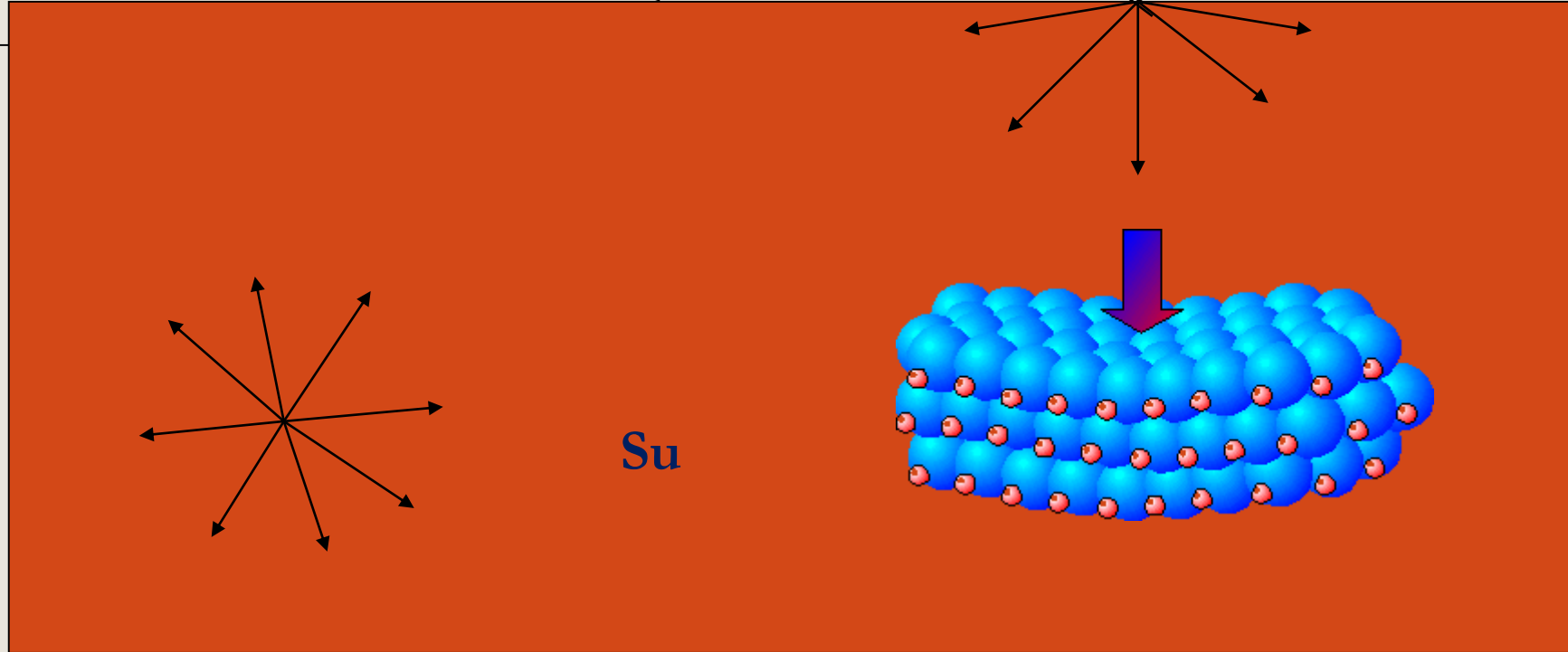


Toprak Suyu

Yüzey Gerilimi

■ Su-hava ara-yüzeyi

Hava



Adezyon ve Kohezyon (Yüzey Gerilimi)



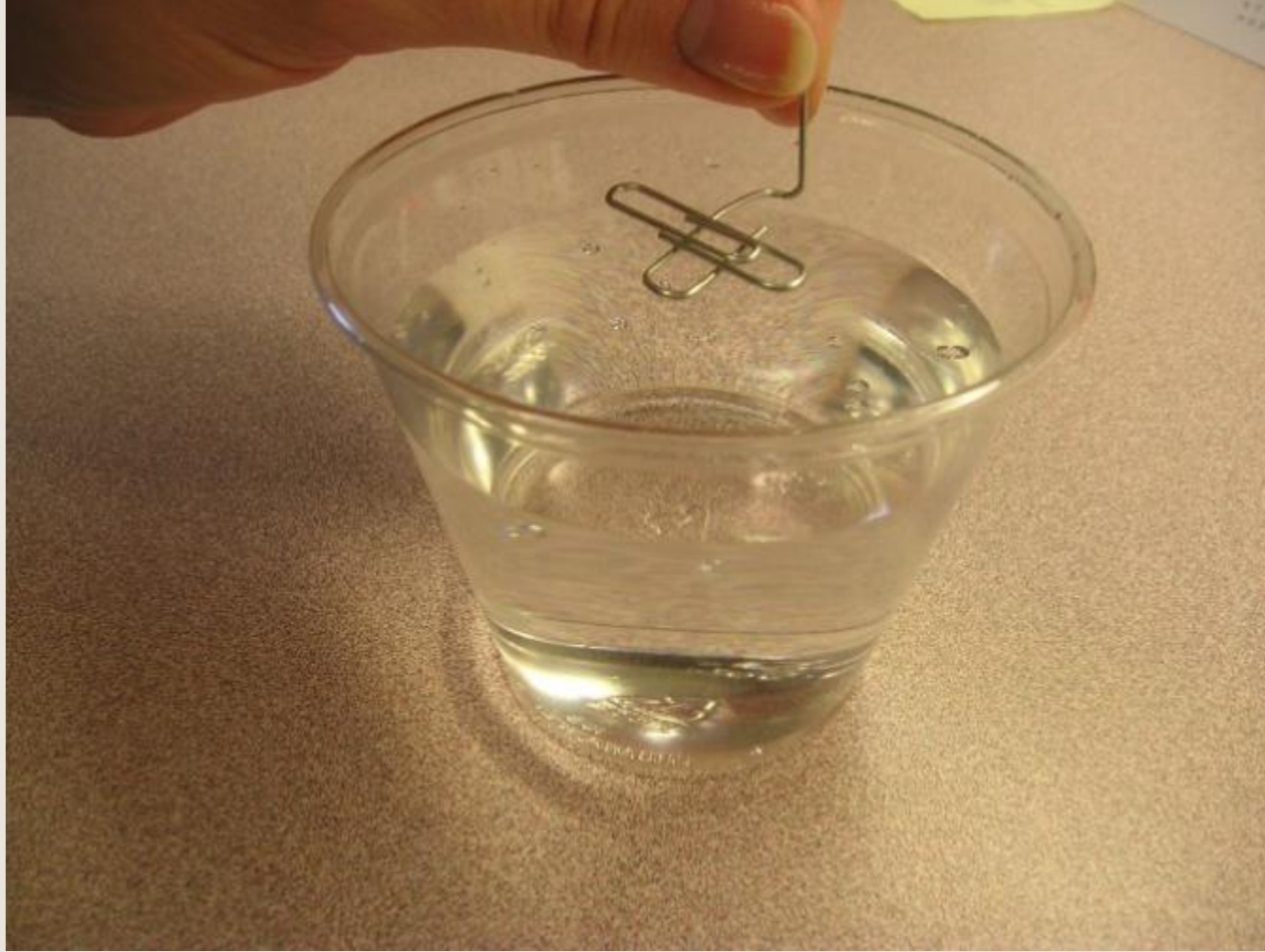
Günlük yaşam deneyimleri: iki parmak arasında bir su damlasının tutulması

Adezyon ve Kohezyon (Yüzey Gerilimi)



