

# Çevre Ekolojisi Ders Notları

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Ekoloji Bilimine Giriş

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Ekoloji

- Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan etkileşimlerini inceleyen bilim dalıdır.
- Ekoloji = Oikos (ev, mekan) + Logos (bilim)
- Biyoloji ve yer bilimlerini içeren disiplinler arası bir bilim dalıdır.

# Ekoloji

- Ekoloji bilimi,
  - Organizmaları (bireyler)
  - Popülasyonları (bireyler topluluğu)
  - Kommuniteleri (populasyonlar topluluğu)
- inceler.

# Ekolojik Kavramlar

- **Populasyon:** sınırları belirli bir alan içinde yaşayan, aynı türde canlılar topluluğu.
- **Kommunite:** sınırları belirli bir alan içinde yaşayan, çok sayıda populasyon tarafından oluşturulmuş topluluk.

# Ekolojik Kavramlar

- **Autekoloji:** bireyleri inceleyen ekoloji alt dalı.
- **Demekoloji:** populasyonları inceleyen ekoloji alt dalı.
- **Sinekoloji:** tür topluluklarını inceleyen ekoloji alt dalı.

# Ekolojik Kavramlar

- **Habitat**: Canlıların (populasyonun) doğal olarak yaşadıkları yer, mekan. (genellikle türler için)
- **Biyotop**: canlıların varlıklarını sürdürmesi için uygun koşullara sahip bölge. (genellikle kommunite için)

# Ekolojik Kavramlar

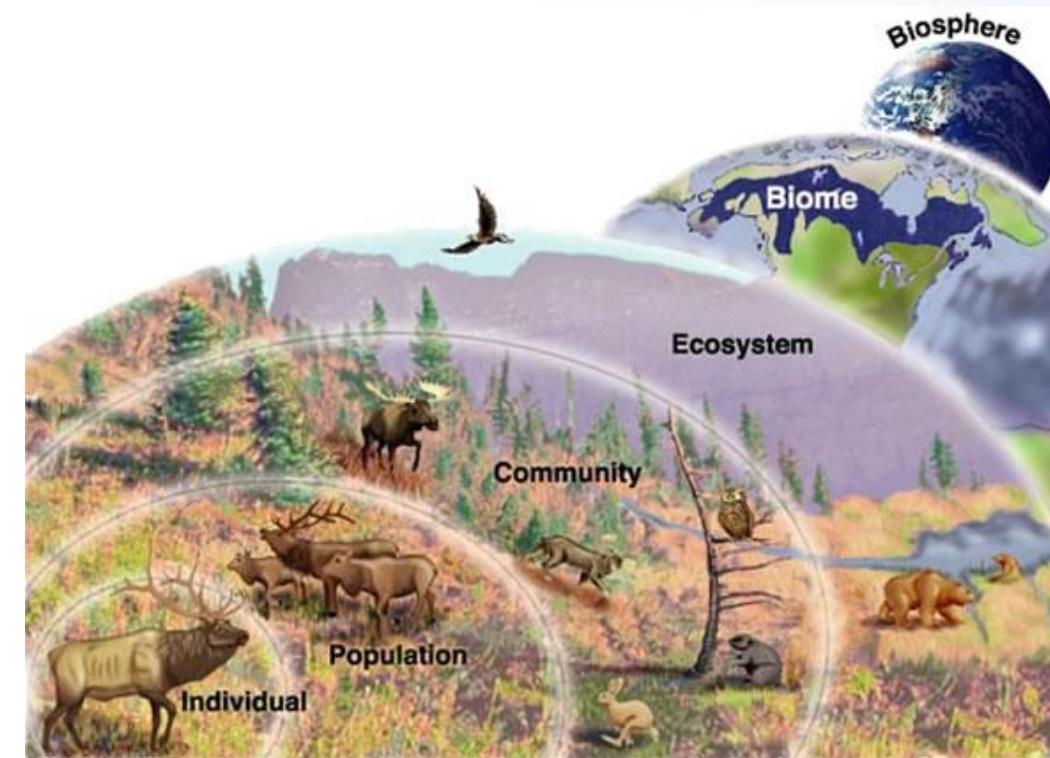
- **Ekolojik Niş:** bir canlıının veya populasyonun ekosistem içerisindeki işlevi (meslesi).
- **Biyom:** biyosfer üzerinde iklim koşulları ve bitki türleri aynı olan çok geniş bölgeler.

## Flora - Fauna

- **Flora:** belirli bir bölgede yaşayan bitki türlerinin tümü.
- Mantar ve bakteriler floraya dahil edilir.
- **Fauna:** belirli bir bölgede yaşayan hayvan türlerinin tümü.

# Biyolojik Spektrum

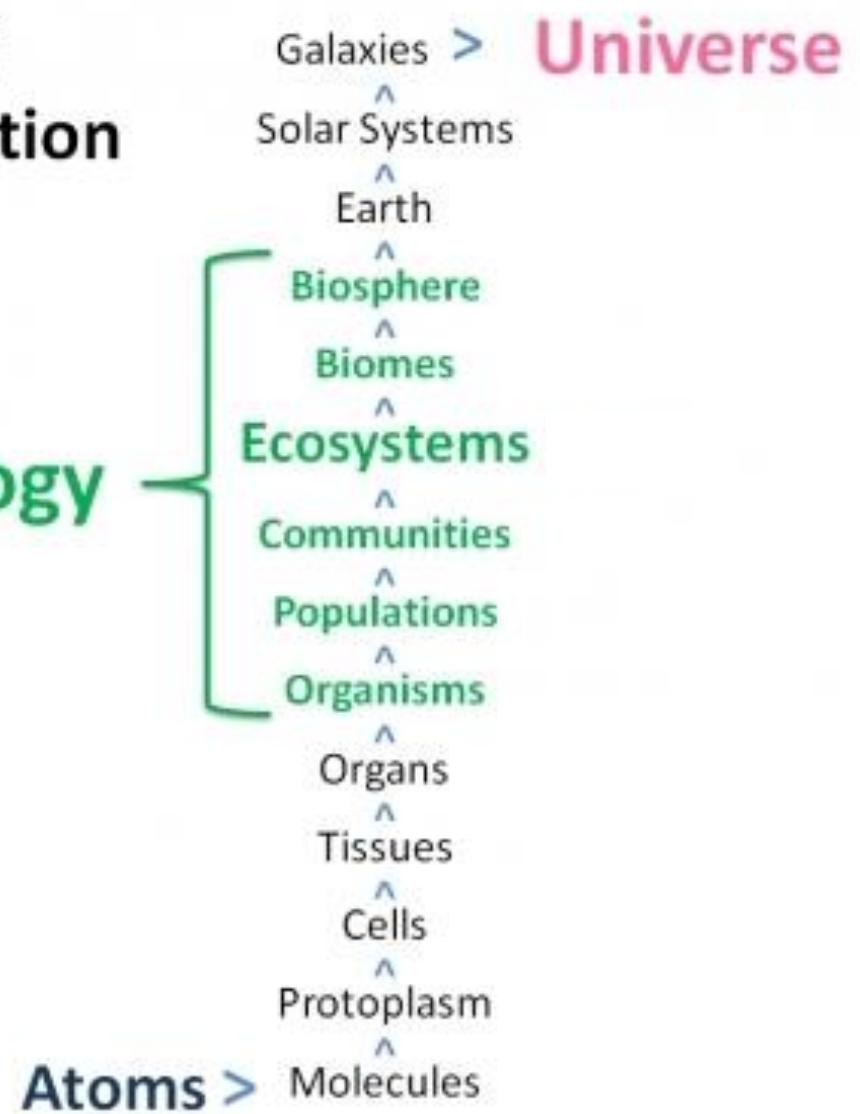
- Protoplazma → Hücreler → Dokular → Organlar → Organzmalar → Populasyonlar → Kommuniteler → Ekosistemler → Biyom → Biyosfer



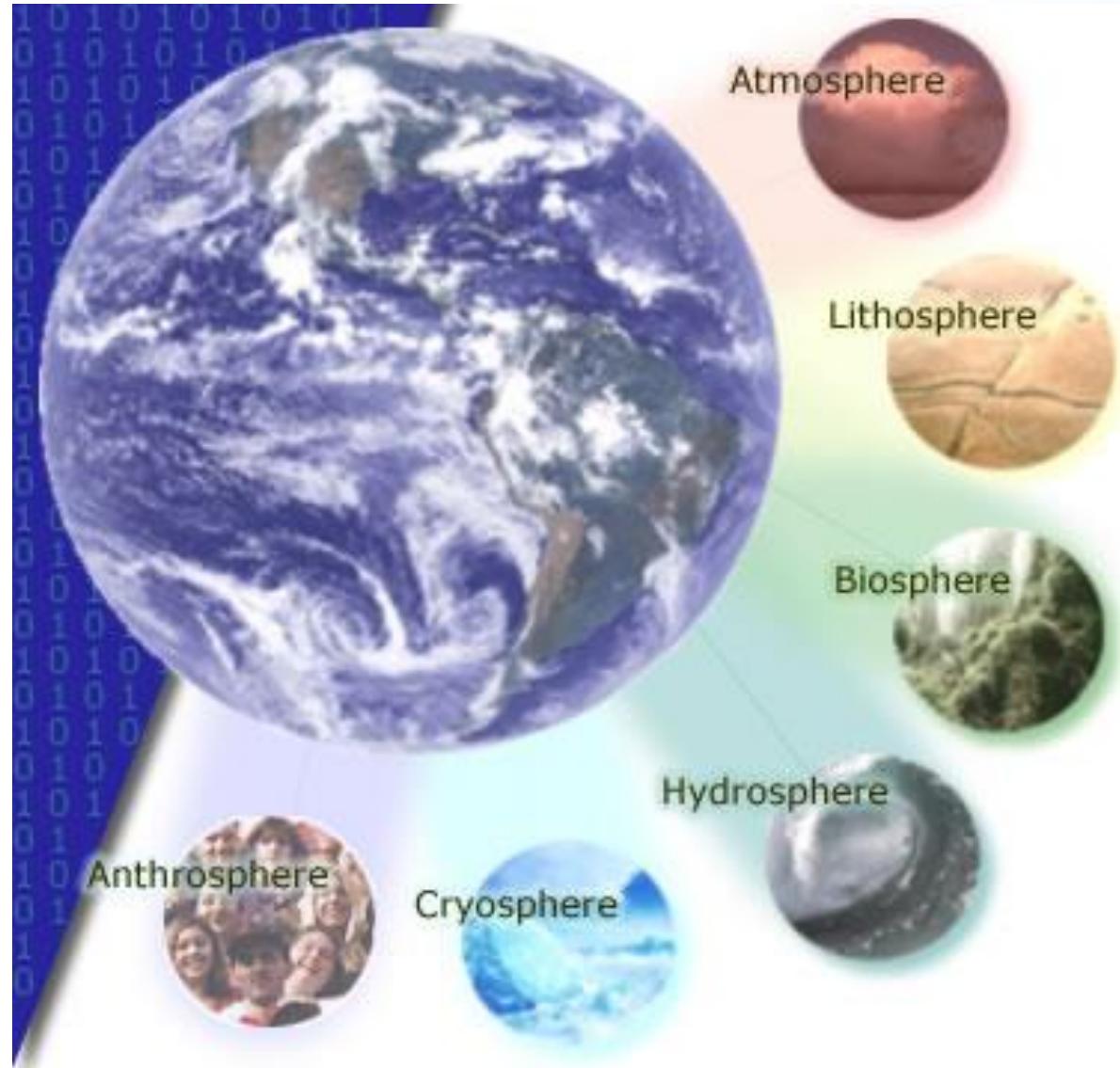
# Biyolojik Spektrum

Ekoloji  
bilim  
dalının  
kapsamı

## Levels of Organization

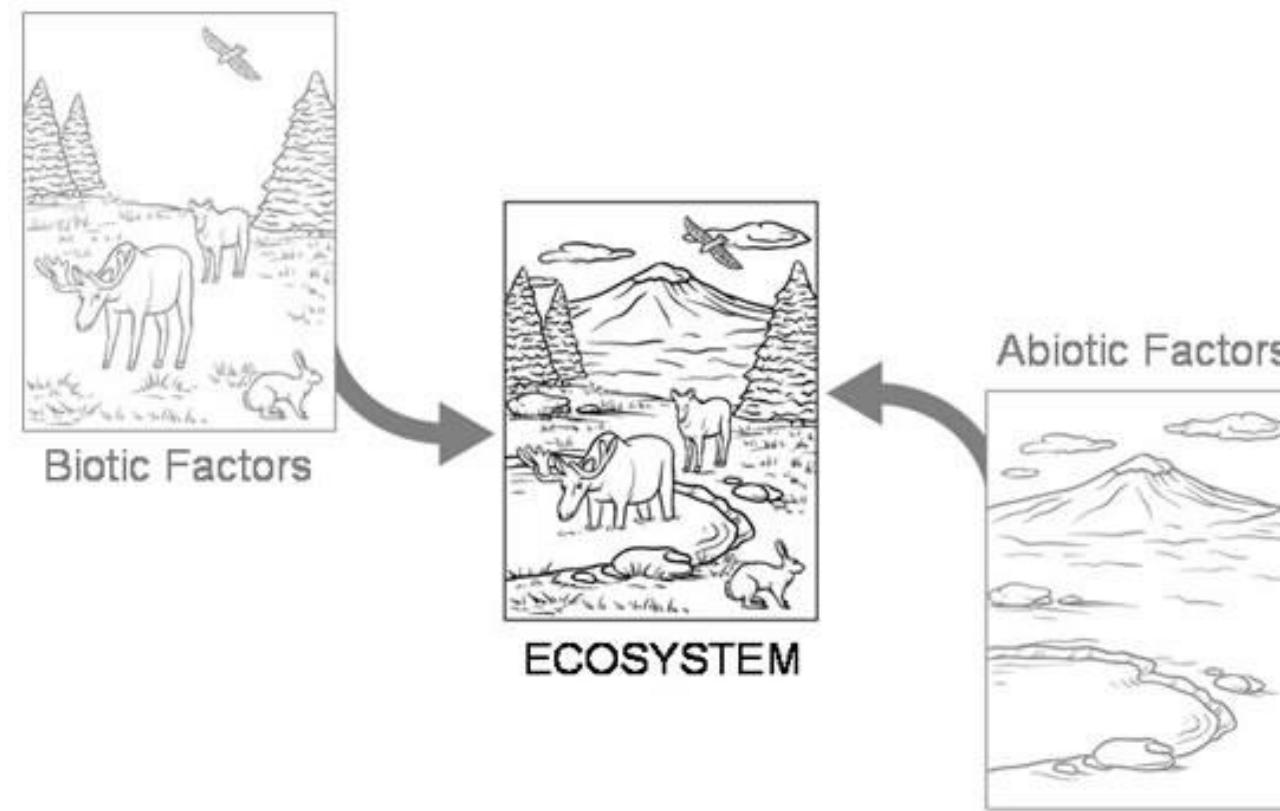


# Dünya Sisteminin Bileşenleri

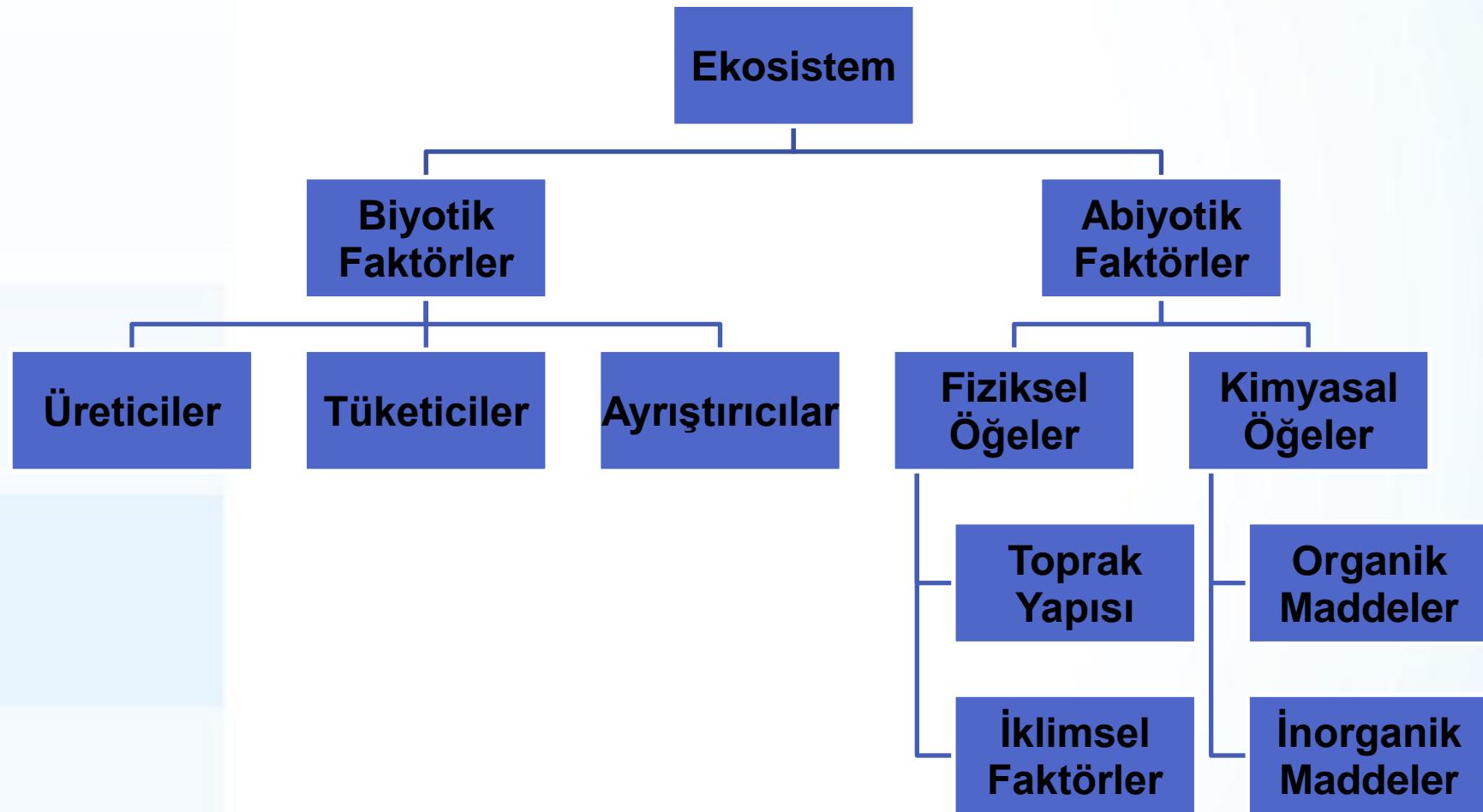


# Ekosistem

- Kommuniteler ve fiziksel çevreleri ekosistemi oluşturur (canlılar ve cansız çevrenin tümü).



# Ekosistemi oluşturan öğeler



# Abiyotik Faktörler

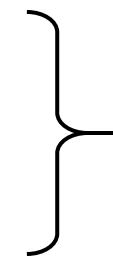
- İnorganikler: C, H, O, P, S, Na, Ca, Mg
- Organikler: Karbonhidratlar, lipidler, proteinler, selüloz, lignin vb.
- Fiziksel bileşenler: pH, sıcaklık, nem, iklim, ışık, toprak yapısı vb.

# Biyotik Faktöller

➤ Birincil üreticiler: yeşil bitkiler, algler → (ototroflar)

➤ Tüketiciler

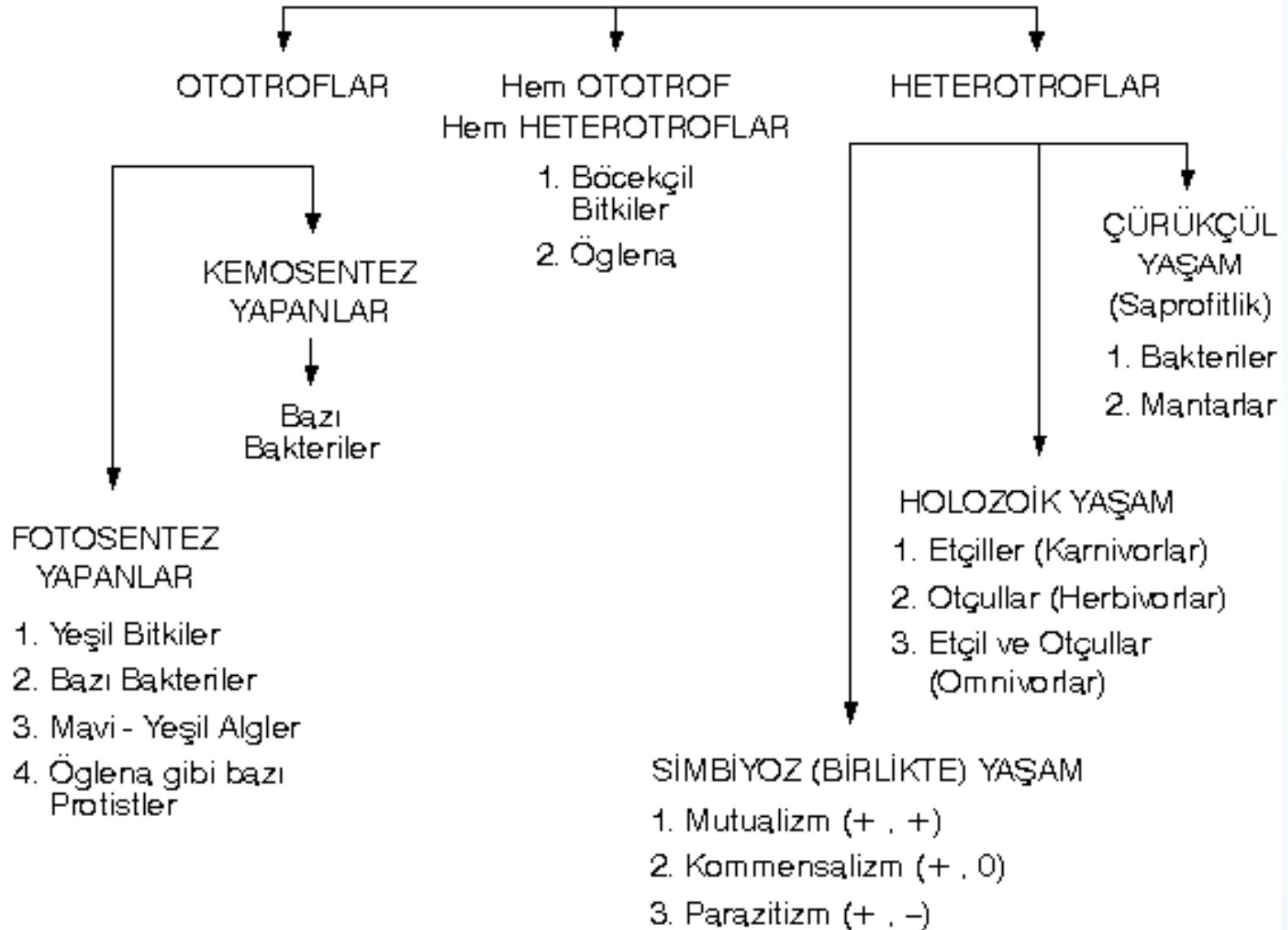
- Birincil tüketiciler (herbivorlar)
- İkincil tüketiciler (karnivorlar)



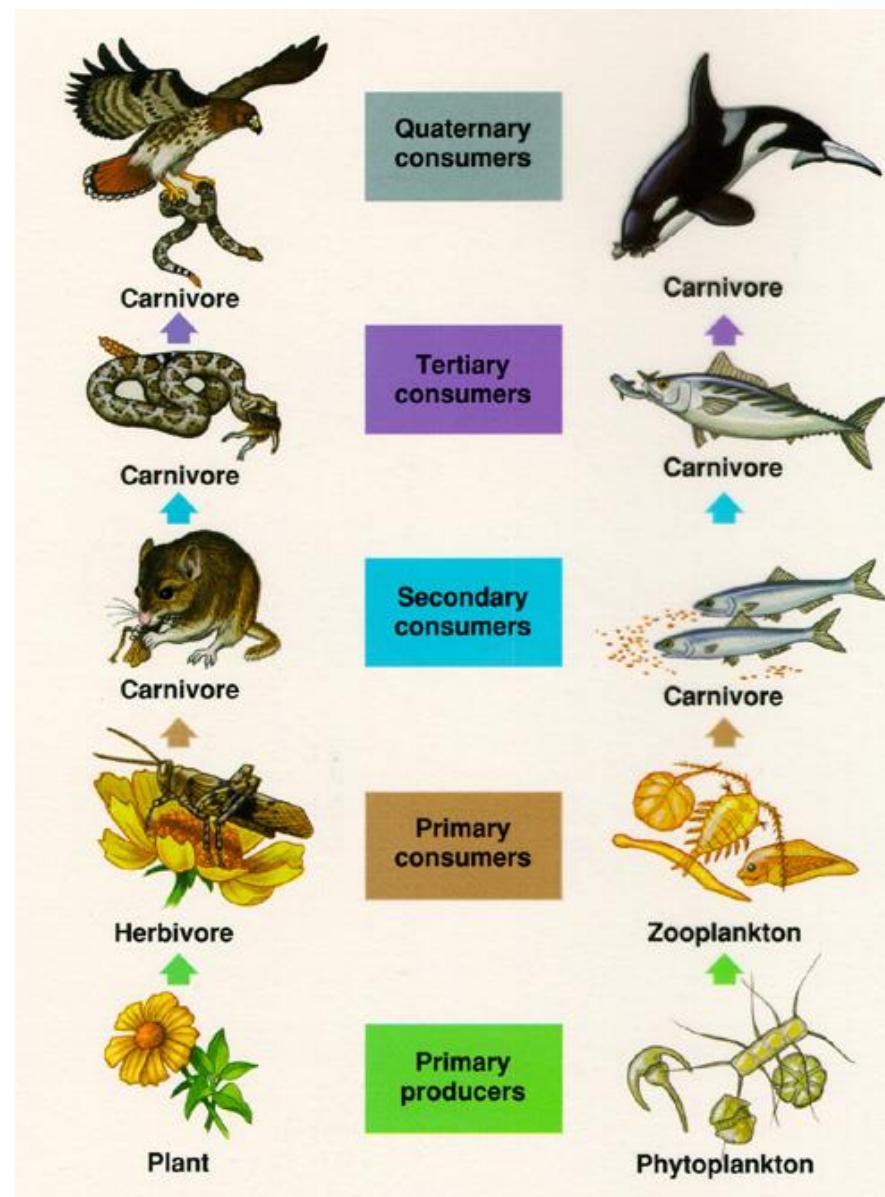
heterotroflar

➤ Ayrıştırıcılar

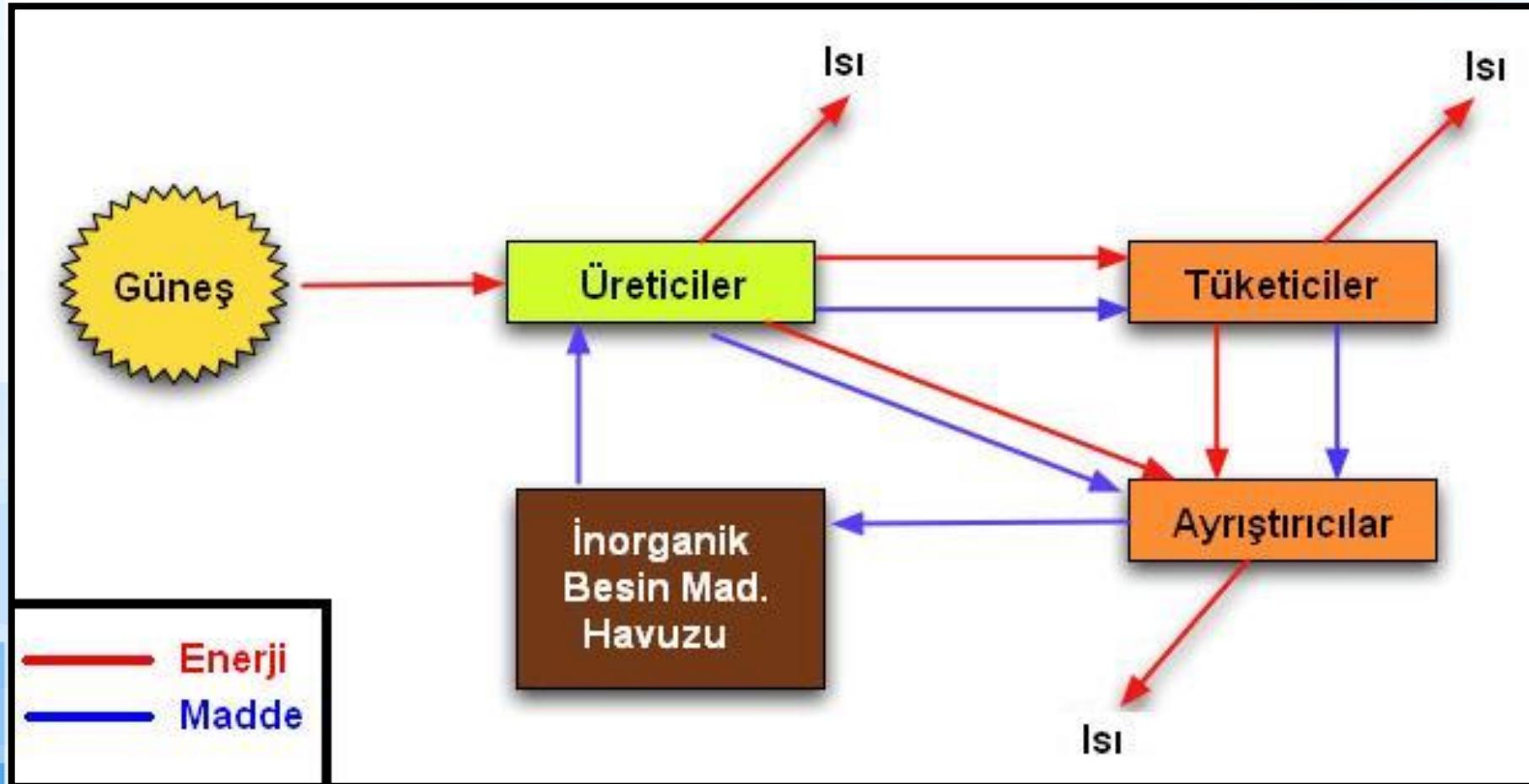
## CANLILARDA BESLENME İLİŞKİLERİ



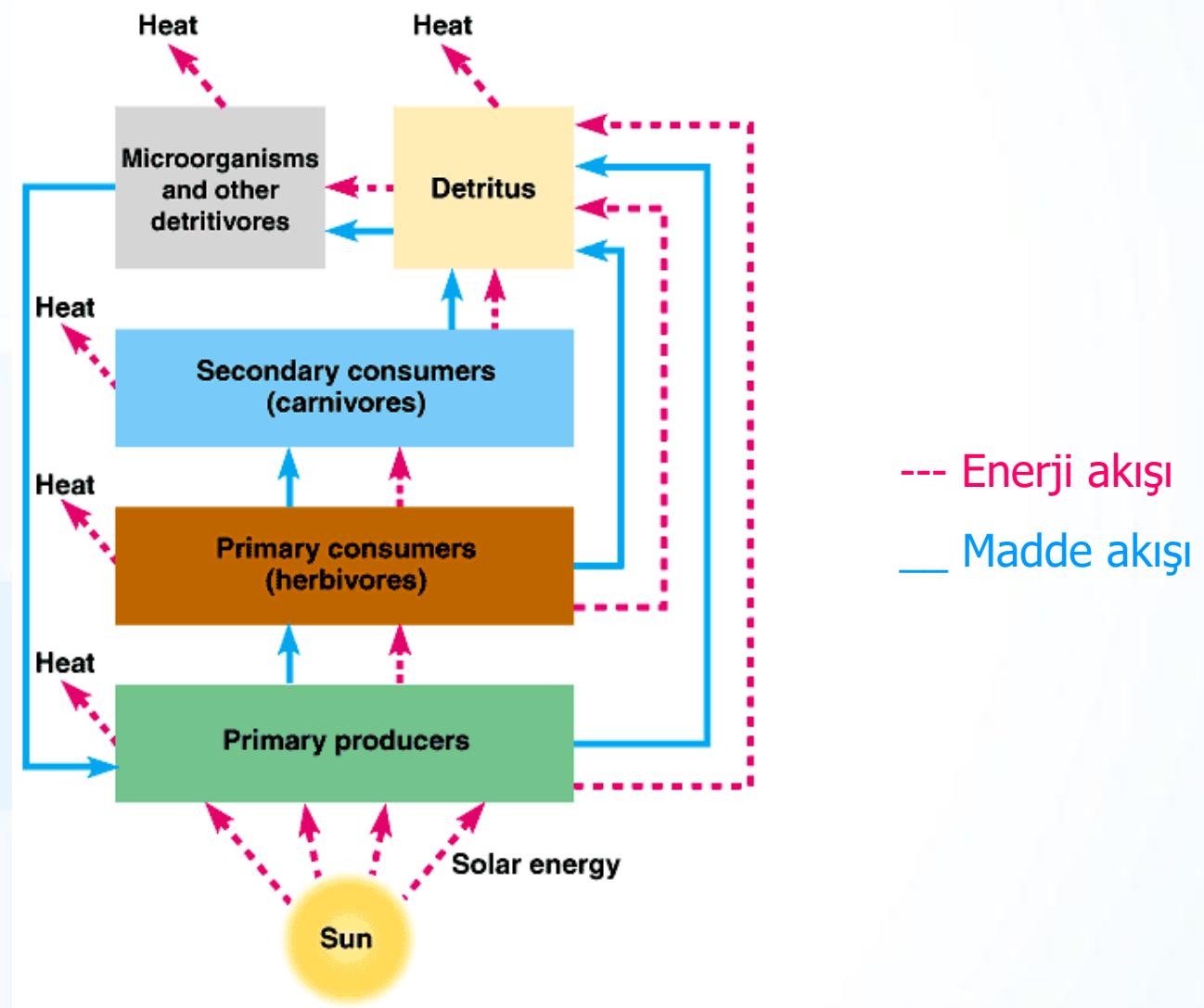
# Kara ve Su Ekosistemlerinde Üretici ve Tüketiciler



# Ekosistemde enerji ve madde akışı



# Madde ve Enerji Akışı



# Ekosistemlerin Sınıflandırılması

- **Karasal ekosistemler:** tundralar, dağlar, ormanlar, çöller, step ve savanlar.
- **Tatlı su ekosistemleri:** akarsular (dereler, çaylar ve nehirler) ve durgun sular (göller, göletler ve barajlar)
- **Denizsel ekosistemler:** neritik alan ve okyanus bölgesi
- **Özel ekosistemler:** sulak alanlar, nehir ağızları, lagünler ve mercan resifleri

# Ekolojinin Alt Dalları

- **Habitat ekolojisi**
- **Populasyon ekolojisi:** farklı populasyonlar arasındaki ilişkiler, bireylerin sayısı ve dağılımı
- **Korumacı ekoloji:** orman, sular, madenler gibi doğal kaynakların uygun yönetimi
- **Ekosistem ekolojisi:** ekosistemdeki biyotik ve abiyotik faktörler arasındaki ilişkiler

# Ekolojinin Alt Dalları

- **Üretim ekolojisi:** tatlı su veya tarım ürünlerinin artırılması için bu ekosistemlerin yönetimi
- **Radyasyon ekolojisi:** radyoaktif maddeler ve çevreye etkilerinin incelenmesi
- **Paleoekoloji:** geçmiş zamanlardaki ekolojik faaliyetlerin incelenmesi
- **Sistem ekolojisi:** kommunite dinamiklerinin matematiksel modeller ile açıklanması

# Habitat Ekolojisi

## ➤ Sucul ekoloji

- Denizler
- Tatlı sular
- Akarsular

## ➤ Karasal ekoloji

- Otlaklar / çayırlar
- Ormanlar
- Çöller

# Ekolojik Etkileşimler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Ekolojik Sistemler

- Ekosistemler doğal sistemler olup “Açık sistem” niteliğindedir.
- Net enerji girişi gereklidir.
- Kompleks sistemler
- Otomatik kontrol edilirler
  - Negatif geri besleme (genellikle)
  - Pozitif geri besleme (nadır, insan kaynaklı)

# Homeostatik Denge

- Kararlı durumun değişmesine karşı gösterilen direnç.
- Negatif geri besleme ile sistem yeniden denge konumuna getirilmeye çalışılır.
- Pozitif geri besleme ile sistem olumsuz etkilenederek kararlı halden uzaklaşır, “**homeostatik plato**”nun dışına çıkarılır.
  - Cansız çevrede bozulmalar
  - Canlılarda ölüm vakaları

# Homeostatik Plato

- Bir sistemin negatif geri beslemeler ile kendisini homeostatik dengede tutabildiği bölge.
- Örnek: İnsanın vücut sıcaklığı =  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$
- İnsanın yaşayabileceği vücut sıcaklık aralığı =  $26.7 - 43.3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Geri besleme mekanizmaları:
  - Terleme
  - Titreme

# Homeostatik Denge - Örnek

- Atmosferdeki CO<sub>2</sub> dengesi
- Negatif geri besleme mekanizmaları:
  - Fotosentez ile CO<sub>2</sub> tüketilmesi
  - Solunum ile CO<sub>2</sub> tekrar atmosfere verilmesi
- Pozitif geri besleme mekanizmaları:
  - Fosil kaynaklarının tüketilmesi ile atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artması → Sera etkisinin kuşvetlenmesi  
→ İklim değişikliği

# Etkileşimler

- Canlılar arasında olabilir.
  - Canlılar ile fiziksel çevre arasında olabilir.
- 
- **Aksiyon:** cansız çevrenin canlılara etkisi
  - **Reaksiyon:** Canlıların cansız çevreye etkisi
  - **Koaksiyon:** Bir canlıının diğer canlıya etkisi

## Ekolojik Etkileşim Örnekleri

- Karadeniz'de aşırı balıkçılık faaliyetleri yunusların sayısında azalmaya neden olmuştur.
- Mısır'da Asvan Barajı'nın inşası verimli toprakların kuraklaşmasına sebep olmuştur.
- Tarımsal alanlarda herbisit ve pestisit kullanımı başlangıçta verimi arttırsa da daha sonra çalı ve yabani otlar da artış göstermiştir.

# Canlıların Sayıları ve Dağılımları

- Çevresel faktörlere
- Erişilebilir kaynak miktarına
- Canlıının adaptasyonuna
- Populasyon dinamikleri, doğum, ölüm, göç

gibi faktörlere bağlıdır.

# Çevresel Faktörler

- Sıcaklık
- pH
- Bağıl nem
- Tuzluluk oranı
- Toprak özellikleri

# Sıcaklık

- Sıcaklığın birkaç derece yükselmesi:
- Enzimlerin inhibasyonu
- Metabolizmada dengesizlikler
  - Örneğin yeşil bitkilerde solunum oranı fotosentezi geçer ve bitkinin ölümü ile sonuçlanır.
- Dehidrasyon:
  - Bitkiler ve böcekler su kaybını önlemek için gözeneklerini kapatırlar.

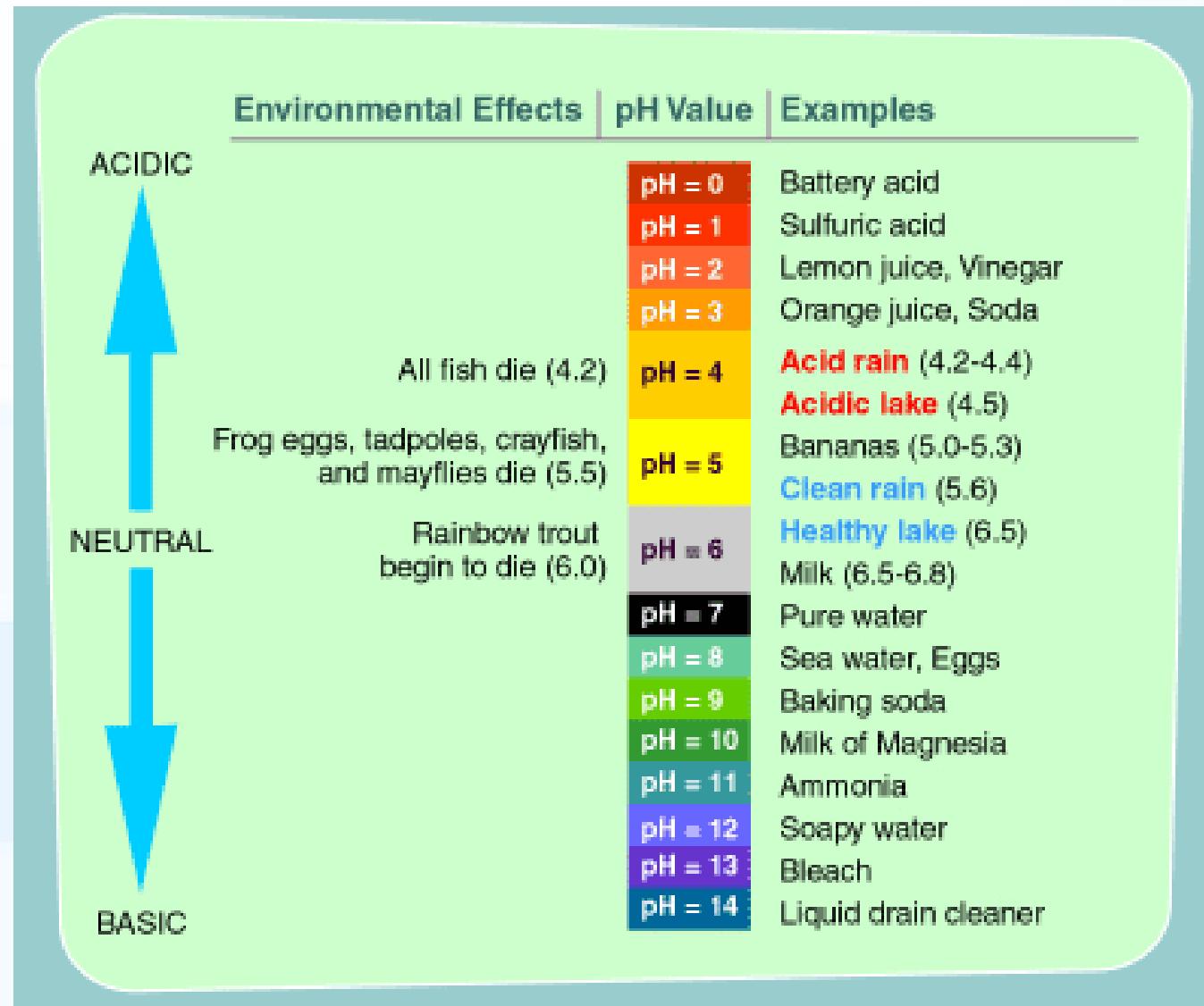
# Sıcaklık

- Sıcaklığın birkaç derece düşmesi:
  - Buz kristalleri oluşur ve donarak ölüm gerçekleşir.

# pH

- pH'ın yüksek veya düşük olması doğrudan canlılar üzerinde toksik etkiler gösterir.
- Yüksek veya düşük pH metallerin çözünürlüğünü etkileyeceği için dolaylı olarak canlıları etkiler.
  - Düşük pH → yüksek metal çözünürlüğü → toksik etkiler
  - Yüksek pH → düşük metal çözünürlüğü → erişim sorunu

# pH

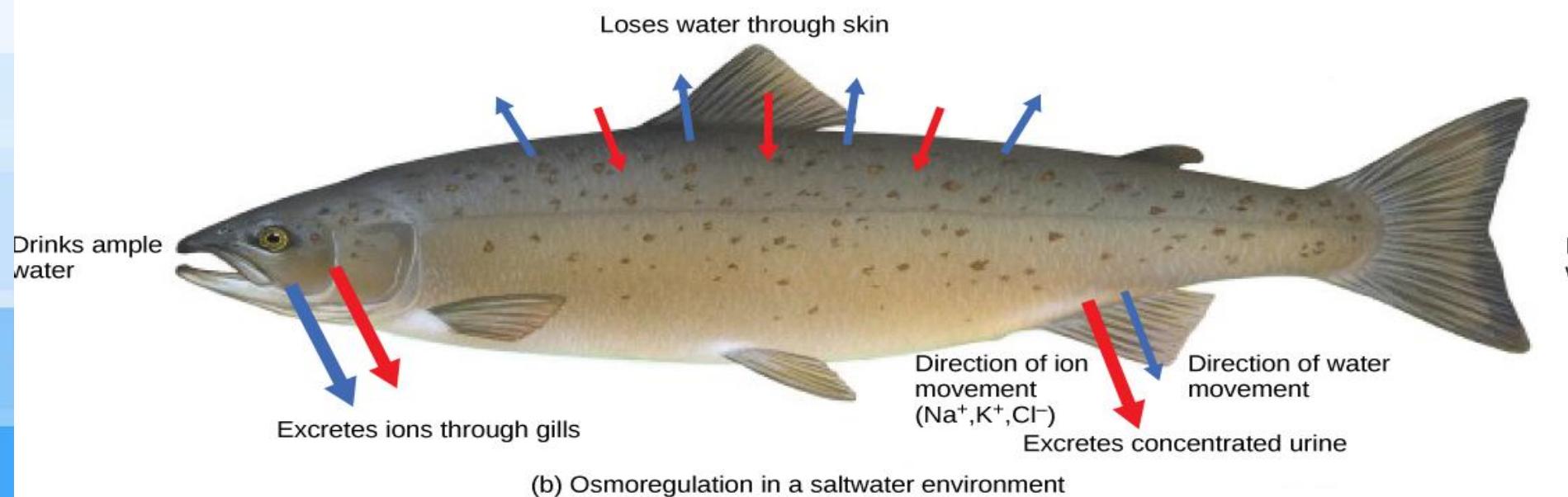
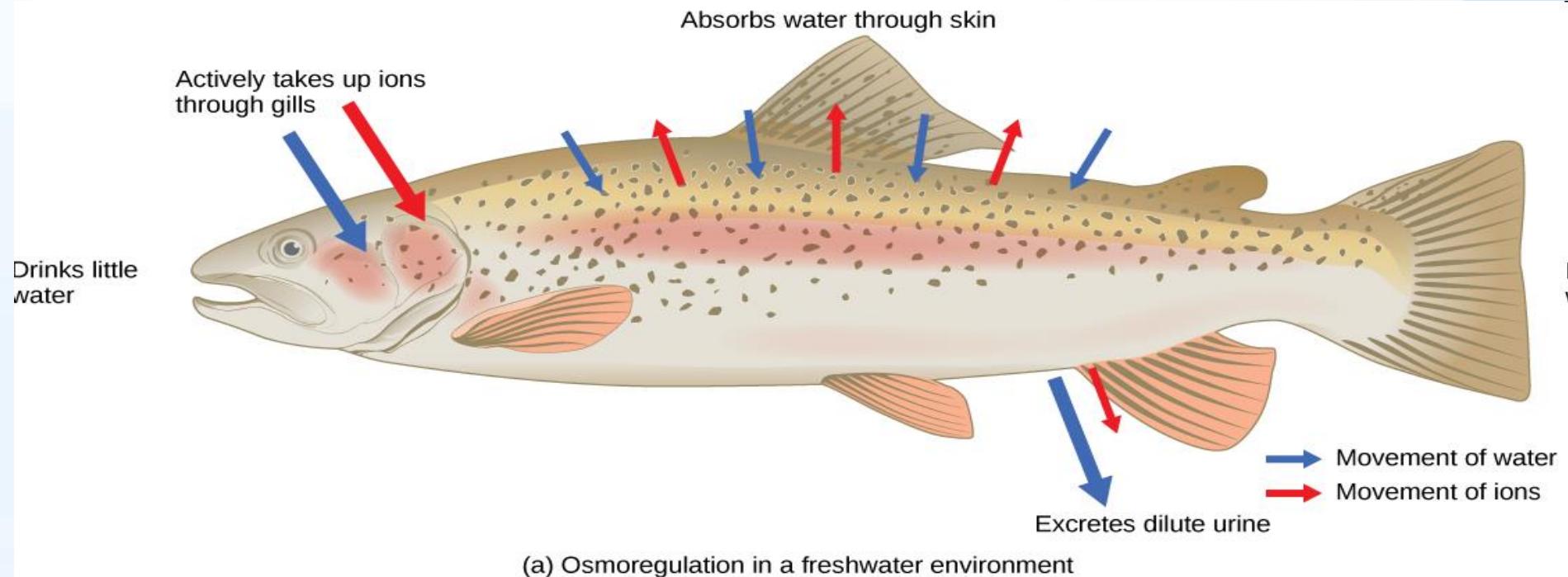


# Bağıl Nem

- Sucul ekosistemlerdeki canlılar için suya erişim sorun teşkil etmez.
- Karasal ekosistemlerdeki canlılarda suya erişim önemli bir sorundur.
- Su hem bir çevresel faktör hem de doğal kaynaktır.