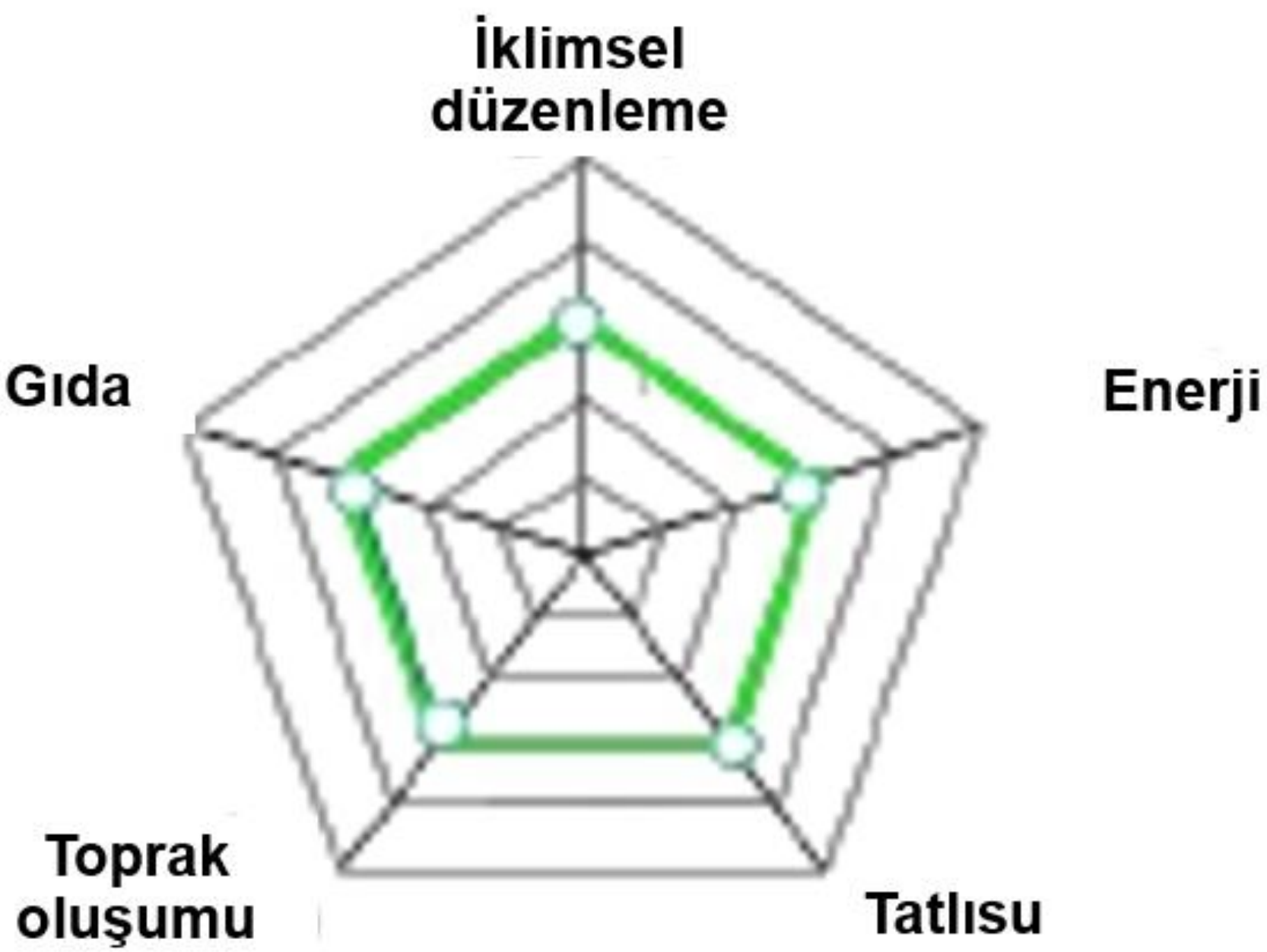
Günlük yaşam deneyimleri: bir böceğin (sineğin) su üzerinde batmadan yürümesi

Adezyon ve Kohezyon (Yüzey Gerilimi)

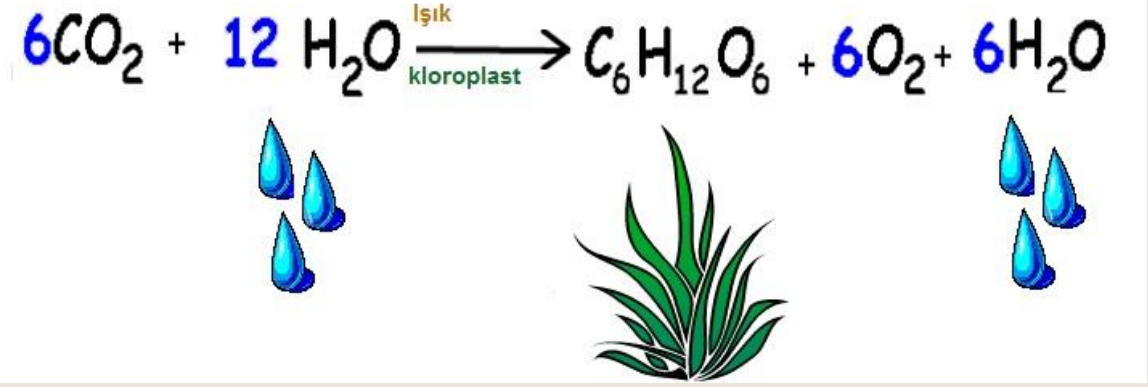
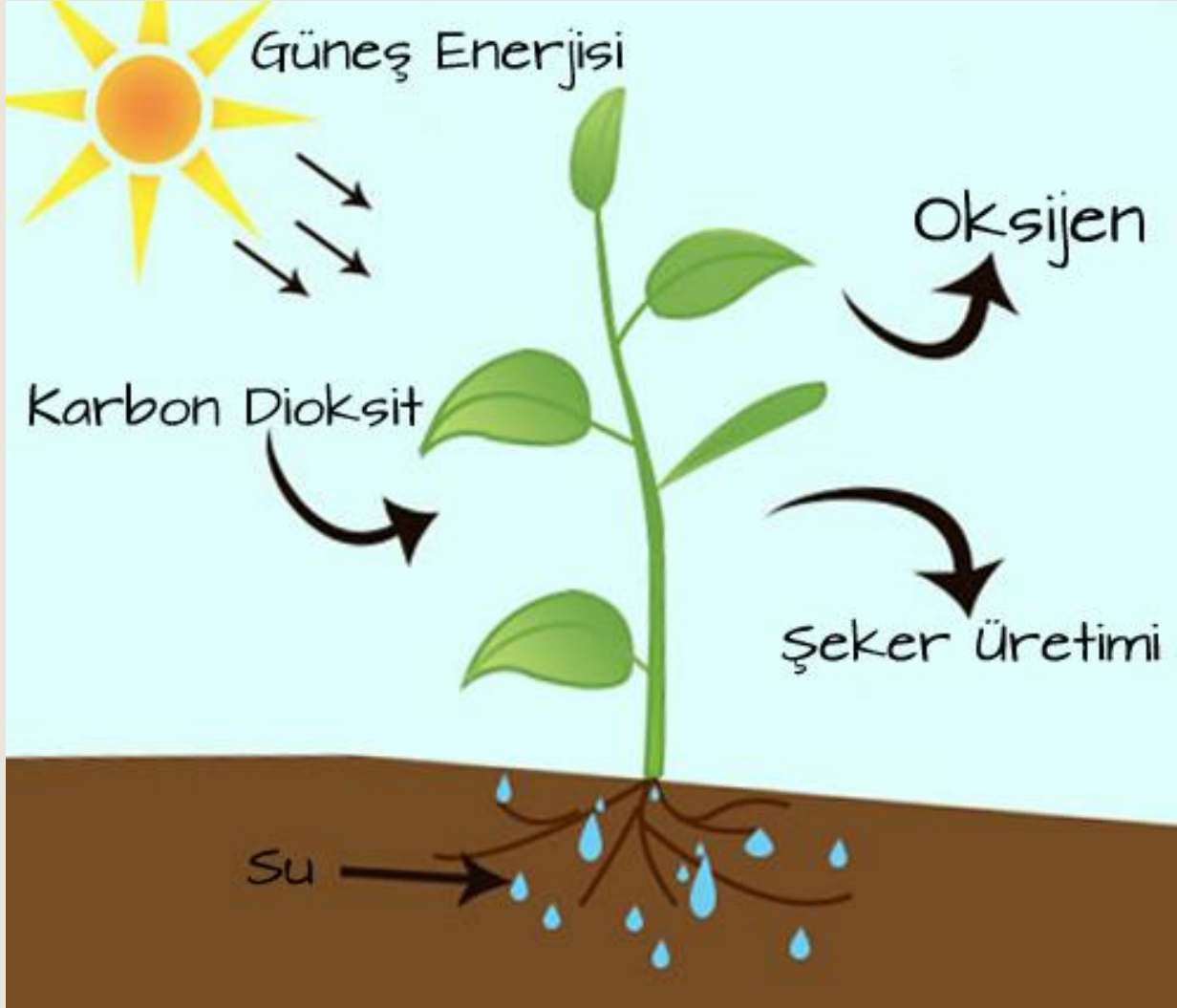


Günlük yaşam deneyimleri: metal tel su etkileşimi

SU, insanın hayatta kalması ve sağlıklı yaşaması için zorunludur ve ekonominin birçok sektörü için önemlidir. Ancak kaynaklar, yer ve zaman olarak düzensiz bir şekilde dağılmıştır ve insanlığın faaliyetleri nedeniyle baskı altındadır.



Temel Fotosentez

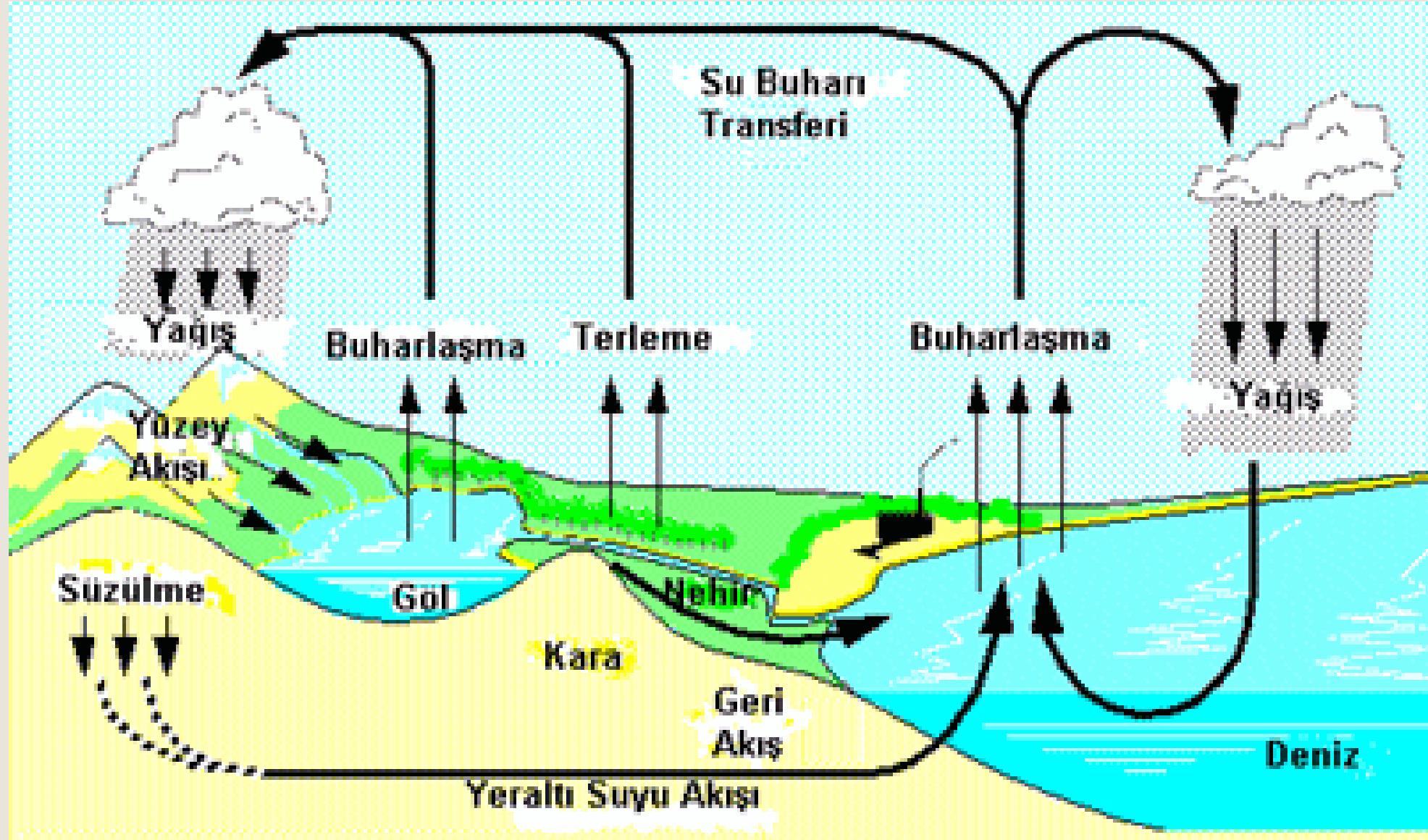


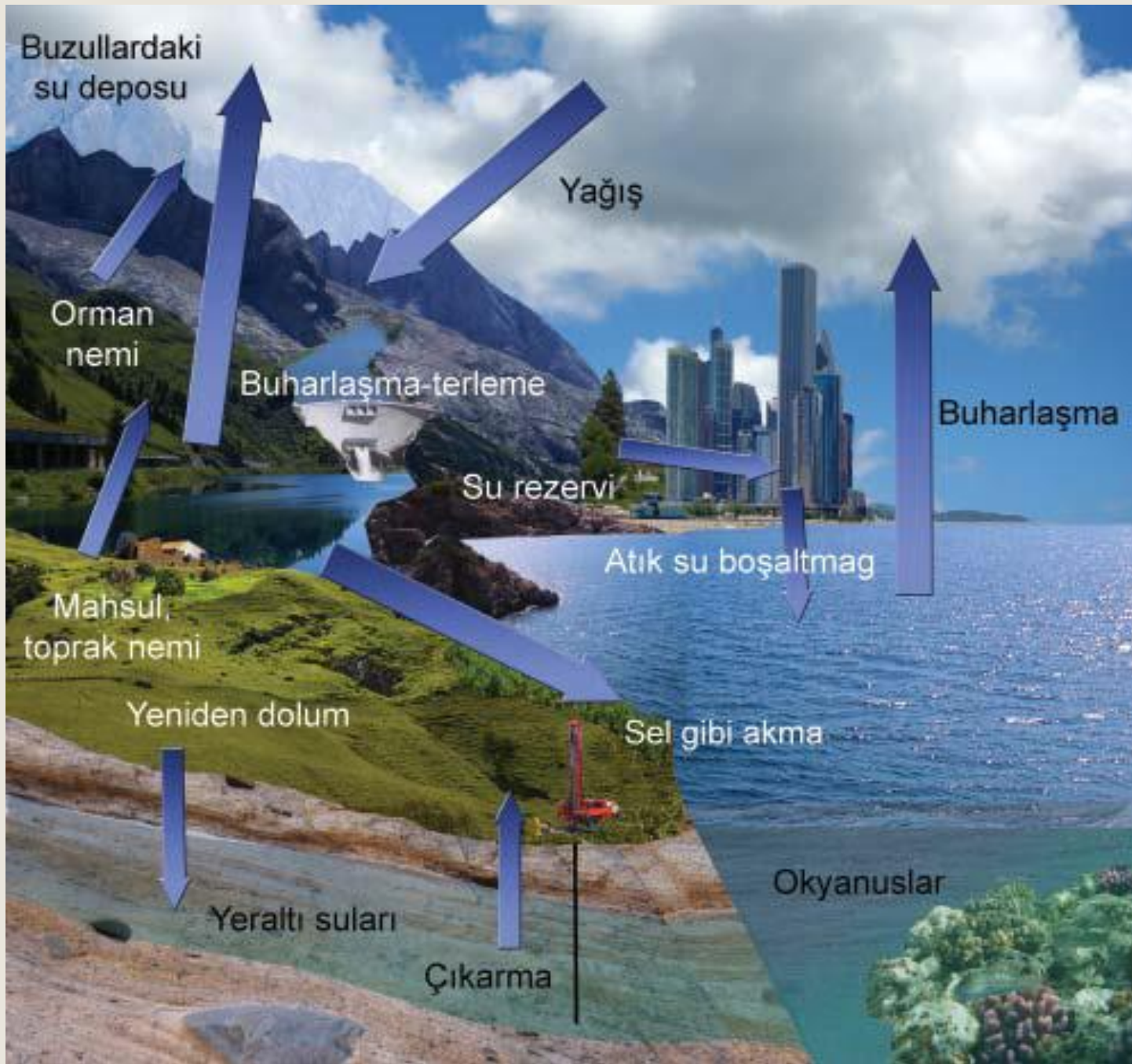
Fotosentez Denklemi

Karbondioksit + Su $\xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}}$ Glikoz + Oksijen



Hidrolojik Döngü = Su Çevrimi





Su bilimi (hidroloji), karasal ortamın üzerinde ve içindeki suyun hareket ve özelliklerini inceleyen bilim dalıdır.

Yeryüzü üzerindeki ya da içerisindeki su, sürekli bir döngü içerisindeki su, sürekli bir döngü içerisindeki su, sürekli bir döngü içerisindeki su.

Günümüze uyarlanmış su çevrimi bileşenlerinin şeması

Toplam su

Okyanuslar %97,5

Tatlı su %2,5

Buzullar %68,7

Yeraltı suları %30,1

Donmuş tabaka %0,8

Yüzey ve atmosferik su %0,4

Tatlı su gölleri %67,4

Sulak araziler %8,5

Toprak nemi %12,2

Nehirler %1,6

Atmosfer %9,5

Bitkiler ve hayvanlar %0,8

Dünya'daki suyun küresel dağılımı

Dünya çapında, insan faaliyetleri ve doğal güçler kullanılabilir su kaynaklarını azaltmaktadır. Halkın suyun daha iyi kontrol edilmesi ve korunması gerekliliği hakkındaki bilinci son on yılda artmış olmasına rağmen, ekonomik kriterler ve siyasi düşünceler hala su politikasını her düzeyde kullanma eğilimindedir.