# Tuzluluk Oranı

- Tuzluluğa direnç ve ozmotik dengeleme canlılarının dağılımlarını etkiler.
- Tatlı sularda, su hücre içine girme eğilimindedir.
- Tuzlu sularda, su hücre dışarısına çıkışma eğilimindedir.
- Su canlıları için özellikle haliçlerde ozmotik dengeleme oldukça önemlidir.



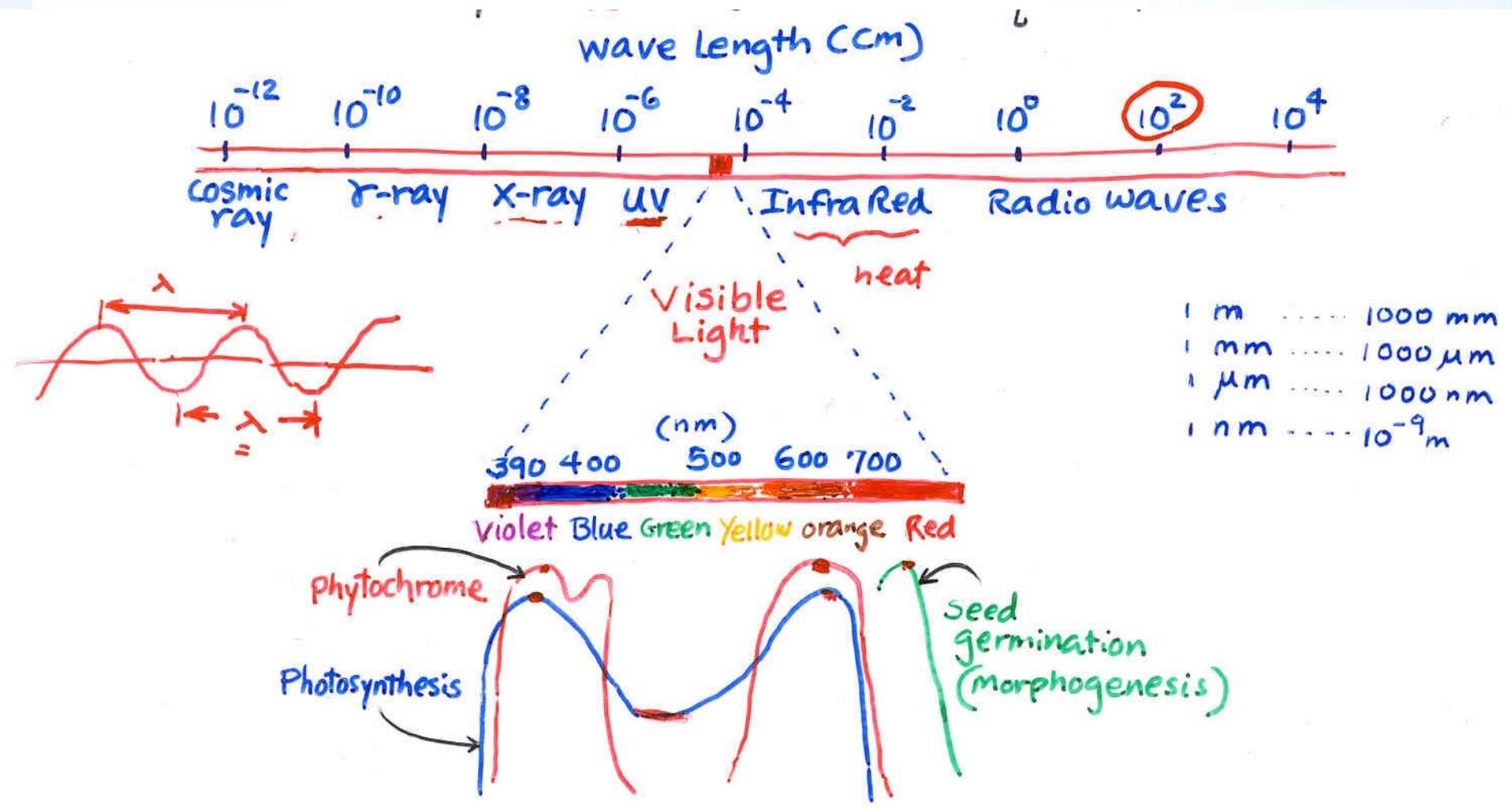
# Toprak Özellikleri

- Toprağın içindeki,
  - Organik maddeler
  - İnorganik maddeler
  - Toprağın nemi
  - Toprak içerisindeki hava
  - Toprağın ısısı
  - Toprağın tuzluluk oranı
- Canlıların dağılımında ve sayılarında etkilidir.

# Doğal Kaynaklar

- Canlılar tarafından tüketilen her şey (ışık, besin maddeleri) doğal kaynaktır.
- Yeşil bitkiler,
  - İnorganik maddeleri besin kaynağı olarak
  - Güneş ışığını da enerji kaynağı olarak kullanırlar.
- 400-700 nm arası dalga boyu yeşil bitkiler için gereklili **fotosentetik aktif bölge**'dir (PAR).

# Fotosentetik Aktif Bölge



## Kaynaklar

- Kocatas, A., 2008, Ekoloji, Çevre Biyolojisi, 10. Baskı, Ege Üniversitesi Basimevi, İzmir.

# Abiyotik Faktörler

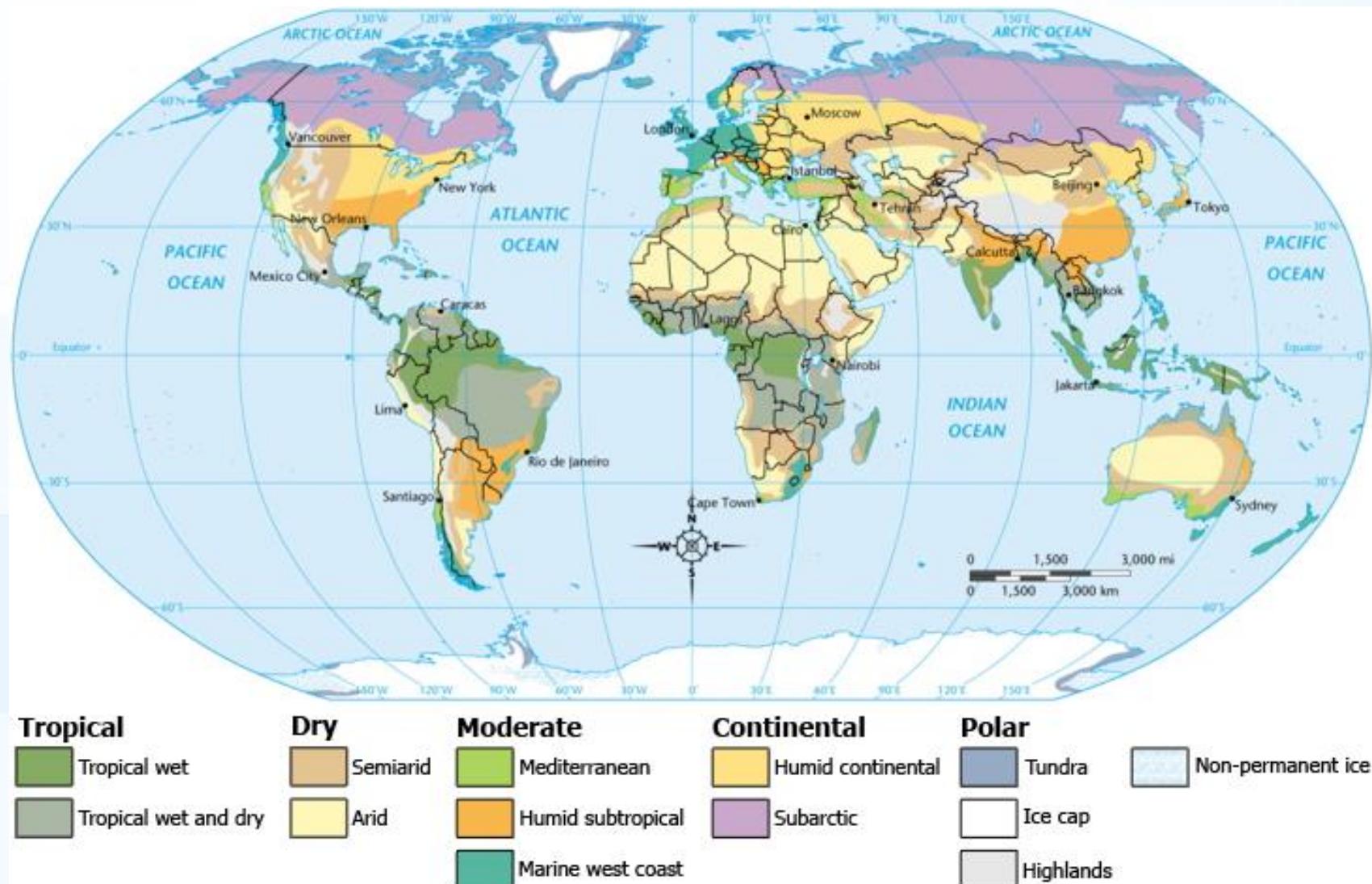
Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

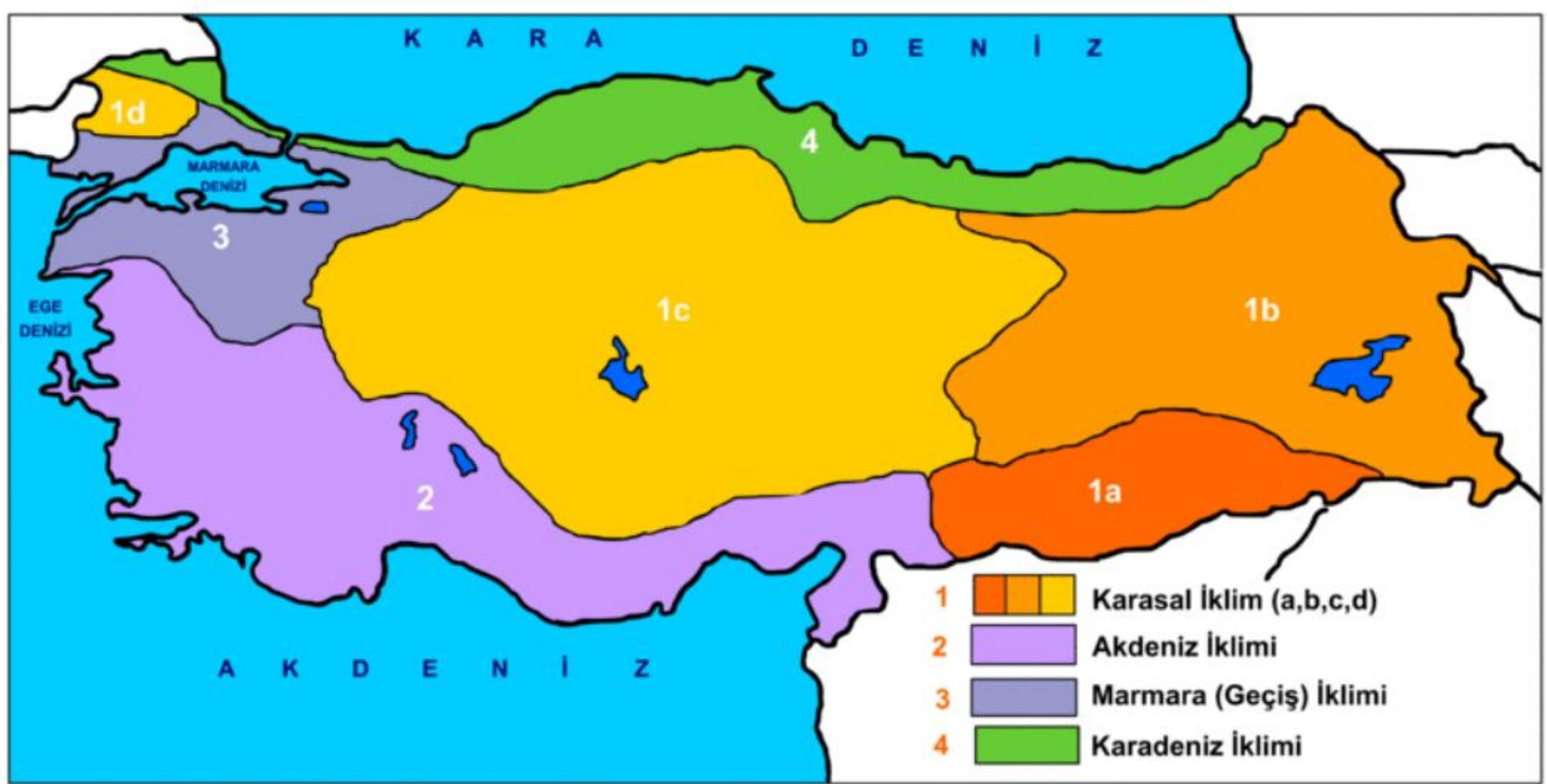
# İklim

- Belirli bir bölgedeki uzun süreli meteorolojik koşullar iklim olarak adlandırılır.
- İklimi oluşturan 4 temel eleman:
  - Sıcaklık
  - Su
  - Güneş radyasyonu
  - Rüzgar

# Dünyadaki İklim Türleri



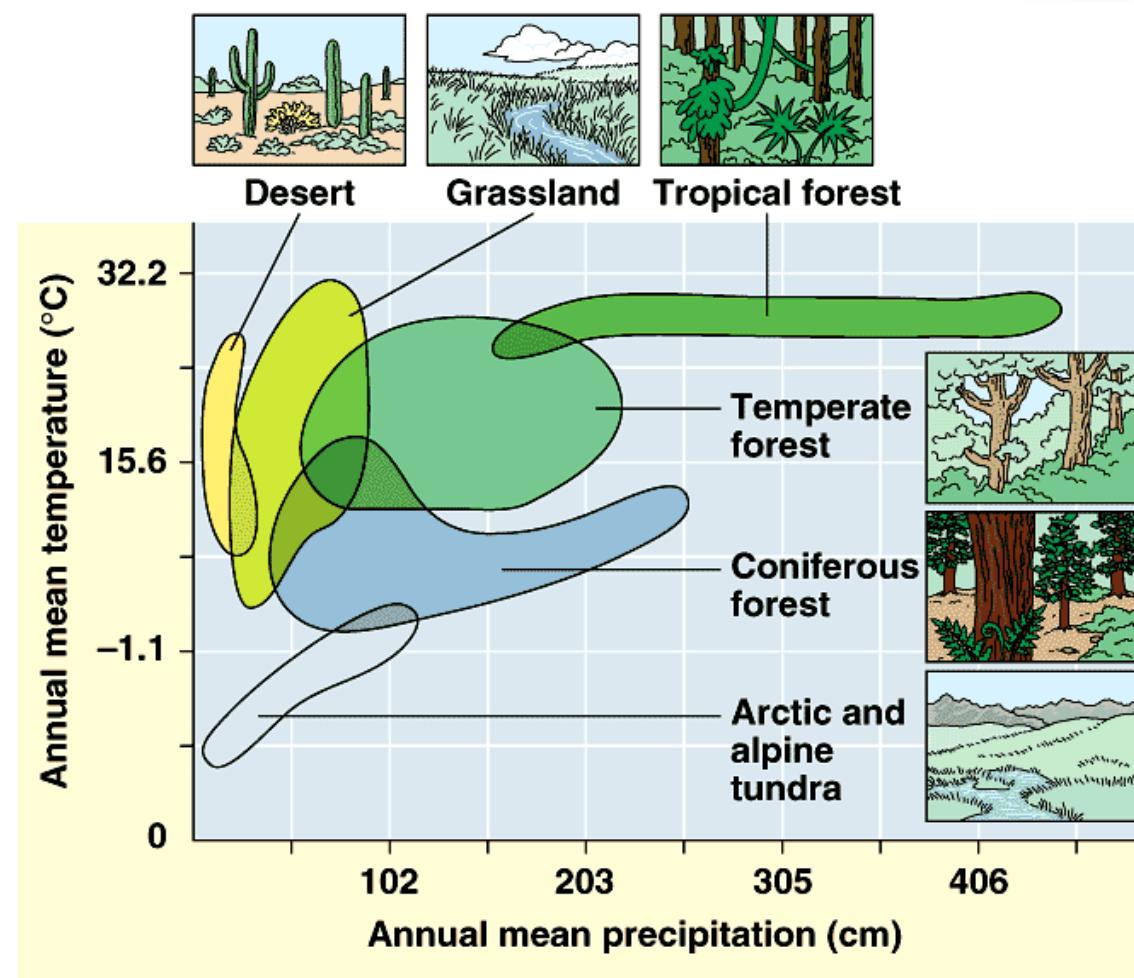
# Türkiye'deki İklim Türleri



# Türkiye'deki İklim Türleri

- Detaylı iklim sınıflandırmaları için:
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- [https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13\\_turkiye\\_iklimi.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf)

# İklimin Ekosistemlere Etkileri

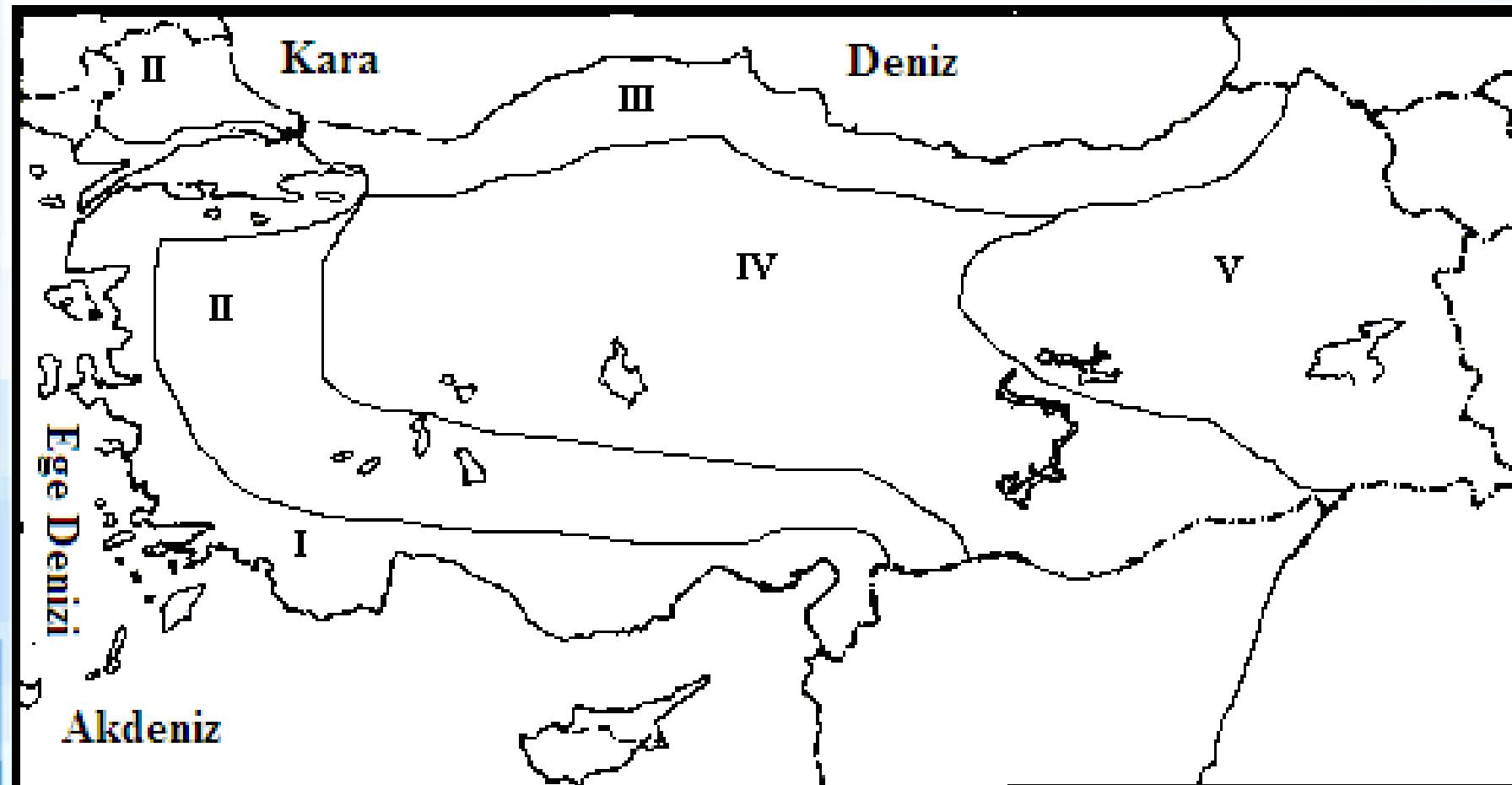


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

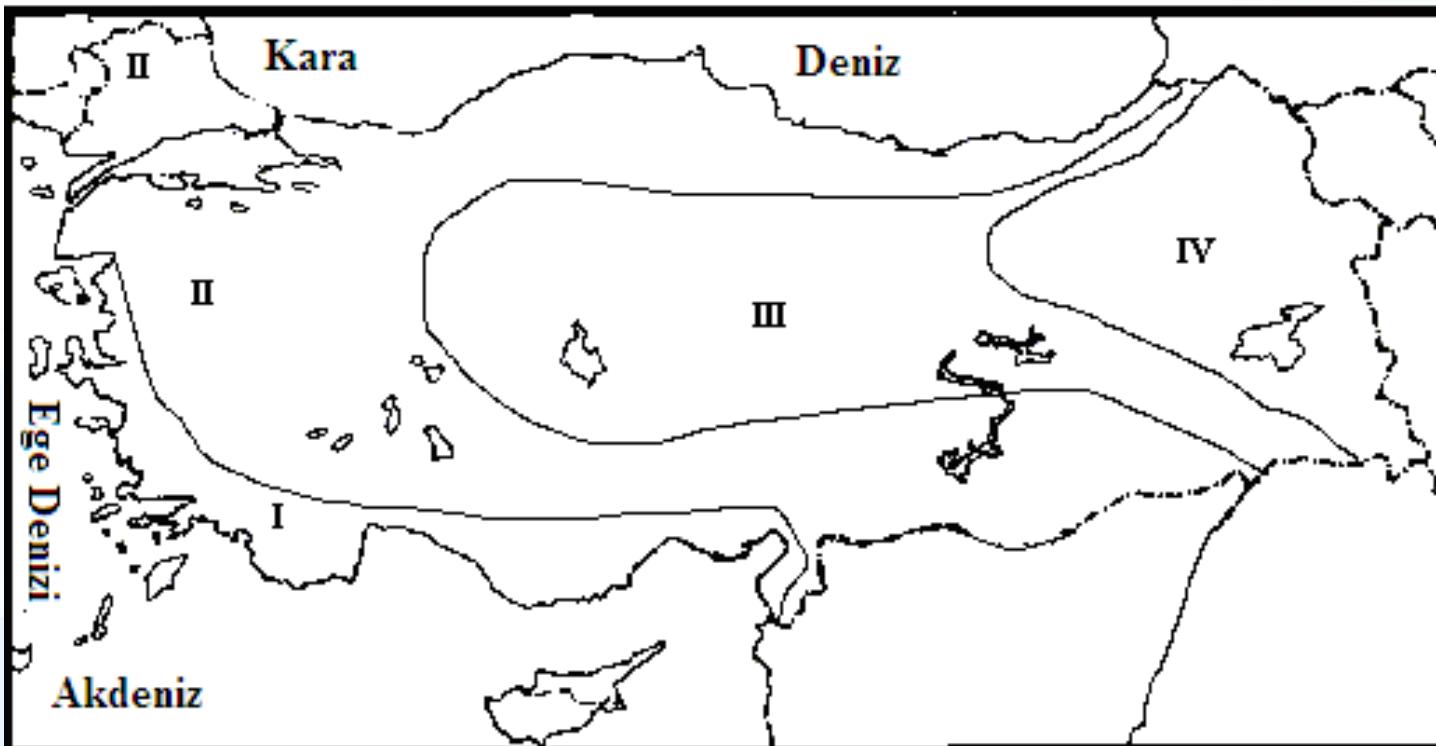
# İklimin Atıksu Arıtımındaki Önemi

- **ATIKSU ARITMA TESİSLERİ TEKNİK USULLER TEBLİĞİ**
- Resmi Gazete Tarihi: 20.03.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27527
- Ek 8: Türkiye'nin Atıksu Yönetimi Açısından Bölgelere Ayrılması

# Şekil 8.1 Türkiye'nin atıksu yönetimi açısından bölgelere ayrılması



Şekil E8.2 Stabilizasyon havuzları ve havalandırmalı lagünlerin projelendirilmesi için iklim bölgeleri

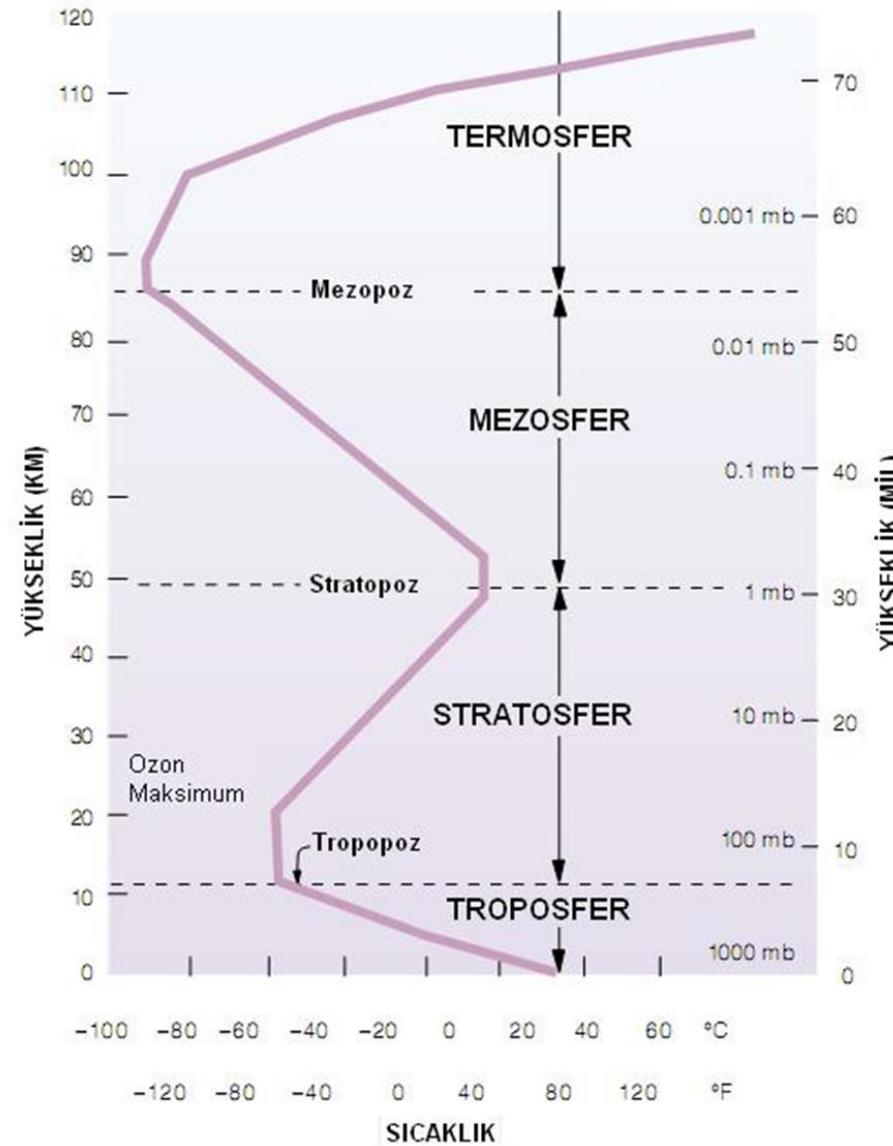


Bölgeler	Havuz suyu sıcaklığı, °C	Kritik güneş radyasyonu, kal/cm <sup>2</sup> /gün	Yük/alan/gün, kg BOİ <sub>5</sub> /ha/gün
I	15	106	150
II	10	61	100
III	5	87	80
IV	Buzla kaplı	-	50

# Atmosfer

- Yeryüzünü çevreleyen hava katmanı.
- İklimsel olaylar atmosferin ilk katmanı olan **troposferde** gerçekleşir.
- Ultraviyole (UV-B) radyasyonunun filtrelenmesi ikinci katman olan **stratosferde** gerçekleşir.

# Atmosferin Katmanları



# Temiz Havanın Bileşimi

Molekül	Sembol	ppm (hacim)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Azot	$\text{N}_2$	780000	$8.95 \times 10^8$
Oksijen	$\text{O}_2$	209400	$2.74 \times 10^8$
Argon	Ar	9300	$1.52 \times 10^7$
Karbon Dioksit	$\text{CO}_2$	315	$5.67 \times 10^7$
Neon	Ne	18	$1.49 \times 10^4$
Helyum	He	5.2	$8.50 \times 10^2$
Metan	$\text{CH}_4$	1.0 – 1.2	$6.56 – 7.87 \times 10^2$
Kripton	Kr	1.0	$3.43 \times 10^3$
Nitröz Oksit	$\text{N}_2\text{O}$	0.5	$9.00 \times 10^2$
Hidrojen	$\text{H}_2$	0.5	$4.13 \times 10^1$
Ksenon	Xe	0.08	$4.29 \times 10^2$

Not: 1 ppm hacim = 0.0001% hacim

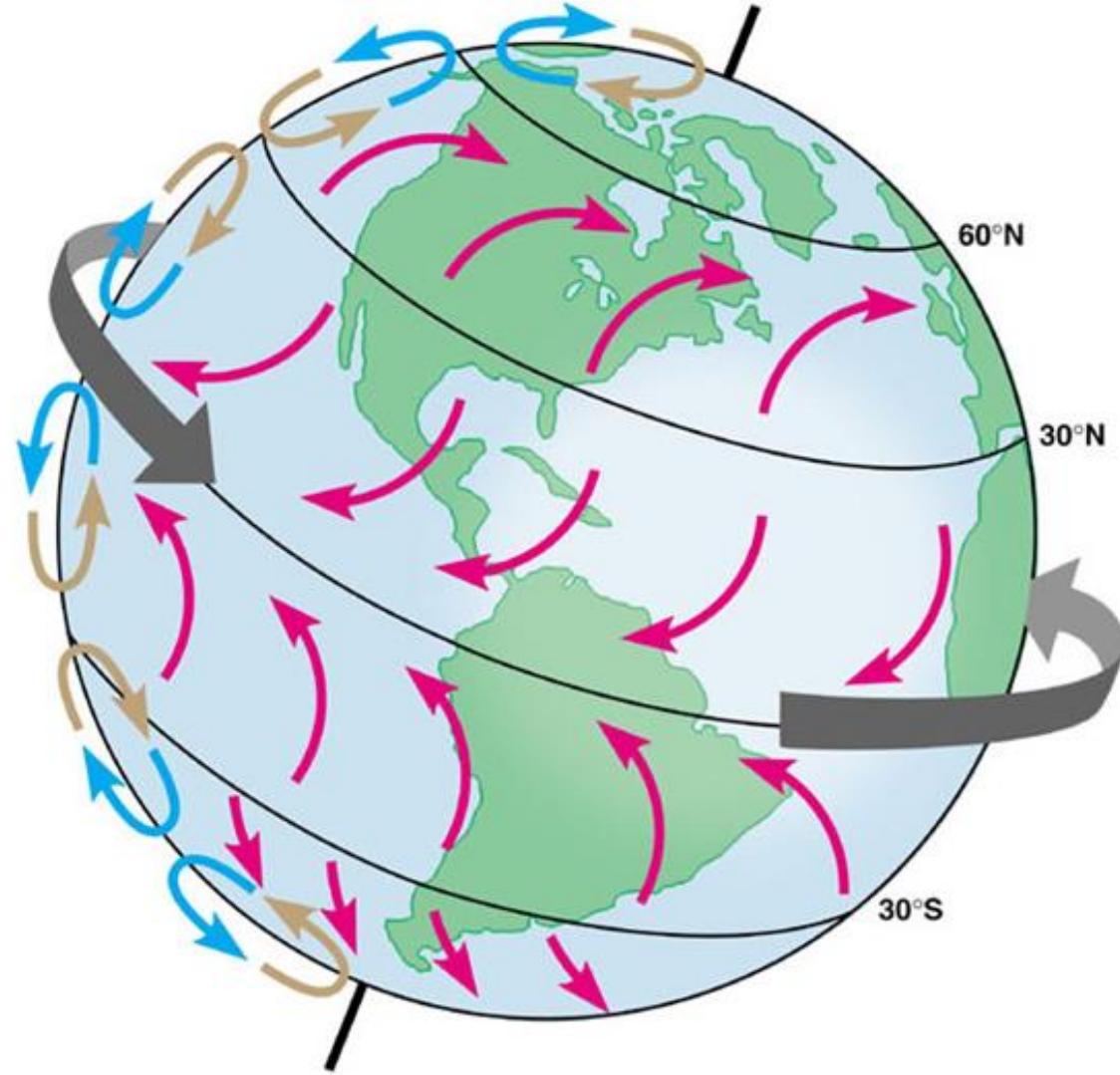
# Güncel CO<sub>2</sub> Konsantrasyonu

- <https://www.co2.earth/> web sitesi Temmuz 2023 tarihi için küresel CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu **422.14 ppm** olarak belirtmiştir.
- Buna göre atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak hesaplayınız.
- MW<sub>CO<sub>2</sub></sub> = 44 gr/mol
- $1 \text{ ppmv} = 40.9 \times \text{MW } \mu\text{g}/\text{m}^3 = 40.9 \times 44 = 1799.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $422.14 \text{ ppmv} \rightarrow 1799.6 \times 422.14 = 7.59 \times 10^5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

# Rüzgar

- Hava hareketleri genellikle yüksek basınçtan alçak basınç'a doğru ve kutuplardan ekvatora doğrudur.
- Canlı popülasyonları hava hareketlerinden çeşitli şekillerde etkilenirler:
- Kuvvetli rüzgarlar erozyona sebep olarak toprak verimliliğini azaltır.
- Buharlaşma ve solunum hızını artırrarak bitkilerin gelişimlerini olumsuz etkileyebilir.
- Bitkilerde polenlerin taşınmasına yardımcı olur.
- Kuşların göç etmesini kolaylaştırır.

# Enlemlere Bağlı Rüzgarlar



# Atmosferik Taşınım

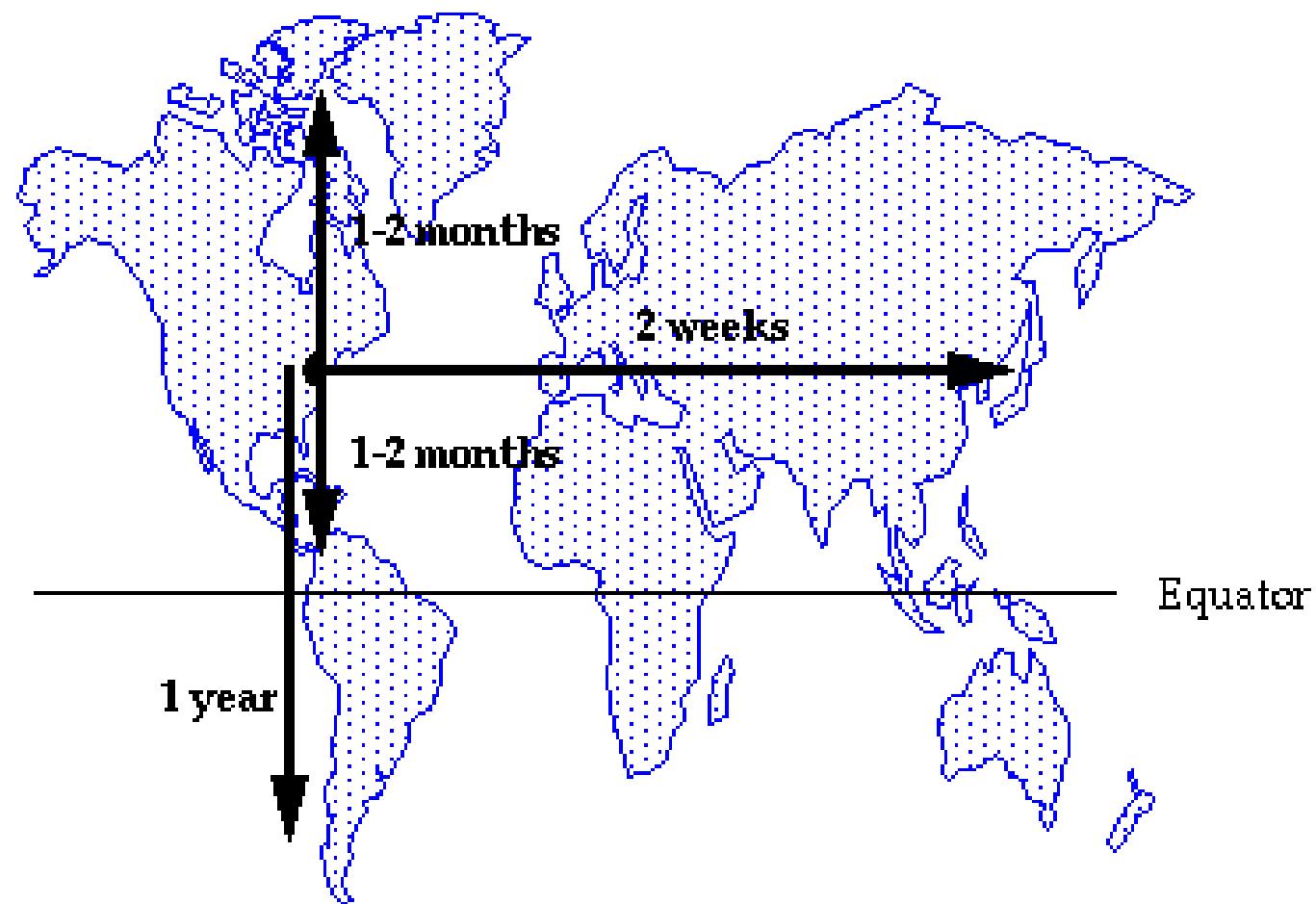
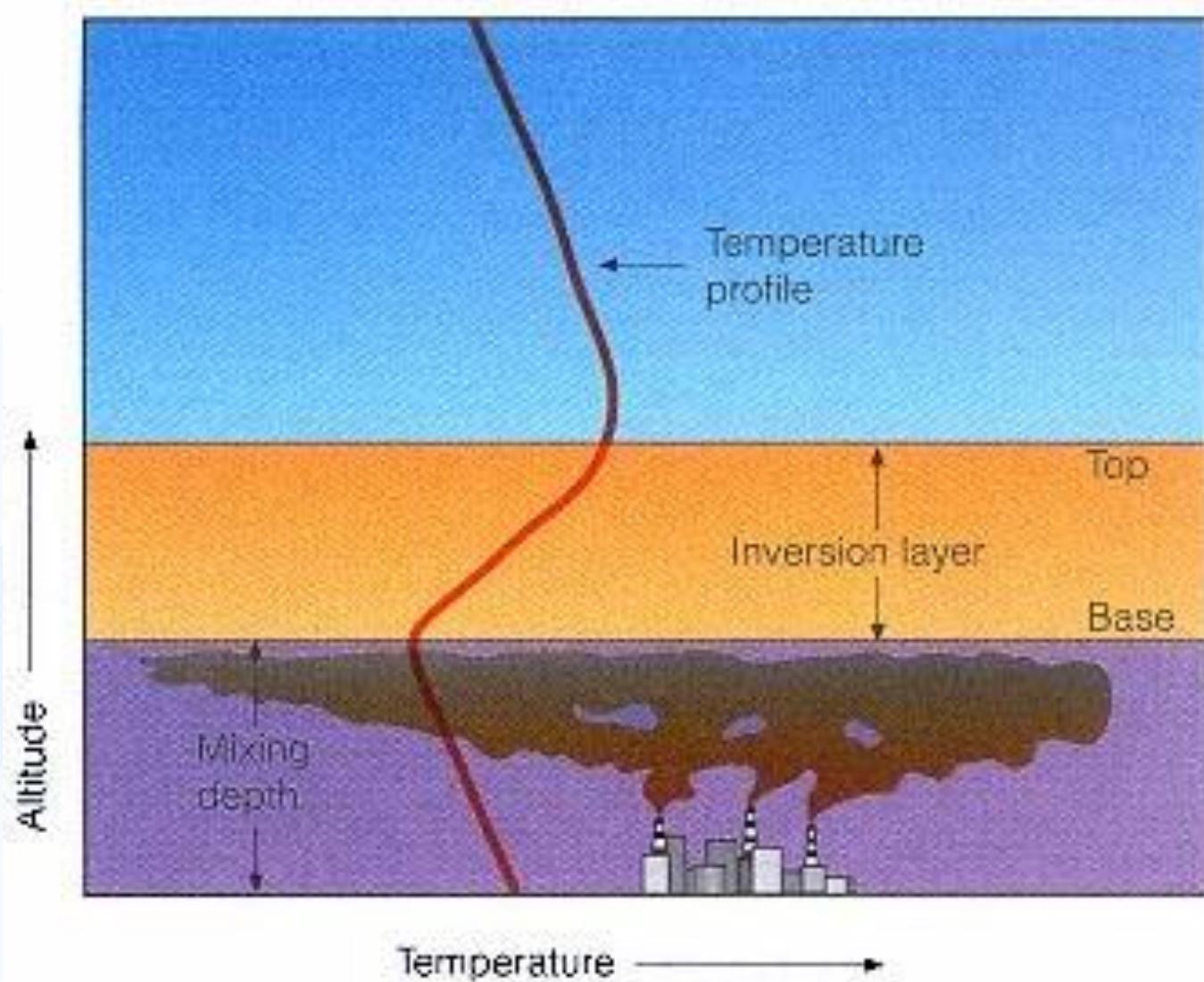


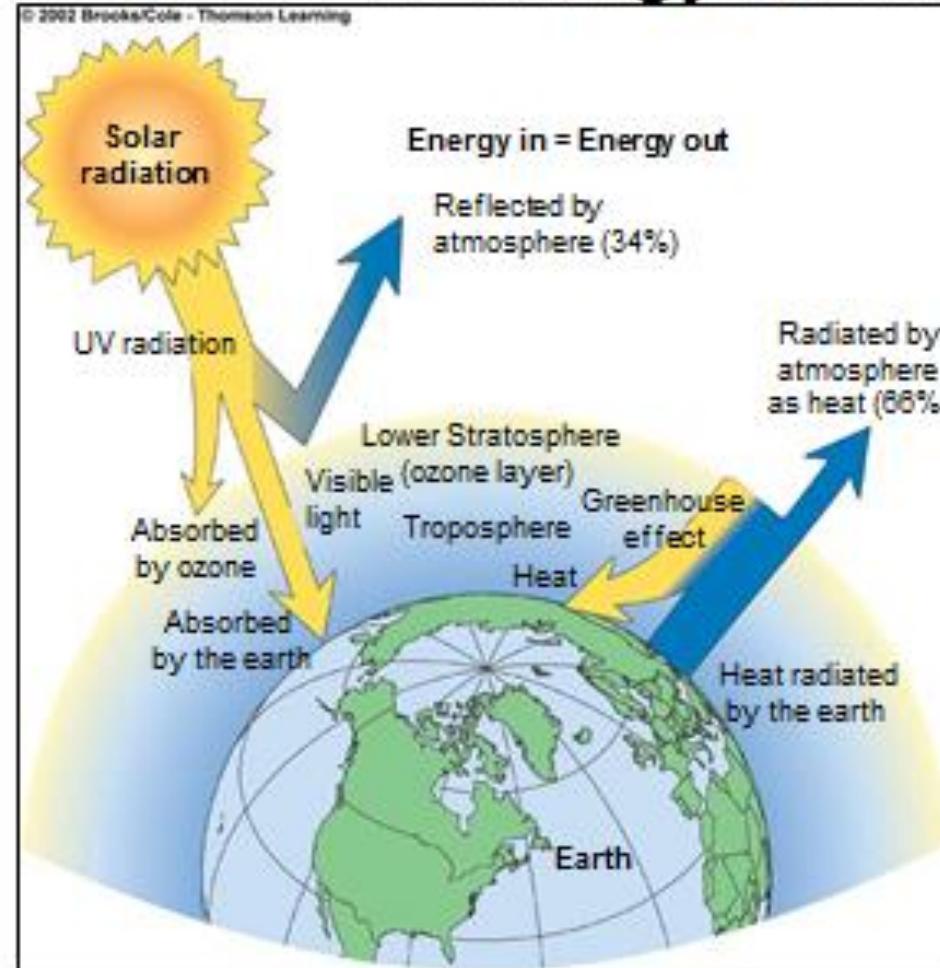
Figure 4-12 Typical time scales for global horizontal transport in the troposphere  
<http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/bookchap4.html#pgfId=997775>