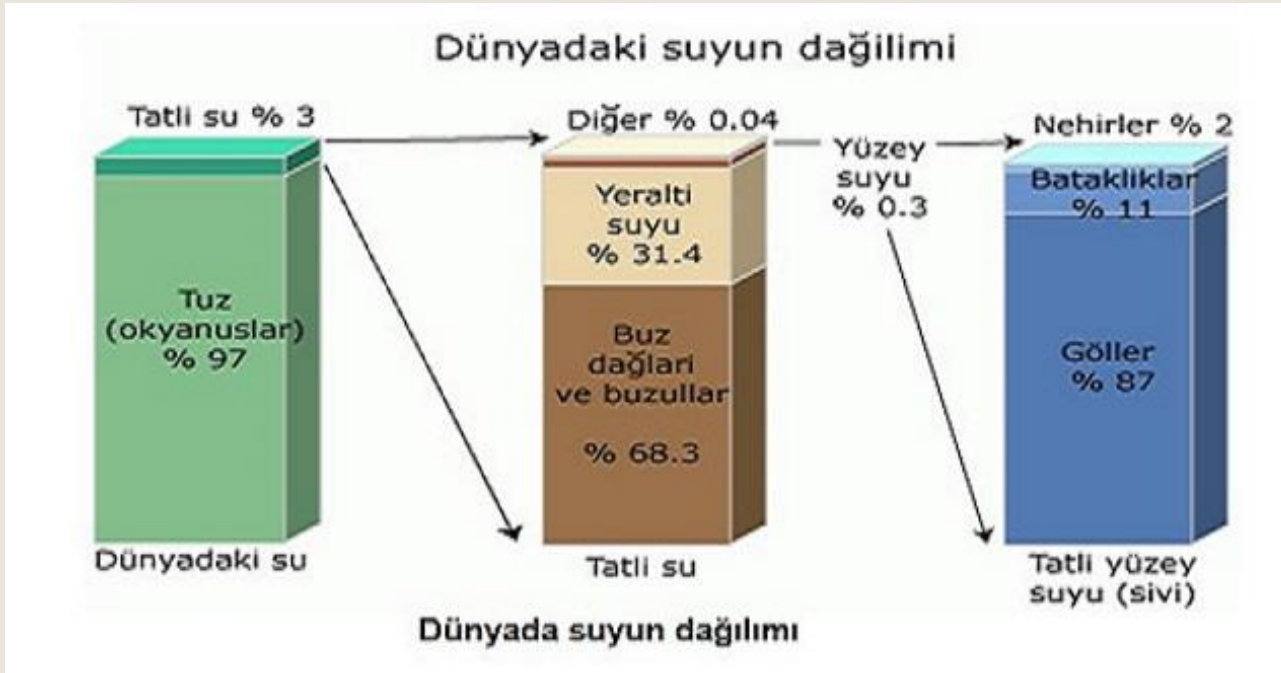
Su kaynakları üzerindeki baskılar özellikle kentleşme, nüfus artışı, artan yaşam standartları, su için artan rekabet ve kirlilik gibi insan faaliyetleri sonucunda artmaktadır. Bunlar iklim değişimi ve doğal koşullardaki değişiklikler ile daha da şiddetlenmektedir.

Dünya üzerinde su nerede ve hangi şekillerde bulunur?

Dünya'daki su doğal olarak farklı şekillerde ve yerlerde bulunur; havada, yüzeyde, yer altında ve okyanuslarda bulunmaktadır.

Tatlı su Dünya'daki suyun sadece %2.5'lik kısmını oluşturur ve bunun çoğu buzullar ve buz tabakaları içerisinde donmuş haldedir. Kalan donmamış haldeki tatlı su başlıca yeraltı suyu olarak bulunur, sadece küçük bir kısmı yer üstünde ya da havada bulunur.

Dünya'daki tatlı suyun üçte ikisinden fazlası buzullarda ve buz tabakalarında donmuş halde bulunur fakat çoğu, iklim değişimi sonucunda azalmaktadır.



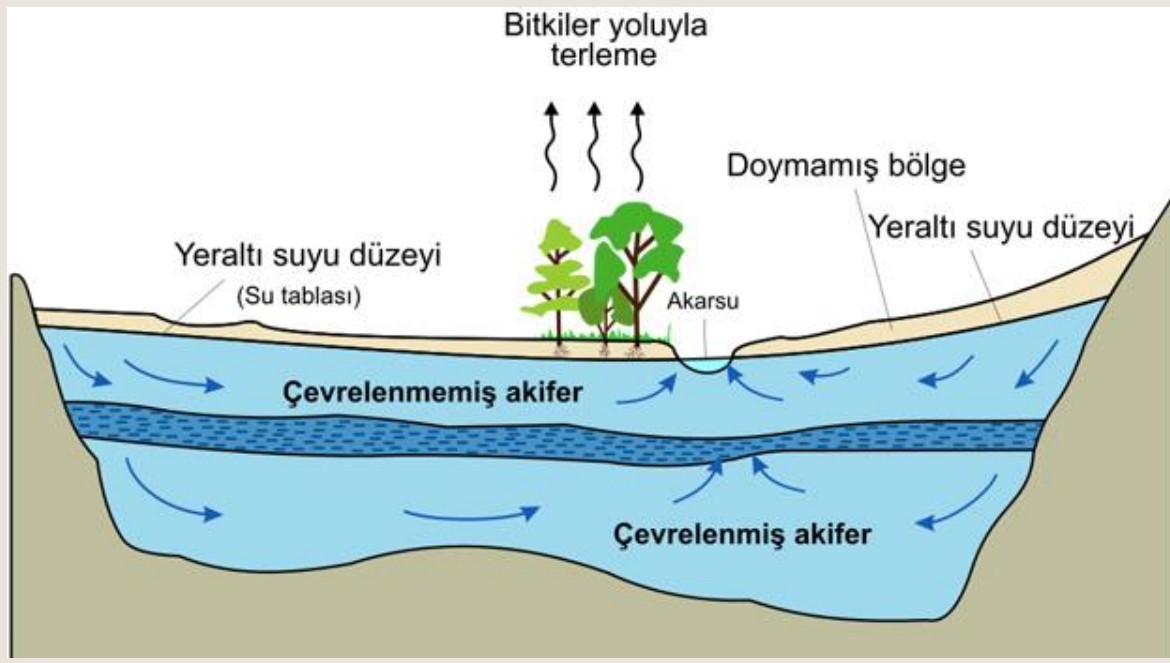
Dünya üzerinde su nerede ve hangi şekillerde bulunur?

Yağış – yağmur, kar, çığ vb. – su kaynaklarının yenilenmesinde, yerel iklim koşullarını ve biyolojik çeşitliliği tanımlamada anahtar rol oynar. Yerel koşullara bağlı olarak yağış, nehirleri ve gölleri besleyebilir, yer altı sularını yeniden doldurabilir ya da buharlaşma ile havaya geri dönebilir.

Buzullar suyu kar ve buz olarak depolar, çeşitli miktarlarda suyu mevsime bağlı olarak yerel akıntılara bırakırlar. Fakat bir çoğu iklim değişikliğinin sonucu olarak azalmaktadır.

Nehir havzaları su kaynaklarının yönetimi için kullanışlı birer “doğal birim” olup, bir çoğu birden fazla ülke tarafından paylaşılmaktadır. Nehir akışları mevsimden mevsime ve bir iklim bölgesinden diğerine büyük ölçüde değişebilir. Göller büyük miktarlarda su depoladığı için, nehirlerde ve derelerde akan su miktarındaki mevsimsel farkları azaltabilirler.

Sulak araziler – bataklıklar, taşkına uğrayan düşük rakımlı topraklar ve kıyı gölleri dahil – dünya yüzeyinin %6'dan fazlasını kaplamakta ve yerel ekosistemlerde ve su kaynaklarında anahtar rol oynamaktadırlar. Bunların birçoğu yok edilmiştir fakat kalan sulak araziler hala su baskınlarını önlemede ve nehir akışlarını arttırmada önemli rol oynayabilirler.



Yeraltı Suyu

Donmamış haldeki tatlı suyun neredeyse tamamı yerin altında **yeraltı suyu** olarak bulunur. Genellikle yüksek kalitede olan yeraltı suyu çoğunlukla içme suyu sağlamak ve kuru iklimlerde çiftçiliği desteklemek için çekilmektedir. Yeraltı suyu doğanın yeniden doldurabileceğinden daha hızlı çekilmediği sürece kaynak yenilenebilir sayılır, fakat bir çok kuru bölgede yeraltı suyu kendini yenilemez ya da çok yavaş biçimde yeniler.





Konya ovasında aşırı ve denetimsiz yeraltı suyu kullanımı sonucu oluşan obruklar yöre tarımını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır.



İnsan faaliyetleri su kaynaklarını hangi yollarla etkileyebilir?

Su kaynakları ciddi tehditlerle karşı karşıya kalmakta ve tümüne esasen insan faaliyetleri neden olmaktadır. Bunların içerisinde çevre kirliliği, iklim değişimi, kentsel büyüme ve ormanların yok edilmesi gibi kırsal değişimler bulunmaktadır. Bunlardan her birinin, genellikle doğrudan ekosistemler üzerinde ve dolayısıyla su kaynakları üzerinde kendi özel etkisi vardır.

İyi yönetilmeyen çiftçilik, orman temizleme, yol yapımı ve madencilik gibi faaliyetler çok miktarda toprağın ve havada kalan parçacıkların nehirlerde sonlanmasına yol açabilir (tortulaşma). Bu da su ekosistemine zarar verir, su kalitesini bozar ve iç su nakliyesini engeller.