# Sıcaklık Terslemesi (İnversiyon)



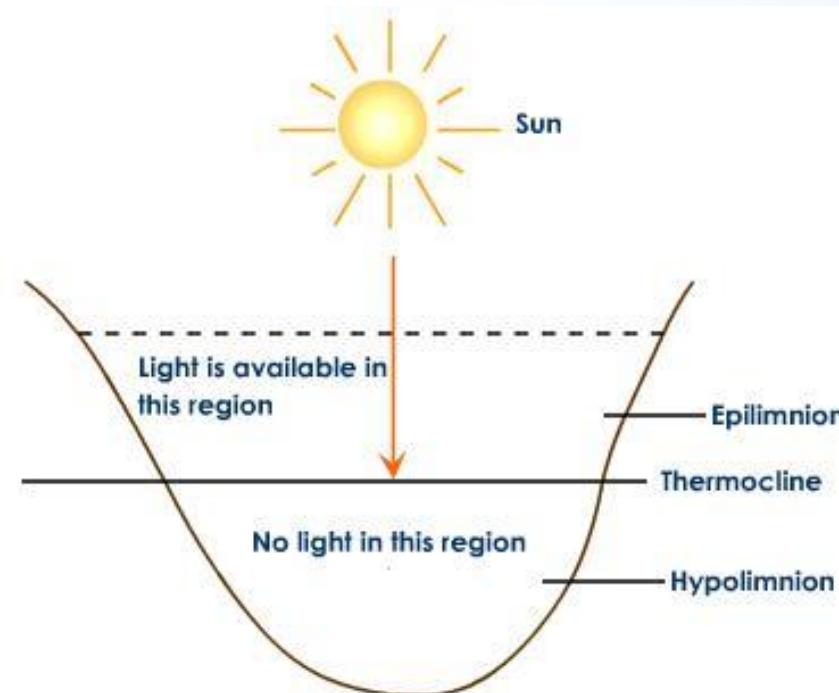
# Güneş Radyasyonu

The source of energy for all life

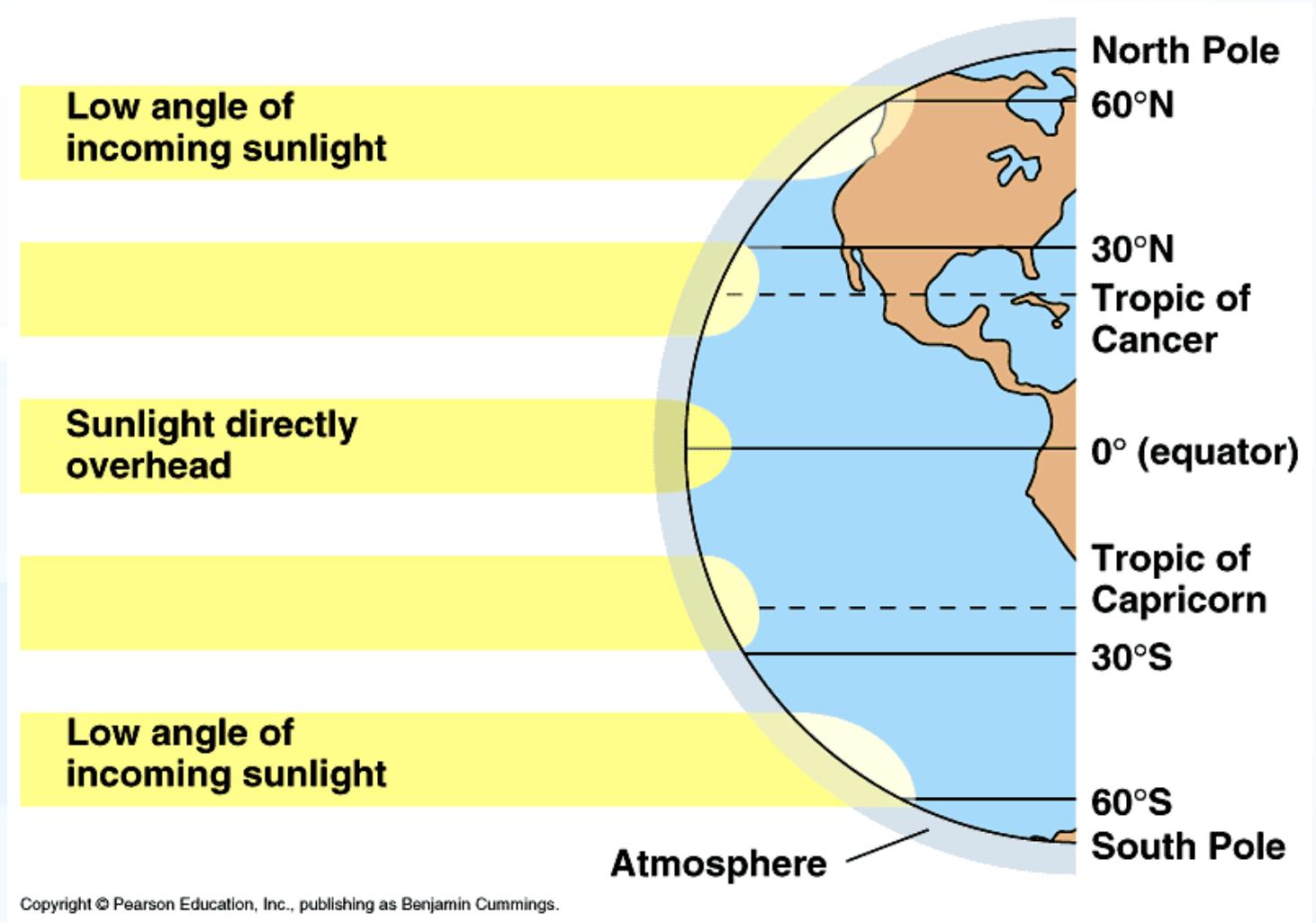


# Güneş Radyasyonunun Etkisi

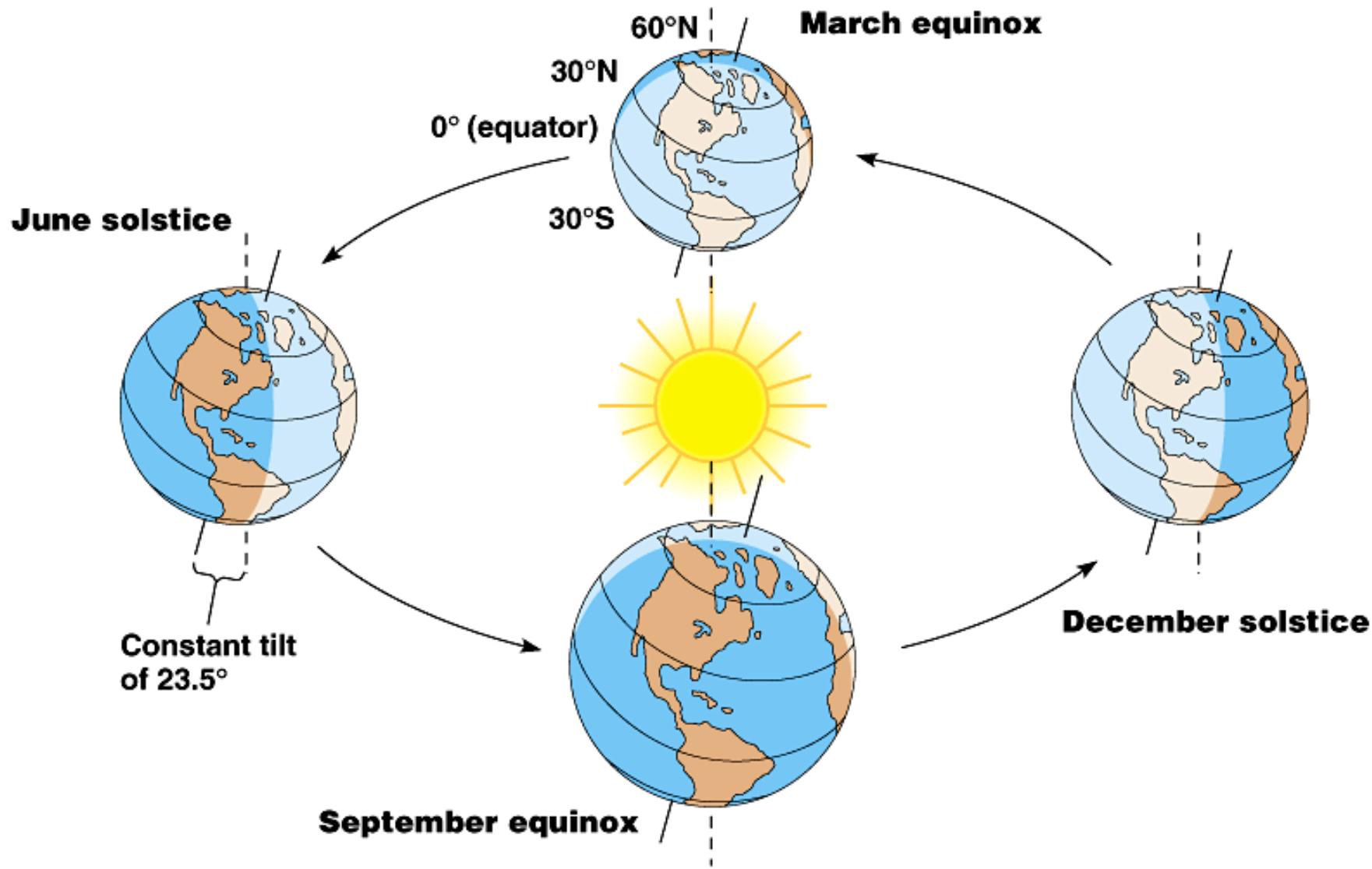
- Canlıların sayılarını ve dağılımlarını etkiler
- Birincil üretimi etkiler
- Meteorolojik etmenleri etkiler



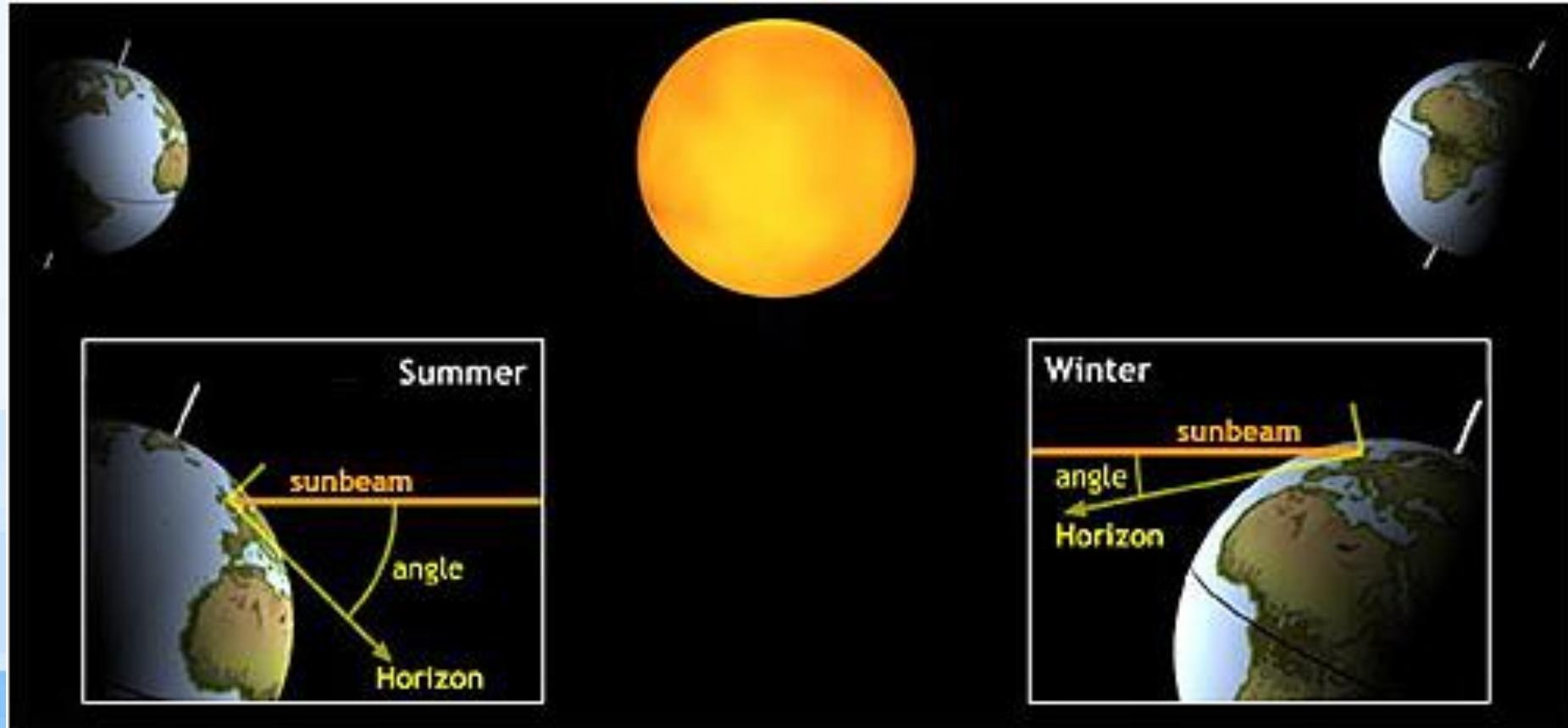
# Güneş Radyasyonu



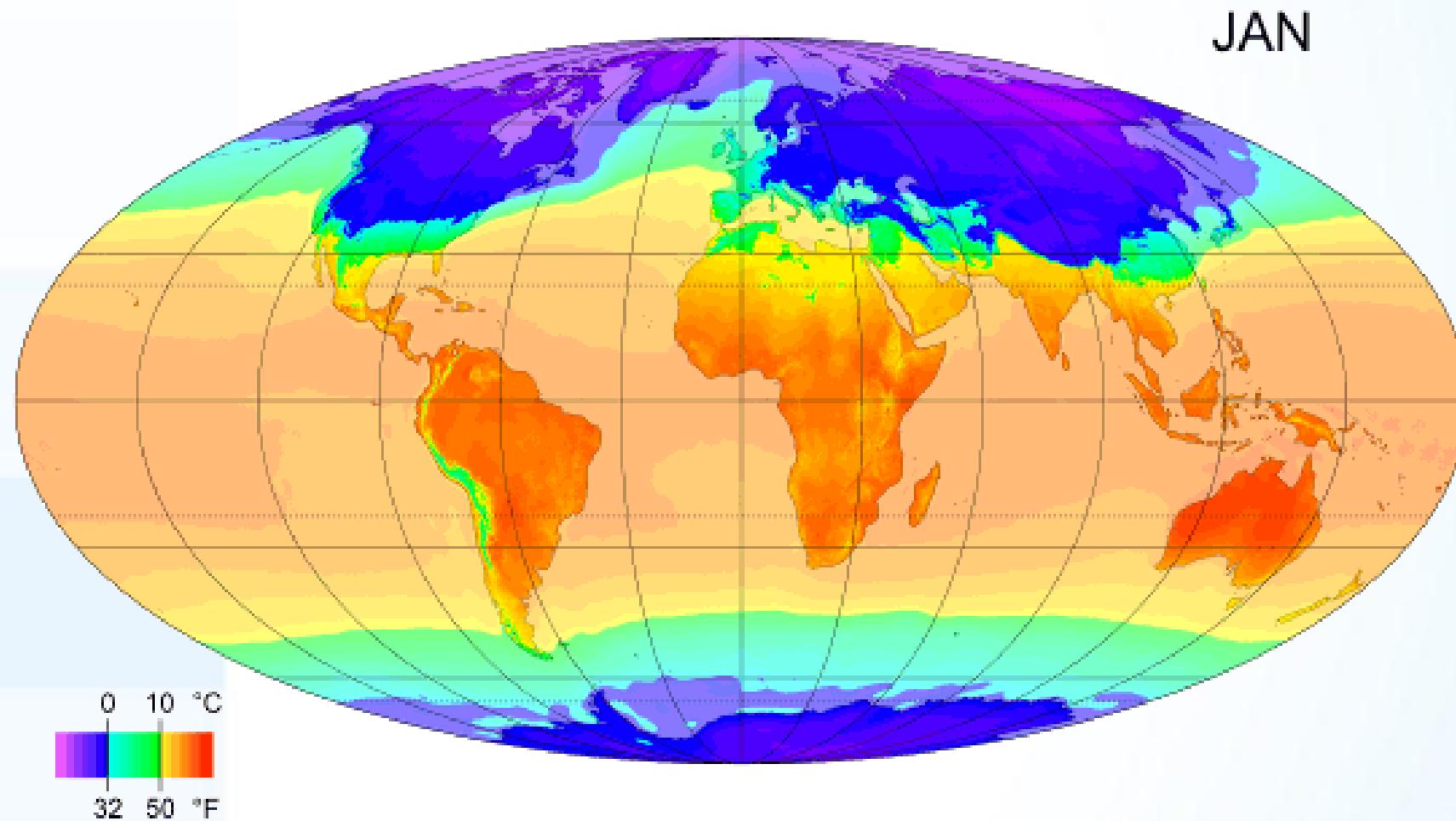
# Mevsimlerin Oluşumu



# Mevsimlerin Oluşumu

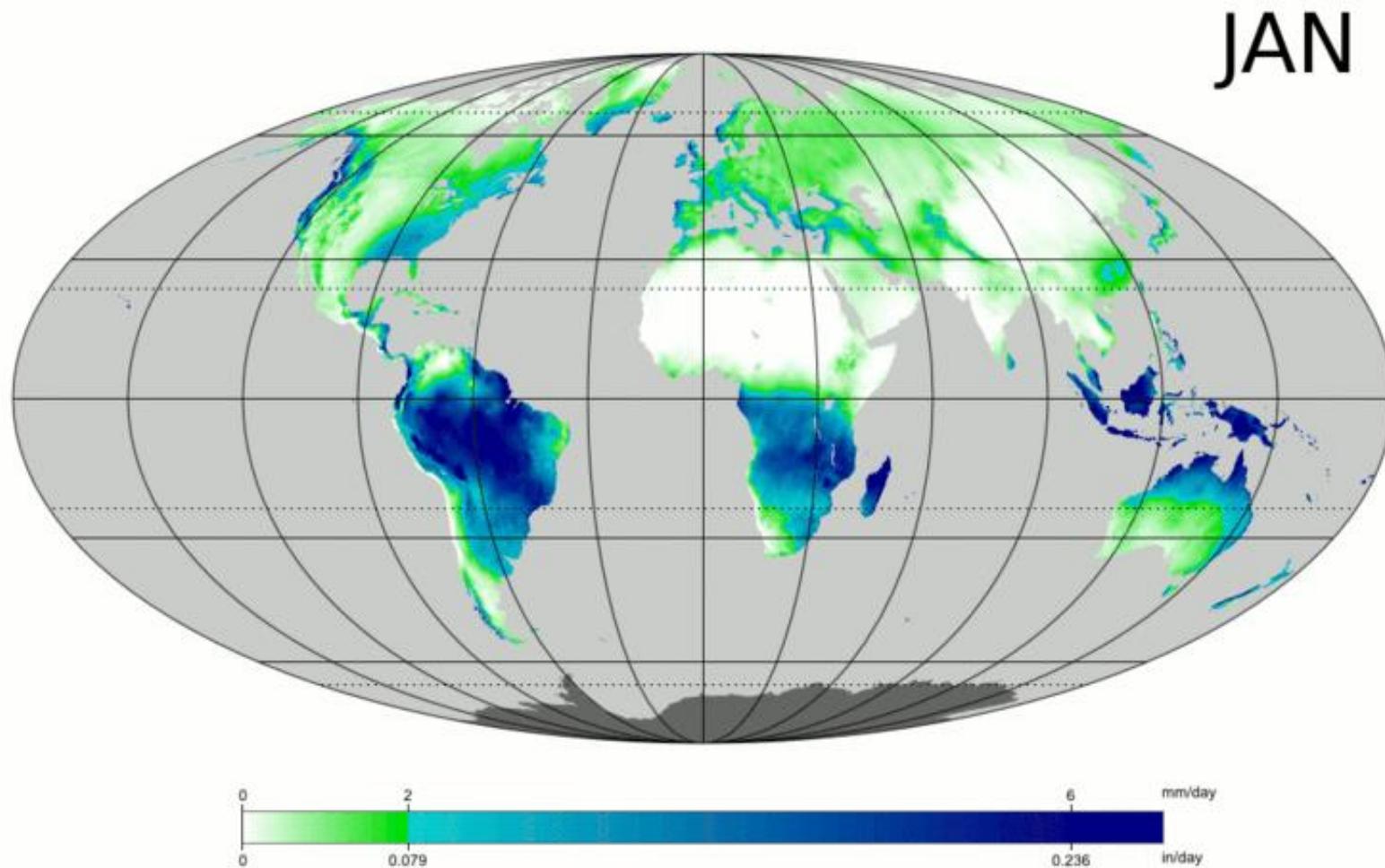


# Mevsimlere Göre Sıcaklık Değişimleri (1961-1990 ort.)



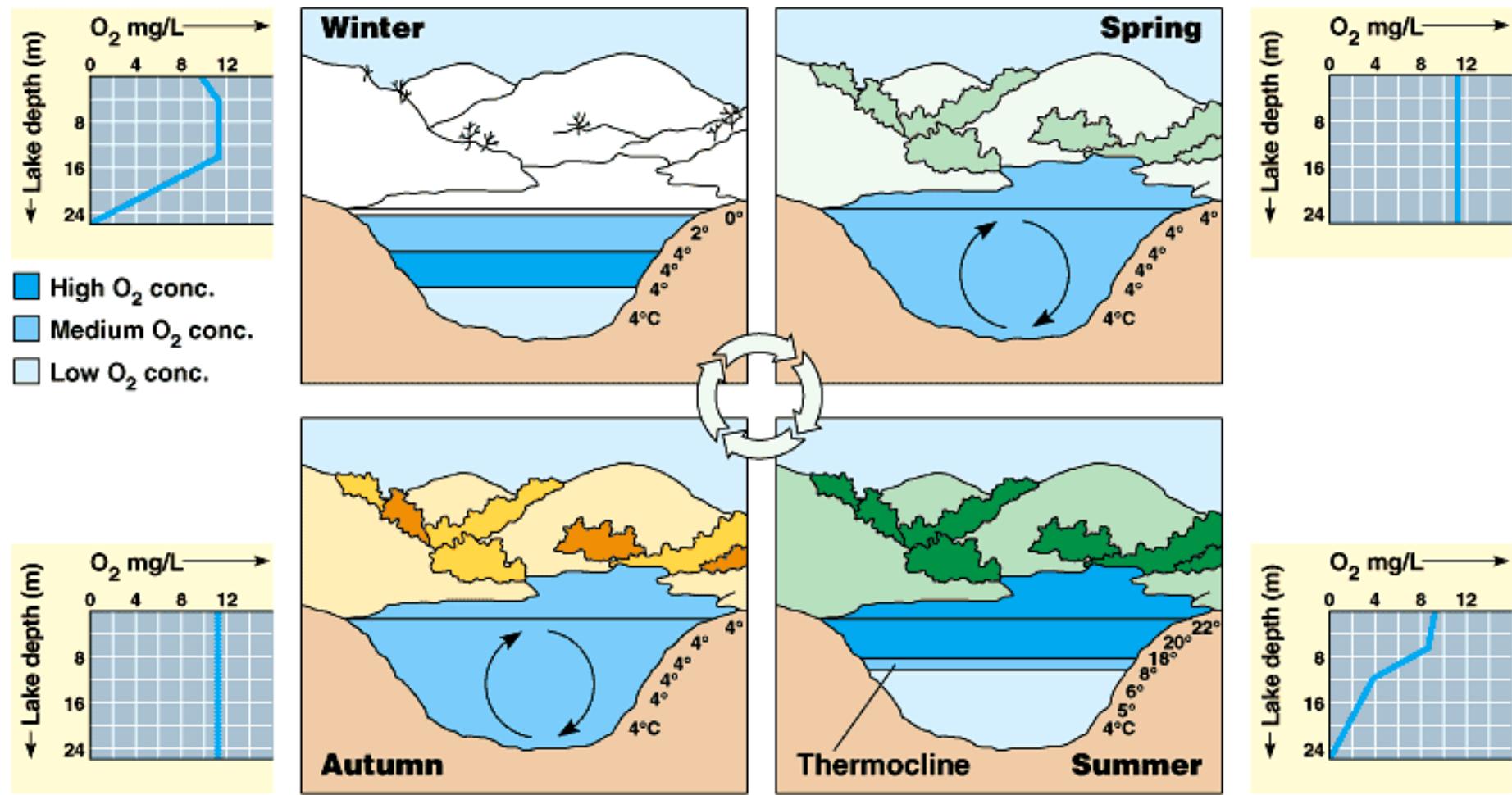
Animasyon için: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:MonthlyMeanT.gif>

# Mevsimlere Göre Küresel Yağışlar



Animasyon için: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:MeanMonthlyP.gif>

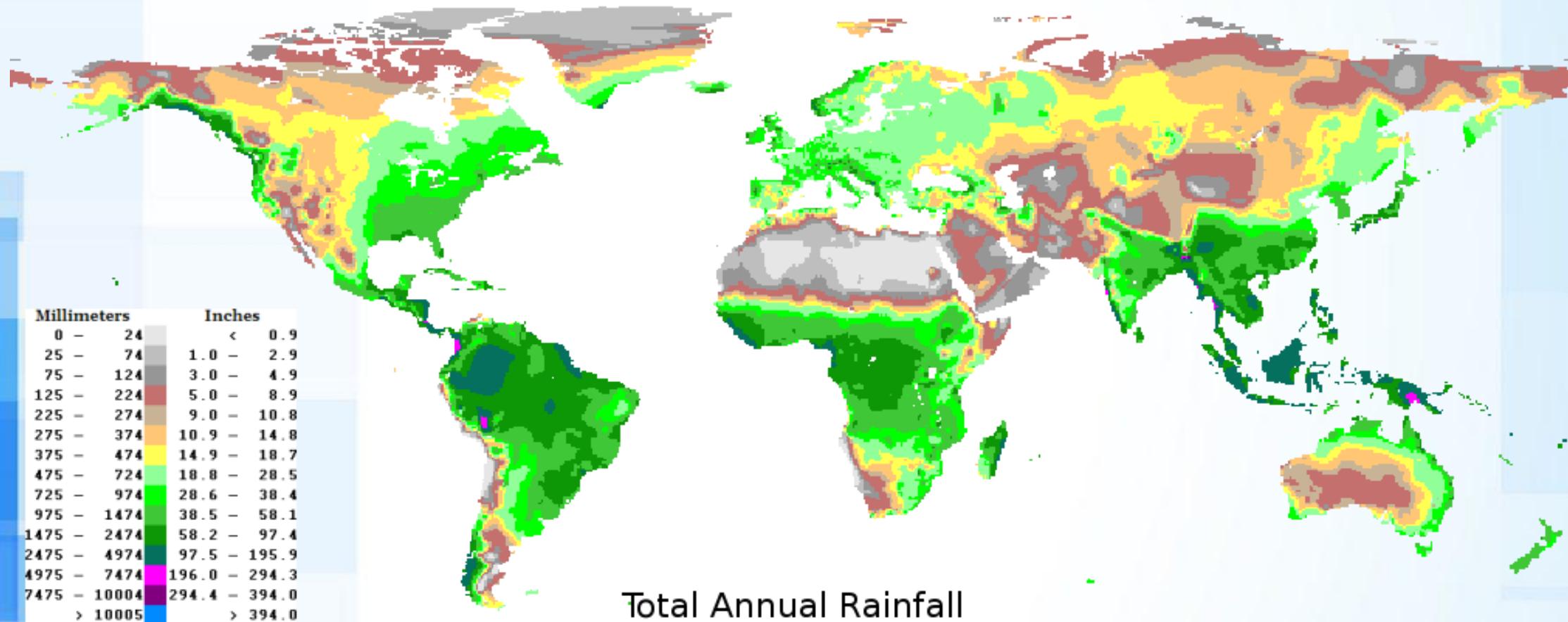
# Göllerdeki Mevsimsel Sıcaklık Değişiklikleri



# Yağışlar

- Yağışlar yeraltı sularını besler ve nem kaynağıdır.
- Yağış miktarı doğrudan birincil üretimi ve buna bağlı olarak diğer tropik seviyelerdeki canlıların popülasyonunu etkiler.

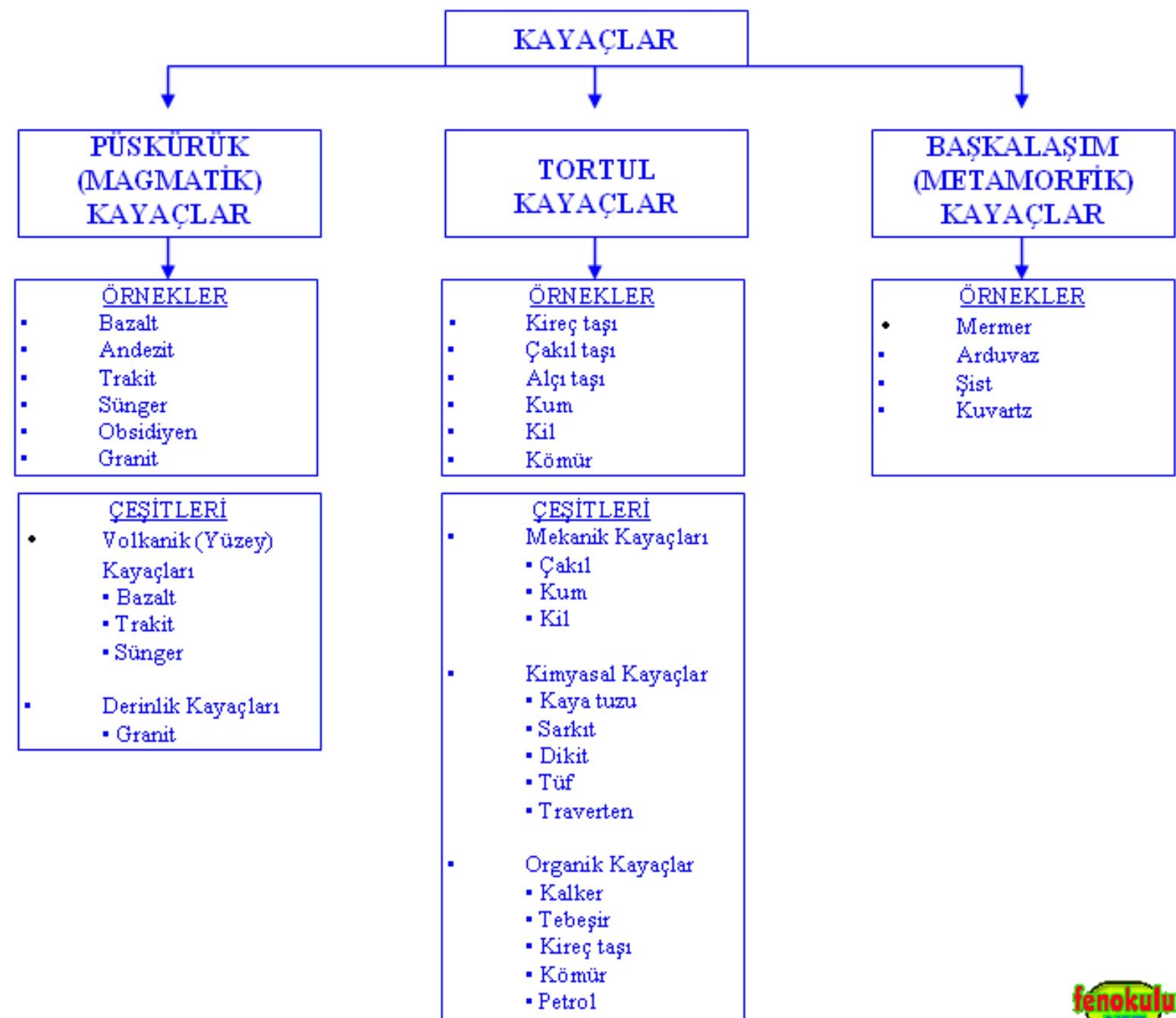
# Küresel Ortalama Yağışlar



<http://www.climate-charts.com/World-Climate-Maps.html>

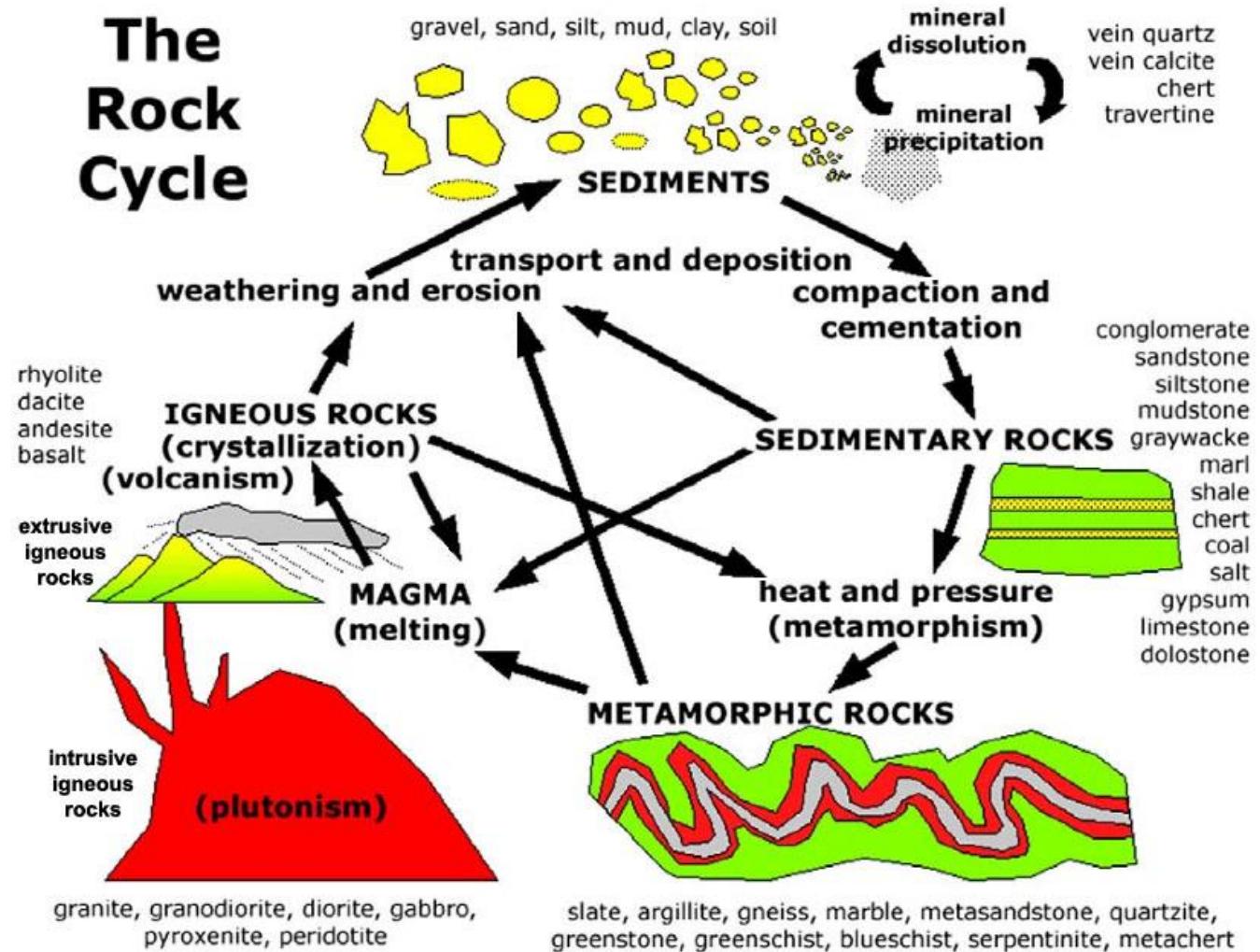
# Litosfer

- Biyo-geo-kimyasal döngüler litosferde çok yavaş gerçekleşir.
- Kayaç türleri
  - Magmatik kayalar (igneous rock)
  - Tortul kayalar (sedimentary rock)
  - Başkalaşım kayaları (metamorphic rock)



# Kayaç Döngüsü

## The Rock Cycle





# Edafik Faktörler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

## Edafik Faktörler

- İklimsel faktörleri değiştirebilen veya bu faktörlerin yerini alabilen faktörler.
  - Karasal ekosistemlerde, toprak ve özellikleri
  - Sucul ekosistemlerde, dip çamuru ve bulanıklık
  - Yangın

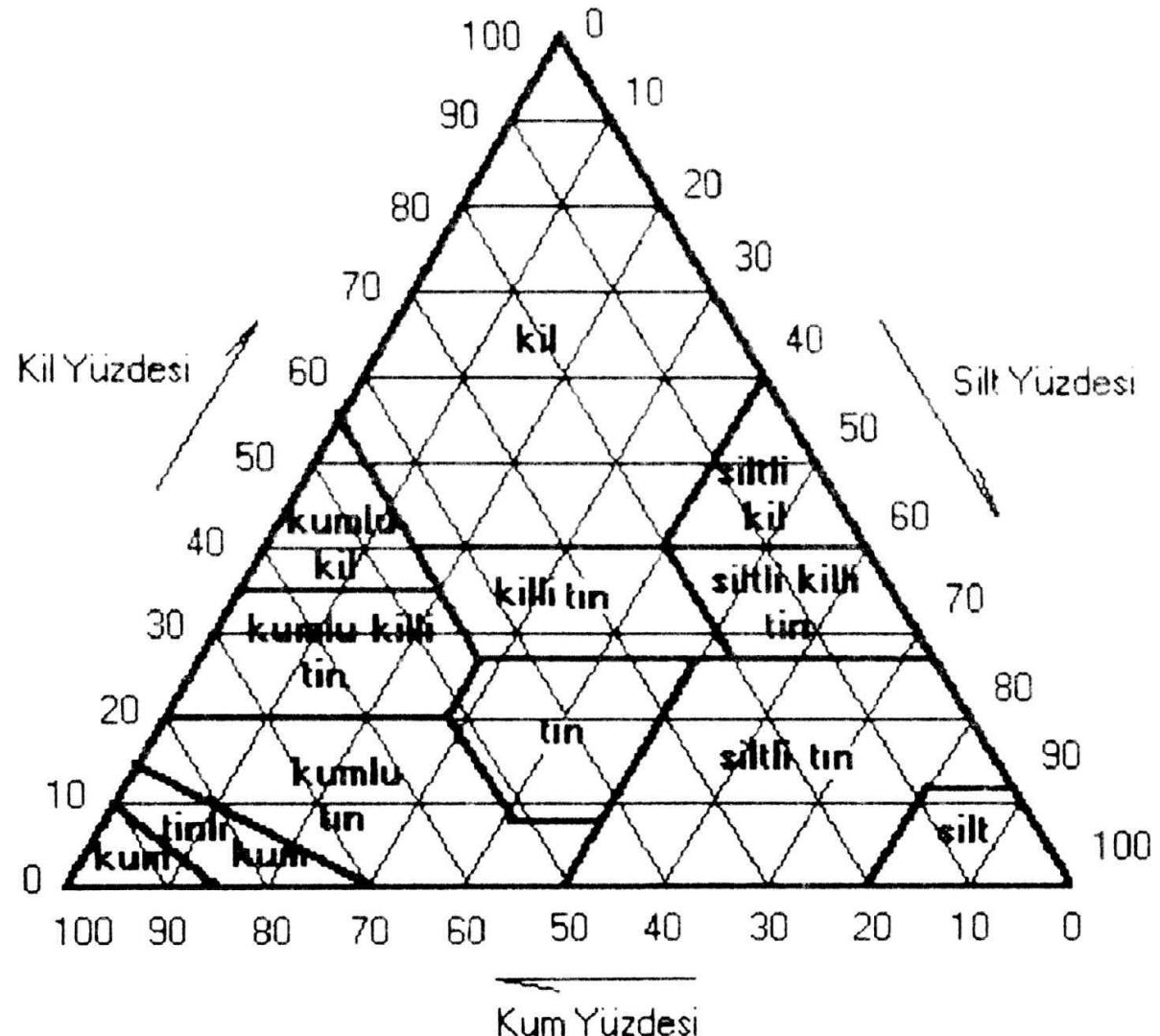
# Toprak

- Kayaların çeşitli etmenler nedeniyle ayrışması sonucunda oluşan,  
bitkilere besin kaynağı olan,  
canlılara yaşam alanı oluşturan,  
abiyotik ve biyotik öğelerin etkileşimini olanaklı kıلان ortam.

# Toprak Oluşumu

- Fiziksel parçalanma
- Ufalanma
- Ayrışma
  - Erime
  - Hidroliz
  - Oksidasyon
- Bitki kalıntılarının organik maddeye dönmesi

# Tekstür (Toprağın Dane Boyutu)

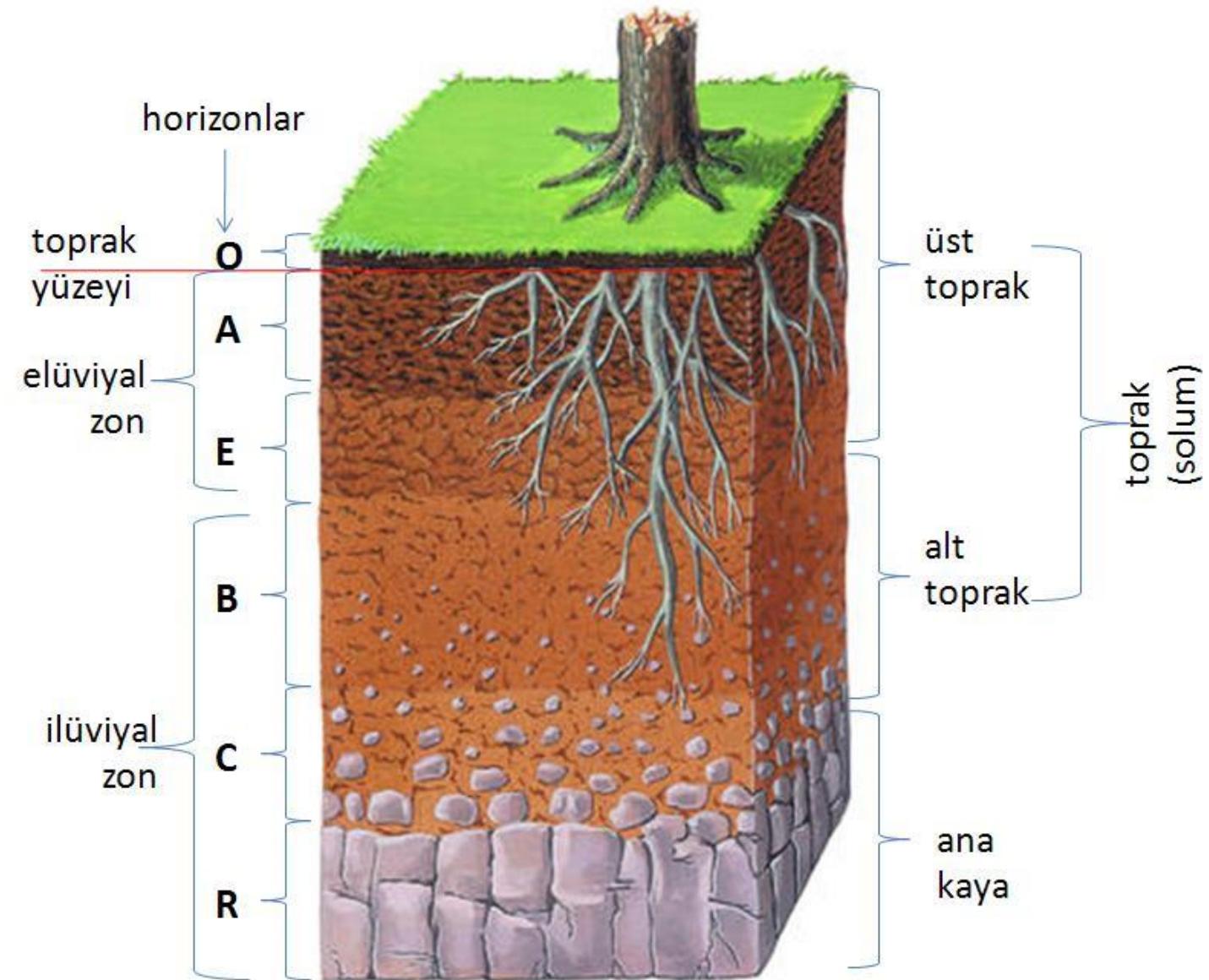


# Tekstür (Toprağın Dane Boyutu)

- Toprağı oluşturan kum, silt ve kil maddelerinin birbirlerine göre oransal dağılımları.
- Taneciklerin boyutu,
  - Toprağın havalandmasını,
  - Su tutma kapasitesini,
  - Tutulan suyun miktarını,
  - Toprağın sıcaklığını,
  - Verimliliğinietkiler.

# Strüktür

- Toprak taneciklerinin birbirlerine bağlanması ile oluşan yapıya **agregat** denilir.
- Agregatların toprak içindeki dizilişine **strüktür** denilir.
  - Toprak verimliliği
  - Havalanma
  - Su tutma



## TOPRAK HORIZONLARI

# Topraktaki Mikroorganizmalar

- Bakteriler
- Aktinomisetler
- Mantarlar
- Algler
- Protozoalar
  
- Toprak verimliliği, toprağın ayrışması mikroorganizmalar ile ilişkilidir.

# Topraktaki Makroorganizmalar

- Solucanlar
- Böcekler
- Eklembacaklıklar
- Kurtlar
- Salyangozlar
- Kemirgenler
- Karıncalar
- Toprağın havalandırılması
- Bitki artıklarının mekanik parçalanması

# Yangının Ekosistemlere Etkileri

- Yangında bitkiler yok olduğu için topraklar daha sonra erozyona maruz kalır.
- Asitli topraklarda nötrleşme görülür.
- Topraktaki nitrifikasyon hızlanır ve humus mineralize olur.

# Bulanıklık

- Suyun içerisinde bulunan ve ışığın geçişine engel olan katı maddelerin varlığı bulanıklık olarak adlandırılır.
- Az bulanık veya bulanık olmayan sular temiz kabul edilirken, çok bulanık sular kirli kabul edilir.
- Bulanıklığın sebepleri:
  - Kil ve diğer inorganik maddeler
  - Algler
  - Organik maddeler

# Bulanıklık

## ➤ Sebepleri:

- Toprak erozyonu
- Atık deşarjları
- Yüzey akışı
- Su dibinde beslenen canlılar (Sazan gibi)

## ➤ Etkileri:

- Balıkları doğrudan etkiler, gelişimlerini yavaşlatır.
- İşık erişimi azalacağı için fotosentetik aktivite de azalır.
- Suyun estetik değerini düşürür, kullanım alanları azalır.

## Bulanıklığın Belirlenmesi

- Nehir ve göllerde,  
**Secchi disk** ile  
bulanıklık ölçümü  
yapılır.
- Disk çapı = 20 cm
- Siyah ve beyaz  
rengin ayırt  
edilemediği derinlik  
ölçülür.

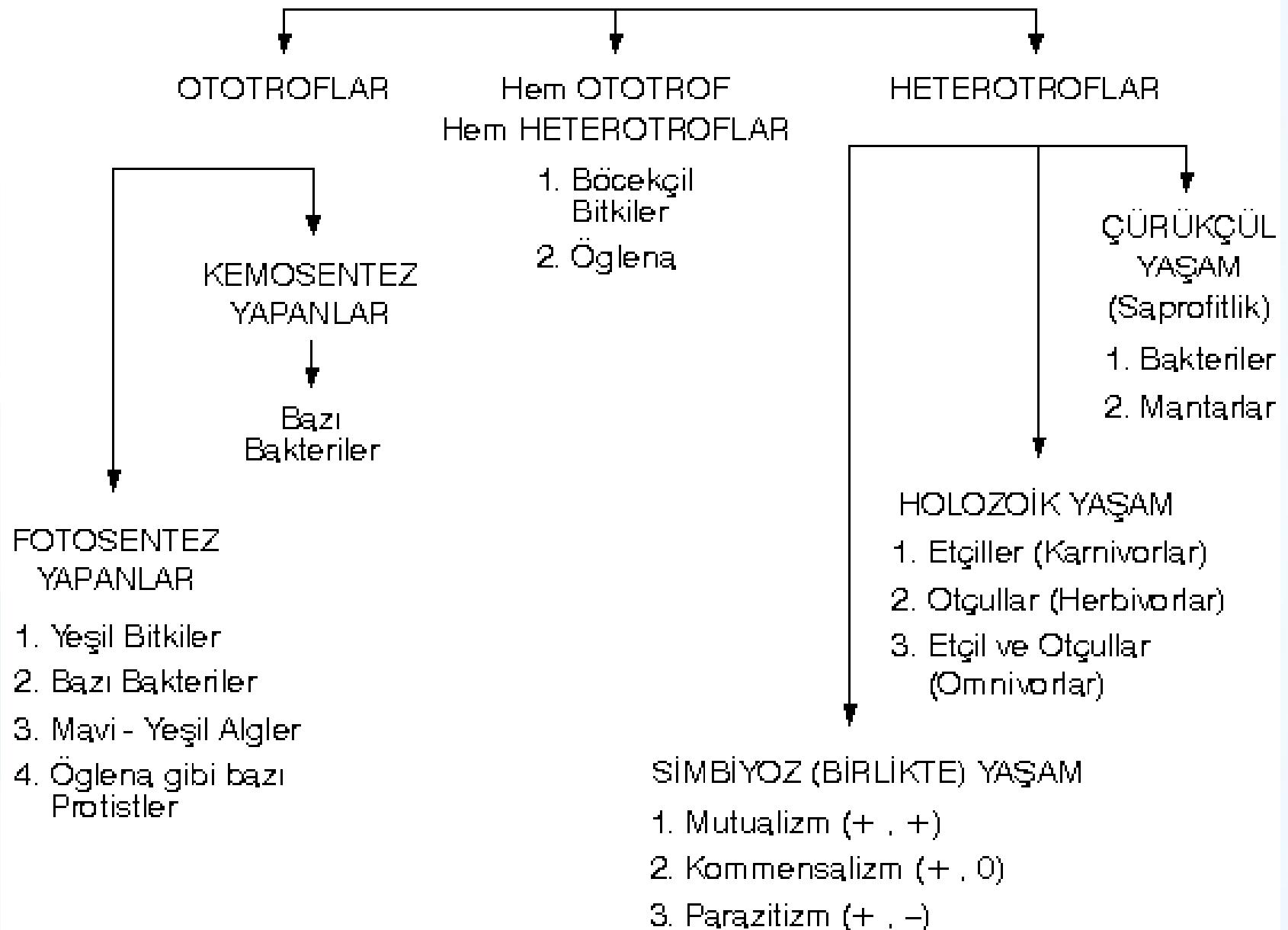


# Biyotik Faktörler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

## CANLILARDA BESLENME İLİŞKİLERİ



# Beslenme İlişkileri

## ➤ Simbiyoz (Birlikte Yaşam)

- Mutualizm
- Kommensalizm
- Parazitizm

➤ Rekabet

➤ Avlanma

➤ Antagonizm

# Mutualizm

- İki canlı da fayda sağlar.
- Örnek: likenlerdeki mantar ve algler
- Mantarlar topraktan aldığı inorganik madde ve suyu alg'lere verir.
- Alg'lər fotosentez yapar. Sentezlediği organik maddeleri mantara verir.

# Kommensalizm

- Bir canlı türü fayda görürken, diğer olumlu veya olumsuz etkilenmez.
- Örnek: midye yengeç ilişkisi
- Yengeç midye içerisinde yerleşir ve burada beslenir, fakat midye bundan zarar görmez.



[http://www.biyolojisitesi.net/tum%20uniteler/komunite  
\\_ve\\_populasyon\\_ekolojisi/kommensalizm.html](http://www.biyolojisitesi.net/tum%20uniteler/komunite_ve_populasyon_ekolojisi/kommensalizm.html)

# Parazitlik

- Olumsuz ilişki
- Bir canlı diğerini üzerinden beslenir.
- Parazit fayda görürken konak zarar görür.
- Örnekler:
  - Ökse otu
  - Bit, pire, tahtakurusu
  - Bakteri, virüs, bağırsak kurtları, tenya

# Rekabet

- Olumsuz ilişki
- Besin maddeleri, ışık, yuvalanma gibi faktörler için rekabet edilir.
- Aynı tür veya farklı türler arasında olabilir.
- En iyi adapte olan diğerlerine üstün gelir.

# Antagonizm

- Bir canlı türünün diğer canlılara zarar verecek kadar çevreye olumsuz etki yapması.
- Örnek:
  - Antibiyotikler

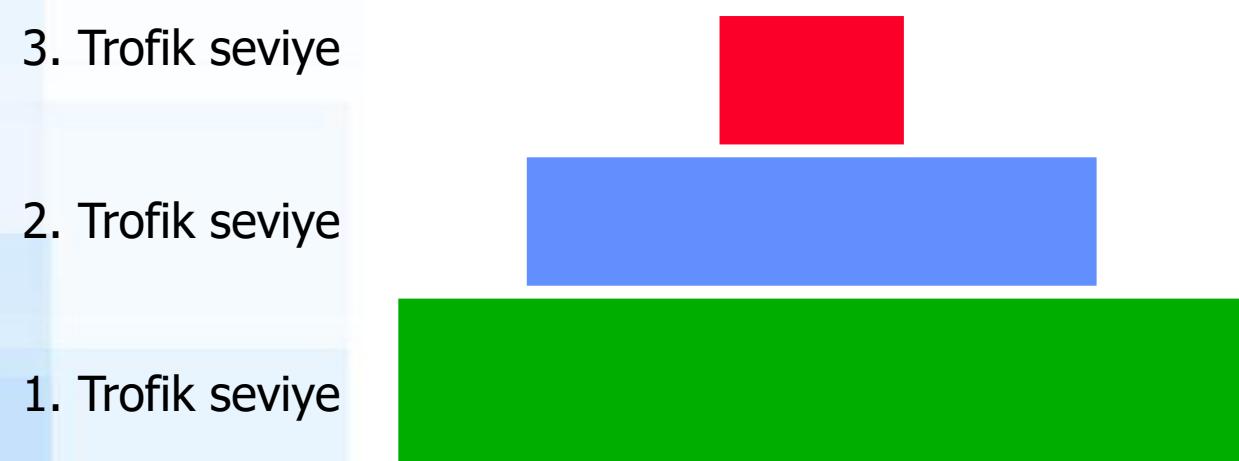
# Fotosentez ve Solunum

- **Fotosentez:** klorofillerde güneş radyasyonu yardımıyla su ve karbondioksitten karbonhidratların sentezlenmesi
- karbondioksit + su + *güneş enerjisi* → glikoz + oksijen
- $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{güneş enerjisi} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$
- **Oksijenli solunum:** organik moleküllerin oksijen ile su ve karbondioksite parçalanarak enerji üretilmesi
- glikoz + oksijen → karbondioksit + su + *enerji*
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{enerji}$

# Birincil Üretim

- **Gros (brüt) birincil üretim** (GPP) güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşen miktarı.
- **Net Birincil Üretim** (NPP) besin zincirinde tüketiciler tarafından kullanılabilecek karbon miktarı.
- $NPP = GPP - [\text{üreticiler tarafından kullanılan biyokütle}]$

# Besin / Enerji Piramitleri



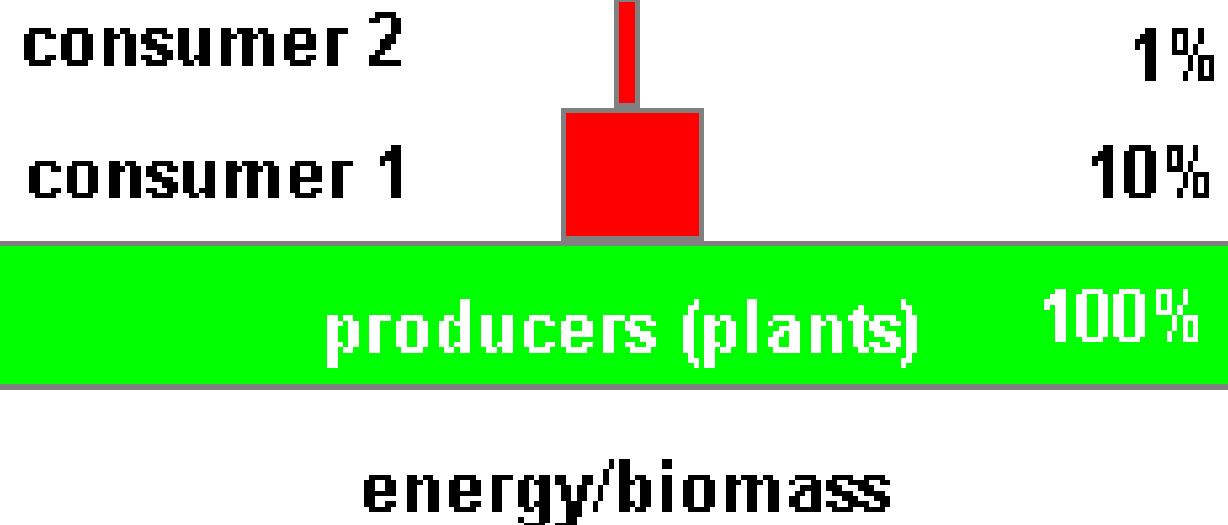
**Karnivorlar**

**Herbivorlar**

**Üreticiler**

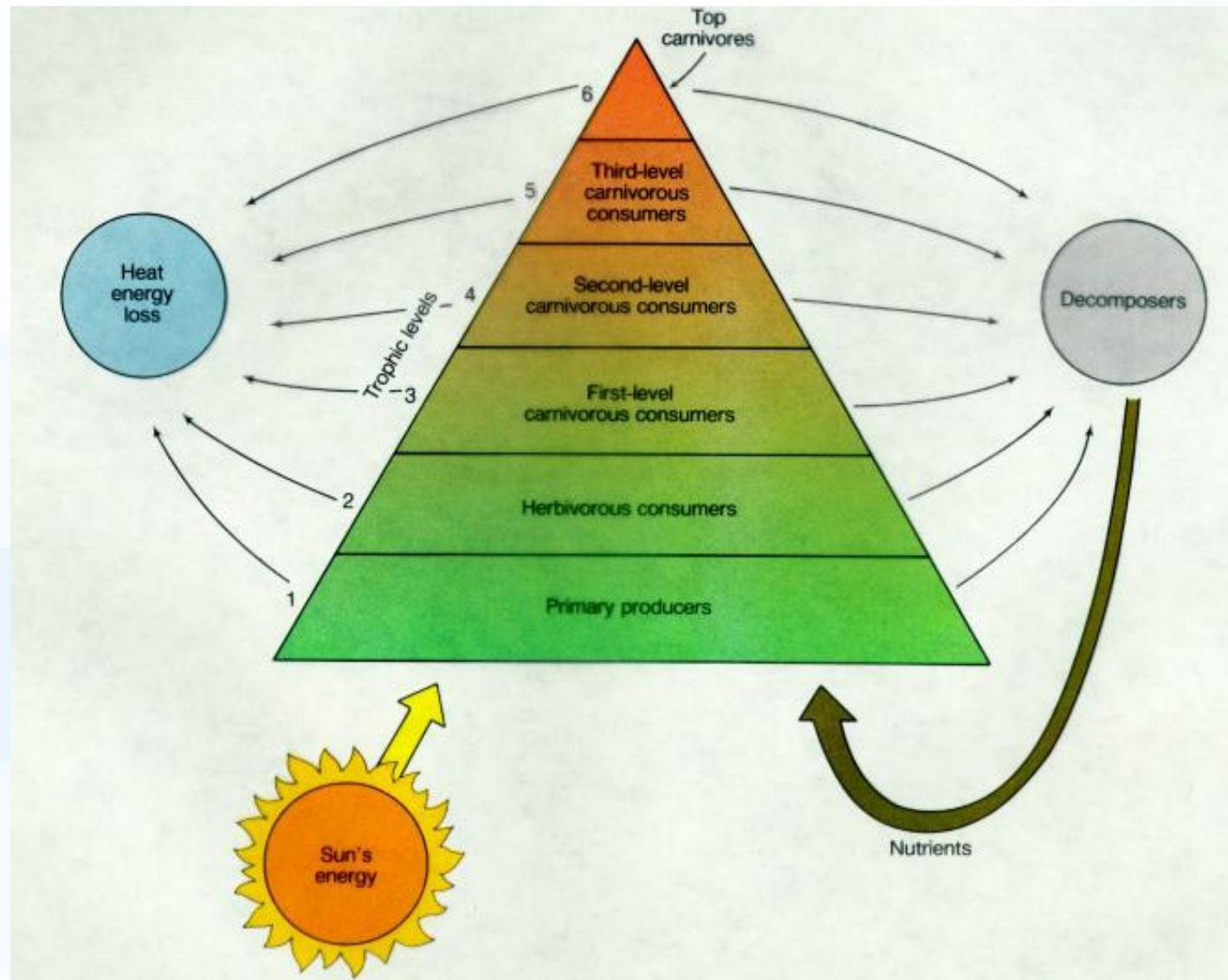
# Besin Piramitleri

## Typical ecosystem



Enerjinin %90'ı ısı olarak kaybolur.

# Enerji Piramidi

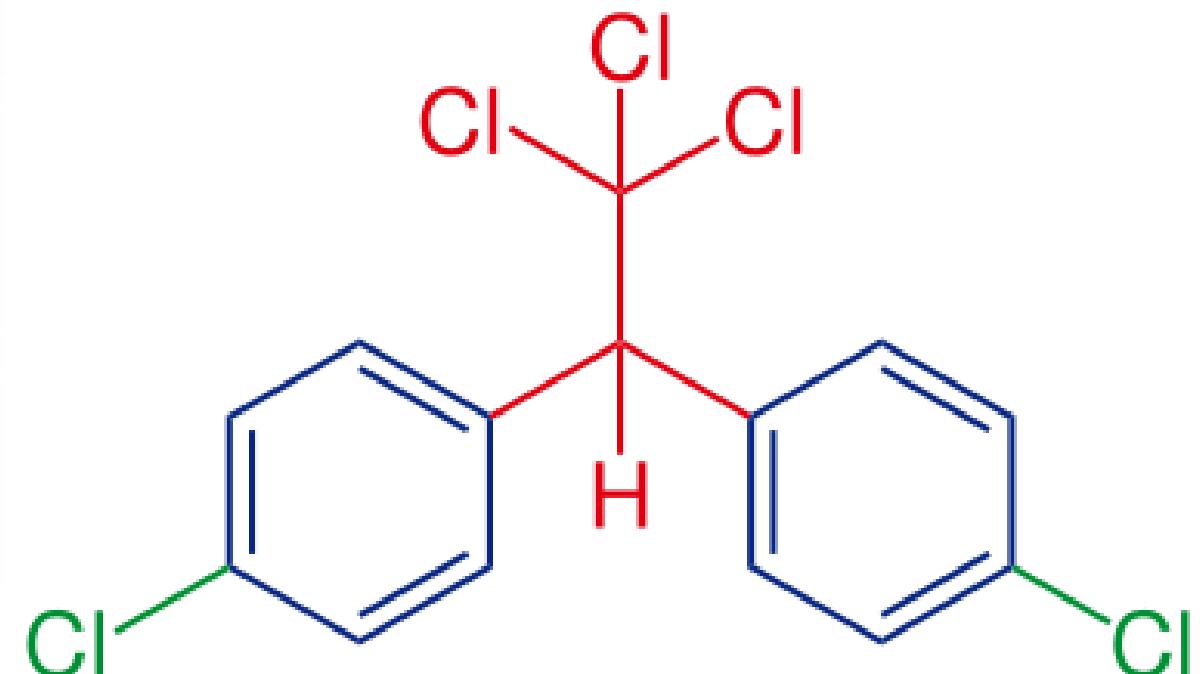


# Biyobirikim (Biyoakümülasyon)

- Bazı maddelerin organizmanın yapısında kalarak birikmesi.
- Biyolojik birikim gösteren maddeler:
  - Ağır metaller
  - Bazı organikler (DDT)
- Besin zincirinde üst trofik seviyelere doğru biriken madde miktarı artış gösterir.

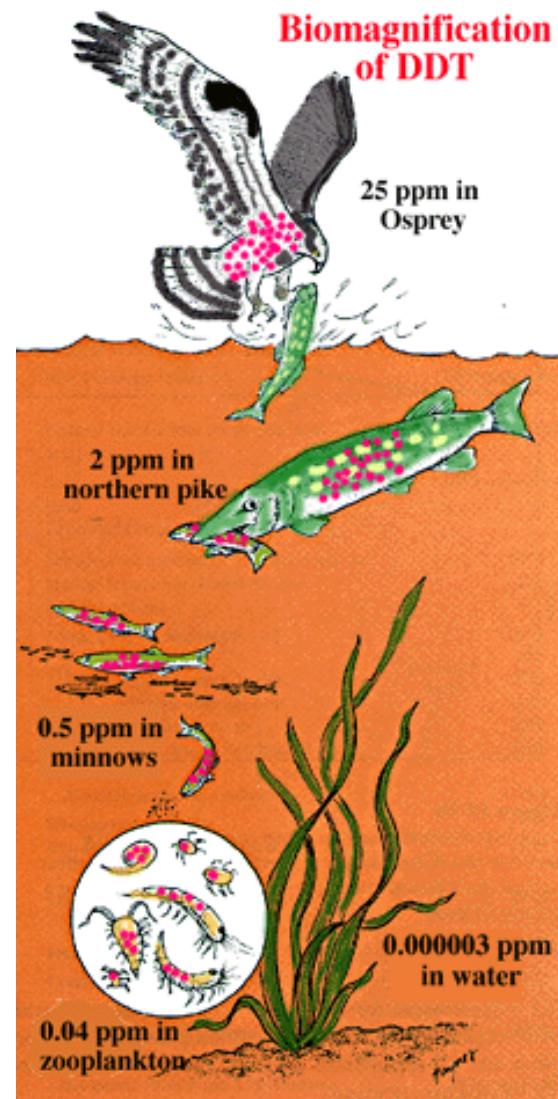
# DDT

- Dikloro difenil trikloroethan



dichlorodiphenyltrichloroethane

# DDT Biyo-birikimi



## Kaynaklar

- Kocatas, A., 2008, Ekoloji, Çevre Biyolojisi, 10. Baskı, Ege Üniversitesi Basimevi, İzmir.
- Ayberk, S., 2002, Toprak Ekosistemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Bozulma, Kocaeli Üniversitesi Basimevi, Kocaeli.

# Ekosistem ve Özellikleri

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Ekosistem

- Belirli bir bölgede yaşayan ve birbirleriyle sürekli etkileşim halindeki canlılar (**biyotik faktörler**) ve cansız çevreleriyle (**abiyotik faktörler**) olan ilişkileri.

# Enerji ve Termodinamik Kanunları

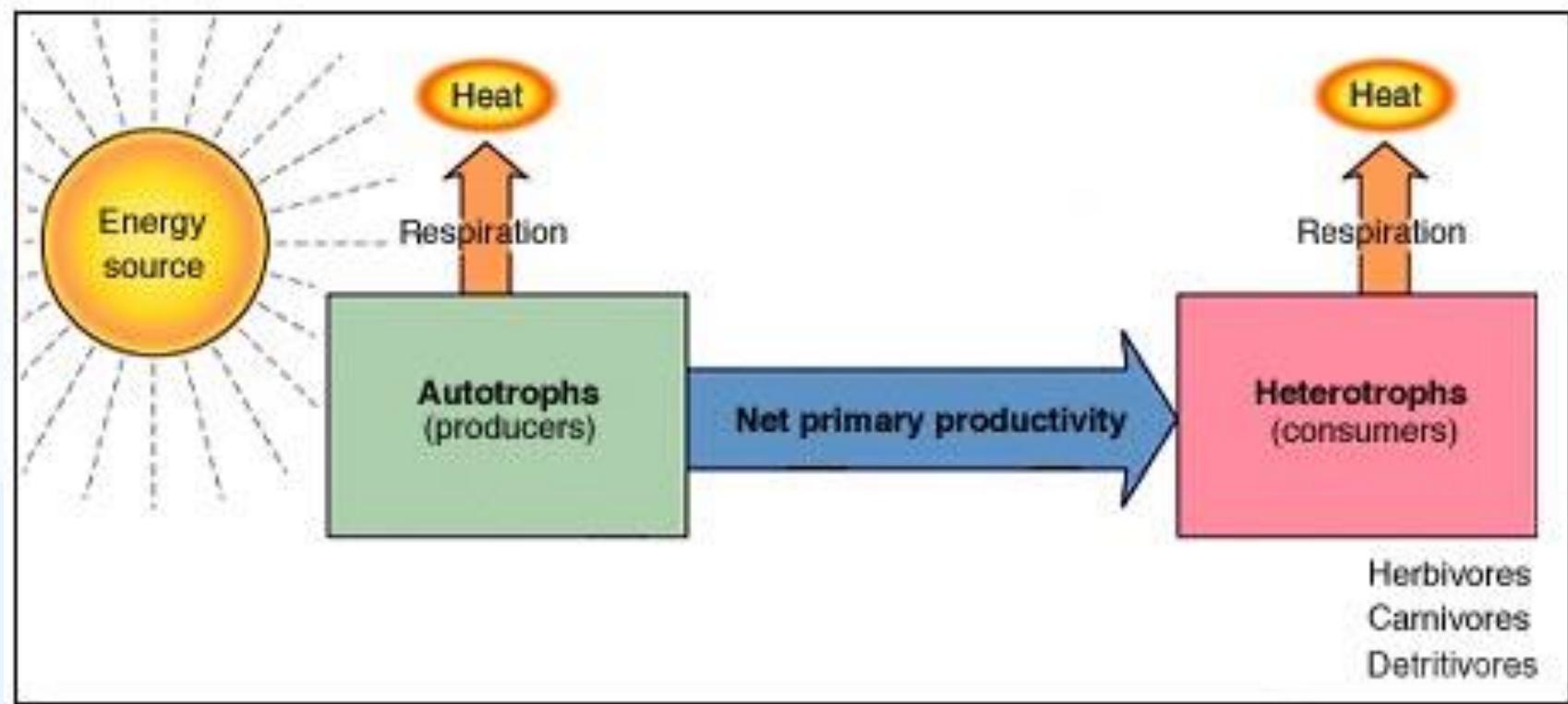
## Termodinamiğin 1. Kanunu:

- Enerji bir formdan bir başka bir forma dönüşebilir, ancak yoktan var edilemez, vardan yok edilemez.

## Termodinamiğin 2. Kanunu:

- Enerji yoğun ve düzenli sekilden daha az yoğun ve düzensiz şekle doğru dönüşür.
- Enerji dönüşümlerinde bir miktar ısı oluşur ve sistemin düzensizliği (**entropi**) artar.

# Ekosistemlerde Enerji Akışı



# Fotosentez ve Solunum

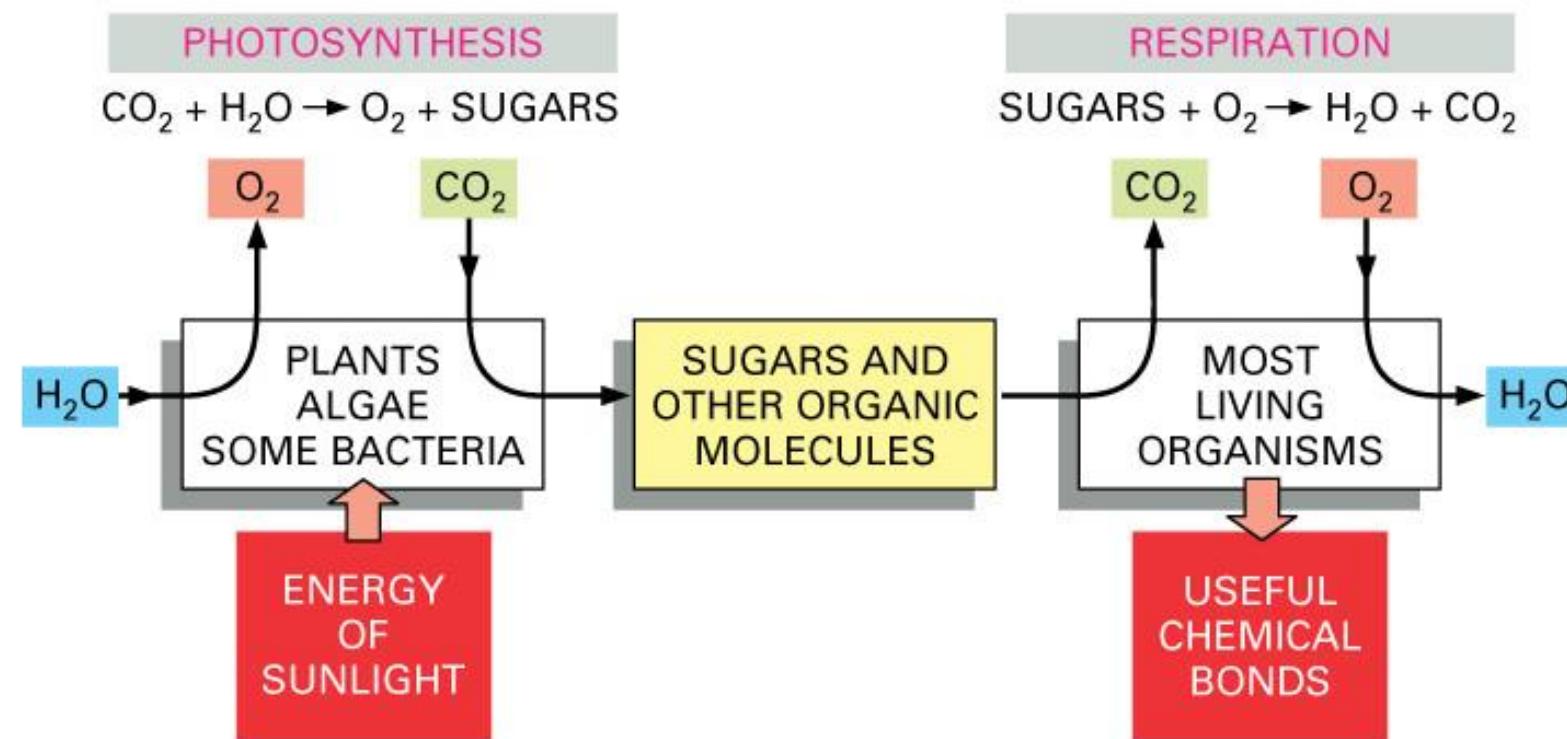
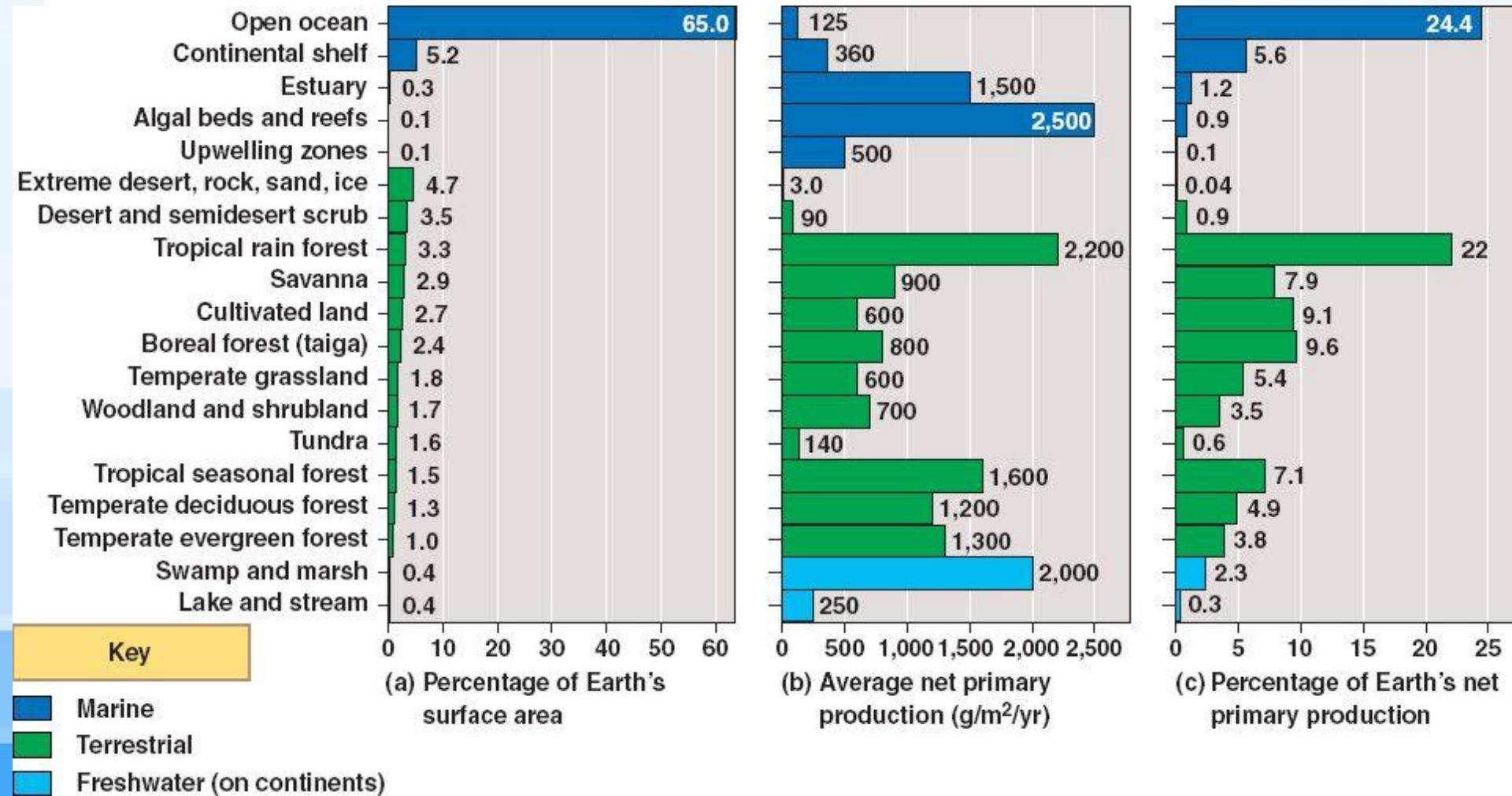


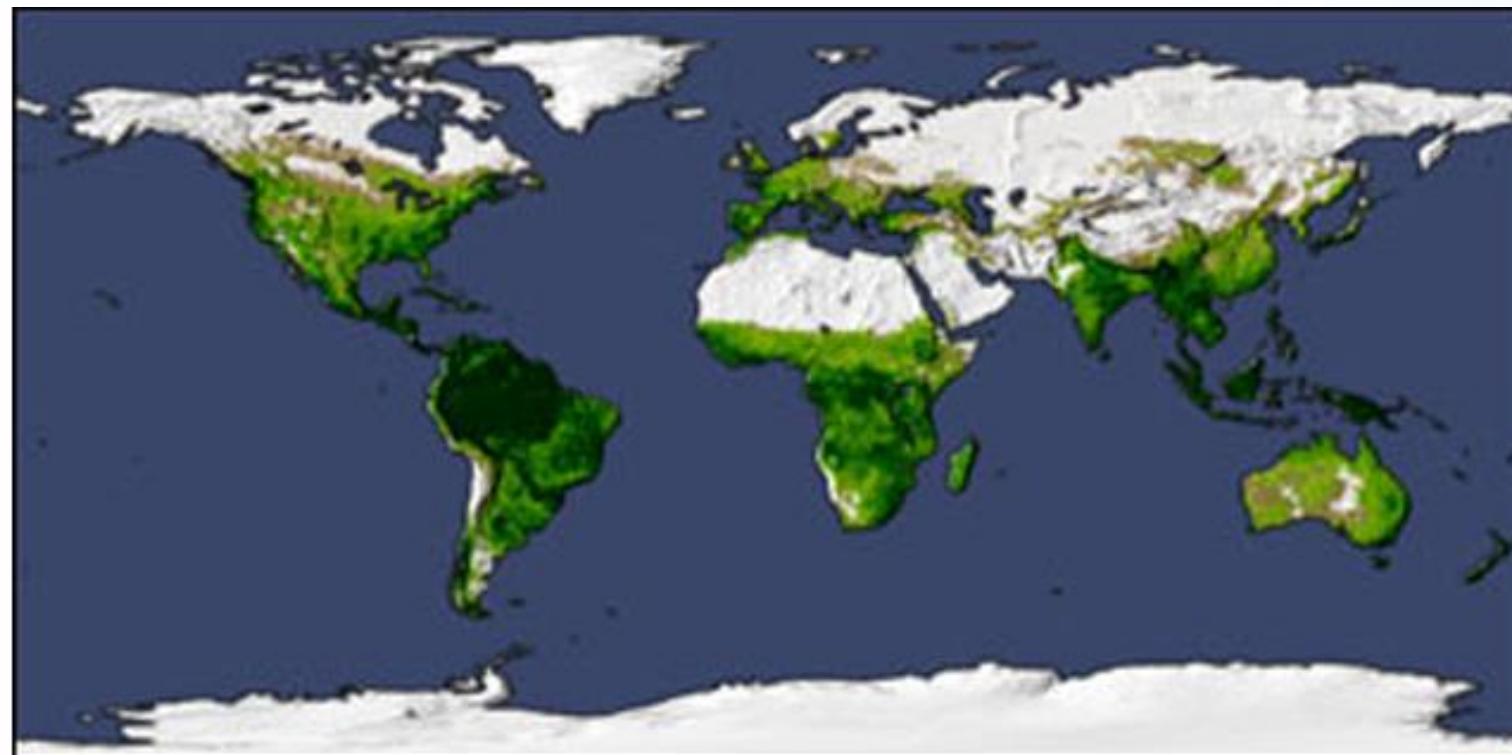
Figure 3-10 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

[http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/ecb/photosynthesis\\_respiration.php](http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/ecb/photosynthesis_respiration.php)

# Farklı Ekosistemlerde NPP



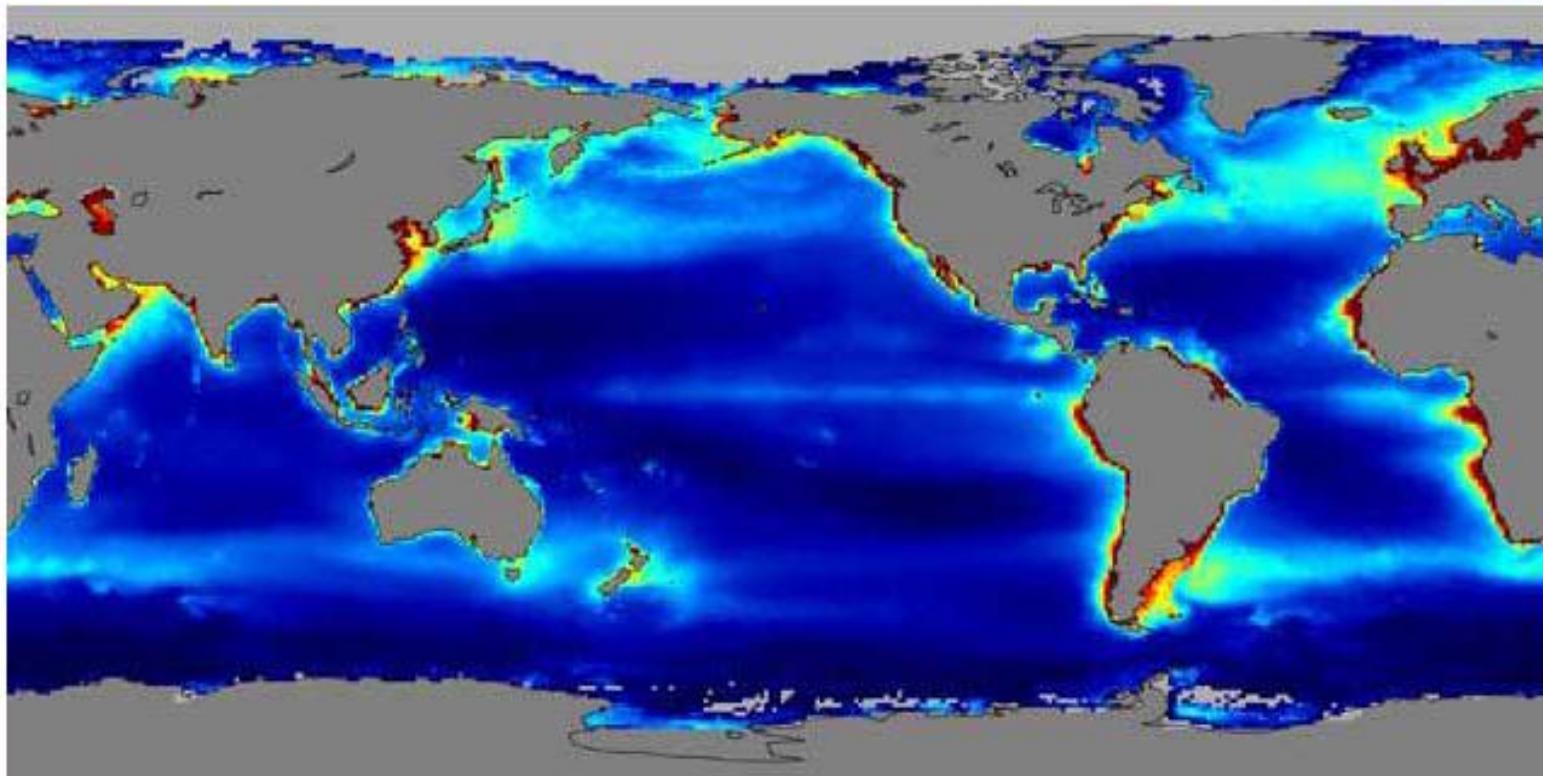
# Karasal Net Birincil Üretim



**Net Primary Productivity (kgC/m<sup>2</sup>)**



# Okyanuslardaki Net Birincil Üretim (1997 - 2002)



**Net Primary Productivity** (grams Carbon per m<sup>2</sup> per year)



# İkincil Üretim

- **İkincil üretim:** otoburların oluşturduğu üretim
- **Üçüncül üretim:** otoburları yiyan etoburların oluşturdukları üretim
- **Dördüncül üretim:** etoburları yiyan etoburların oluşturdukları üretim

# %10 Kuralı



Progressive Loss of Energy in Food Chain

# Madde Döngüleri

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Önemli Madde Döngüleri

- Su ( $H_2O$ ) döngüsü
- Karbon (C) döngüsü
- Oksijen (O) döngüsü
- Azot (N) döngüsü
- Fosfor (P) döngüsü
- Kükürt (S) döngüsü

# Madde Döngüleri

- Canlılar yaşamları için gerekli olan maddeleri ekosistem ortamlarından alırlar ve tekrar bu ortamlara verirler.
- Madde alıp verme süreci bir takım biyolojik, jeolojik ve kimyasal olayların etkisinde olduğundan bu hareketler **biyojeokimyasal döngüler** olarak adlandırılır.
- C,O,N döngüleri için başlıca rezervuar: atmosfer
- P ve S döngüleri için başlıca rezervuar: litosfer (yavaş)

# Su Döngüsü

- Su, güneş enerjisi ve yerçekimi etkisiyle doğada düzenli olarak hareket eder.
- Suyun litosfer, hidrosfer ve atmosfer arasındaki bu hareketi **hidrolojik döngü** veya **su döngüsü** olarak adlandırılır.
- Küresel yıllık yağış miktarı:  $465000 \text{ km}^3$  su
  - $365000 \text{ km}^3$  denizlere
  - $100000 \text{ km}^3$  karalara
- Canlıları doğrudan yararlanabileceği su miktarı, toplam suyun %2.6'sıdır.