Çevre kirliliği su kaynaklarına ve su ekosistemine zarar verebilir. Başlıca kirletici maddeler arasında, örneğin atık su tahliyesindeki organik maddeler ve hastalığa yol açan organizmalar, tarımsal alanlardan gelen gübreler ve tarım ilaçları, hava kirliliği sonucu oluşan asit yağmurları, madencilik ve endüstriyel faaliyetler sonucu açığa çıkan ağır metaller bulunmaktadır.



Vahşi sulama



Harran Ovasında yanlış ve aşırı sulama



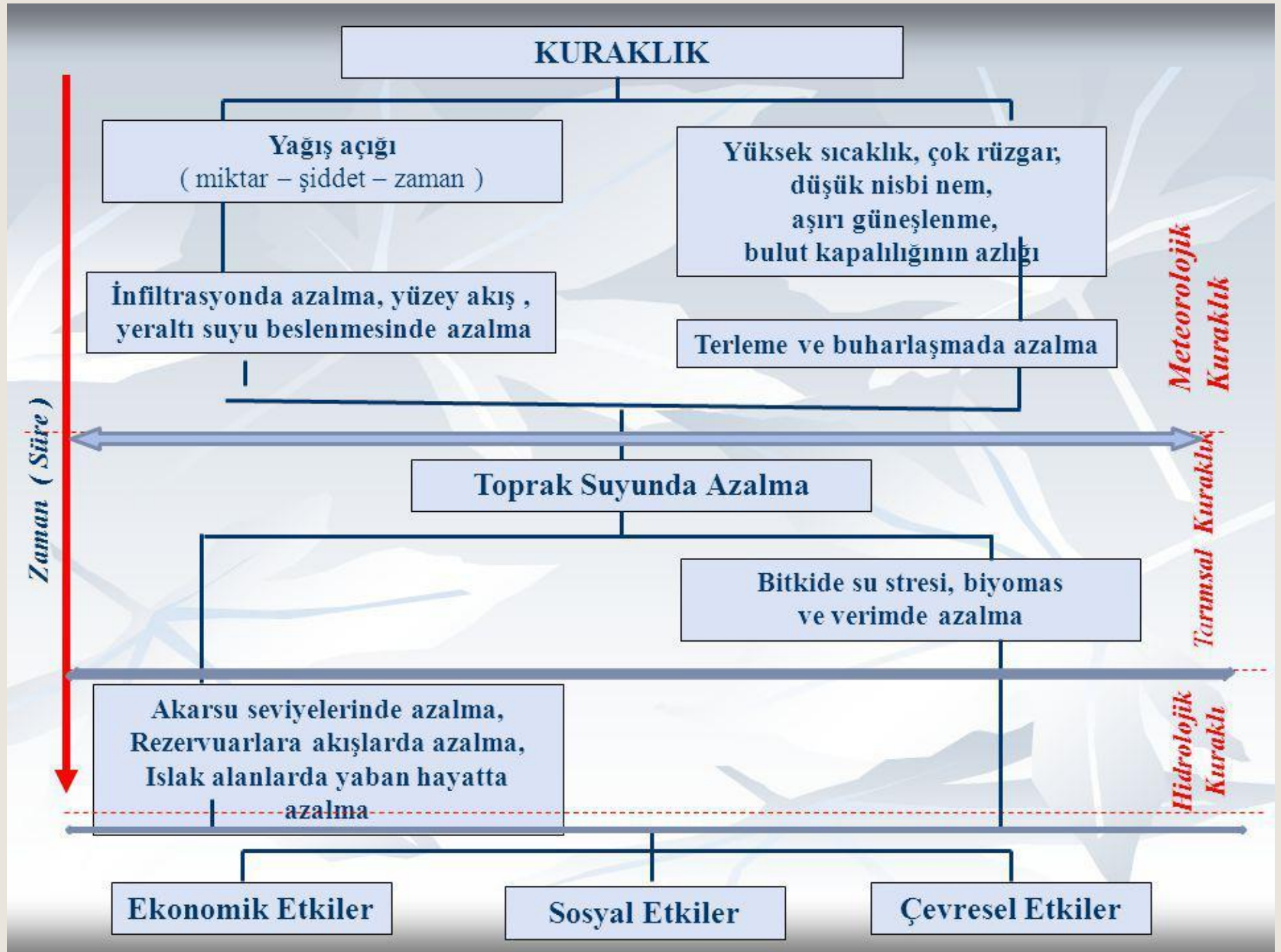
Maden sahası atık su depolama



Atık-su tahliyesi

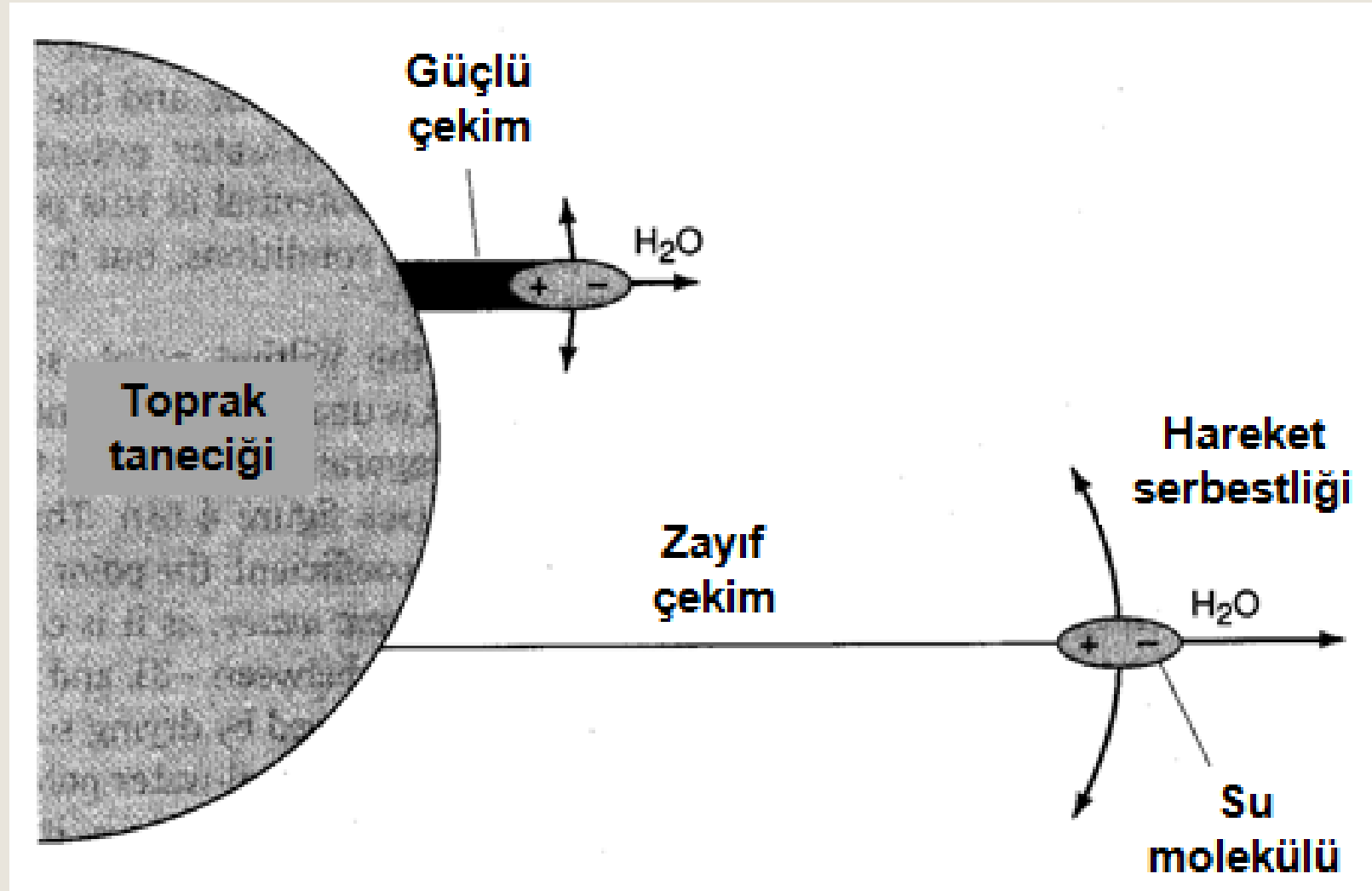
İnsan faaliyetleri su kaynaklarını hangi yollarla etkileyebilir?