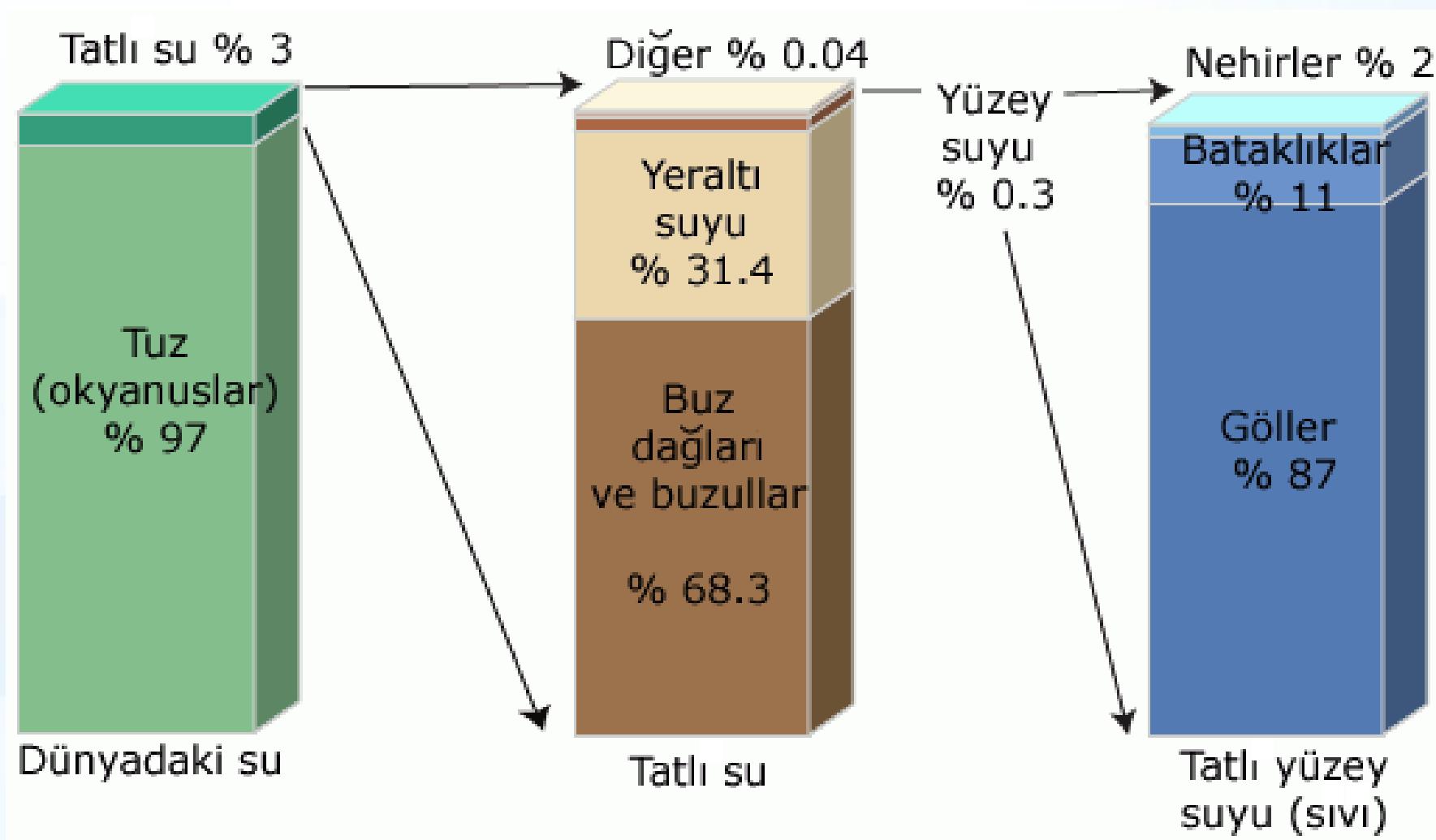
# Su Döngüsü



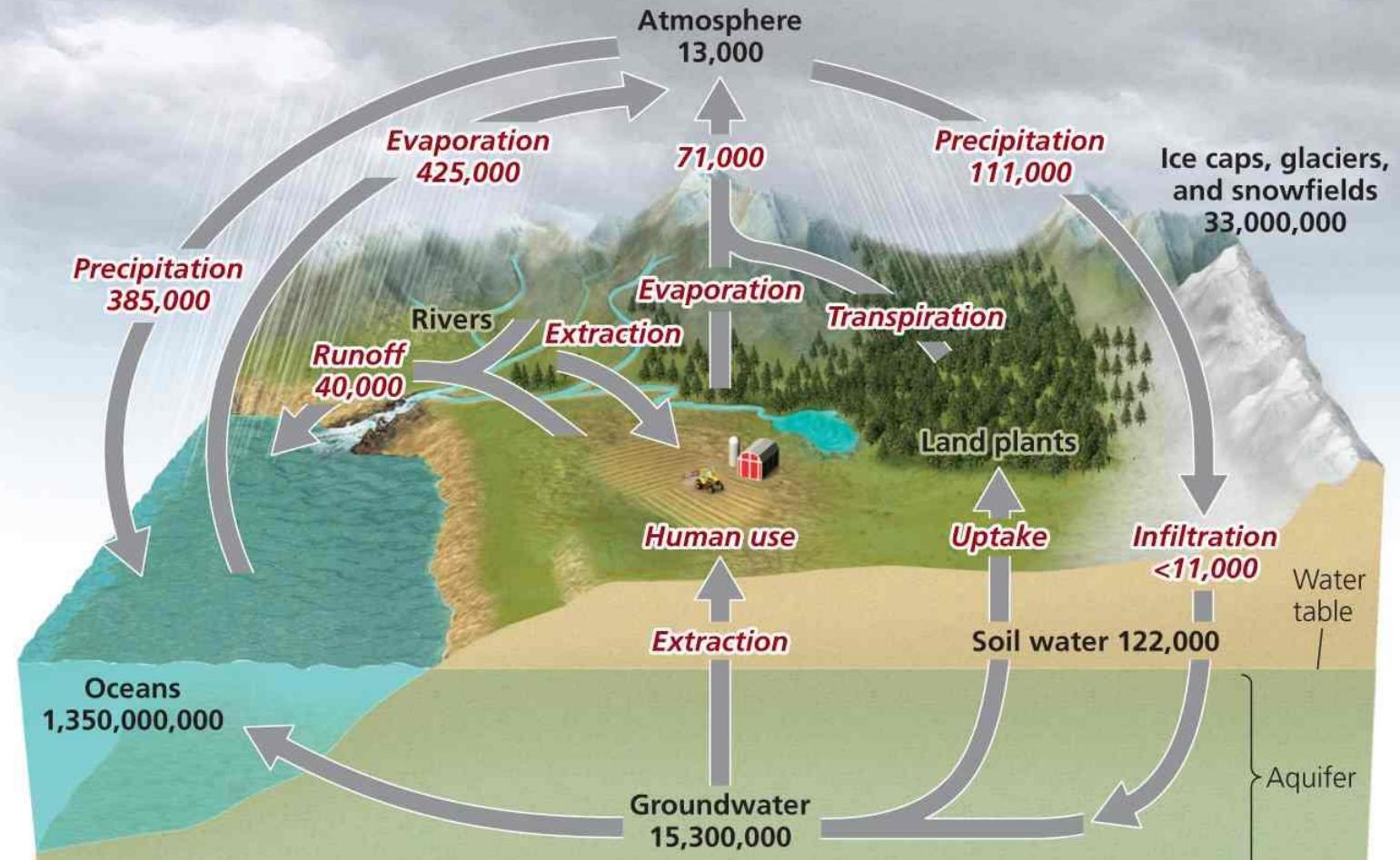
# Yeryüzündeki Su Kütleleri

Ortam	Su kütlesi (ton)
Denizler ve okyanuslar	$1.34 \times 10^{18}$
Kutuplardaki buzullar	$2.98 \times 10^{16}$
Yeraltı suyu	$4.10 \times 10^{15}$
Göller ve nehirler	$1.21 \times 10^{14}$
Atmosferdeki su buharı	$1.26 \times 10^{13}$
<b>Toplam</b>	<b><math>1.37 \times 10^{18}</math></b>

# Dünyadaki Suyun Dağılımı



# Akilar: km<sup>3</sup> / yıl

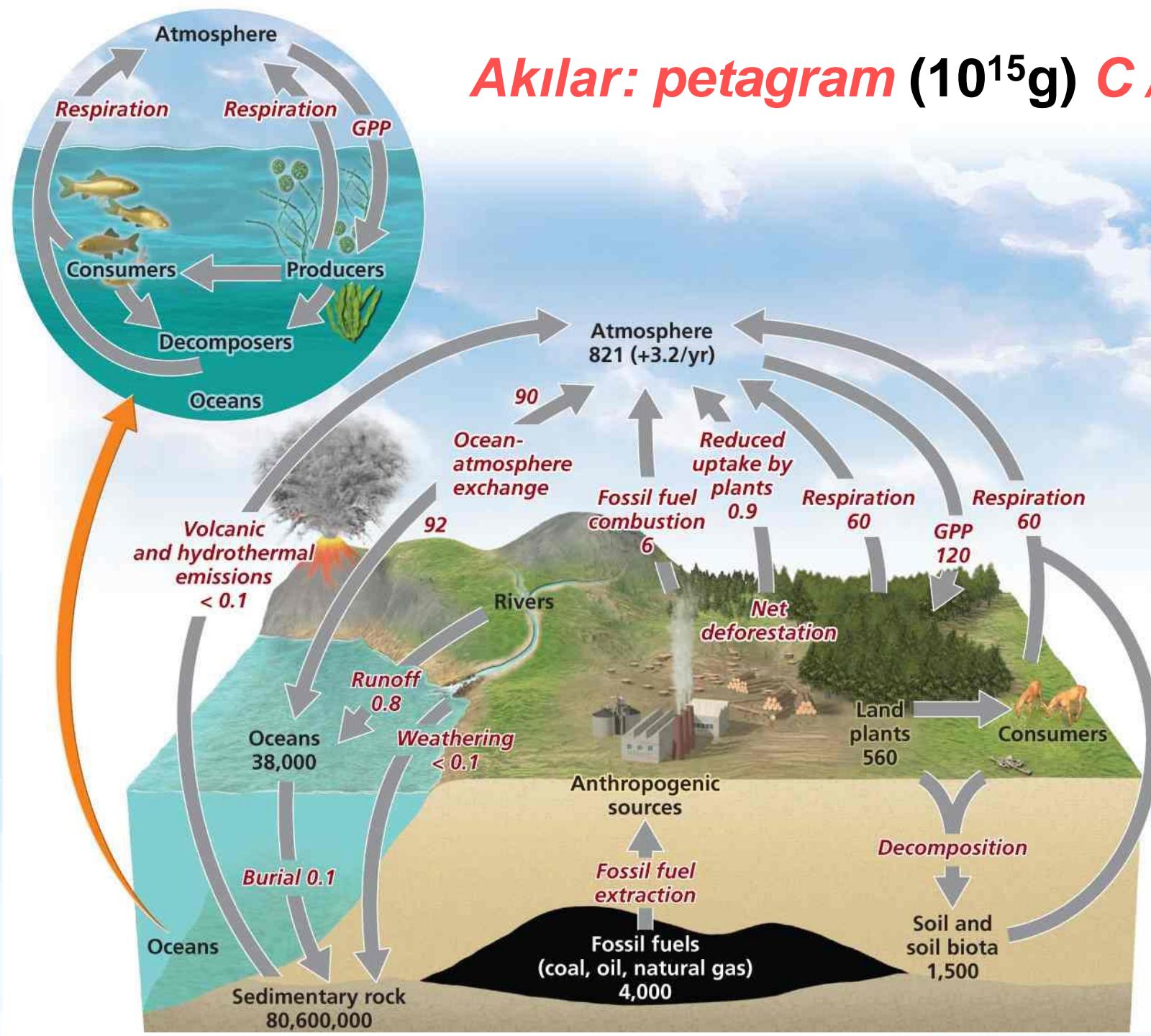


# Karbon Döngüsü

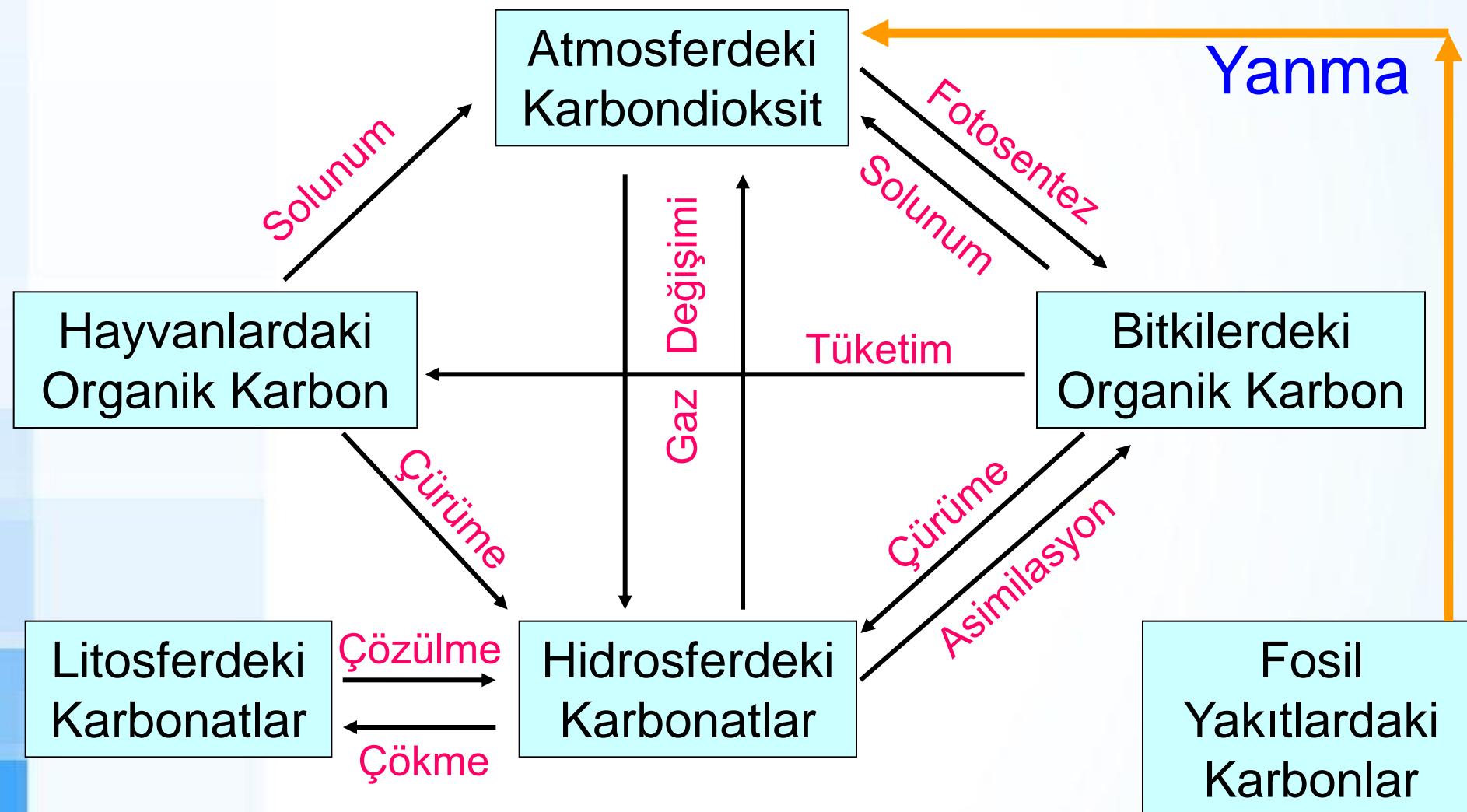
## Karbon

- Atmosferde karbondioksit formunda
- Hidrosferde karbondioksit ve bikarbonat halinde
- Litosferde kömür, doğalgaz, petrol ve kireçtaşı olarak
- Biyosferde organik maddelerin temel yapıtaşısı halinde yer alır.

# Akilar: petagram (10<sup>15</sup>g) C / yıl



# Karbon Döngüsü



# Karbon Döngüsü – Antropojenik Etkiler

- Yanardağlar ve doğal yangınlar hariç insan kaynaklı olan yanma faaliyetleri atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu artırmaktadır.
- Sonuçlar:
  - Kuvvetlenen sera etkisi
  - Okyanusların asidifikasyonu
  - Küresel iklim değişikliği

# Oksijen Döngüsü

- Oksijen atmosferde % 21 oranında, hidrosferde ise çözünmüş olarak 5 mg/L civarında bulunur.
- Oksijen döngüsü, karbon döngüsünün tersi olarak düşünülür.
- Bitkilerin fotosentez aktiviteleri ve suyun fotolizi ile oksijen ortaya çıkarken, canlıların solunum aktiviteleri ve organik maddelerin oksidasyonu ile oksijen tüketilir.

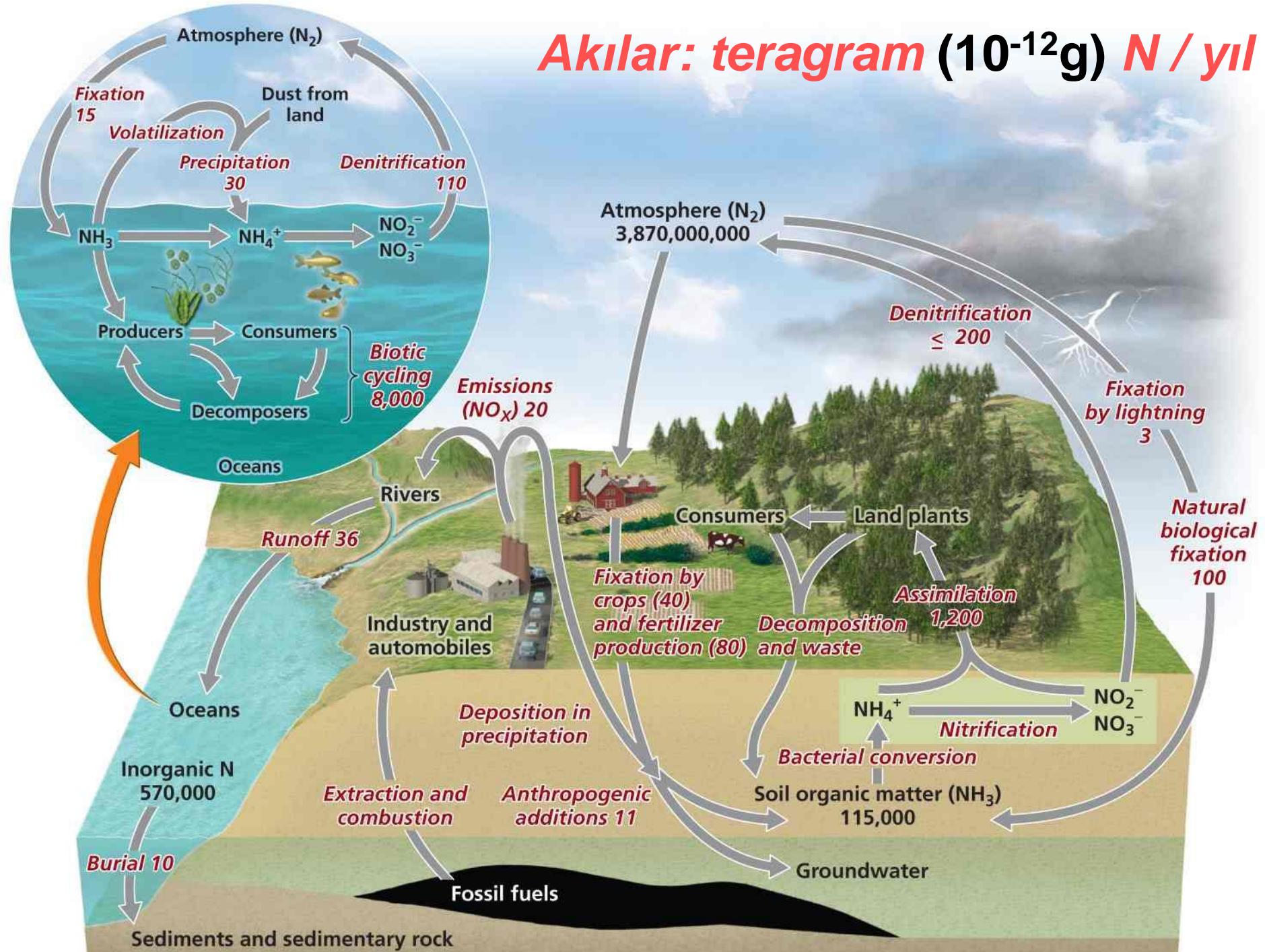
# Azot Döngüsü

- Atmosferde %78 oranında N<sub>2</sub>.
- Bitkiler tarafından kullanılan azot tuzları:
  - Nitrat (NO<sub>3</sub>)
  - Amonyum (NH<sub>4</sub>)
- Havadaki serbest azotun döngüye girmesi:
  - Yıldırımlar
  - Bakterilerin (*Azotobakter*) azotu inorganik tuzlara dönüştürmesi

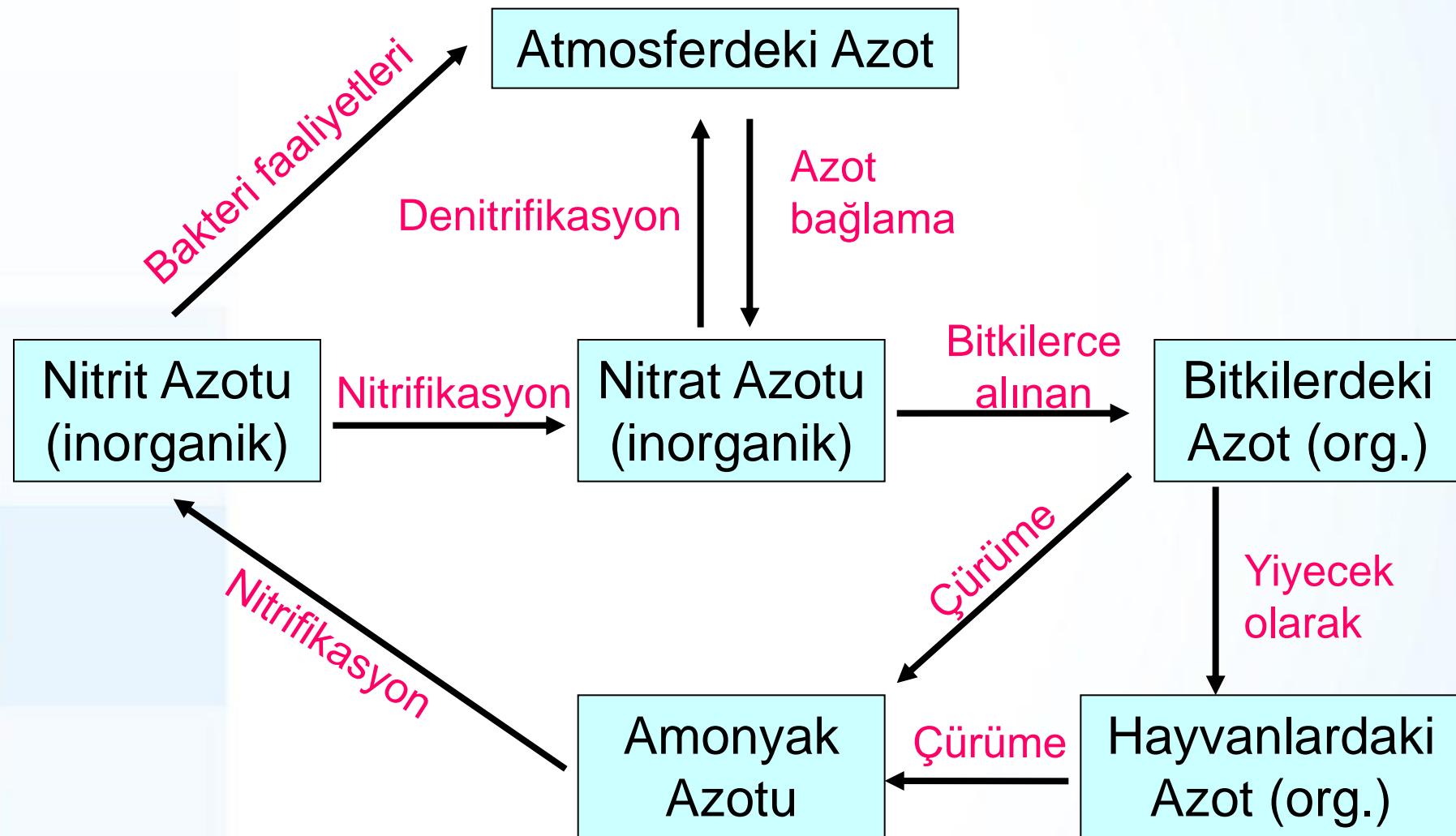
# Azot Döngüsü

- Bitkiler inorganik azotu organik azota dönüştürür.
- Bitkilerle beslenen hayvanlar azotu amino asitler şeklinde alırlar.

# Akilar: teragram ( $10^{-12} \text{g}$ ) N / yıl



# Azot Döngüsü



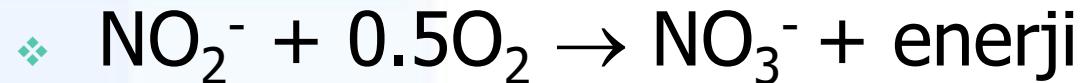
# Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon

## ➤ Nitrifikasyon

### Nitrosomonas



### Nitrobakter



## ➤ Denitrifikasyon

### Thiobacillus denitriticans



# Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon

Çevre mühendisliği açısından,

- Su ortamlarının kalitesi
  - Gölledeki ötrophikasyon (bataklıklaşma)
  - İleri biyolojik arıtım
- gibi konuların daha iyi anlaşılabilmesi için Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon reaksiyonlarının çok iyi bilinmesi gereklidir!

# Azot Döngüsü – Antropojenik Etkiler

- Suni gübre kullanımı ile toprağa fazla miktarda azot verilmesi.
- Yüzey akışı ve yer altı sularıyla bu azotun akarsu ve göllere ulaşması.
- Sonuç:
  - Sucul ekosistemlerde ötrophikasyon

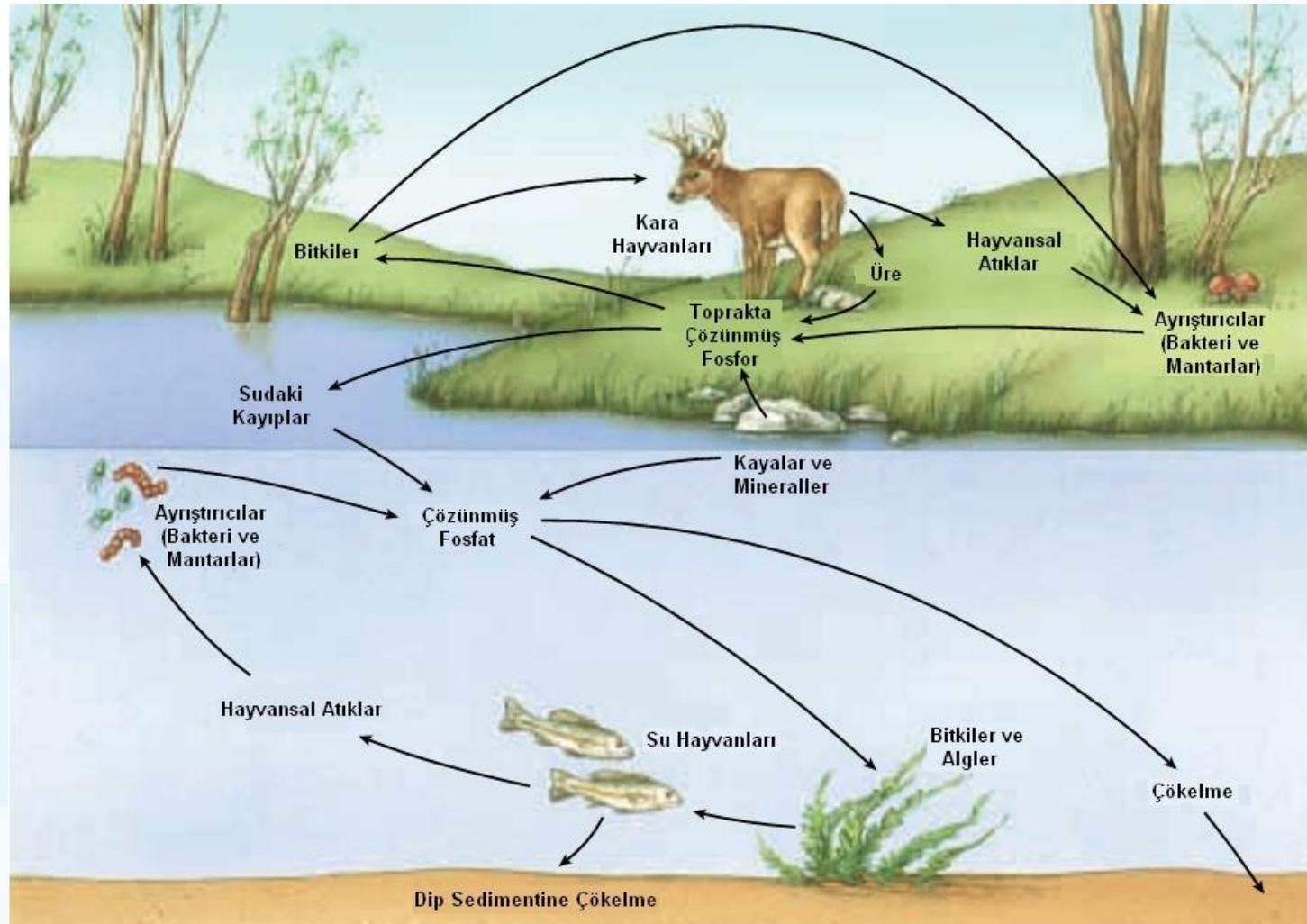
# Fosfor Döngüsü

- Fosfor ATP, fosfolipidler ve nükleik asitlerin yapı taşı
- Sınırlayıcı element
- Rezerv: fosfatlı kayalar
- Rüzgar, yağmur ve erozyon → inorganik  $\text{PO}_4$
- Bitkiler fosfatı topraktan alırlar.
- Hayvanlar fosfatı çoğunlukla yedikleri bitkilerden ve biraz da sudan alırlar.
- Ölü organizmaların ayrışmasıyla fosfor yeniden toprağa geçer.

## Fosfor Döngüsü

- Sucul ekosistemlerde fosfor döngüsü karasal ekosistemlerin benzeri.
- Fosforun dip sedimentinde birikmesi durumunda tekrar döngüye girmesi binlerce yıl alabilir.

# Fosfor Döngüsü



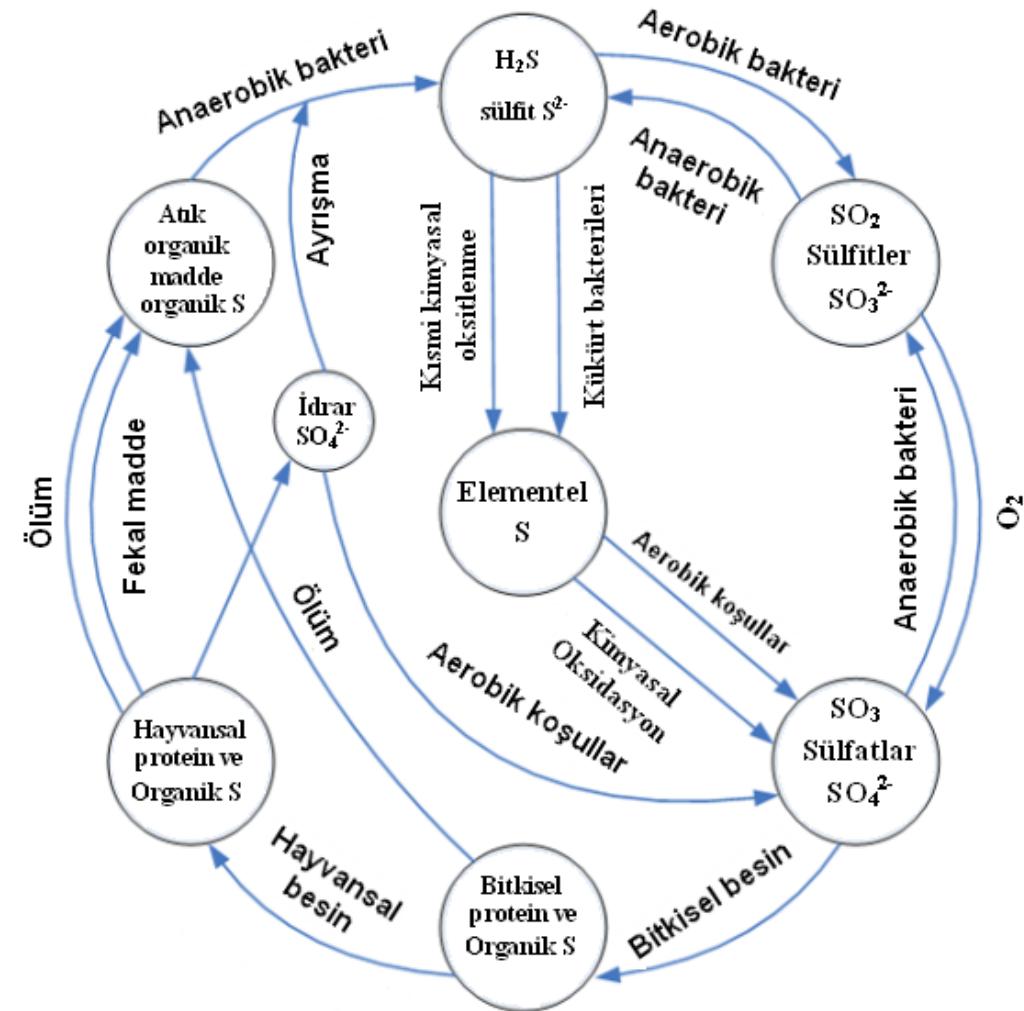
# Fosfor Döngüsü – Antropojenik Etkiler

- Suni gübre üretimi, fosfatlı deterjanların üretimi için fosfor döngüsü hızlandırılır.
- Ekosistemi etkileyen fosfor kaynakları:
  - Tarım alanları
  - Golf sahaları
  - Atıksu arıtma tesisleri
- Sonuç:
  - Sucul ekosistemlerde ötrophikasyon

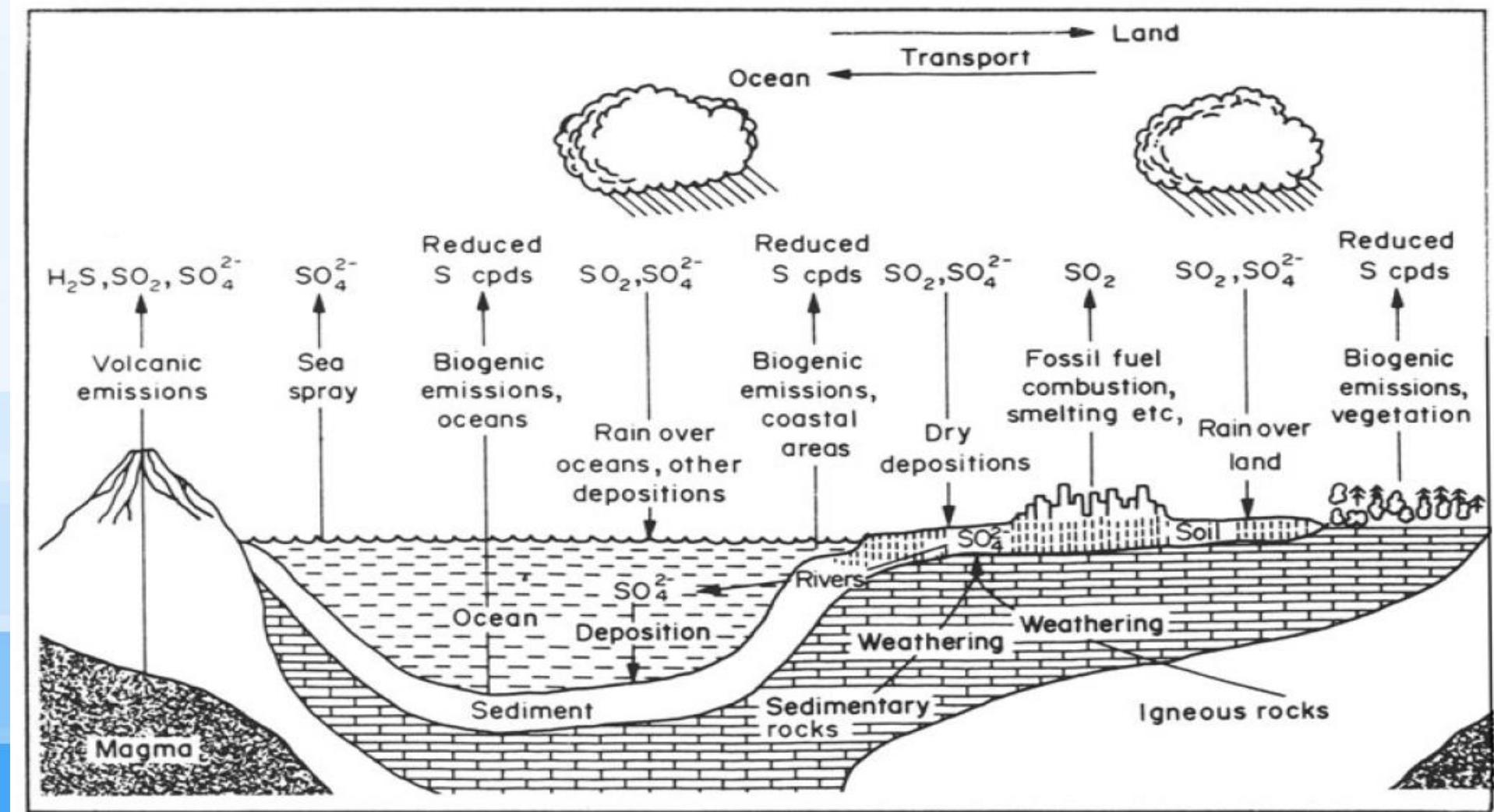
# Kükürt Döngüsü

- Kükürt canlılarda proteinlerin yapısına katılır. (-SH tiyol grubu)
- Kükürt döngüsü oldukça komplekstir.
  - Gaz fazındaki reaksiyonlar
  - Çok az çözünen mineral ve çözeltilerdeki reaksiyonlar
- Hidrojen sülfid'in ( $H_2S$ ) oksitlenmesi sonucunda  $SO_2$  ve  $SO_4$  oluşumu → asit yağmurları

# Kükürt Döngüsü



# Kükürt Döngüsü



# Karasal Ekosistemler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Ekosistemlerin Sınıflandırılması

- Karasal ekosistemler
- Tatlı su ekosistemleri
- Denizsel ekosistemleri
- Özel ekosistemler

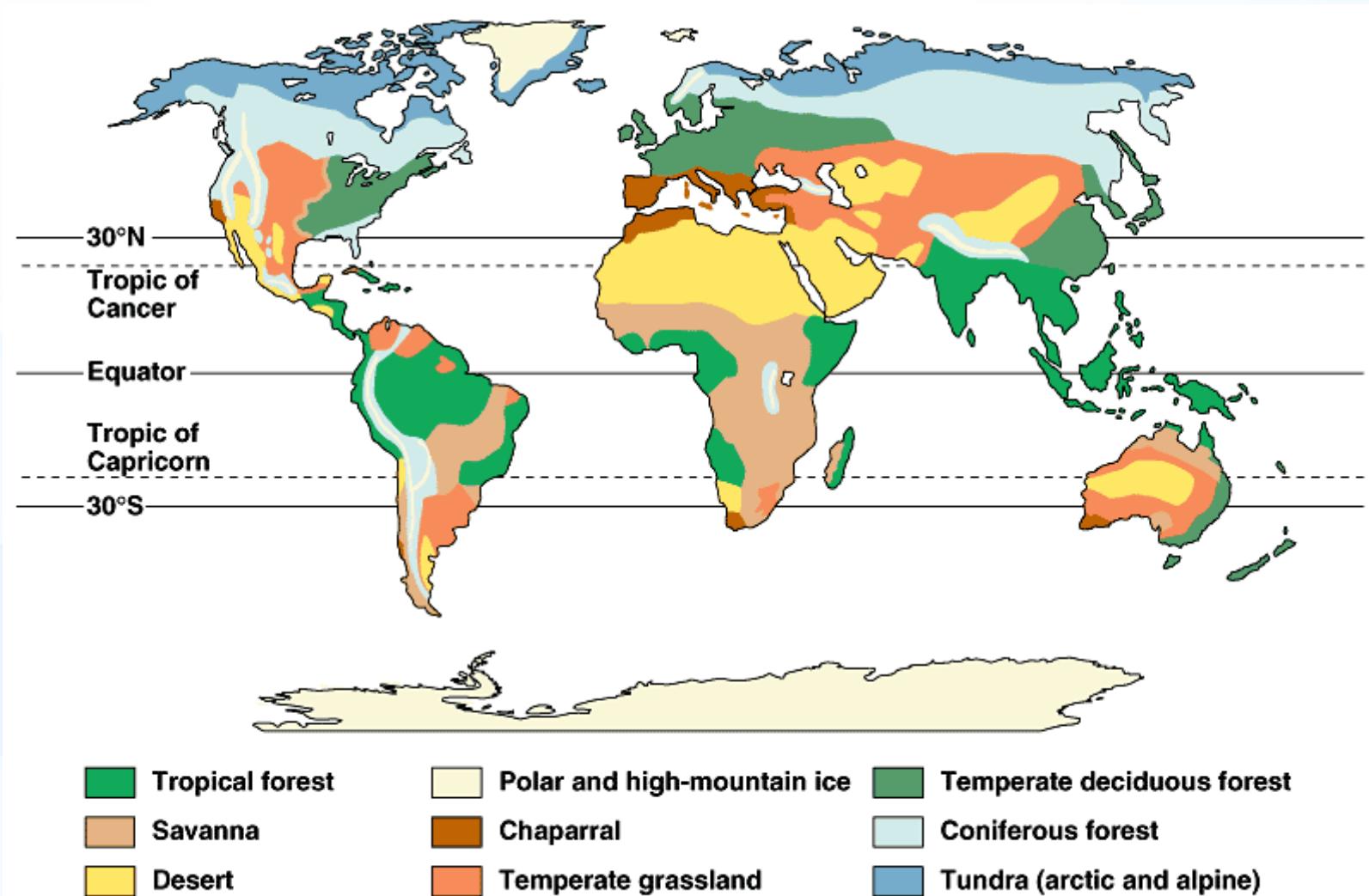
# Karasal Ekosistemler

## Önemli karasal biyomlar:

- Tundralar
- Dağlar
- Ormanlar
- Çöller
- Step ve savanlar

- Karasal ekosistemlerde ekolojik faktörlerden
  - Sıcaklık
  - Yağış
  - Nem
  - toprak yapısıcanlıların sayılarına ve dağılımlarına etki eder.

# Karasal Biyomlar



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

[http://www.bio.miami.edu/ecosummer/lectures/lec\\_biomes.html](http://www.bio.miami.edu/ecosummer/lectures/lec_biomes.html)

# Tundralar

- Kutup bölgelerindeki biyomlardır.
- Sıcaklık en fazla  $10^{\circ}\text{C}$ .
- Küçük bitki türleri mevcuttur.
- Toprak genelde donmuştur, suyun sızmasını engeller.



# Dağlar

- Flora toprak yapısına ve dağın durumuna bağlıdır.
- Memelilerin çoğu herbivordur.

## Ormanlar

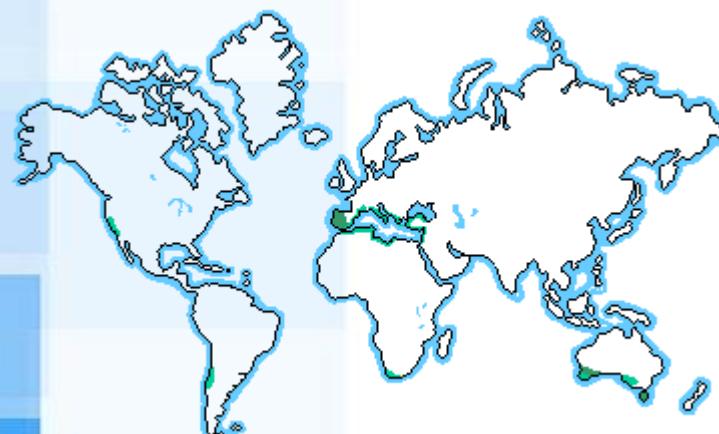
- Flora ve fauna bölgeden bölgeye değişiklik gösterir.
  - Konifer ormanları (tayga)
  - İliman ormanlar
  - Akdeniz ormanları (chaparral)
  - Tropikal ormanlar

# Ormanlar

Tropikal ormanlar



Yaprak döken ormanlar (İliman)



Akdeniz ormanları



Yaprak dökmeyen ormanlar (Tayga)

# Stepler

- Karasal iklime sahip bölgelerdir.
- Otsu formlar mevcuttur.
  - Buğdaygiller



# Savanlar

- Tropikal kuşağın altında yer alan, çalımsı otsu bitkilerden oluşan bölgeler.
- Flora: palmiyeler, kaktüsler
- Fauna: büyük boylu herbivorlar, karnivorlar, koşucu kuşlar, termitler ve karıncalar.

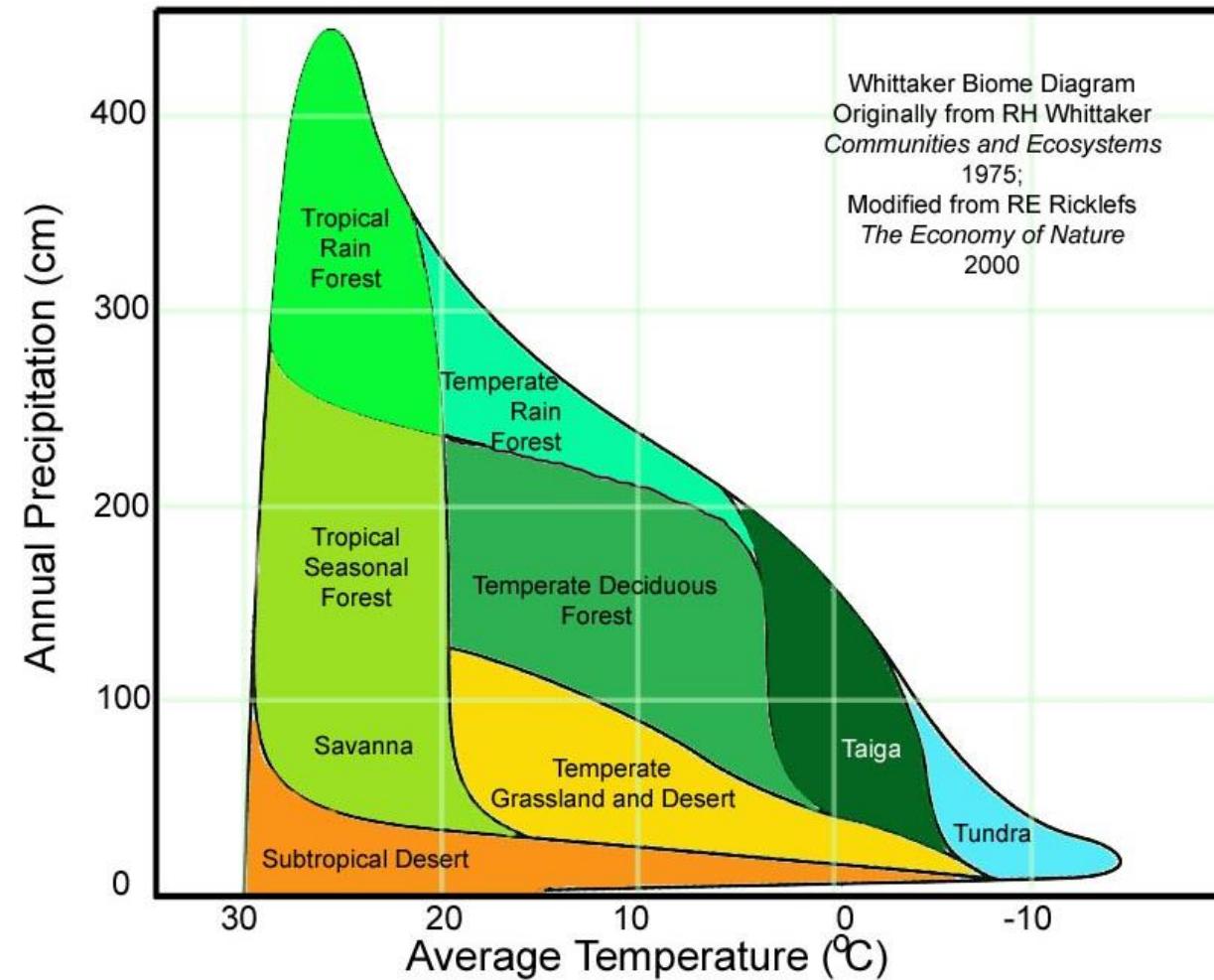


# Çöller

- Sıcak ve kuru iklim. Geceleri çok soğuk.
- Flora bakımından fakir bölgelerdir.
- Omurgalı hayvanlar çok az.
- Kemiriciler toprak altı yaşama adapte olmuştur.