Kuraklık



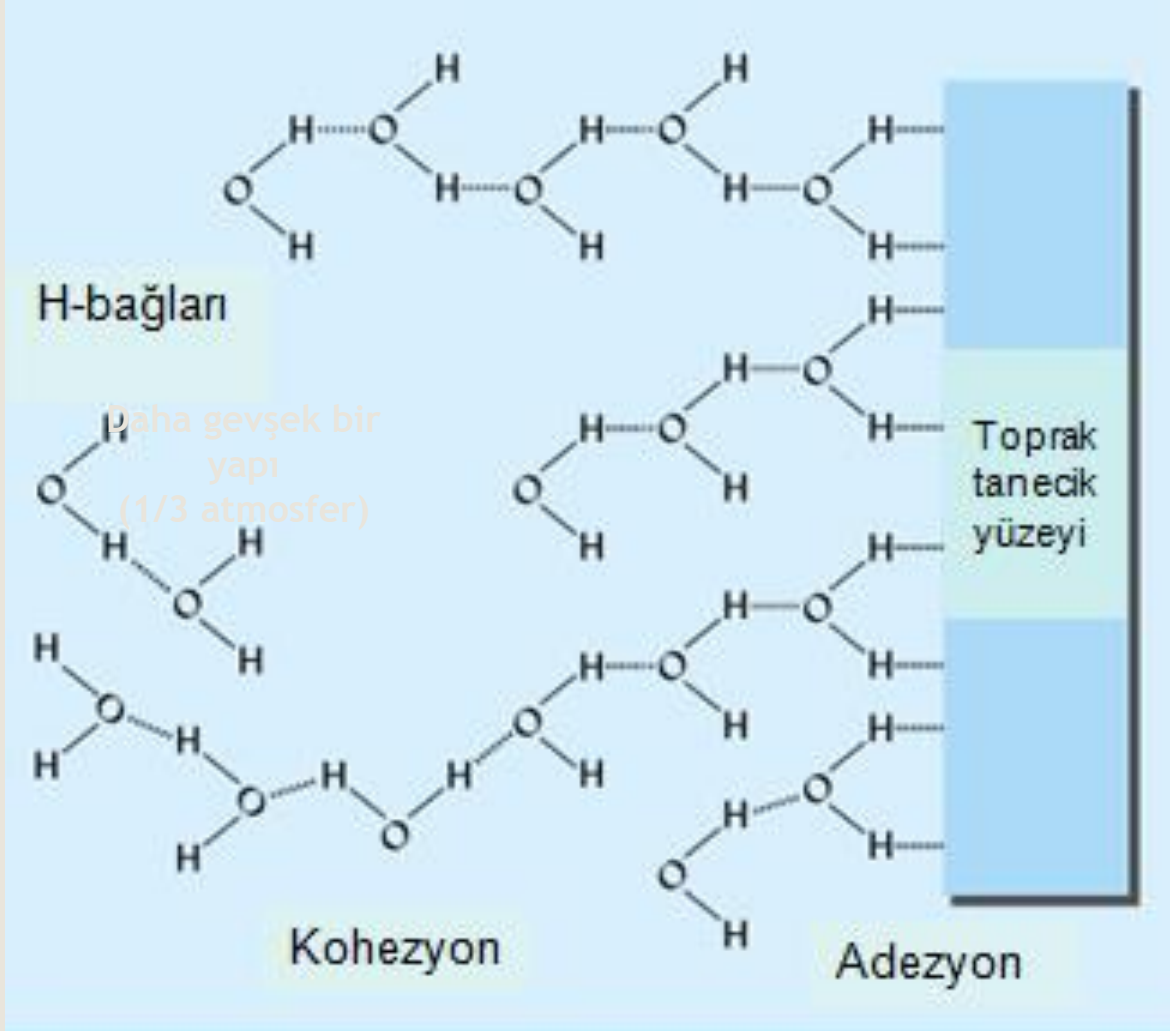
Toprak Suyu

Adezyon ve Kohezyon



Toprak Suyu

Adezyon ve Kohezyon (Elektro-Statik Kuvvetler)



Bir toprak su sisteminde kohezyon (su molekülleri arasında) ve adezyon (su ve katı yüzey arasındaki) kuvvetler. Kuvvetler büyük oranda H-bağlarının bir sonucudur. Adeziv veya yüzeyde tutucu (adsorptif) güç katı yüzeyden uzaklaştıkça hızla azalır.

İnsan faaliyetleri su kaynaklarını hangi yollarla etkileyebilir?

Hem yüzeydeki sulardan hem de yeraltı sularından çok fazla su çekmenin etkileri dramatik olmaktadır. Zayıf su yönetimi uygulamaları ve ormanların yok edilmesini içeren nedenlere işaret etmek için yapılanlar çok azdır. Son on yıllık dönemlerde, yeraltı kaynaklarından çok daha fazla su çekilmiştir. Yeraltı sularını çekmenin faydaları çoğu kez kısa ömürlüdür, buna karşılık olumsuz sonuçları – örneğin, düşük su seviyeleri ve tükenen kaynaklar – uzun süre devam edebilir.



Aral Denizi: Nehirlerin sulama için yönlendirilmesi önemli ölçüde boyutlarını azaltmıştır.

İnsan faaliyetleri su kaynaklarını hangi yollarla etkileyebilir?



Photo 1. This is the photo of 1984, which shows the Akgöl Lake Wetland with a lake reservoir at full and surrounded by smaller lakes and wetlands. North, Northeast and Northeast areas of the Akgöl Lake is deserted and degraded land of historical much larger wetland ecosystem, started drying up from the 1950s when its surface area was around 24.000 ha. In fact, the first dam was constructed in 1958 (Ayrancı Dam), which resulted in narrowing down of the Wetland. The total surface area of Akgöl till 1960's had been approximately 21.500 ha. From West and Southeast parts of the lake, having relatively higher elevation, agricultural plots are clearly discernible. South is the last parts of the Taurus Mountains, reaching out to the Wetland. Considering that the Taurus Mountain is one of the most important karstic region of the Turkey and dolines are characteristics landforms of this area, it is not so hard to envision how rich was the Akgöl Lake Wetland with water resources and related ecosystem functions and services.



Photo 2. This image of 1985 depicts the situation of the Akgöl Lake Wetland Ecosystem immediately after 2nd dam construction in 1984 (İvriz Dam). Decreases in the water levels in the lake and surrounding reeds and wetlands are profoundly clear. Particularly, the smaller lakes and reeds present at the Northwest tip of the main lake dries up, completely. The more the wetland ecosystem shrinks and the dryland expands. The light colored or whitish color of the land indicates calcium carbonate rich shallow soils with marn parent material, which is rather noticeable around main drainage canals in the area, where problematic saline and alkaline soils rich in boron and with very low infiltration extend. Since 1960s, it is estimated that almost 16.200 ha of the area has been completely dried.



Photo 3. This imagery from 1998 pictures the further drying of the Akgöl Lake Wetland ecosystems after 3rd dam (Gödet Dam) built in 1988. After a decade, continuous human-induced ecosystem degradation accelerated by the effects of the climate change caused critical changes in the area and is evident of irreversible start of converting lake, reed-beds and swamps to dryland environment.

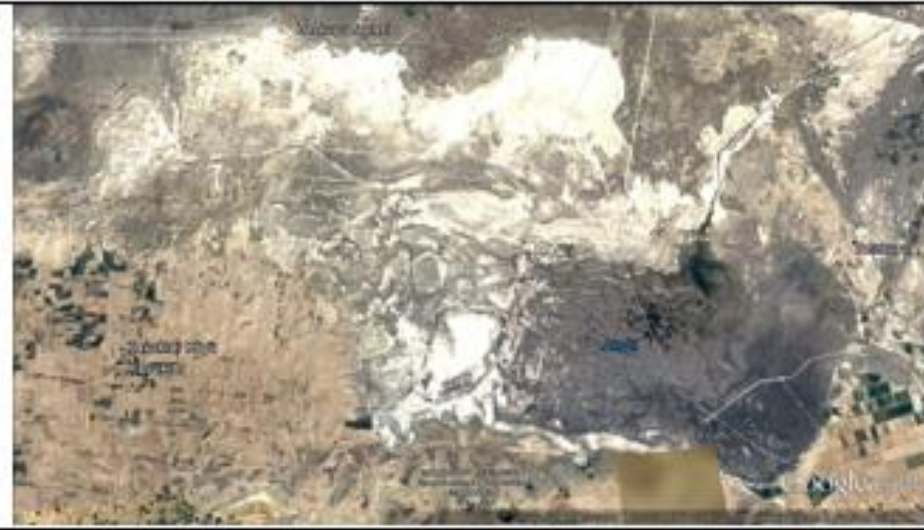


Photo 4. Satellite image of 2008 displays the last stage of complete exsiccate of the main lake body in reference to Photo 1. Land use changes to agriculture is also visible eastern part of the lake. At last, during a span of 60 years, starting 1950s, old lake beds turned to the dryland in 2000s, and since then, the agriculture has been promoted.



Photo 5. These two photos were the recent ones taken in 2016 and images the agricultural activities of UNSPED Agriculture and Livestock Company that we have aimed at showcasing in Turkey within the framework of DS-SLM Project. Where is the central pivot circular irrigation system is the location of showcase.



Figure 1. Time series by satellite images, picturing the historical background of the Showcase area of the DS-SLM Project in Turkey (Old Akgöl Lake Bed, Karapınar)

**İnsan faaliyetleri su kaynaklarını
hangi yollarla etkileyebilir?**

İnsan faaliyetleri su kaynaklarını hangi yollarla etkileyebilir?