# Karasal Biyomlar Yağış ve Sıcaklık



# Sucul Ekosistemler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Sucul Ekosistemler

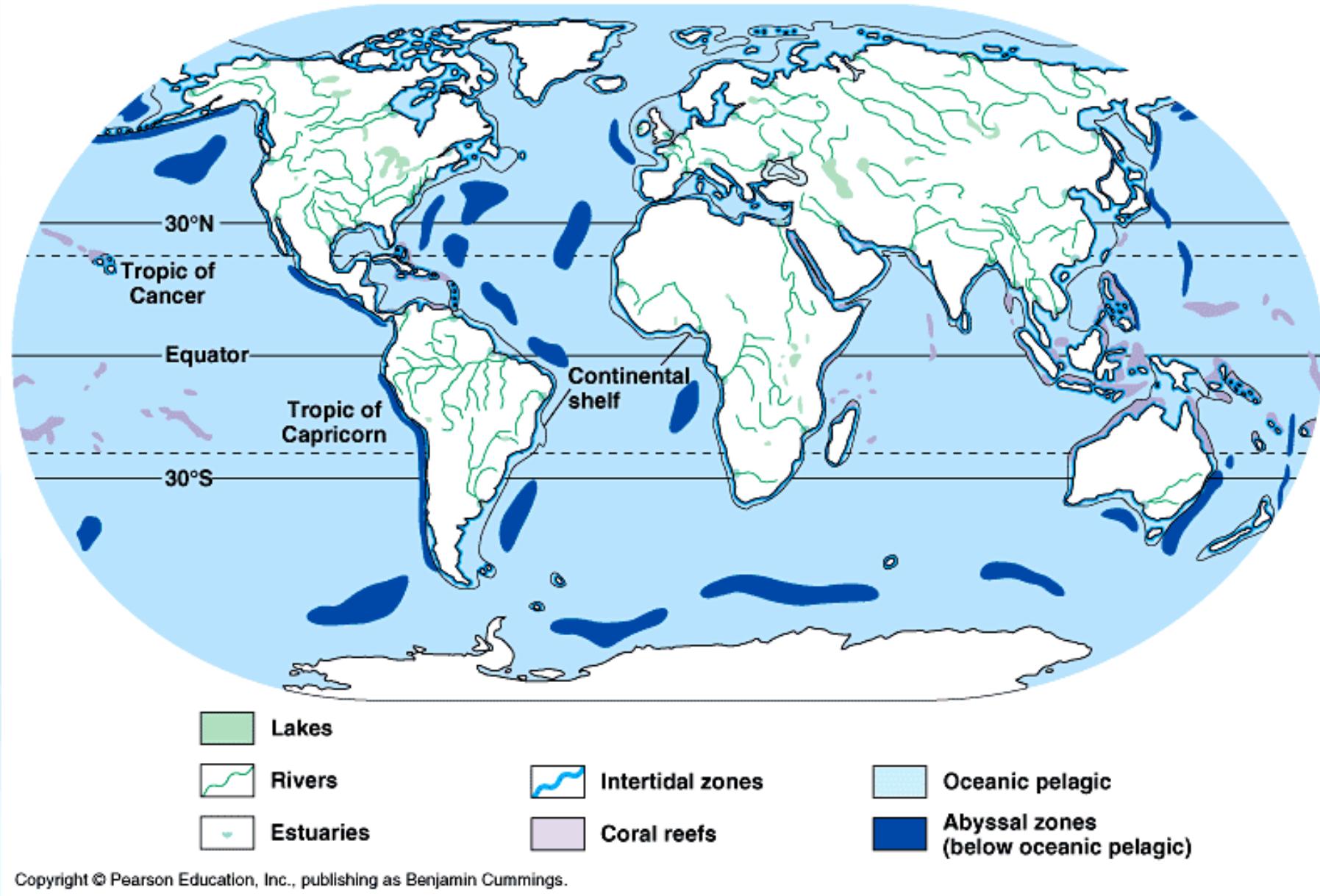
## Tatlı Su Ekosistemleri

- Akarsular
  - Dereler
  - Çaylar
  - Nehirler
- Durgun sular
  - Göller
  - Göletler ve barajlar

## Denizsel Ekosistemler

- Neritik alan
- Okyanus bölgesi

Hidrosferin %98'lik bölümünü okyanuslar ve denizler oluşturur.



# Akarsular

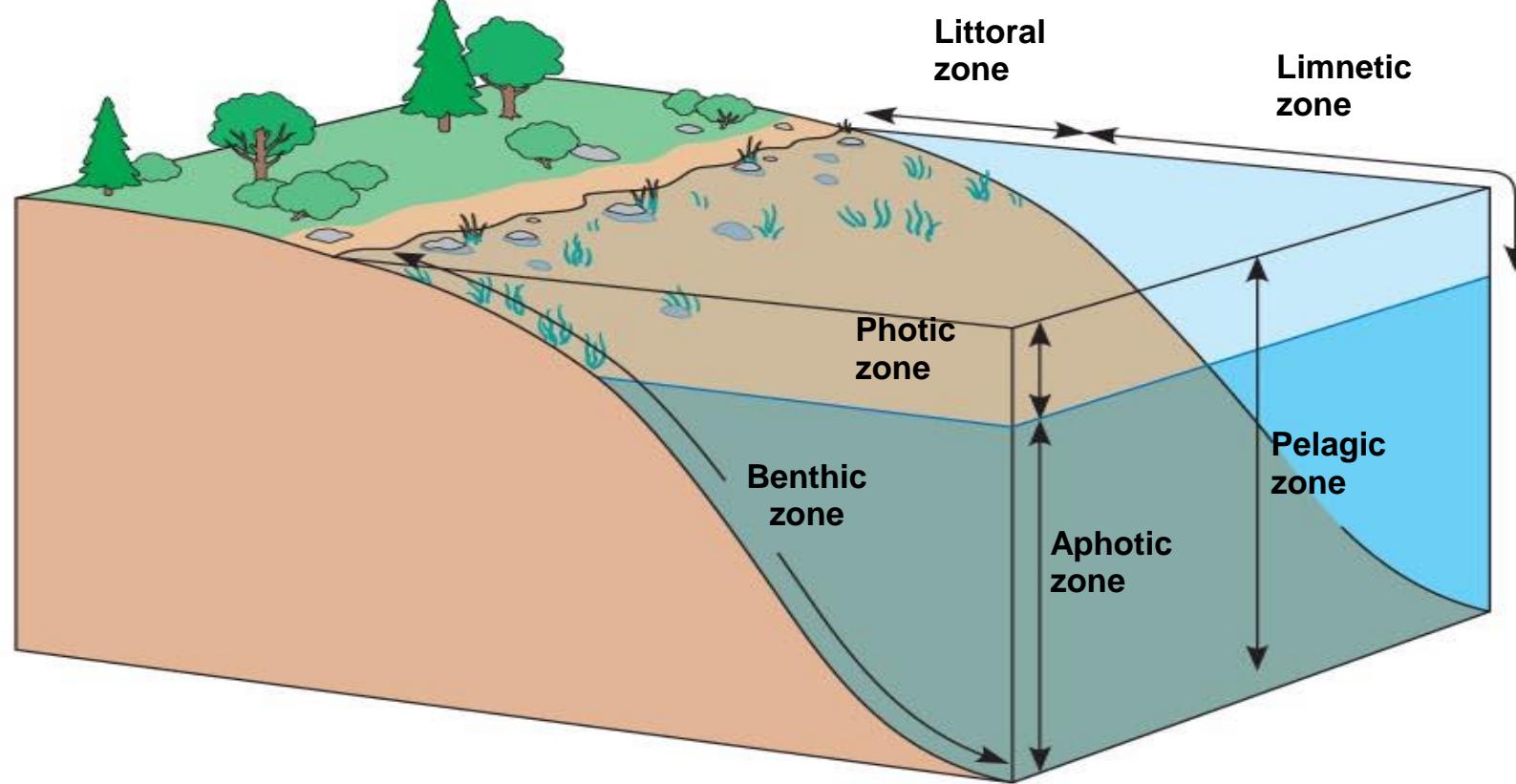
- **Üst bölgeler:** su soğuk, akıntı hızlı, CO konsantrasyonu yüksek, AKM kons. düşük, alabalıklar, dip hayvanları ve bitkileri var, plankton yok.
- **Alt bölgeler:** su sıcak, akıntı yavaş, CO kons. düşük, AKM kons. yüksek, bitki yönünden zengin, dip çamuru ve planktonlar var.
- **Nehir ağzı zonu:** tuzluluk ve sıcaklık gradyanı var, ekolojik olarak zengin bölgeler.

# Durgun Sular

- Büyük bölümünü göller oluşturur.
- Göller ekolojik bakımdan
  - Bentik Bölge
  - Limnetik (Palejik) Bölge

olmak üzere iki bölüme ayrırlar.

# Göl Ekosistemlerinde Zonlar



# Bentik Bölge

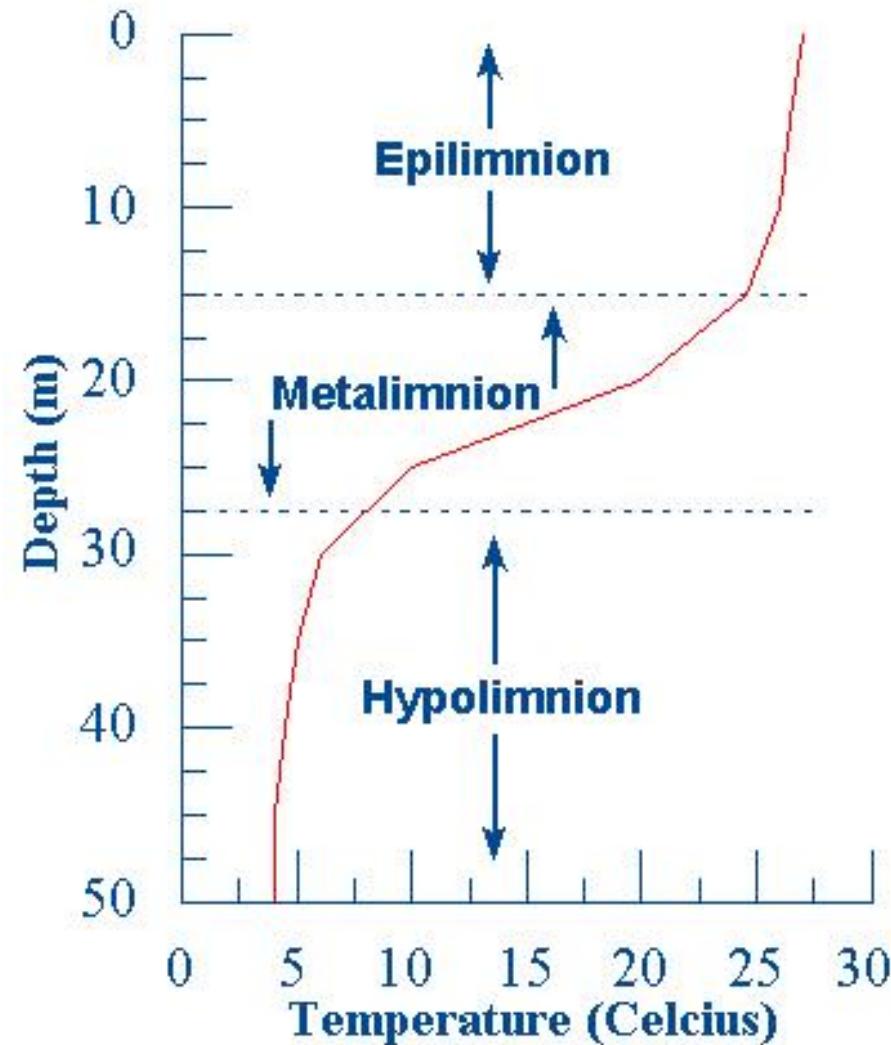
Kıyı çizgisinden başlayarak gölün en derin bölgесine kadar olan tüm dipler.

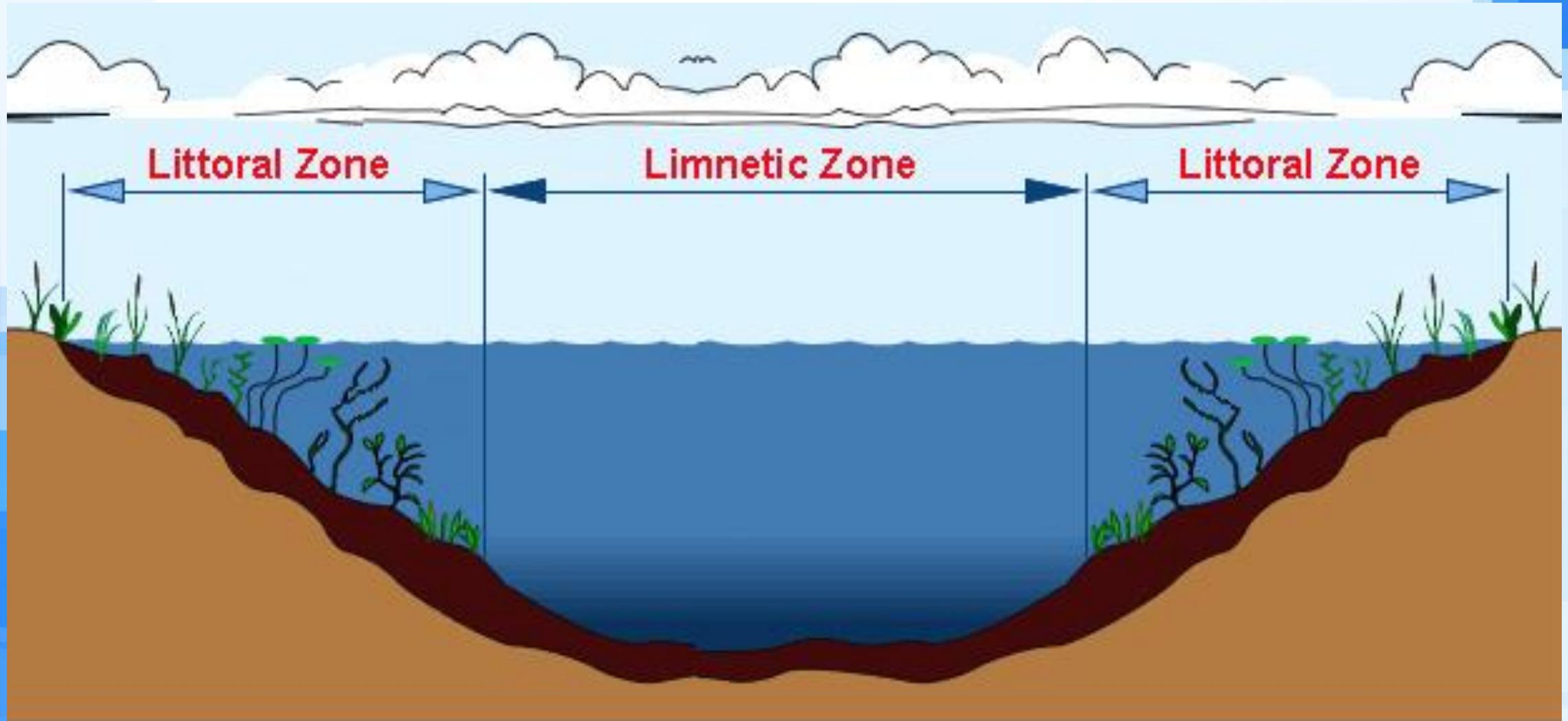
- **Supralittoral zon**: su dışında kalan göl sahili.
- **Littoral zon**: 10 m. derinliğe kadar olan bitkili dipler.
- **Sublittoral zon**: 10 m. derinlikten bitkilerin ortadan kalktığı bölgeye kadar olan dipler.
- **Derin zon**: bitkilerin olmadığı dipler.

# Limnetik Bölge

- Göl çukurunu dolduran ve bentik bölgeyi örten su kitlesi.
- Sıcaklığın dikey yönde değişmesine göre 3 tabakaya ayrılır:
- **Epilimnion**: rüzgar etkisi var, sıcaklık değişken, ışık, oksijen ve plankton mevcut.
- **Termoklin**: geçiş zonu
- **Hipolimnion**: su sakin, ıshıksız, sıcaklık değişmiyor, fitoplankton çok az.

# Göllerdeki Sıcaklık tabakaları

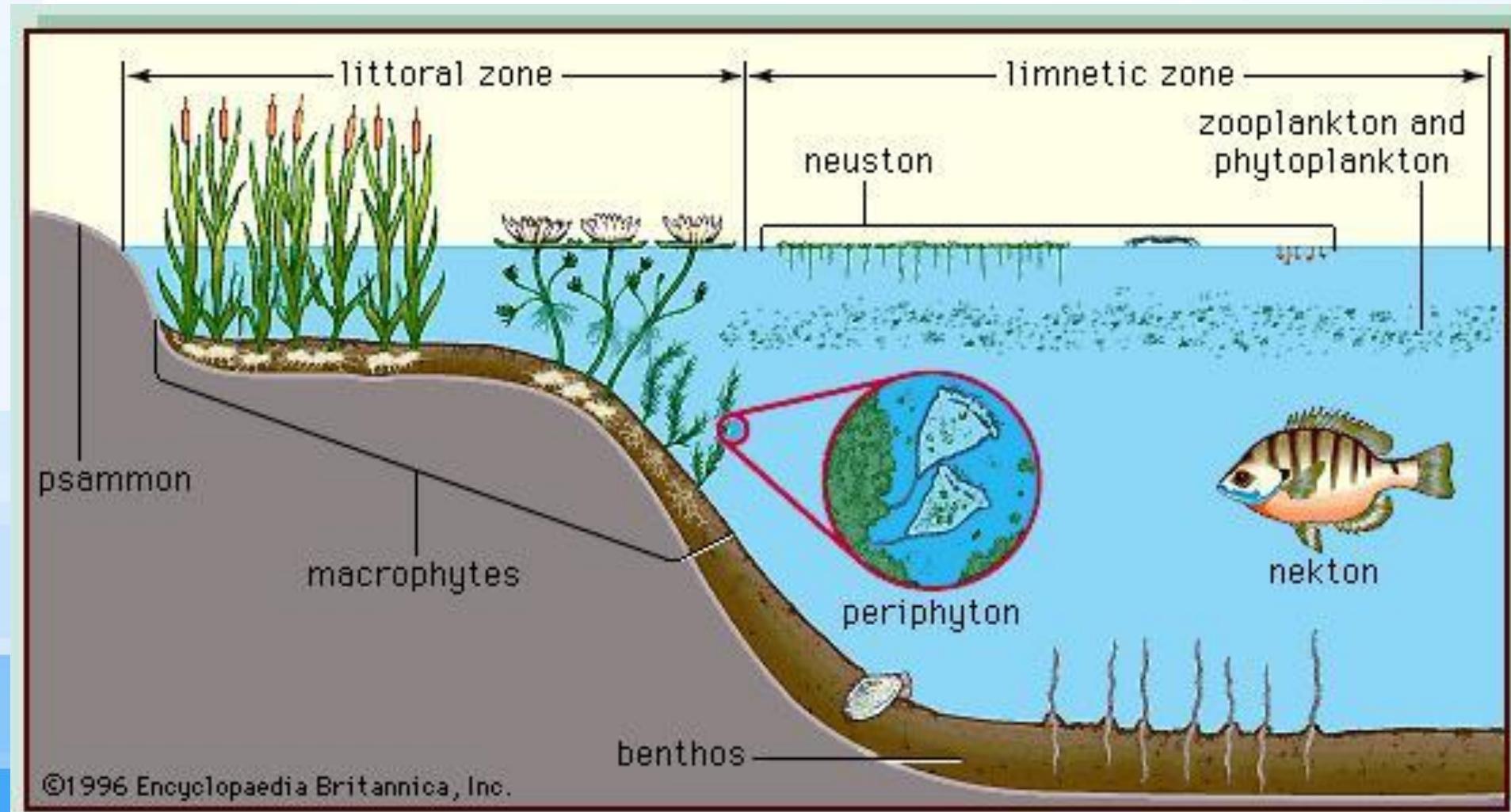




# Limnetik Bölge Canlılarının Ekolojik Sınıflandırılması

- **Plankton:** pasif olarak yer değiştiren organizmalar.
- **Nekton:** aktif olarak yer değiştiren organizmalar – balıklar.
- **Nöston:** yaşamını su yüzeyinden sürdürden organizmalar.
- **Plöston:** göl yüzeyinden rüzgar etkisiyle yer değiştirebilen organizmalar.

# Limnetik Bölge Canlılarının Ekolojik Sınıflandırılması



# Oluşumlarına Göre Gölérin Sınıflandırılması

## Yerli kaya gölleri

- Tektonik
- Krater
- Buzul
- Karstik

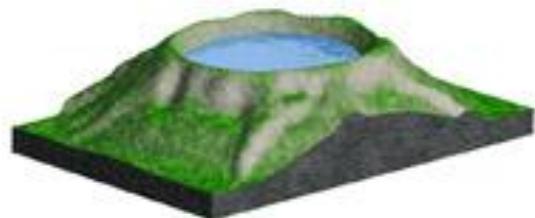
## Doğal set gölleri

- Lav
- Heyelan
- Alüvyon
- Lagün

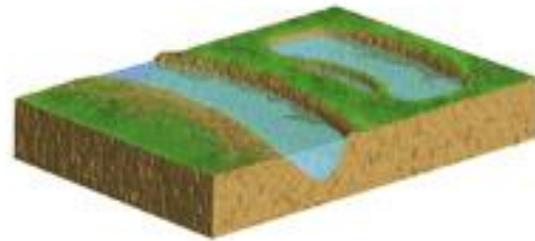
## Yapay set gölleri

- Baraj

# Oluşumlarına Göre Gölérin Sınıflandırılması



+ volcanic lake



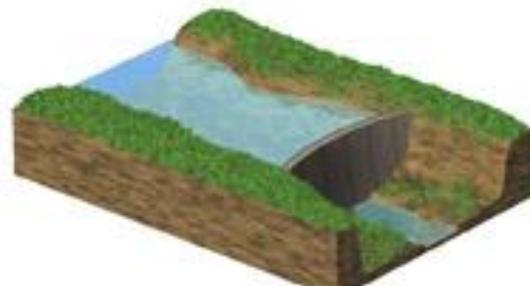
oxbow lake



+ glacial lake



+ tectonic lake

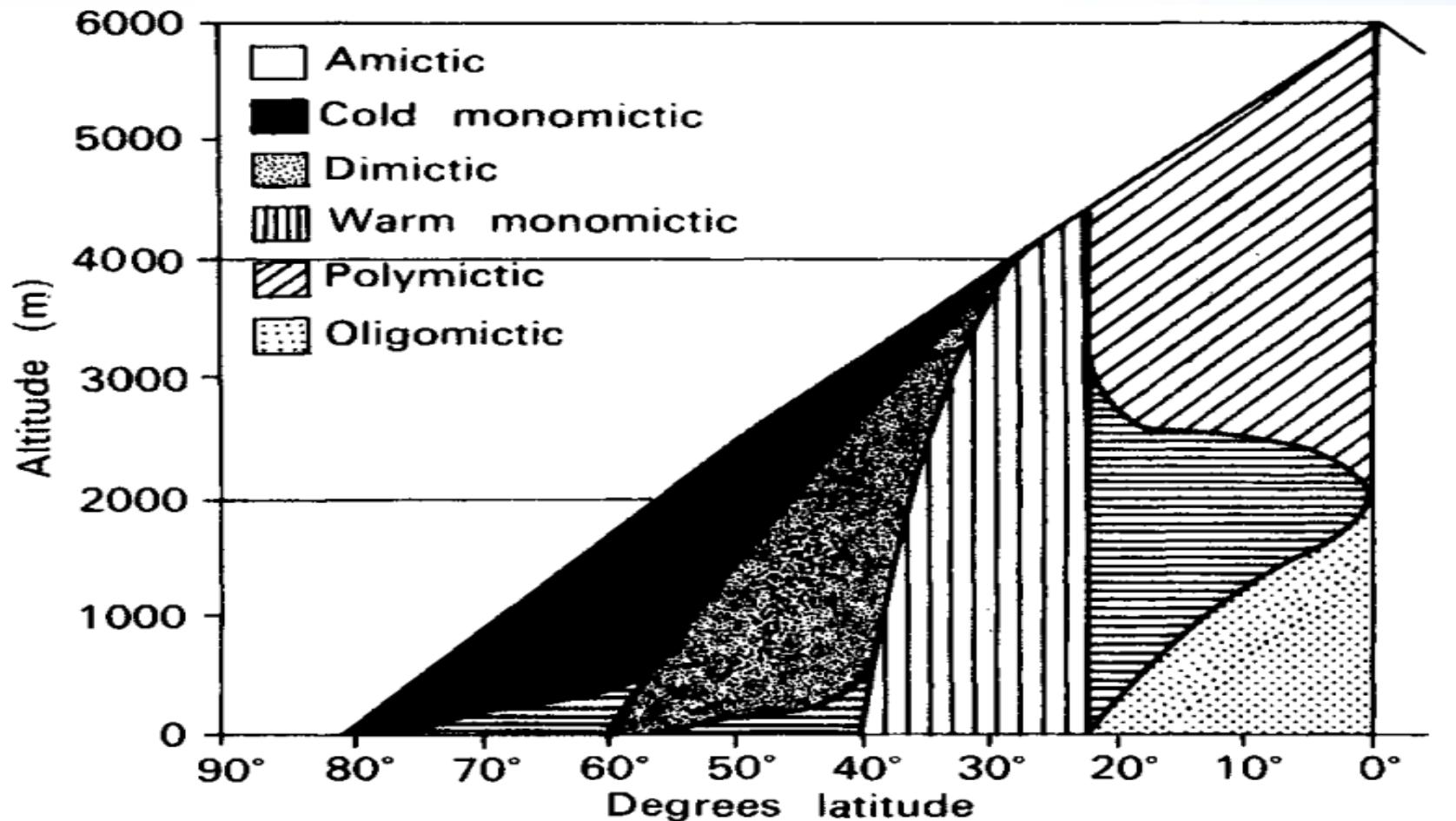


+ artificial lake



+ oasis

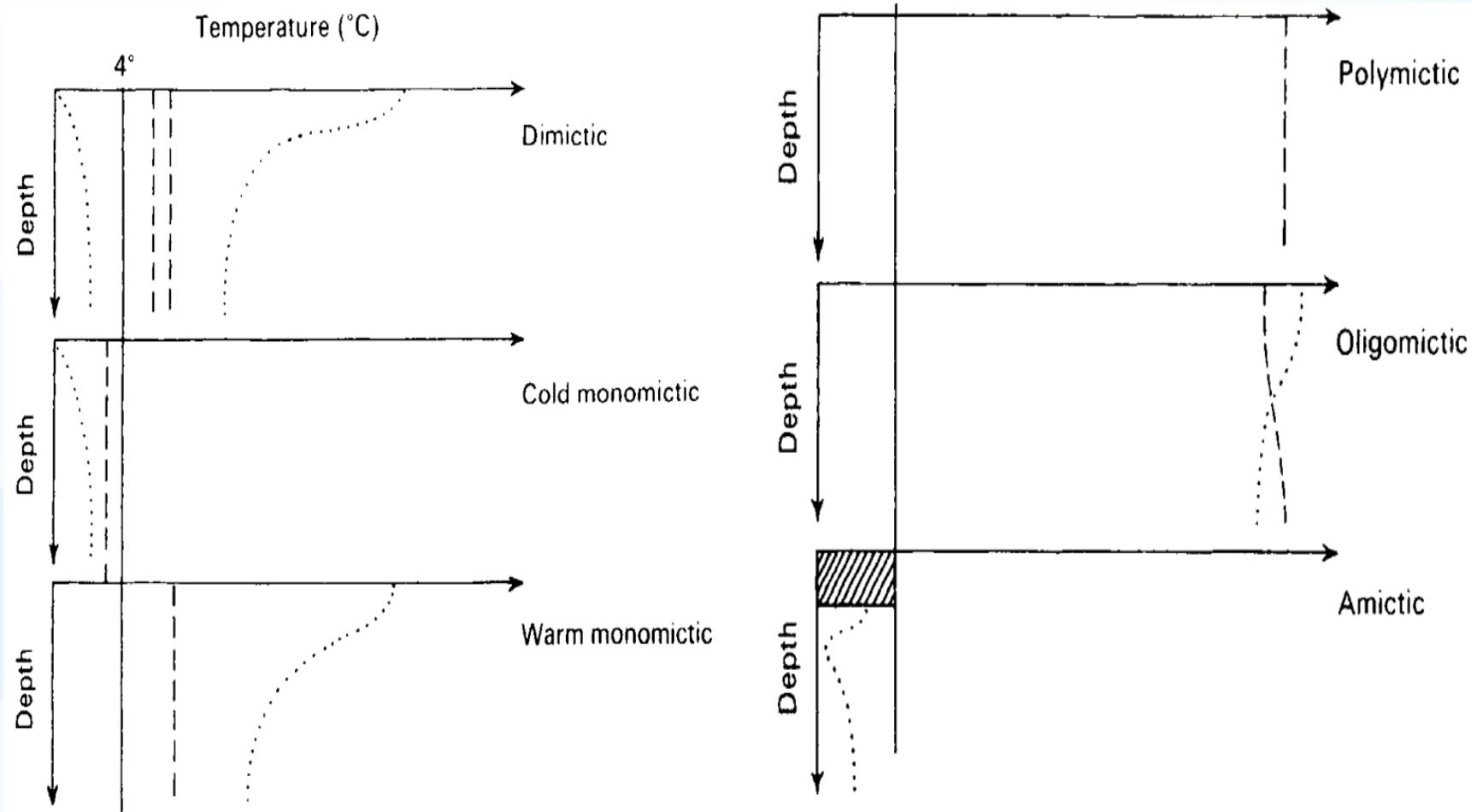
# Göllerin Sınıflandırılması (Enlem ve Yükseklik)



# Göllerin Sınıflandırılması (Enlem ve Sıcaklık)

- **Amiktik**: termal tabakalaşma olmayan göller.
- **Soğuk monomiktik**: yüzey sıcaklığı hiçbir zaman  $4^{\circ}\text{C}$ 'yi geçmez. Yaz mevsiminde tabakalaşa vardır.
- **Dimiktik**: ilkbahar ve sonbaharda tabakalaşma olur.
- **Sıcak monomiktik**: dip ve yüzey sıcaklığı daima  $4^{\circ}\text{C}$ 'nin üstünde, su dolaşımı kış aylarında.
- **Oligomiktik**: her derinlikte su sıcak, su dolaşımı seyrek ve düzensiz.
- **Polimiktik**: her derinlikte sıcaklık  $4^{\circ}\text{C}$ 'nin biraz üstünde, su dolaşım periyodu fazla.

... yaz ve kış karışıntıları  
--- sıcaklık değişimleri  
taralı bölge: buz kaplı yüzey



# Göllerin Sınıflandırılması

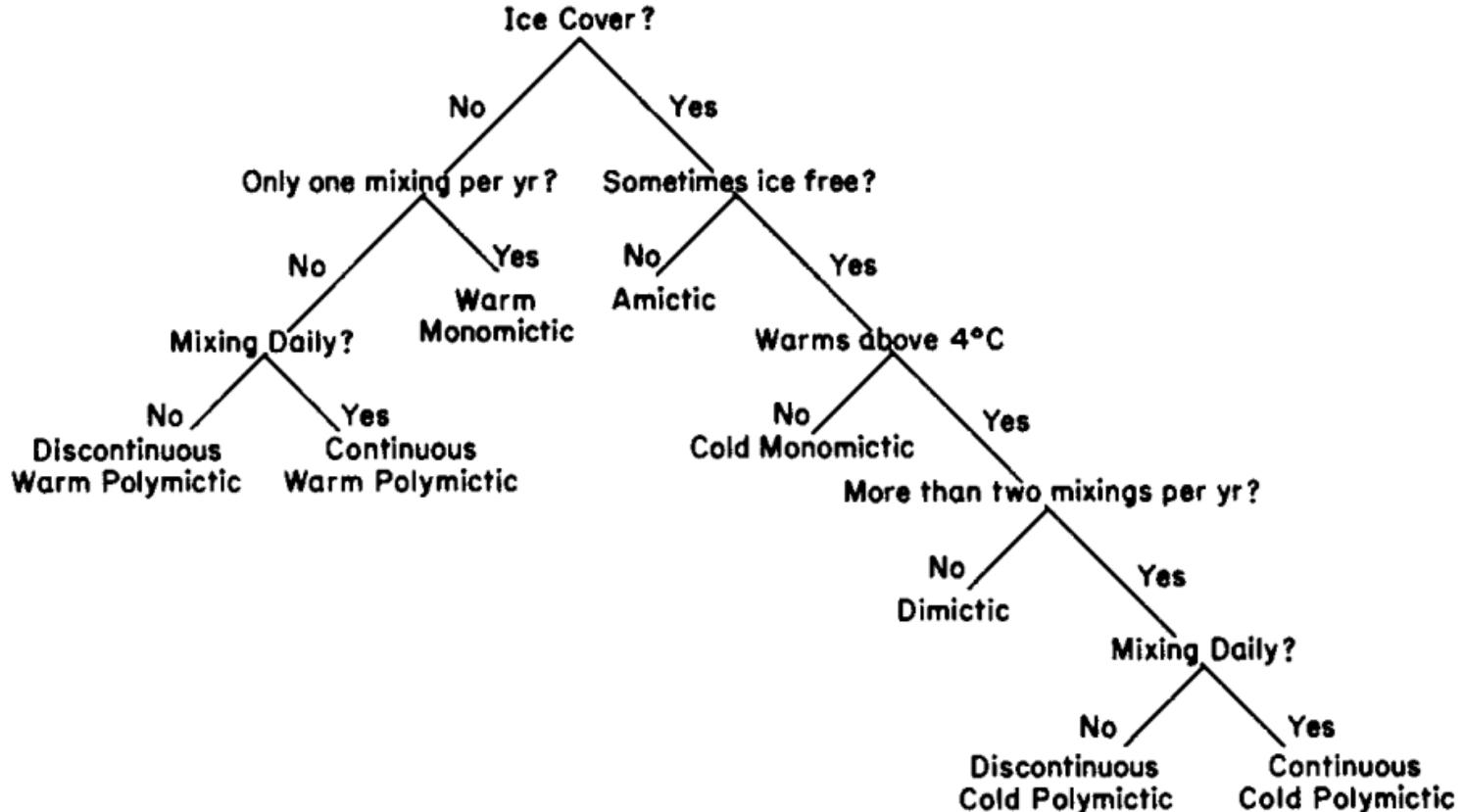


FIG. 1. The revised classification.

Lewis, W.M., (1983) A Revised Classification of Lakes Based on Mixing, Can. J. Fish. Aquat. Sci, 40: 1779-1787.

# Göllerin Sınıflandırılması

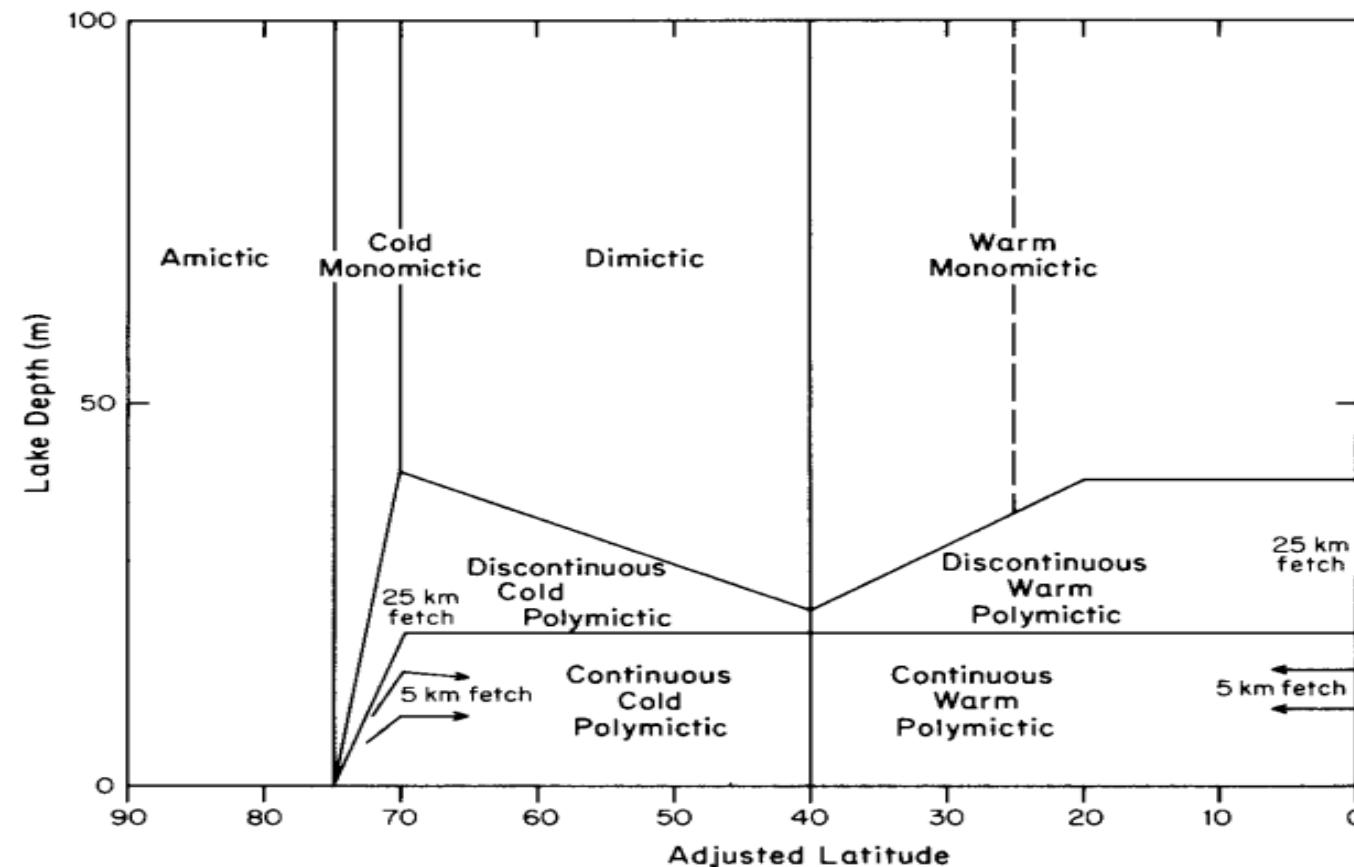


FIG. 2. Estimated distribution of the eight lake types of the revised mixing classification in relation to latitude (adjusted for elevation, see text) and water depth.

Lewis, W.M., (1983) A Revised Classification of Lakes Based on Mixing, Can. J. Fish. Aquat. Sci, 40: 1779-1787.

# Sularının Kimyasal Yapısına Göre Göller

- **Tuzlu su gölleri:** sularda klorür, sülfat, karbonat ve bikarbonat vardır. Sınırlı sayıda canlı yaşar. Tarımda kullanılmaz.
- **Tatlı su gölleri:** çok az tuz bulunur veya hiç yoktur. Tarım ve içme suyu kullanımına uygundur.
- **Yarım sodalı göller:** 500mg/l'den az soda içerirler. Belli oranda canlı yaşar. Tarımda kullanılabilir.
- **Sodalı göller:** 500mg/l'den fazla soda içerirler. Belli oranda canlı yaşar. Tarımda kullanılmaz.

# Deniz Ekosistemleri

Sıcaklık değişimine göre tabakalar:

- **Yüzeysel tabaka**: sıcaklık dibe doğru homojendir (100 m.)
- **Termoklin tabakası**: sıcaklık aniden değişir (100 – 200 m.)
- **Derin su tabakası**: sıcaklık  $5\text{--}2^{\circ}\text{C}$  arasında (termoklinden dibe kadar)

# Deniz Ekosistemleri

Işığın dikey dağılımına göre tabakalar:

- **Öfotik zon**: ışıklı tabaka (0-50 m.)
- **Oligofotik zon**: yarı ışıklı tabaka (50-500 m.)
- **Afotik zon**: karanlık tabaka (500 m. - dip)

# Deniz Ortamının Ekolojik Yönden Sınıflandırılması (1)

## Palejik Bölge

- Epipelajik zon (0-50 m.)
- Mesopelajik zon (50-200 m.)
- İnfrapelajik zon (200-500~600 m.)
- Batipelajik zon (500~600-2000~2500 m.)
- Abissopelajik zon (2000~2500-6000~7000 m.)
- Hadopelajik zon (>6000~7000 m.)

# Deniz Ortamının Ekolojik Yönden Sınıflandırılması (2)

## Bentik Bölge

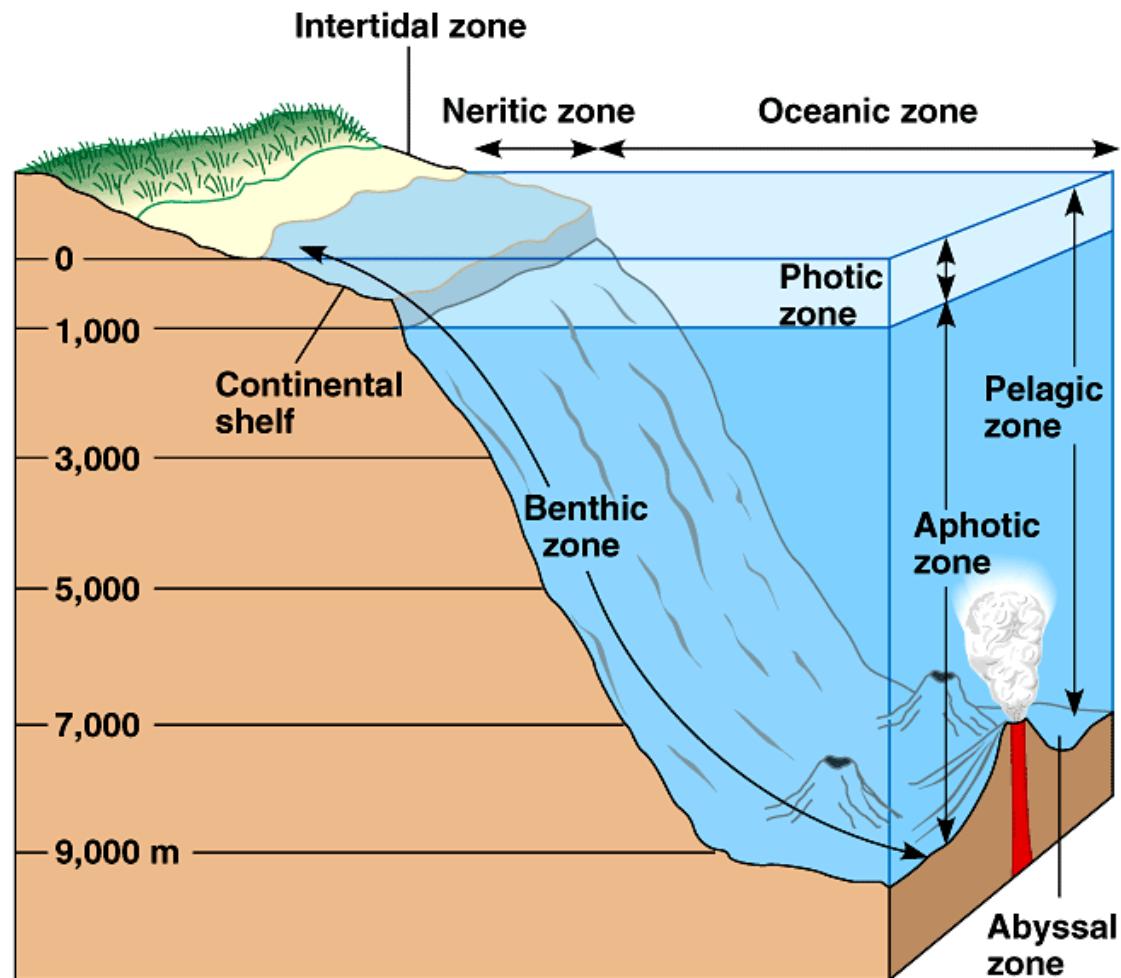
### Littoral Sistem

- Supralittoral
- Mediolittoral
- İnfralittoral
- Sirkalittoral

### Derin Deniz Sistemi

- Batial
- Abissal
- Hadal

# Deniz Ekosistemindeki Zonlar



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

# Derin Deniz Deşarjı

- ATTUT, 2010
- Ek-8: Türkiye'nin Atıksu Yönetimi Açısından Bölgelere Ayrılması
  - Minimum derinlik = 35 m
  - Minimum deşarj uzunluğu = 1300 m

# Ötrophikasyon

# Ötrophikasyon

- Eutrophication (**Bataklıklaşma**) kelimesi eski Yunancadaki “eutrophos” kelimesinden gelmektedir.
- Eutrophos: iyi beslenmiş
- Sucul ekosistemlerde besin maddelerinin ortamındaki konsantrasyonlarının artmasıyla ortaya çıkan birincil üretimin aşırı artması, oksijen seviyesinin azalması ve bunlara bağlı olarak da ekosistemdeki bozulmalardır.

# Lake 226 (Kanada) Ağustos 1973



- Göl perde ile ikiye bölünmüştür.
- Bir tarafa sadece C ve N ilave edilirken diğer tarafa (açık yeşil bölge) C, N ve P ilavesi yapılmıştır.
- Açık yeşil görünen tarafta mavi-yeşil alglerin aşırı çoğaldığı gözlemlenmiştir.