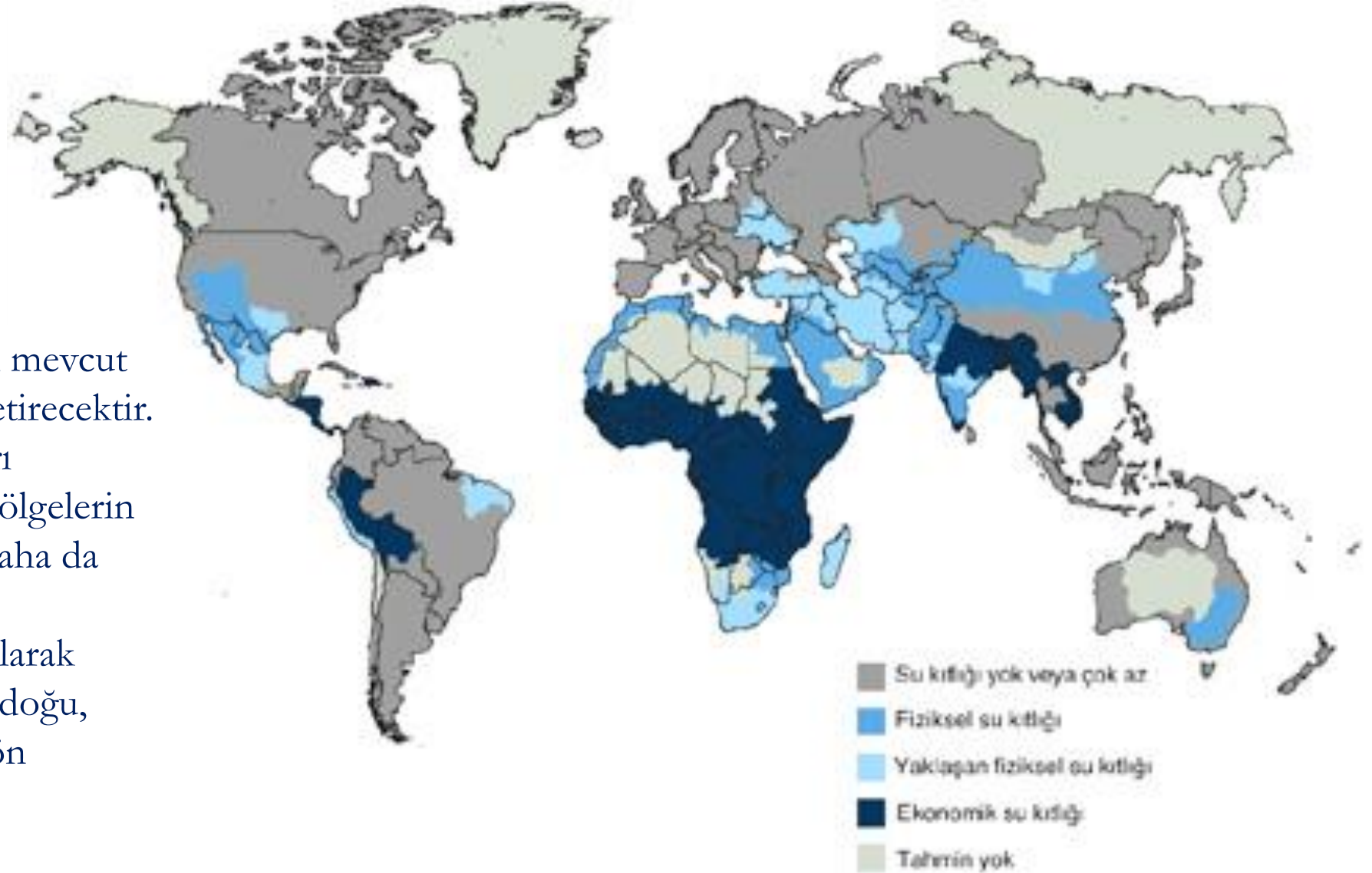


İklim değişimi, örneğin halihazırda su kıtlığı çekmekte olan bölgelerde, mevcut baskıları artıracak gibi görünüyor. Arazi ve dağ buzulları son yıllarda daha hızlı biçimde azalmaktadır. Küresel ısınmadan kaynaklanan, fırtınalar ve su baskınları gibi aşırı hava olaylarının daha sık ve sert meydana gelmesi muhtemeldir. Bununla birlikte, güncel bilgilere dayanarak bilim adamları iklim değişiminin su kaynakları üzerindeki etkisi hakkında sadece genel tahminler yapabilmektedirler.

Küresel olarak fiziksel ve ekonomik su kıtlığı haritası (WWAP, 2012)

2030 yılında gıda, su ve enerji ihtiyaçlarının yaklaşık %50 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Bunun en önemli sebepleri **nüfus artışı ve tüketim ihtiyaçları** artan orta sınıf olacaktır.

İklim değişikliği bu kaynakların mevcut durumlarını daha da kritik hale getirecektir. İklim tahminleri, aşırı hava şartları oluşumlarının artacağını, yağışlı bölgelerin daha yağışlı ve kurak bölgelerin daha da kurak olacağını öngörmektedir. Yağışlardaki düşüşlerin en ciddi olarak beklendiği bölgeler arasında Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Güney Avrupa ön sıralarda yer almaktadır (National Intelligence Council, 2012).



Artan su talebi nasıl karşılanabilir?

Devamlı ve sürekli artan su talebini karşılamak, doğal değişkenliği telafi etmek ve mevcut kaliteyi ve miktarı geliştirmek için çaba gerektirir.

Yaęmursuyu binlerce yıldır dünyanın bir çok bölgesinde toplanmaktadır. Günümüzde bu teknik, Asya'da yeraltı kaynaklarını yeniden doldurmak için kullanılmaktadır. Bu nispeten daha az masraflıdır ve yerel toplulukların gelişmesine ve gerekli yapıları kendilerinin sağlamasına izin verme avantajına sahiptir.

Yüzey suyunu yeraltına yönlendirme buharlaşma ile kayıpları azaltmaya, akıştaki değişimleri telafi etmeye ve kaliteyi artırmaya yardımcı olabilir. Orta Doğu ve Akdeniz bölgeleri bu stratejiye başvurmaktadır.

Barajlar ve baraj gölleri sulama yapmak ve içmek amacıyla su depolamak için inşa edilmiştir. Barajlar ayrıca enerji sağlayabilir ve su baskınlarını kontrol etmeye yardımcı olabilir, ancak arzu edilmeyen sosyal ve çevresel etkilere de neden olabilir.

Suyun **nehir havzaları arasında nakledilmesi** de su kıtlığının azaltılmasına yardımcı olabilir. Örn., Göksu Havzası'ndan Akdeniz'e akan suyu Konya Ovası ile buluşturan projede su, toplam 225 kilometre uzunluğundaki kanalla ovaya akıtılmaya başlanmıştır.

Artan su talebi nasıl karşılanabilir?



Atık su şu an birçok ülkede, özellikle Orta Doğu'da farklı amaçlarla yeniden kullanılmaktadır ve bu uygulamanın artması beklenmektedir. Bütün dünyada içilmez su, sulama ve endüstriyel soğutma için kullanılmaktadır. Şehirler de içme suyu kaynaklarını artırmak için su işlemedeki gelişmenin avantajını kullanarak, suyun yeniden kullanımına başvurmaktadırlar.

Tuzdan arındırılmış su – tatlı suya dönüştürülmüş olan deniz suyu ve diğer tuzlu sular – özellikle Orta Doğu'da şehirler ve endüstriler tarafından kullanılmaktadır. Bu yöntemin maliyeti ani biçimde düşmüştür, ancak bu yöntem aşırı şekilde fosil yakıtlardan meydana gelen enerjiye bağımlıdır ve atık yönetimi ve iklim değişimi sorunlarını artırmaktadır.

Su kaynakları hakkında sonuçlar

Su kaynaklarımız baskı altındadır. Buna rağmen, mevcut su miktarı ve kalitesine, bu mevcudiyetin zamanla ve bir yerden diğer bir yere nasıl değiştiğine ilişkin daha güvenilir bilgilere ihtiyaç vardır. İnsan faaliyetleri su döngüsünü birçok şekilde etkilemektedir. Bu yöntemler su kaynaklarını sorumlu ve sürekli bir şekilde yönetmek için belirlenmeli ve anlaşılmalıdır.

Şu açıktır ki:

- İklim değişiklikleri su kullanılabilirliğini etkilemektedir.
- Kirlilik, su yönünü değiştirme ve su bolluğu hakkındaki belirsizlikler ekonomik büyümeyi, çevreyi ve sağlığı tehdit etmektedir.
- Yeraltı suları çoğu kez aşırı kullanılmakta ve kirletilmektedir.
- Su rezervini artırmak için, geleneksel yöntemler – örn. yağmur suyu toplama – artık, tuz giderme ve suyun yeniden kullanımını gibi daha yeni teknolojiler ile desteklenmektedir.
- Su yönetimi ve kullanımını hakkında daha iyi karar vermeyi mümkün kılan bilgilerin toplanmasını artırmak için siyasi destek gereklidir.