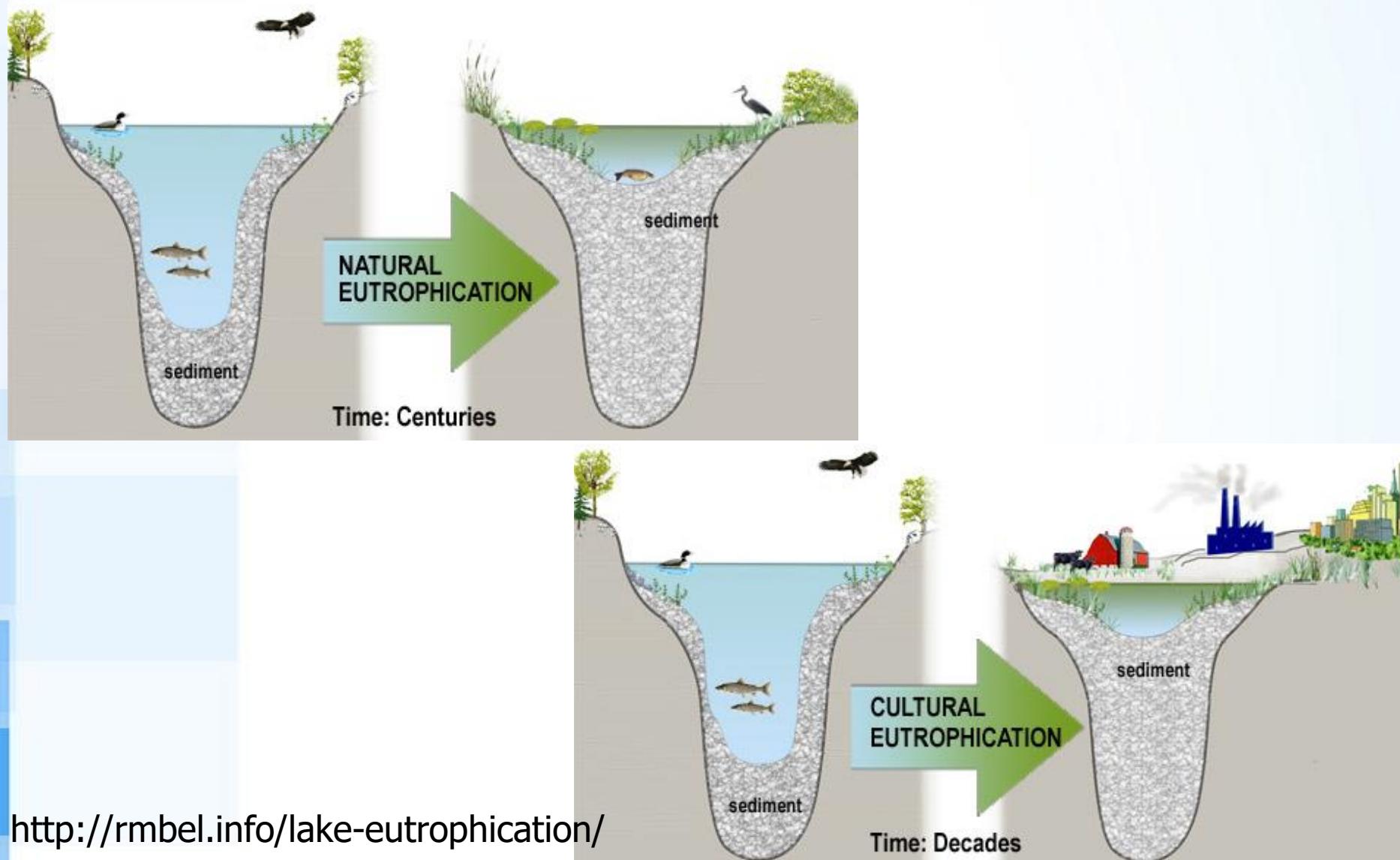
# Göllerin Yaşlanması

- **Doğal ötrotifikasyon:** Göller yıllar içinde kendilerini besleyen sular ile taşınan alüvyonlar veya rüzgarla taşınan topraklar ile dolarak zamanla sazlık ve bataklık haline gelebilir.
- Daha sonra da kuru toprak haline dönüşür.
- Doğal proses (binlerce yıl sürer!)

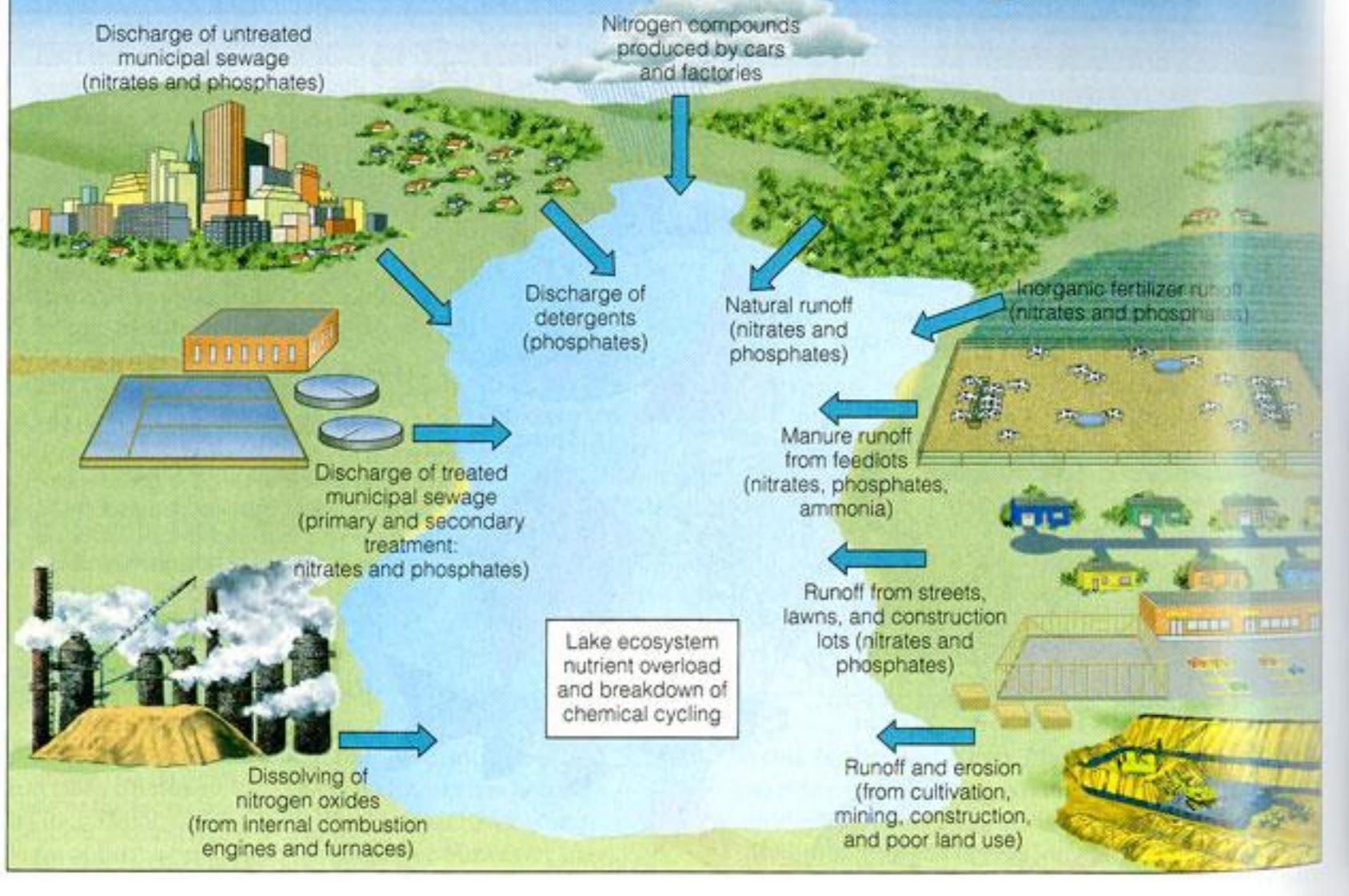
# Antropojenik (Kültürel) Ötroatifikasyon

- İnsan etkileri bataklıklaşmayı hızlandırır.
  - Sucul ortamlara atıksu deşarjları
  - Tarım alanlarından sızan sular
- Diğer besin kaynakları
  - Atmosferik emisyonlar

# Doğal – Kültürel Ötrophikasyon



# Sources of Cultural Eutrophication



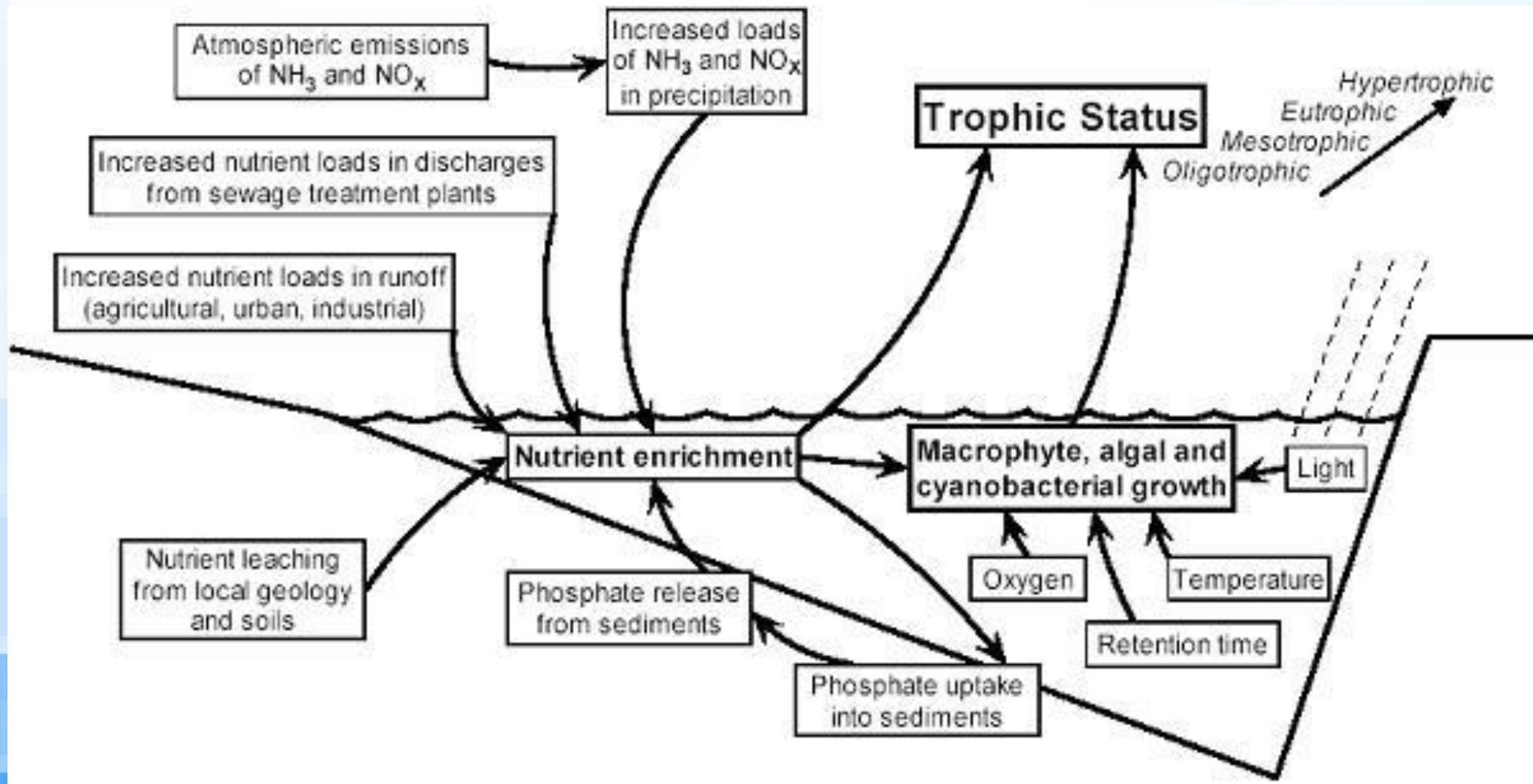
# Ötrophikasyon Aşamaları

- Besin maddelerindeki artış
- Bitki ve alglerin aşırı büyümesi
- Yüksek O<sub>2</sub> tüketimi
- Alt ve orta tabakaların anaerobik olması
- Omurgasızlarının ve balıkların ölümü
- Biyolojik aktivitenin sadece üst tabakaya sıkışması
- Daha fazla O<sub>2</sub> tüketimi
- Üst tabakanın anaerobik olması ve alg patlaması (algal bloom)



# Ötrophikasyon:

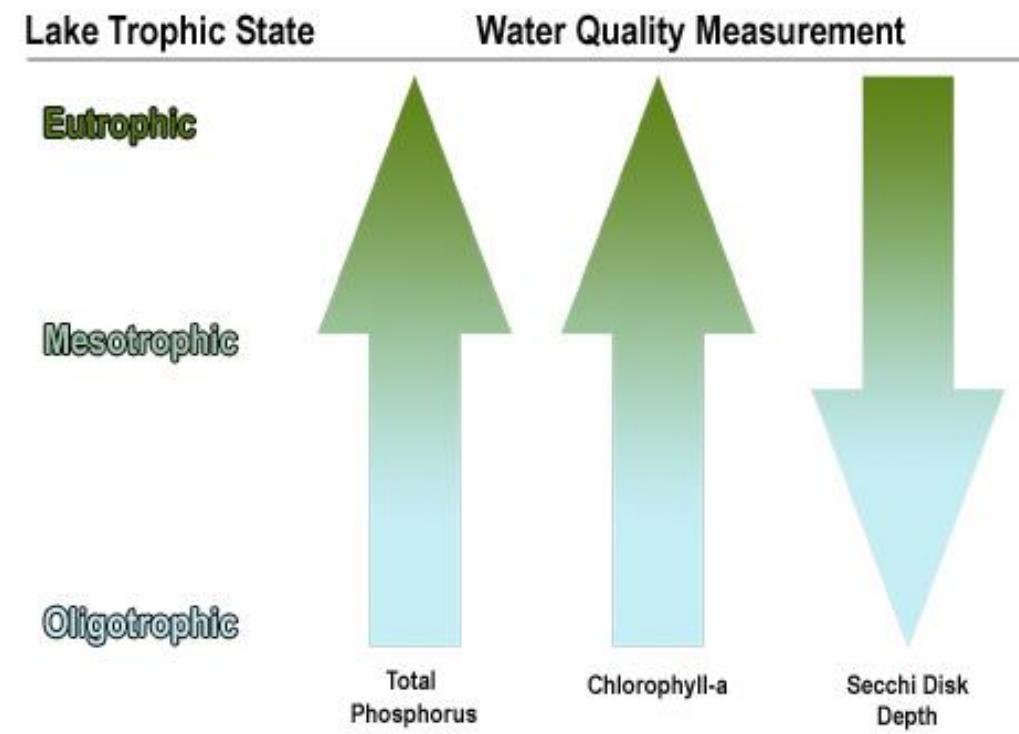
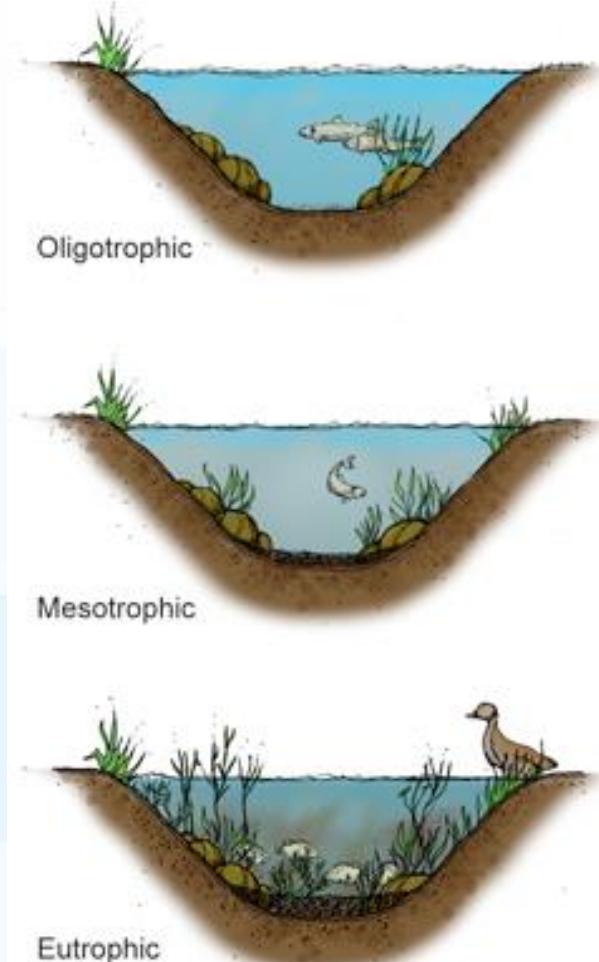
## Trofik seviyenin değişmesi



# Göllerdeki Trofik Seviyeler

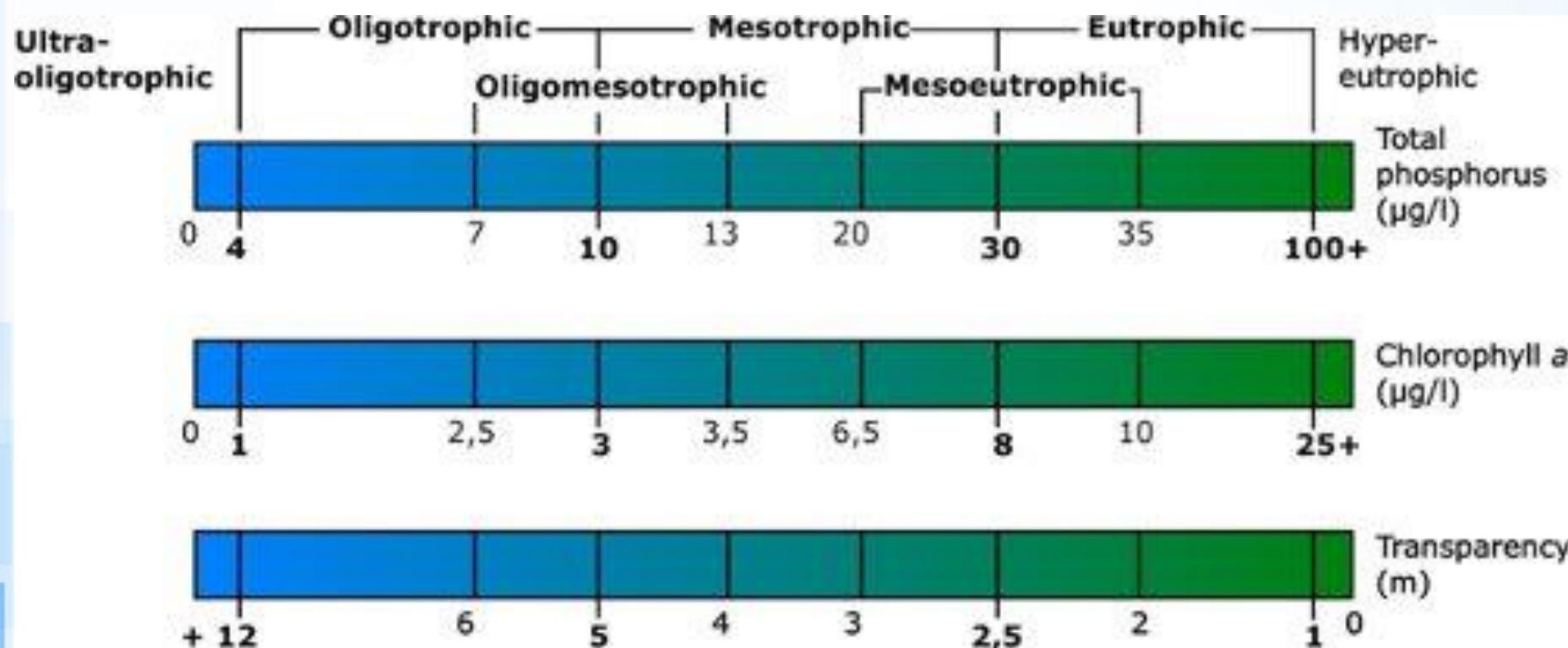
- **Oligotrofik**: besin maddeleri az, flora ve fauna açısından fazla üretken değil.
- **Mezotrofik**: orta seviyelerde besin miktarı, üretken olmaya başlayan göller.
- **Ötrotrofik**: besin maddeleri çok, oldukça üretken ve su kalitesi problemleri mevcut.
- **Hiperötrotrofik**: aşırı miktarda besin maddesi, bitki ve alg gelişmesi fiziksel faktörlerle sınırlı. Balık ölümleri. Su kullanılamaz.

# Göllerdeki Trofik Seviyeler



<http://rmbel.info/water-quality-parameter-relationships/>

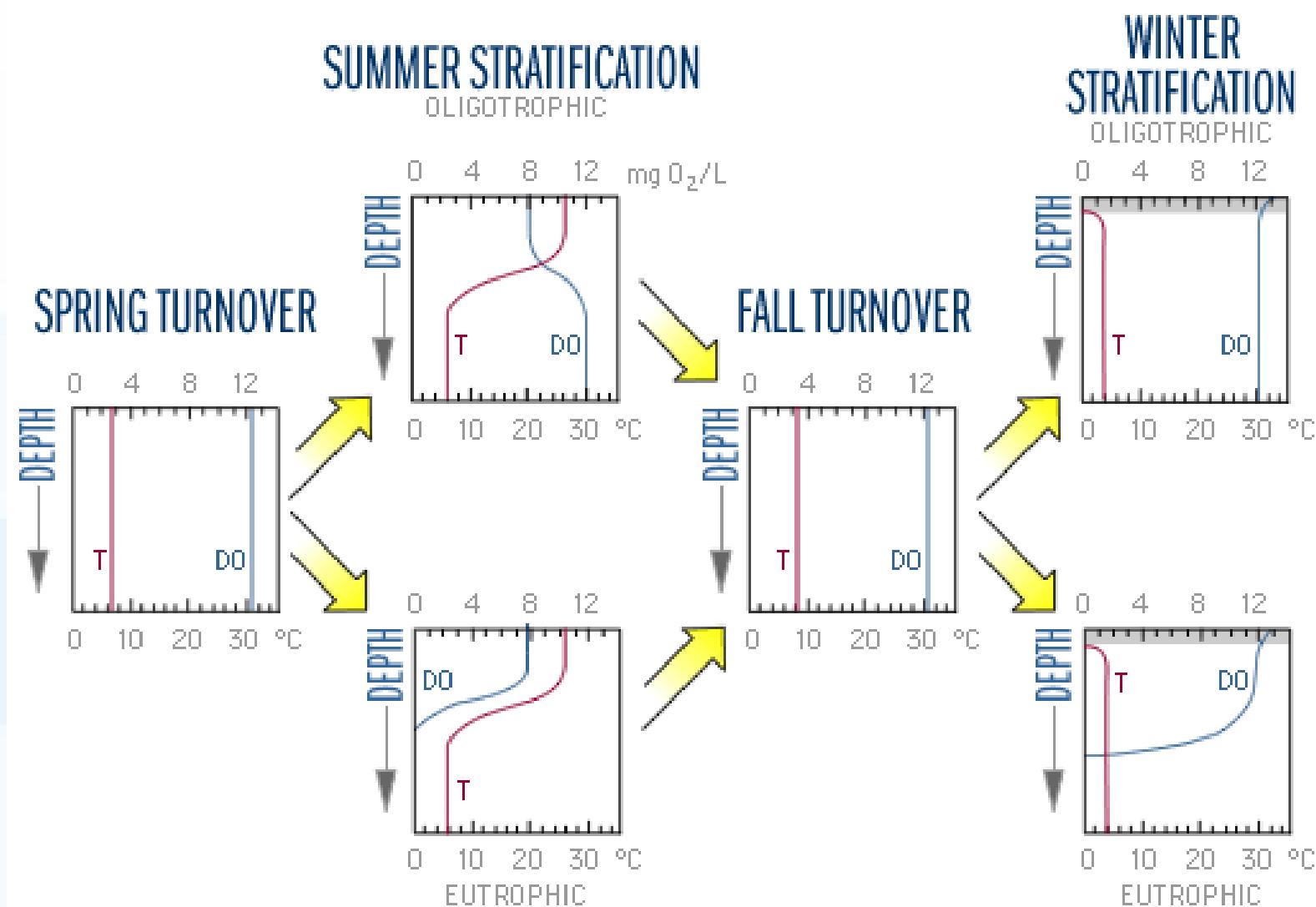
# Trofik Seviyenin Belirlenmesi



**TABLO 2: Gölleler, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin  
Ötrotifikasyon Kontrolü Sınır Değerleri**

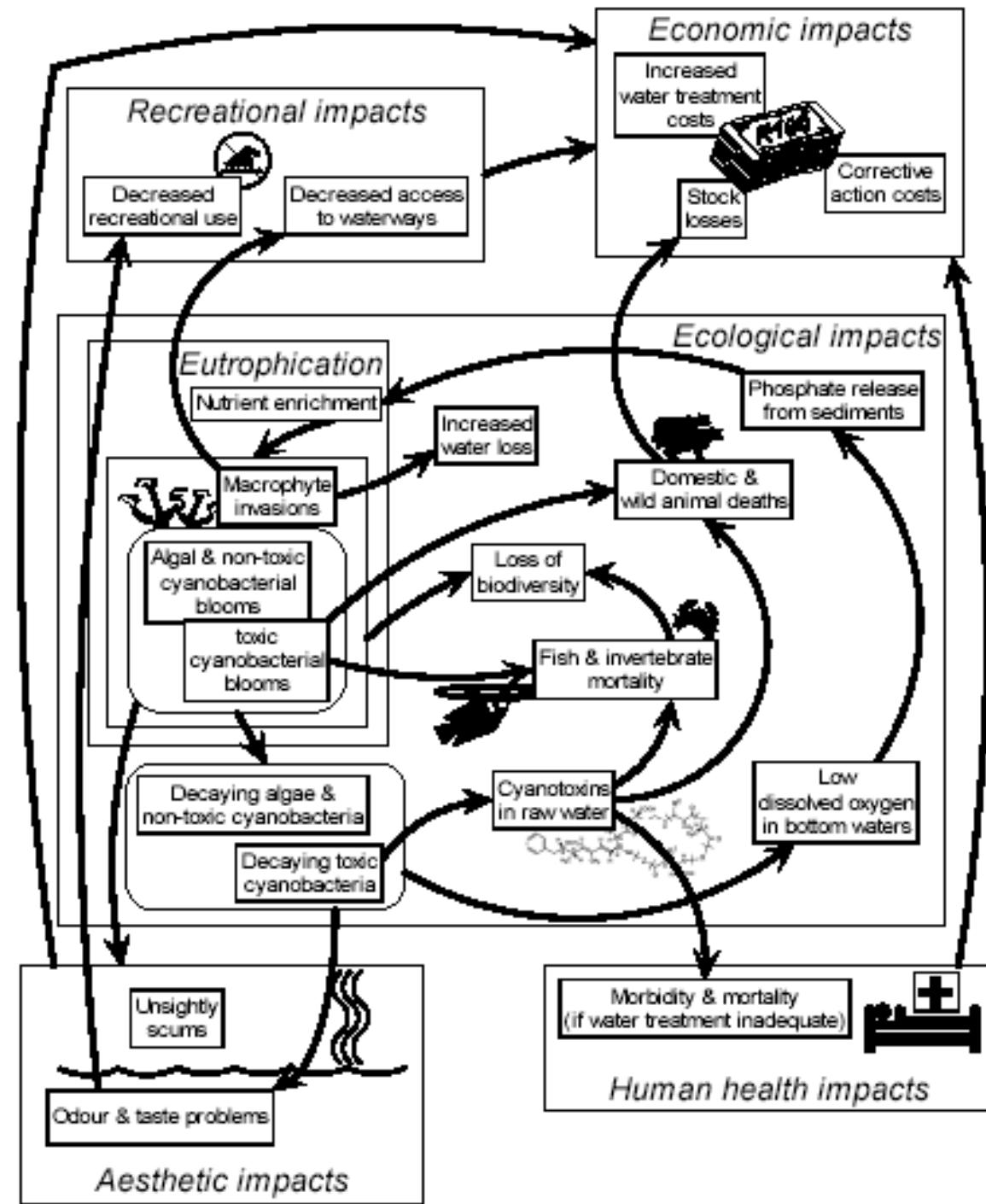
İstenen özellikler	Kullanım alanı	
	Doğal koruma alanı ve rekreatif	Çeşitli kullanımlar için (doğal olarak tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)
pH	6.5 - 8.5	6 - 10.5
KOİ (mg/L)	3	8
ÇO (mg/L)	7.5	5
AKM (mg/L)	5	15
Toplam koliform sayısı (EMS)/100 mL	1000	1000
Toplam azot (mg/L)	0.1	1
Toplam fosfor (mg/L)	0.005	0.1
Klorofil-a (mg/L)	0.008	0.025

# Ötrotifikasyonun Göllerdeki Karışma Etkileri



# Örtofikasyonun Etkileri

- **Ekolojik etkiler:** gölün bataklıklaşması, biyoçeşitlilik kayıpları
- **Estetik sorunlar:** koku problemi
- **Sağlık etkileri:** suyun içilmesi halinde hastalıklar hatta ölüm
- **Rekreasyonel etkiler:** yüzme, olta balıkçılığı, bot vb. etkinlikler yapılamaz.
- **Ekonomik kayıplar:** arıtma giderleri.



# Ötrophikasyonla Kontrolü - 1

- Sınırlayıcı element kontrolü
- $\text{Toplam-N} / \text{Toplam-P} > 15 \rightarrow \text{P sınırlayıcı}$
- $\text{Toplam-N} / \text{Toplam-P} < 7 \rightarrow \text{N sınırlayıcı}$
- $7 < \text{Toplam-N} / \text{Toplam-P} < 15 \rightarrow \text{P, N veya her ikisi de sınırlayıcı}$
  
- Atıksu deşarjlarının kontrolü
- İleri biyolojik arıtma

## Ötrophikasyonla Kontrolü - 2

- Gölde yapılan değişiklikler:
- Biyomanipülasyon
- Dip çamurunun kazınması
- Gölün havalandırılması

# Özel Ekosistemler

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Sulak Alanlar

- Derinlikleri 6m.'ye kadar olan göller, bataklıklar, sazlıklar ve lagünler.
- **Ekolojik faydaları:**
- Aşırı yağışları tutarlar. Sel ve erozyonu önlerler.
- Yeraltı sularını beslerler.
- Birincil üretim çok yüksek olduğundan bölgeye çok sayıda hayvan türe beslenmek için gelir.
- Yüksek biyolojik aktivite, N ve P kirlenmesini önler.

# Nehir Ağızları

- Tatlı su ve deniz suyu karışımından oluşan ortamlardır.
- Ekolojik koşullar değişkendir.
  - sıcaklık ve tuzluluk gradyanı
- Tür sayısı bakımından fakir, biyokütle yönünden zengin.

# Lagünler (Dalyan)

- Deniz kenarındaki deniz ile yarı bağlantılı gölcüklerdir.
- Lagün tipini etkileyen faktörler:
  - Nehir ağzı ile ilişki durumu
  - Taşınan sediman miktarı
  - Dalga etkisine açıklık



Venedik Lagünü'nün Terra ASTER uydu görüntüsü.

# Mercan Resifleri

- Yıllık su sıcaklık ortalaması 20°C'nin üzerinde olan tropikal bölgelerin kıta sahanlığında, kalkerli bitkisel ve hayvansal organizmaların gelişip yiğilması sonucunda oluşan yapılar.
- Tür çeşitliliği bakımından zengindir.

# Mercan Resifleri



# Çevre Sorunları

Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Çevre Sorunları

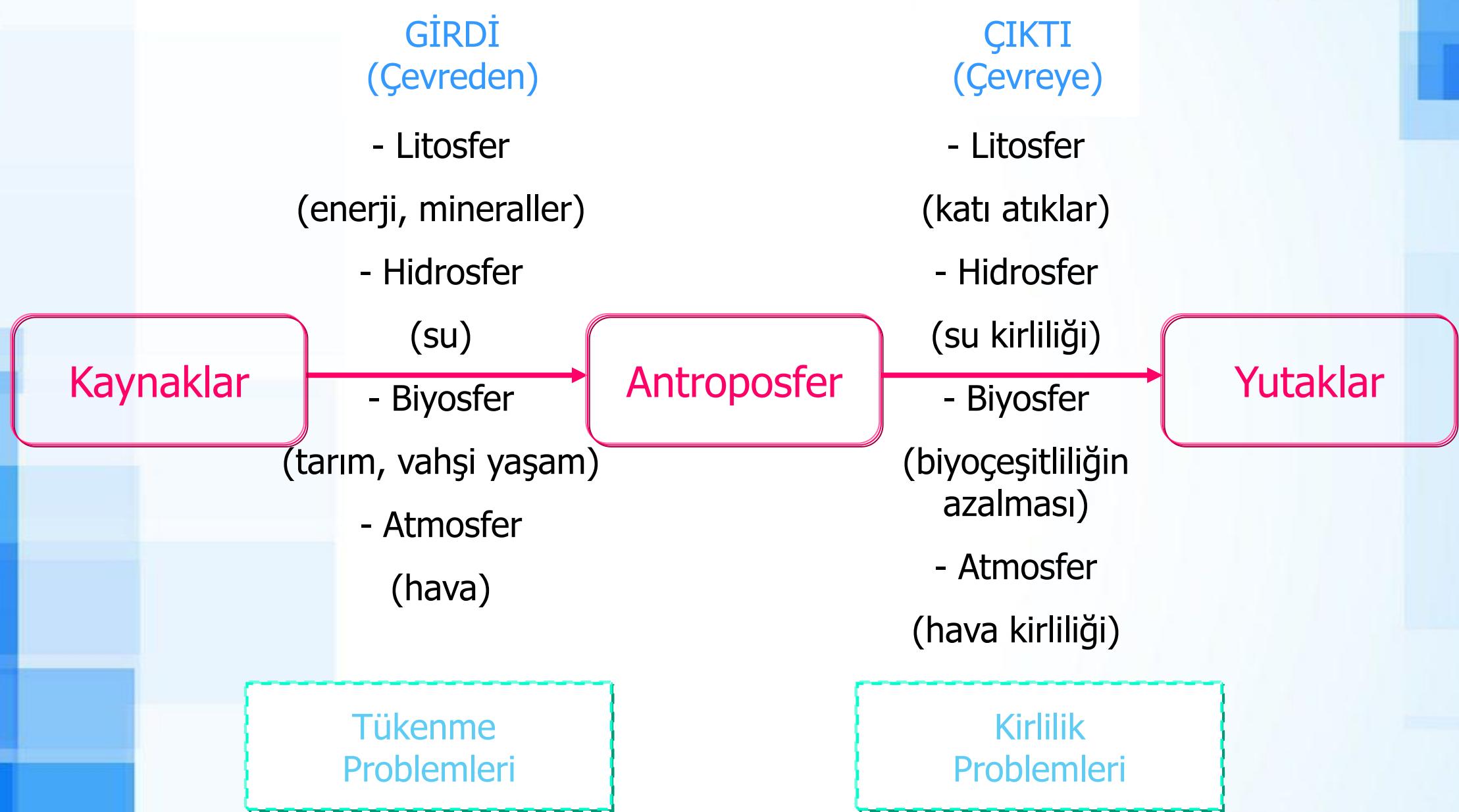
- Endüstriyel üretim, hammadde kullanımı, nüfus artışı



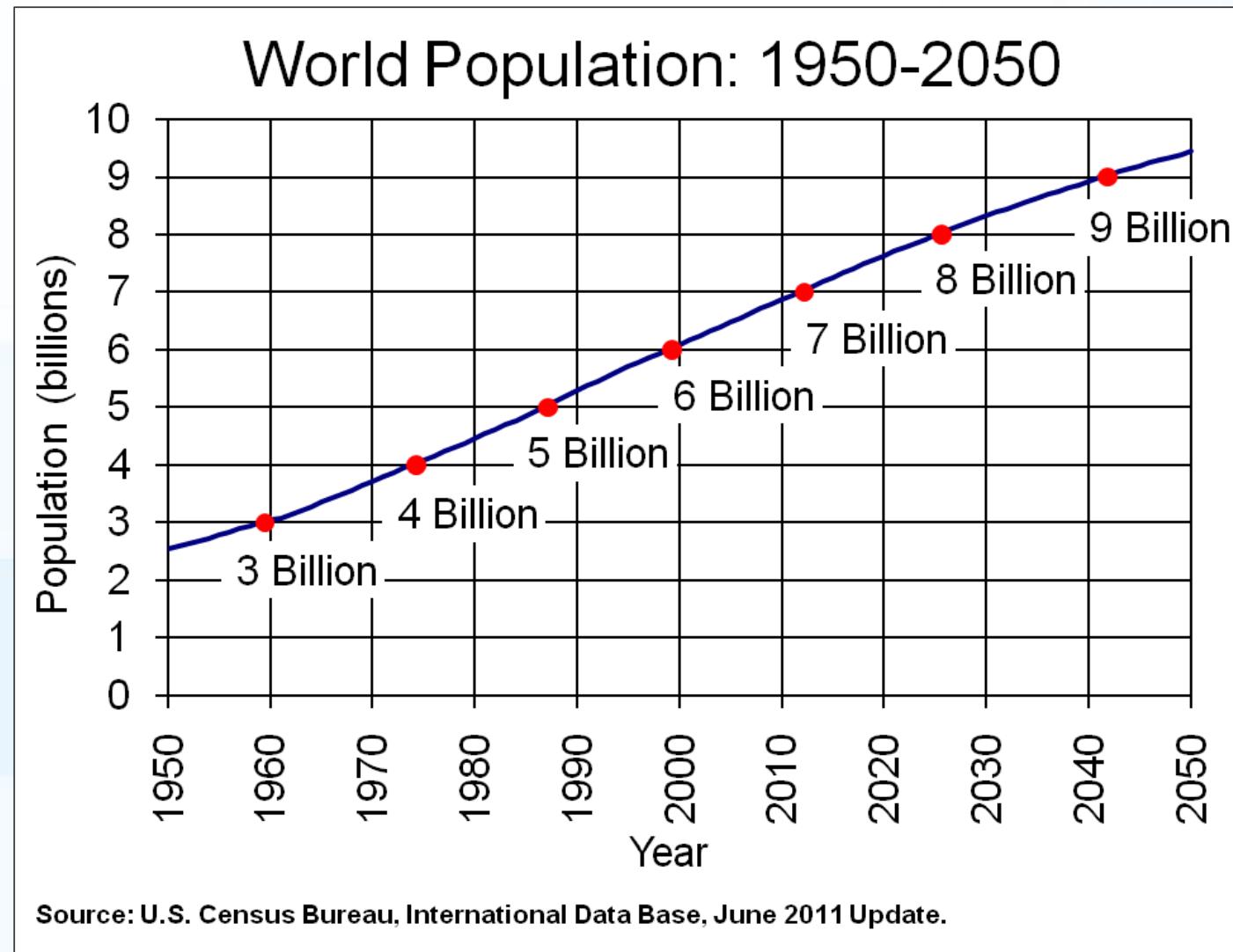
- Çevre Problemleri



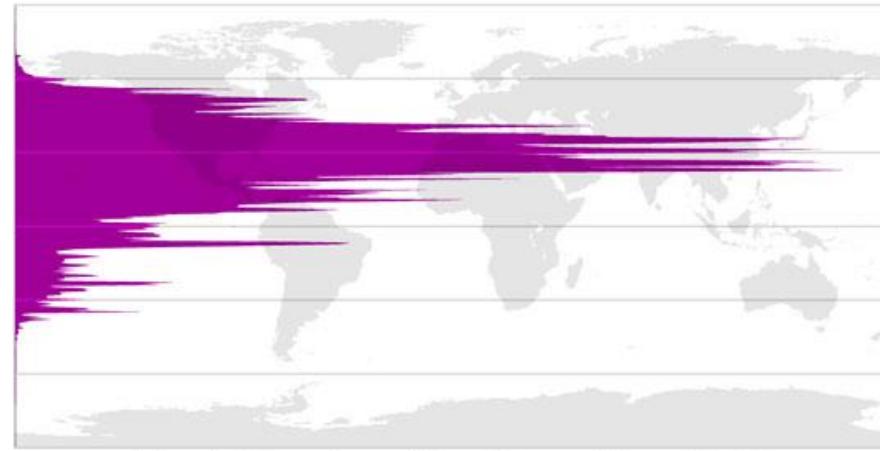
- Üretim kalitesinin düşmesi
- Sağlık etkileri ve ekonomik kayıplar
- Gıda güvenliği



# Nüfus Artışı

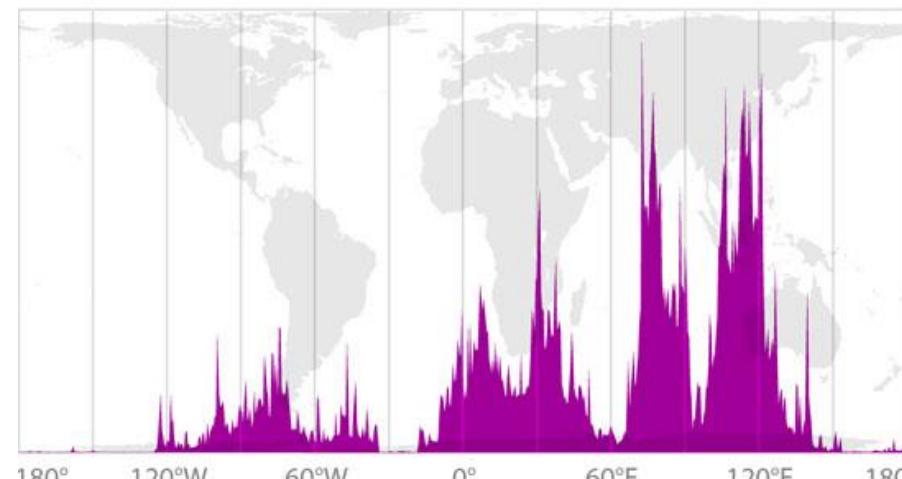


### The World's Population in 2000, by Latitude



(horizontal axis shows the sum of all population at each degree of latitude)

<http://twistedsifter.com/2013/08/maps-that-will-help-you-make-sense-of-the-world/>  
**The World's Population in 2000, by Longitude**

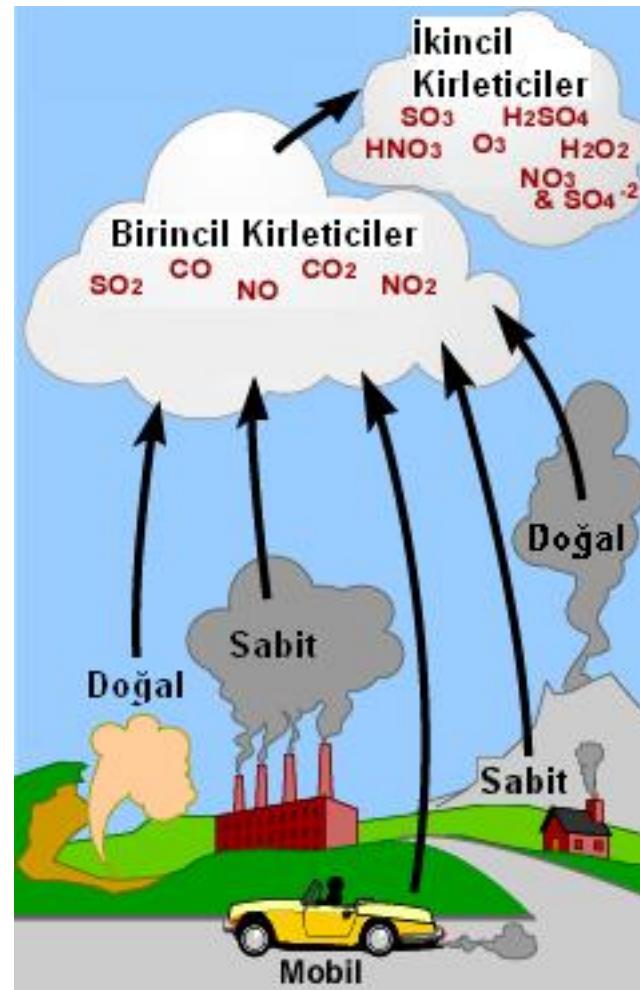


(vertical axis shows the sum of all population at each degree of longitude)

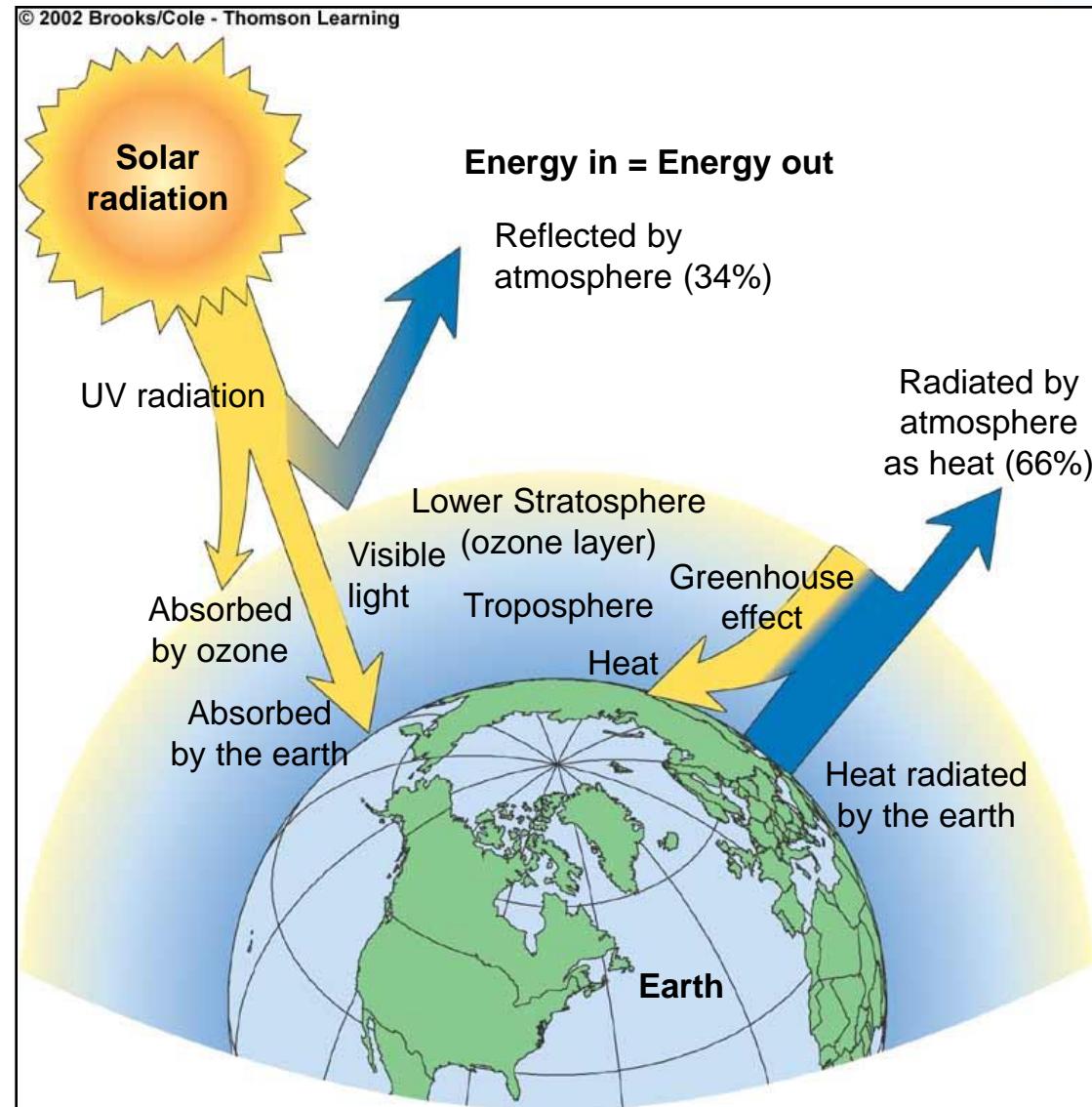
# Hava Kirliliği

- Atmosferin doğal yapısında bulunmayan kirleticilerin insan sağlığına, bitkilere, hayvanlara veya materyallere zarar verebilecek konsantrasyonda ve yeterince uzun süre havada bulunması **hava kirliliği** olarak tanımlanır.
- Havanın doğal bileşimi: %78 N, %20 O, Ar, CO<sub>2</sub> ve diğer gazlar %1.
- %1'lik bölümdeki konsantrasyon değişimleri önemli!!!