SÜRDÜRÜLEBİLİR SU YÖNETİMİ

Dünya'da su kullanımı

Ülkelere göre tatlısu çekimi ve sektörel kullanımı (Gleick ve ark., 2011)

Ülke	Toplam tatlısu çekimi (km ³ /yıl)	Kişi başı tatlısu çekimi (m ³ /kişi/yıl)	Evsel kullanım (%)	Sanayii kullanım (%)	Tarımsal kullanım (%)	2010 nüfusu (milyon)
Angola	0,4	18	23	17	60	19
Mısır	68,3	809	8	6	86	84
Somali	3,3	352	0	0	99	9
Kanada	45,1	1.330	20	69	12	34
ABD	482,2	1.518	13	46	41	318
Brezilya	58,1	297	28	17	55	195
Çin	578,9	425	12	23	63	1.362
Hindistan	761,0	627	7	2	90	1.214
İsrail	2,0	268	36	6	58	7
Japonya	88,4	696	20	18	62	127
Türkiye	40,1	530	15	11	74	76
Fransa	33,2	529	16	74	10	63
Rusya	76,7	546	19	63	18	140
İngiltere	11,8	190	22	75	3	62
Avustralya	59,8	2.782	15	10	75	22

Su kullanımı beş ana başlık altında toplanabilir;

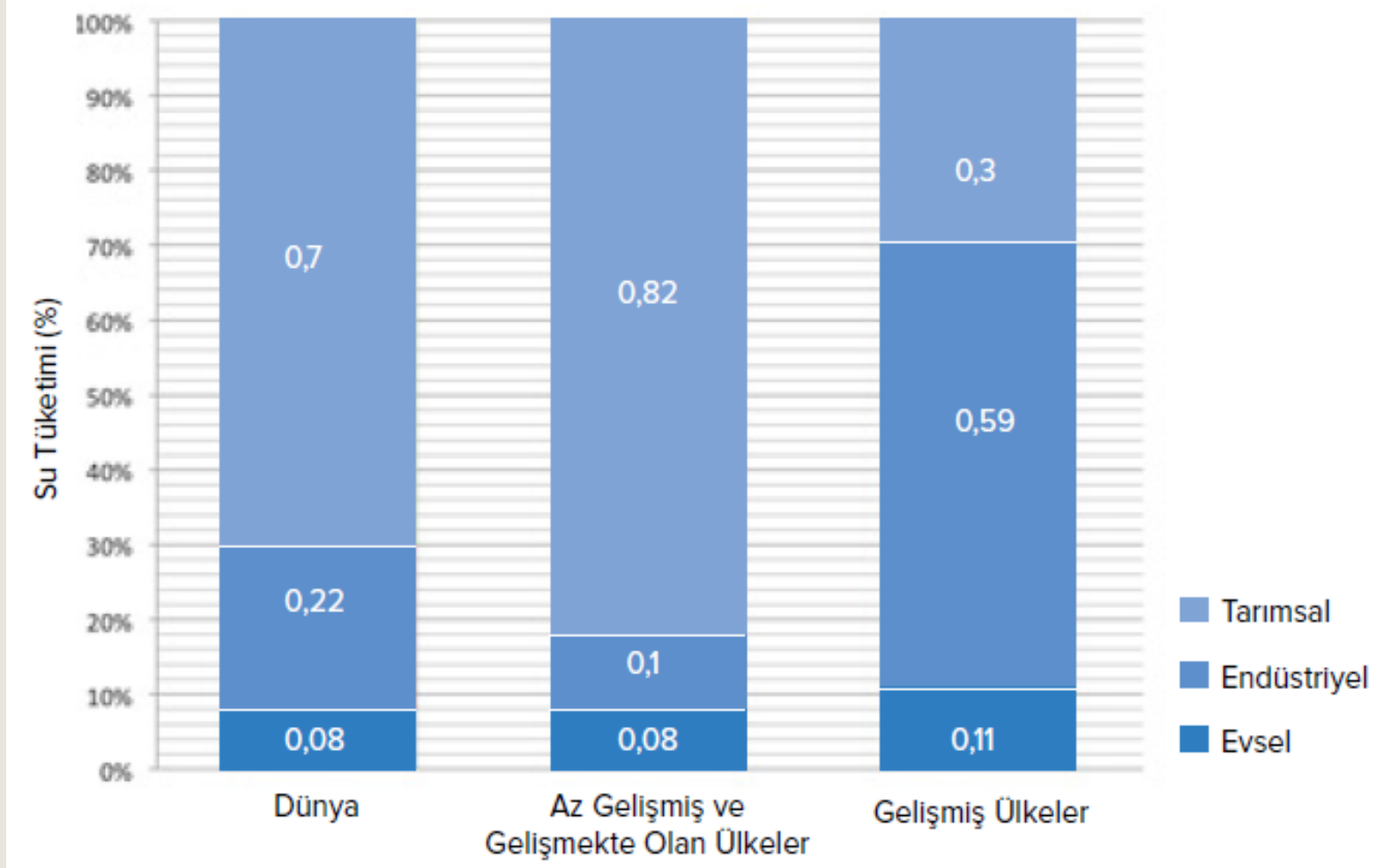
- 1- Gıda ve tarım, (küresel olarak en çok su kullanan sektörler),
- 2- Enerji,
- 3- Sanayi,
- 4- Yerleşim alanları (evsel kullanım ve içme suyu amaçlı kullanımlar),
- 5- Ekosistemlerin su ihtiyaçları.

Türkiye’de son yıllarda suyun yönetimi ile ilgili önemli adımlar atılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü’nün kurulması ve Su Çerçeve Direktifi’ne uyum için yapılan çalışmalar suyun yönetimi ile ilgili yaklaşımların değişeceğini göstermektedir. Bu değişim sürecinde ön plana çıkan kilit noktalarsa;

- **Havza bazında yönetim yaklaşımı,**
- **Bütünleşik (entegre) yönetim,**
- **Ekosistem yaklaşımı,**
- **Yönetişim modelleri,**
- **Karar destek sistemleri,**
- **Katılımcılık,**
- **İklim değişikliği,**
- **Ekosistem hakkıdır.**



Ülkelerin gelişmişlik düzeylerine göre sektörel su kullanımı (Aküzüm ve ark., 2010a)



SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE SÖZLÜKÇE

Biyo-çeşitlilik — Biyolojik çeşitlilik için kullanılan bir kısaltma. Biyo-çeşitlilik canlı organizmaların sayısını, çeşidini ve değişkenliğini gösterir. Türdeki (genetik çeşitlilik), türler arasındaki (tür çeşitliliği) ve ekosistemler arasındaki (ekosistem çeşitliliği) çeşitlilikleri içerir.

Buzul — Kar birikimi ve sıkışmasıyla oluşan, yerçekimi ve kendi ağırlığının baskısı nedeniyle aşağıya ya da dışarıya doğru oturan hareketli buz kütlesi.

Ekosistem — Canlı toplulukları (bitkiler, hayvanlar, mantar ve mikroorganizmalar) arasındaki etkileşimlerin karmaşık bir sistemi ve bunların yaşadığı sistemden oluşan ekolojik birlik. Ekosistemlerin sabit sınırları yoktur; tek bir göl, bir boşaltma havzası ya da bölgenin tamamı bir ekosistem olarak adlandırılabilir.

İklim değişikliği — Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konvansiyonu tarafından "doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini değiştiren insan faaliyetleri ve buna ek olarak karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen, doğal iklime bağlanan iklim değişikliği" olarak tanımlanmıştır.

Su döngüsü — Suyun sırasıyla havadan (yoğunlaşma) Dünya'ya (yağış) inme ve tekrar atmosfere (buharlaşma) dönme şeklinde dolaştığı süreç. Su devri olarak ta bilinmektedir. İnsanın su kullanımı, örneğin sulama ya da baraj kurulması vasıtasıyla su döngüsünü değiştirebilir.

Süreklilik — Gelecek nesillerin ya da diğer yerleşim yerlerindeki nüfusların ihtiyaçlarını ve arzularını karşılayabilmelerini tehlikeye atmadan, mevcut ve yerel nüfusun ihtiyaçlarının karşılanabildiği özellik ya da durum.

Tatlı su — Tuzlu olmayan su, örneğin göllerde, derelerde ve nehirlerde bulunan su (okyanus böyle değildir). Tüm tatlı sular sonuçta doğrudan ya da kar ve buzun erimesiyle göllere, nehirlere ve yeraltı su kütlelerine ulaşan atmosferik su buharının yağışıyla ortaya çıkar.

Yeraltı suyu — Dünya yüzeyinin altında toprak parçaları ve kaya tabakaları arasında bulunan su.

ÇOK TEŞEKKÜRLER

Prof. Dr. Günay ERPUL
Ankara Üniversitesi