# Hava Kirliliği



# Sera Etkisi

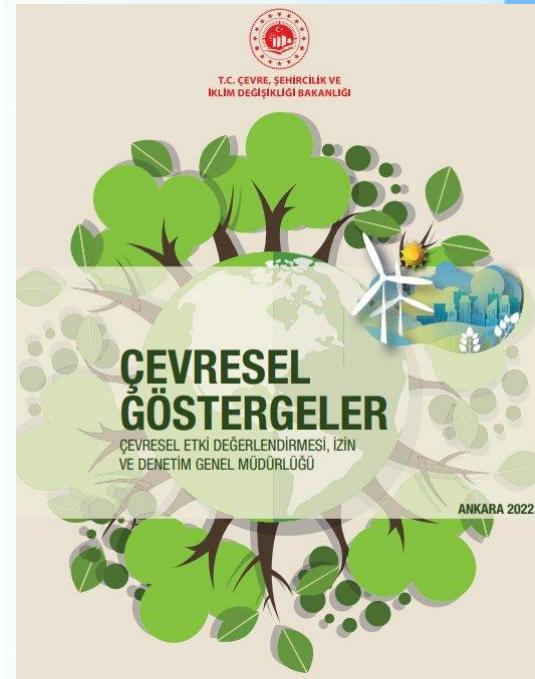
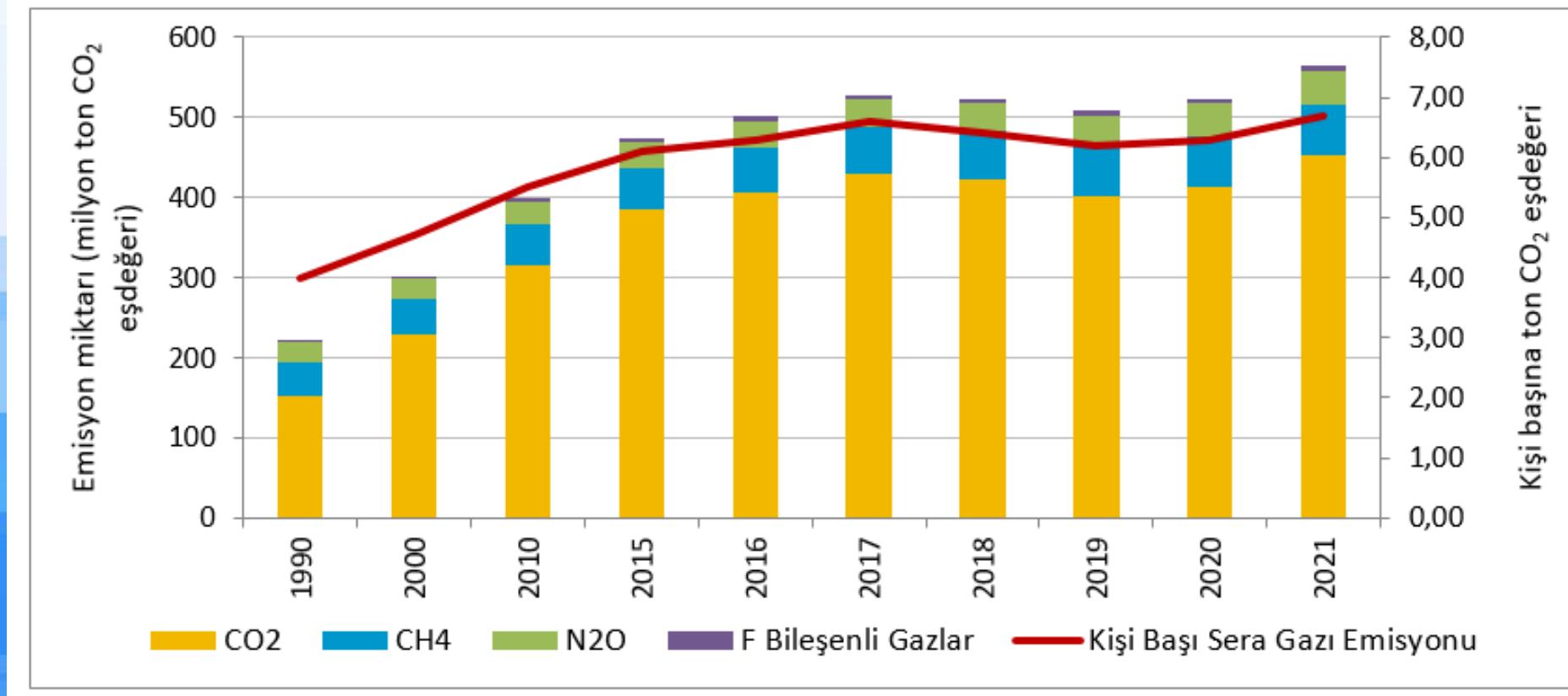


# İklim Değişikliğinde Etkili Olan Sera Gazları Ve Özellikleri

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP values for 100-year time horizon		
		Second Assessment Report (SAR)	Fourth Assessment Report (AR4)	Fifth Assessment Report (AR5)
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	1	1	1
Methane	CH <sub>4</sub>	21	25	28
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	310	298	265

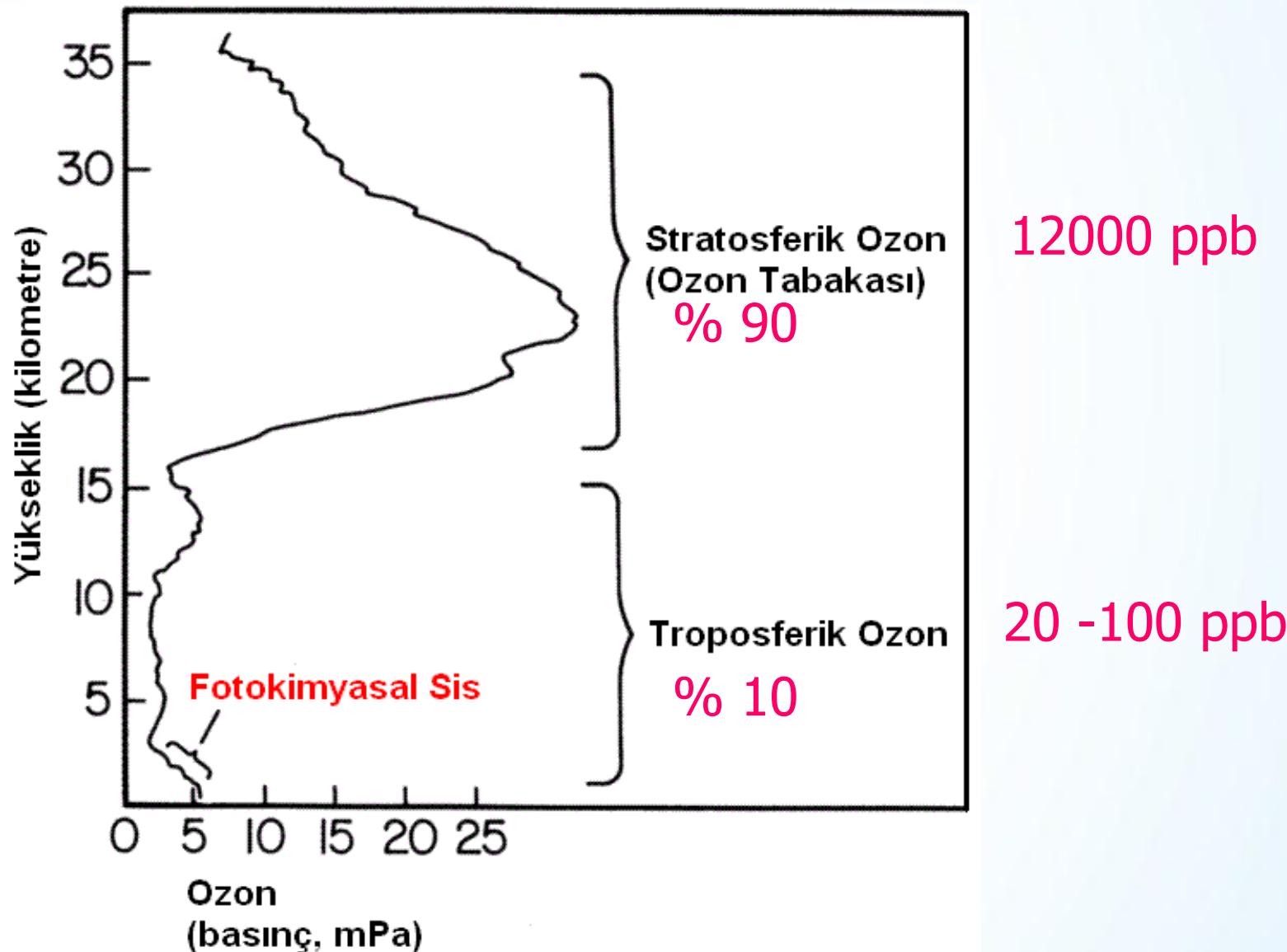
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%202016%202016%29\\_1.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%202016%202016%29_1.pdf)

# Türkiye'nin Sera Gazi Emisyonları



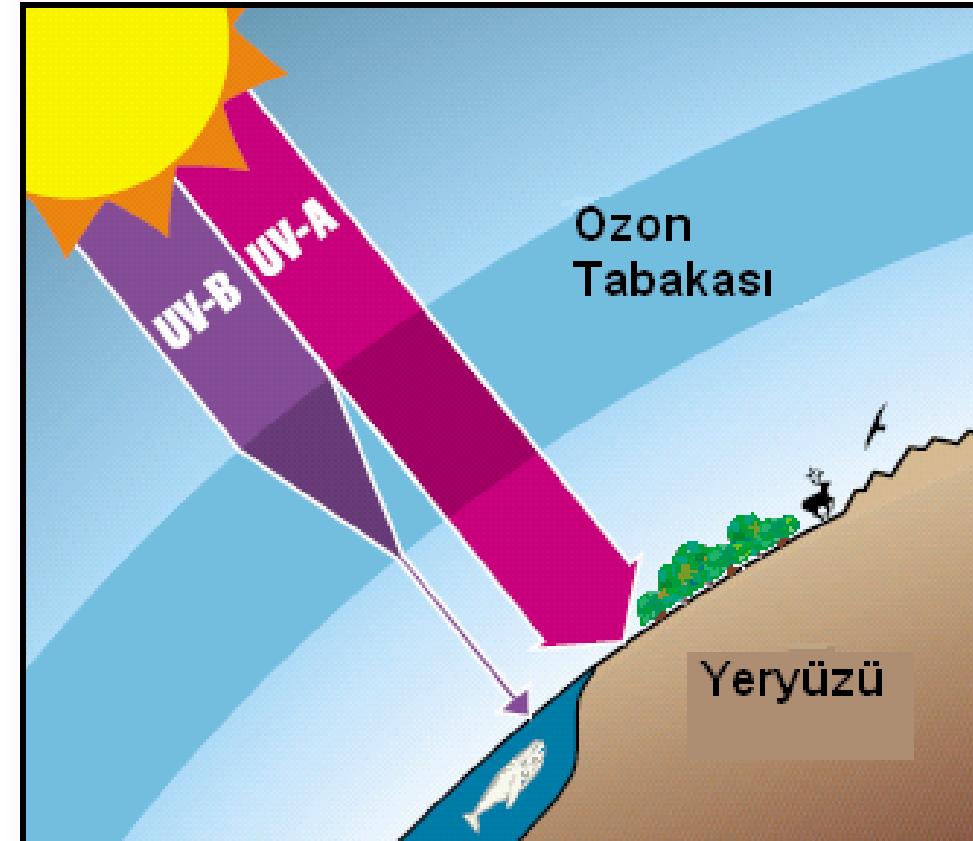
<https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/seragazi-emisyonlari-i-85722>

# Stratosferik ve Troposferik Ozon



# Stratosferik Ozon ve Ozon Tabakası

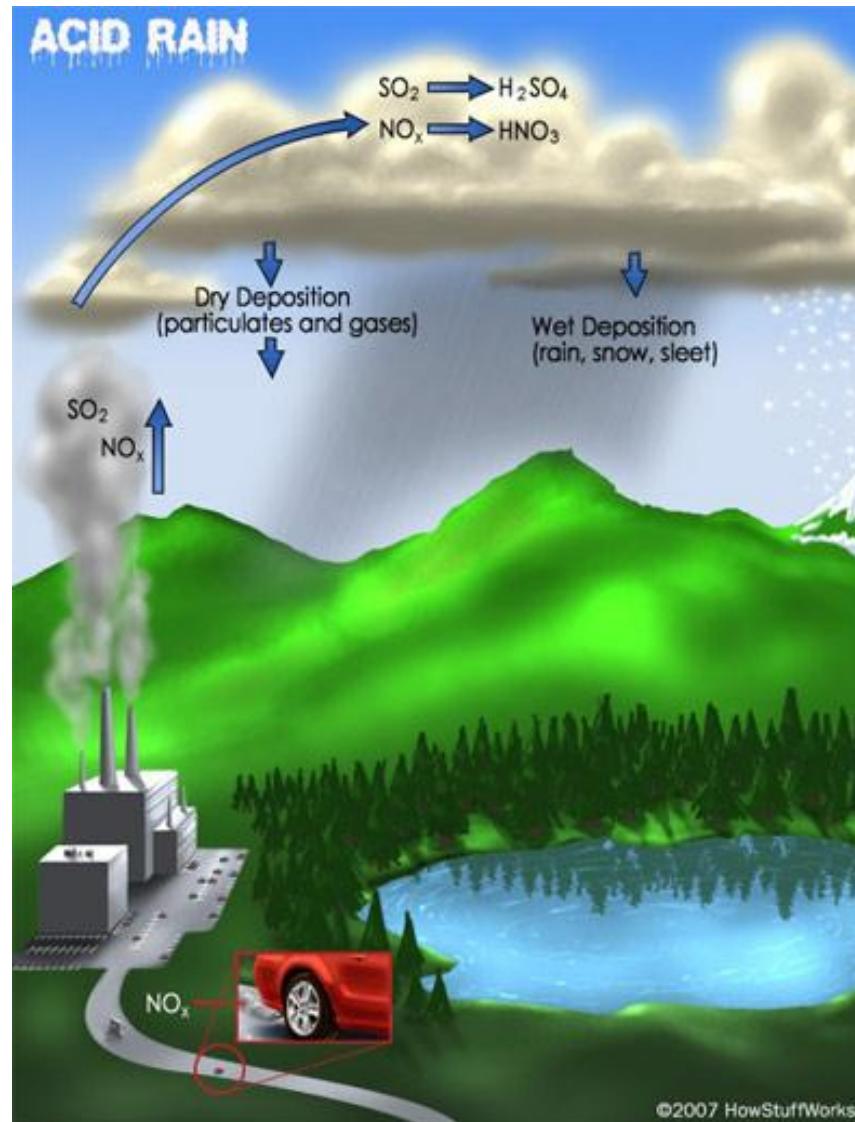
- Ozon tabakası güneş ışınlarının yüksek enerjili (düşük dalgaboyu  $\leq 290$  nm) ultraviyole ışınlarını (UV-B) sızerek daha düşük enerjili ışınların troposfere ve yer yüzeyine ulaşmasını sağlar



# Ozon Tabakasının İncelmesi

- $\text{CCl}_2\text{F}_2 + \text{hv} \rightarrow \text{CClF}_2 + \text{Cl}$  .....(1)
- $\text{CCl}_3\text{F} + \text{hv} \rightarrow \text{CCl}_2\text{F} + \text{Cl}$ .....(2)
- $\text{Cl} + \text{O}_3 \rightarrow \text{ClO} + \text{O}_2$ .....(3)
- $\text{ClO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{Cl} + 2\text{O}_2$ .....(4)
- $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$  (net reaksiyon) .....

# Asit Yağmurları



# Su Kirliliği

- Suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulması ve kullanım alanlarının azalmasıdır.
- Kaynaklar:
  - Atık sular (evsel, endüstriyel)
  - Tarım faaliyetleri
  - Sızıntı suları

# Su Kaynakları Potansiyeli

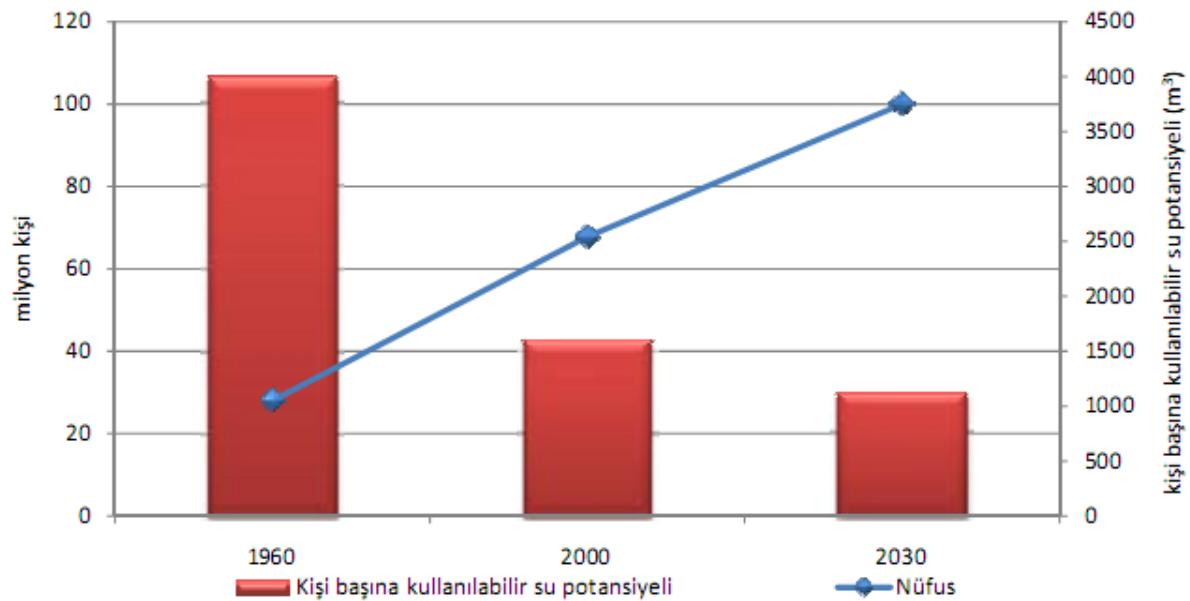
*Tablo 3. 1.: Türkiye'nin Su Kaynaklarının Potansiyeli*

Ortalama yıllık yağış	643 mm/yıl
<b>Uzun dönem yıllık ortalama (milyar m<sup>3</sup>)</b>	
Yıllık yağış miktarı	501.0
İç su kaynakları	227.4
Dış ülkelere gelen akış	6.9
<b>Yenilenebilir su kaynaklarının toplam yıllık ortalaması</b>	
Buharlaşma-terleme	273.6
Yeraltına sızma	41.0
<b>Yüzey suları</b>	
Yıllık yüzey akışı miktarı	186.0
Yıllık dış akış miktarı	178.0
Dış ülkelere	64.0
Denize	114.0
Yıllık kullanılabilecek yüzey suyu miktarı	98.0
<b>Yeraltı suları</b>	
Yıllık çekilebilir su miktarı	14.0
<b>Toplam Kullanılabilecek Su Miktarı (Net)</b>	<b>112.0</b>

*Tablo 3.2: Türkiye'de Sektörler Tarafından Kullanılan Su Miktarı, DSİ, (Milyar m<sup>3</sup>).*

Yıl	Toplam Su Tüketimi	Sektörler						
		Sulama		İçme-Kullanma		Sanayi		
	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%
1990	30.6	28	22.0	72	5.1	17	3.4	11
2004	40.1	36	29.6	74	6.2	15	4.3	11
2008	46	41	34	74	7	15	5	11
2023	112	100	72	64	18	16	22	20

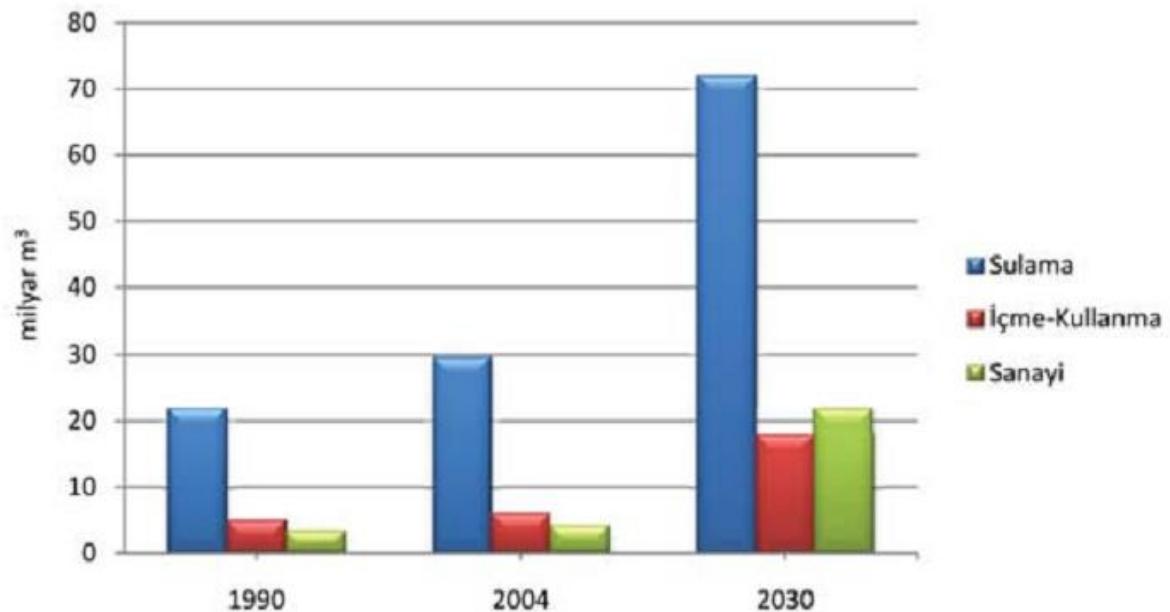
# Kişi Başına Su Potansiyeli



	1960	2000	2030
<b>Nüfus</b>	28 milyon	67,8 milyon	100 milyon
<b>Kullanılabilek Su Potansiyeli</b>	112 milyar m³	112 milyar m³	112 milyar m³
<b>Kişi Başına Tüketilebilir Su Potansiyeli</b>	4.000 m³	1.600 m³	1.120 m³

Kaynak: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

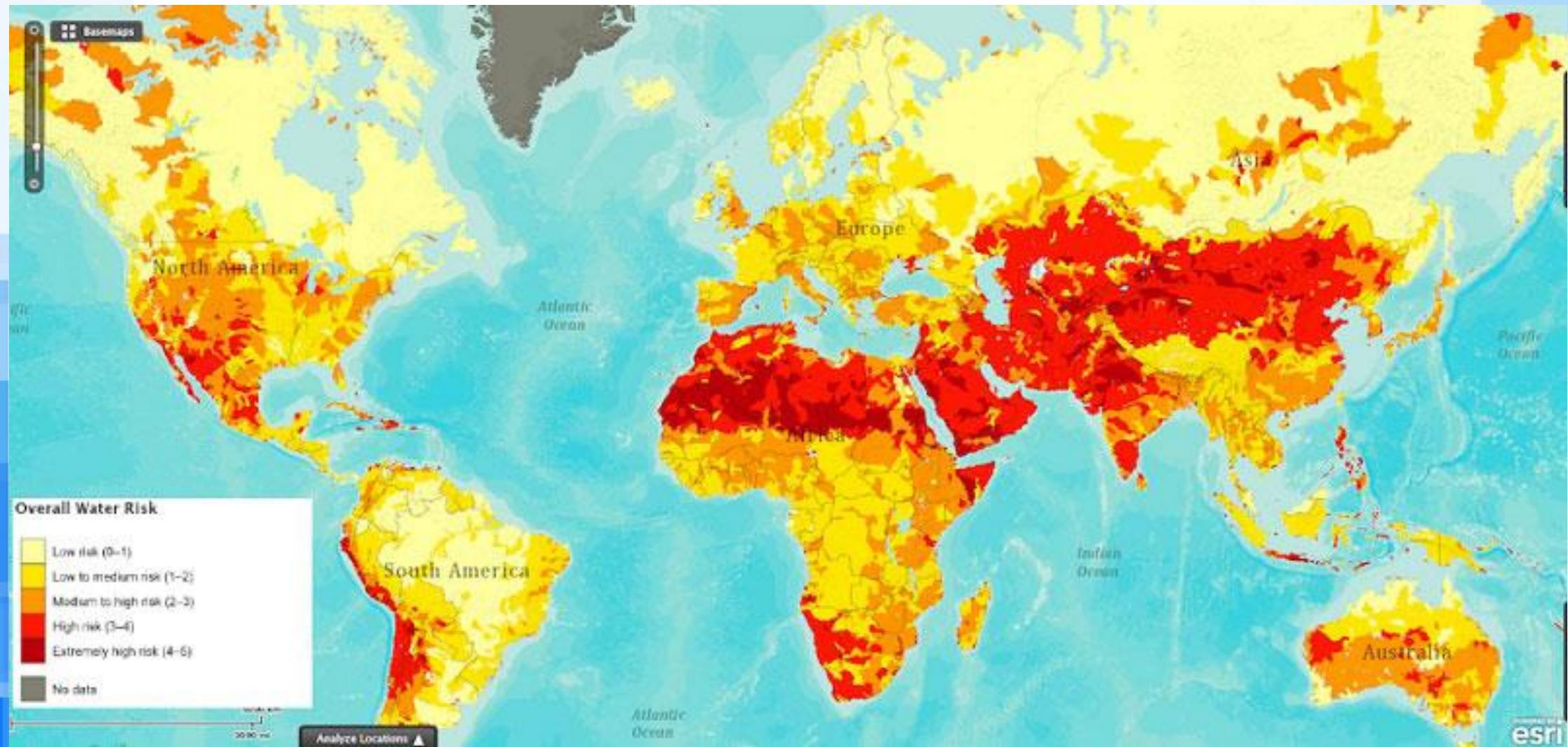
# Su Kullanımı



	1990		2004		2030	
	milyar m³	%	milyar m³	%	milyar m³	%
Toplam	<b>30,5</b>	<b>100</b>	<b>40,1</b>	<b>100</b>	<b>112</b>	<b>100</b>
Sulama	22	72	29,6	74	72	64
İçme-Kullanma	5,1	17	6,2	15	18	16
Sanayi	3,4	11	4,3	11	22	20

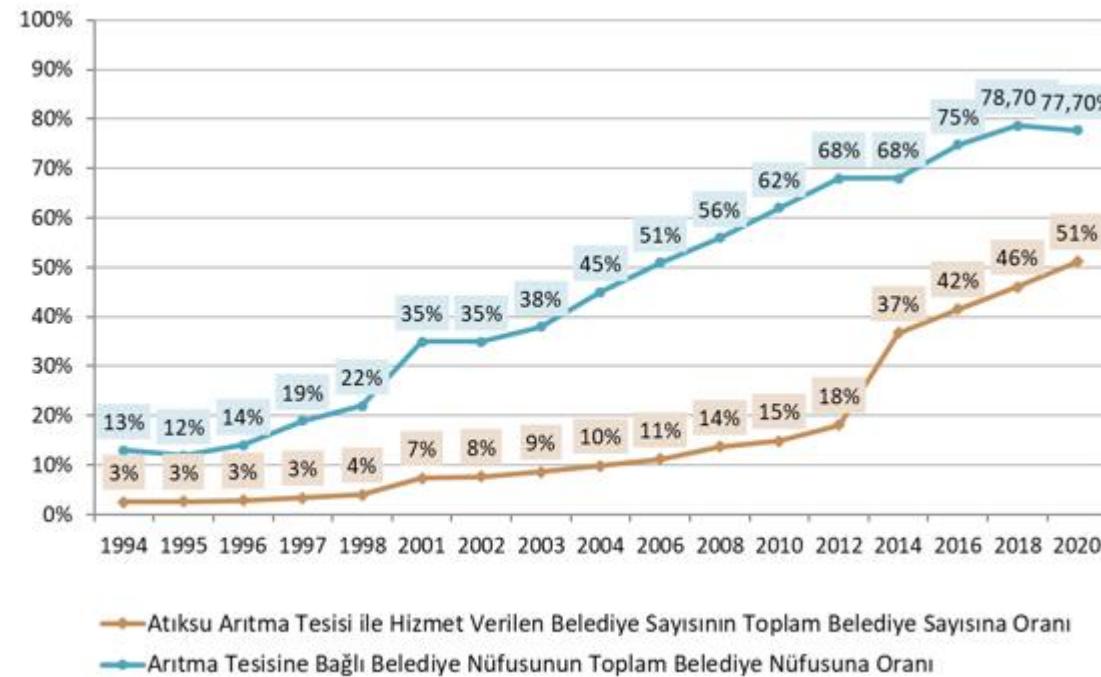
Kaynak: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

# Küresel Su Riski Haritası



<http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct>

# Atıksu Arıtma Tesisi Olan Belediyeler



**GRAFİK 77- ATIKSU ARITMA TESİSİ İLE HİZMET VERİLEN BELEDİYE VE NÜFUS ORANI (%)**

<https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/atiksu-aritma-tesisi-ile-hizmet-verilen-belediyeler-i-85746>



**GRAFİK 78- 2020 YILI SONU İTİBARIYLE ATIKSU ARITMA TESİSLERİNİN TIPLERİNE GÖRE DAĞILIMI**

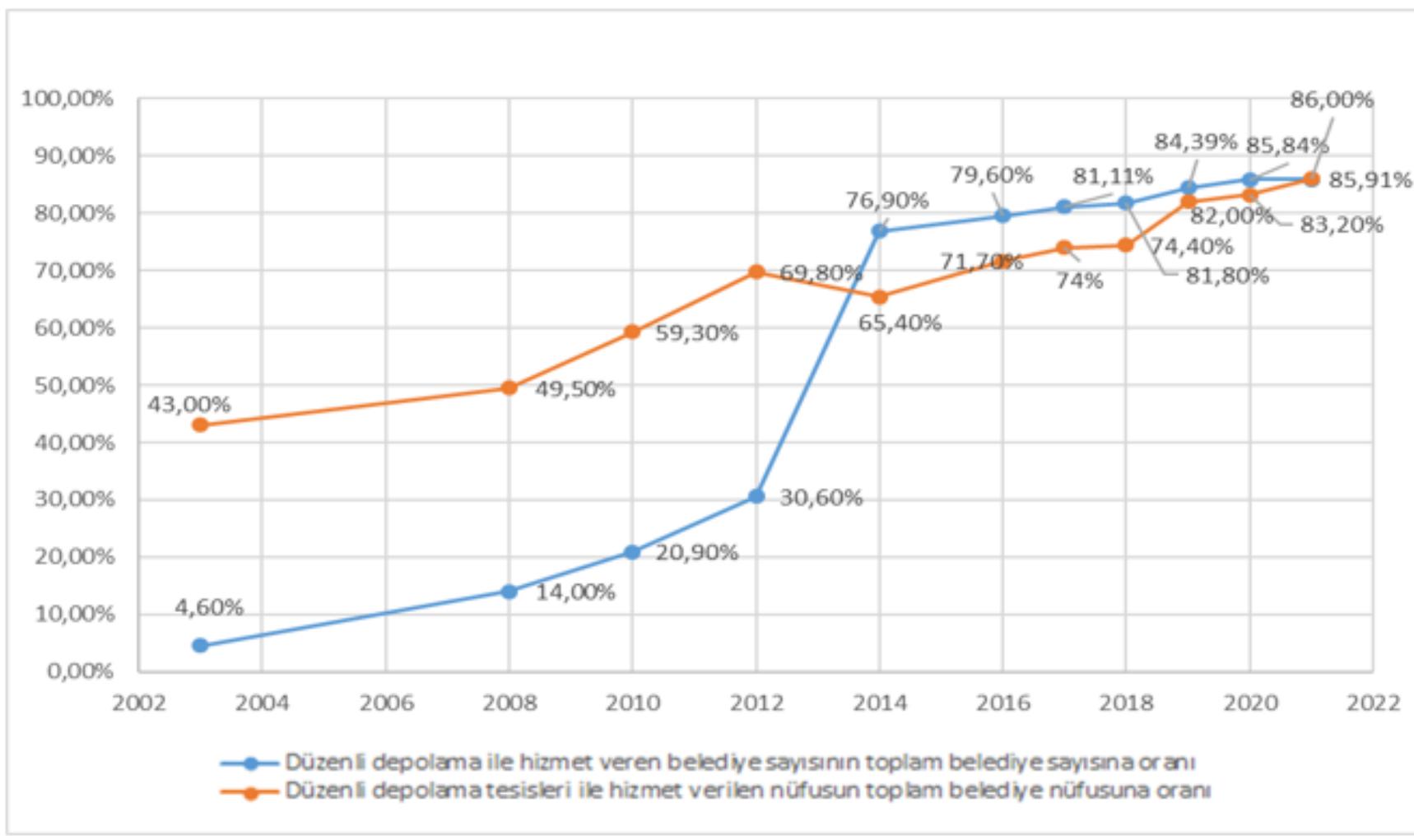
# Toprak Kirliliği

- İnsan etkileri sonucunda toprağın fiziksel, kimyasal, jeolojik ve biyolojik yapısının bozulmasıdır.
- **Kaynaklar :**
  - Tarım faaliyetleri
  - Katı atıklar (tehlikeli atıklar)
  - Endüstriyel atıklar

# Katı Atıklar

- Evsel atıklar
- Endüstriyel atıklar
- Radyoaktif atıklar
- Park ve bahçe atıkları
- Tıbbi atıklar
- Hafriyat toprağı, inşaat ve yıkıntı atıkları
- Arıtma çamurları
- Tarım faaliyetleri atıkları

# Katı Atık Düzenli Depolama Tesisleri



# Gürültü Kirliliği

- **Gürültü** : hoşça gitmeyen, kulak tırmalayan ses.
- **Sağlık etkileri** : stres, sinirlilik, çeşitli hastalıklar (kalp hastalıkları vs.)
- **Kaynaklar** :
  - Doğal: yanardağ patlaması, yağmur, şimşek, rüzgar
  - Antropojenik: eğlence yerleri, trafik, uçaklar, iş makineleri, endüstri tesisleri

# Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Yönetimi

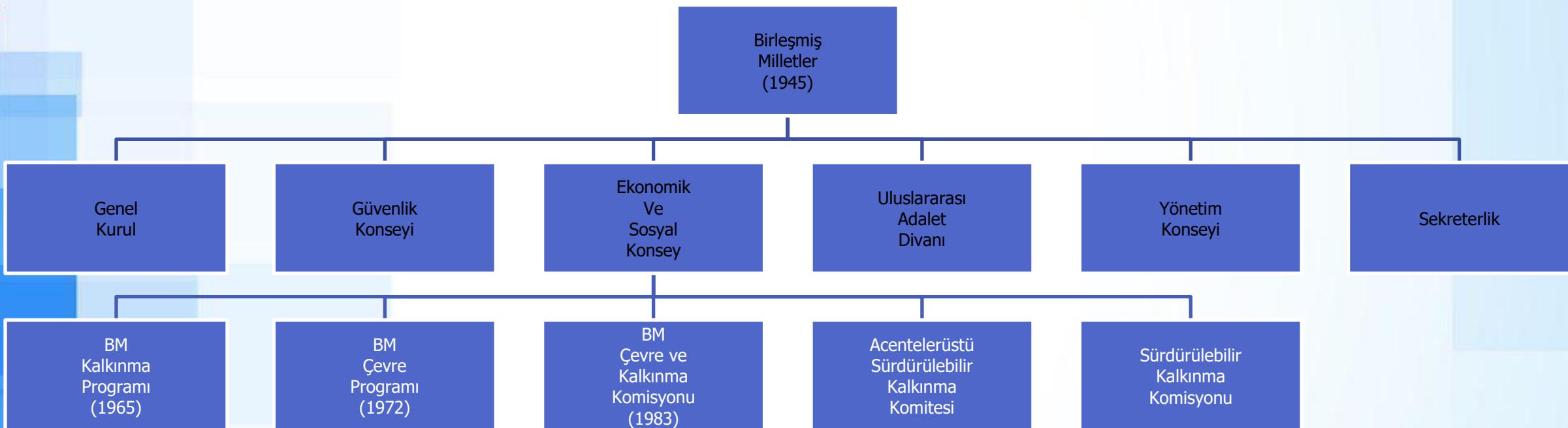
Doç. Dr. Özgür ZEYDAN

<https://ozgurzeydan.com.tr/>

# Birleşmiş Milletler ve Çevre Faaliyetleri



# Birleşmiş Milletler (BM)



# BM Kalkınma Programı (1965)

- Görevi: yoksulluğun azaltılması, çevrenin korunması, istihdam yaratılması ve kadının toplumdaki yerinin güçlendirilmesi gibi amaçlarla insan kaynaklarının geliştirilmesinde üye ülkelere yardım etmek.
- Stockholm Konferansı (İnsan Çevresi Konferansı – 5 Haziran 1972)

# Stockholm Konferansı

- Çevrenin uluslararası boyutta liderler tarafından tartışıldığı ilk konferanstır.
- 113 ülke katılmıştır (Türkiye dahil).
- Çok sayıda çevreci örgüt katkıda bulunmuştur.
- Çevre-insan kavramına deşinilerek, dünyanın doğal dengesinin korunması için insan ve doğal kaynaklara öncelik veren bir anlayışa ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.

# Stockholm Konferansı

- 8. madde:
  - Sağlıklı çevrede yaşama hakkı
  - Çevre ile ilgili kurumsal yapının oluşturulması
- Stockholm bildirgesi

# BM Çevre Programı (1972)

- Görevi: yaşam kalitesini, gelecek kuşaklarını tehlikeye atmadan yükseltmek için insanları ve milletleri bilgilendirmek, teşvik etmek yolu ile çevre koruma için işbirliğinin desteklenmesine liderlik etmek.
- <http://www.unep.org/>

# BM Çevre Programı - Faaliyetleri

- 1973: Tehlike içindeki türlerin uluslararası ticareti kongresi
- 1975: Akdeniz eylem planı
- 1975: Potansiyel zehirli kimyasalların uluslararası dolaşımı
- 1975: Küresel çevre izleme sistemi
- 1979: Göç eden vahşi hayvan türlerinin korunması kongresi
- 1985: Ozon tabakasının korunması kongresi
- 1987: Ozon tabakasına zarar veren maddeler üzerine Montreal Protokolü
- 1988: BMÇP Hükümetlerarası iklim değişimi paneli (IPCC)
- 1989: Basel tehlikeli maddelerin uluslararası dolaşımı kongresi

# BM Çevre Programı - Faaliyetleri

- 1991: BMÇP, BMKP, Dünya Bankası Küresel çevre uygulaması
- 1992: BM Çevre ve kalkınma konferansı (Yeryüzü Zirvesi)
- 1992: BM Biyolojik çeşitlilik kongresi
- 1992: BM İklim değişimi çerçeve kararları
- 1993: BMÇP Uluslar arası çevresel teknoloji merkezi
- 1994: BM Çölleşme ve kuraklığa mücadele kongresi
- 1995: Denizlerin korunması küresel programı
- 1996: Organik kirleticiler ve kimyasal maddelerin ticareti üzerine anlaşma görüşmeleri
- 2000: Cartagena biyolojik koruma protokolü

# BM Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1983)

- Brundtland Raporu (1987)
- Rio Konferansı (Yeryüzü Zirvesi – 3-4 Haziran 1992)
- İstanbul Habitat II Zirvesi (1996)
- Kyoto Protokolü (1997)
- Binyıl (Millenium) Bildirgesi (2000)
- BM Sürdürülebilir Gelişme Zirvesi (2002)

# Brundtland Raporu (1987)

- Ortak Geleceğimiz (Our Common Future)
- Sosyo-ekonomik ve çevresel kötüye gidişin boyutları incelenmiş,
- "Çevre"den temel insan hakkı olarak söz edilmiş, nesiller arasındaki adalet ile ilgili olarak "sürdürülebilir kalkınma" kavramı tanımlanmıştır.
- Nüfus, besin güvenliği, ekosistemlerin geliştirilmesi, enerji, sanayi ve kent sorunları gibi konularda çözüm önerileri sunulmuştur.

# Rio Konferansı (Yeryüzü Zirvesi - 1992)

- BM İklim Değişikliği Çerçeve Anlaşması
- Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması
- Çevre ve Kalkınma üzerine Rio Deklarasyonu
- Ormanların Yönetimi, Korunması ve Sürdürülebilirliği  
üzerine Rehberlik Bildirisi
- Gündem 21

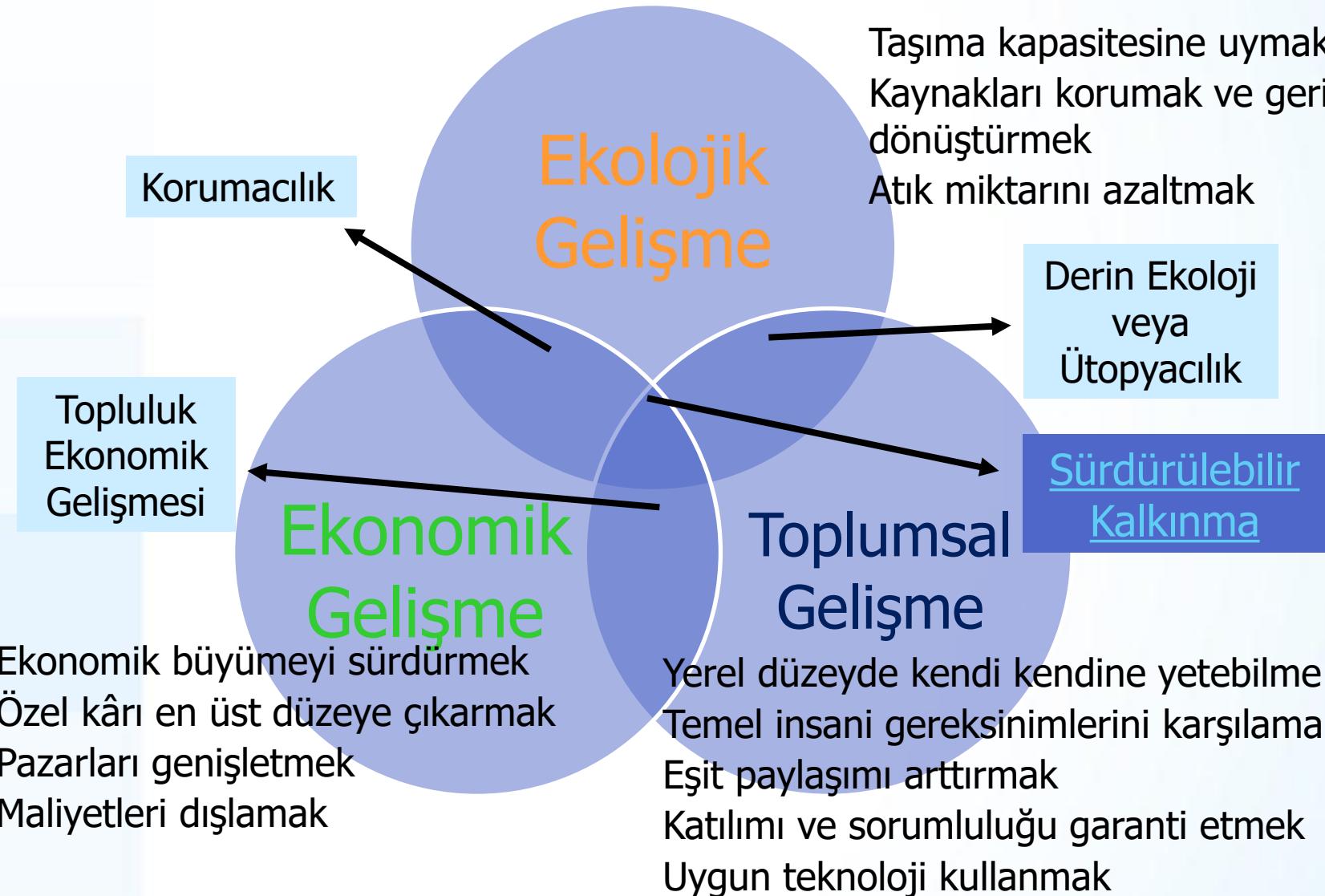
# Sürdürülebilir Kalkınma

- Çevre koruma ve ekonomik faaliyetler arasındaki denge arayışıdır.
- Sürdürülebilir kalkınma, temel çevresel, sosyal ve ekonomik hizmetlerin dayandığı ekolojik ve toplumsal sistemlerin varlığını tehdit etmeksizin, herkese sunabildiği gelişme olarak tanımlanabilir.

# Sürdürülebilir Kalkınma Felsefesi

- Toplumun gereksinimlerine (artan yaşam kalitesi) karşılık verebilen bir “**niteliksel büyümeye**”nin önde tutulması
- Doğal, kültürel, ekolojik, biyolojik tüm yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynaklarda “**süreklilik**” sağlamaşı
- Nesiller ve uluslar arası kaynak kullanımında “**dürüstlük**” ilkesi

# Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları



# Çevre Ekonomisi

➤ Çevresel değerlerin ekonomik faaliyetler üzerindeki etkilerinden başlayarak çevresel bozulmanın önlenmesi ve bozulan çevresel dinamiklerin yeniden yapılandırılabilmesi gibi çevre-ekonomi eksenli sorunları inceleyen ve bu sorumlara yine ekonomi içerisinde çözümler üreten bilim dalıdır.

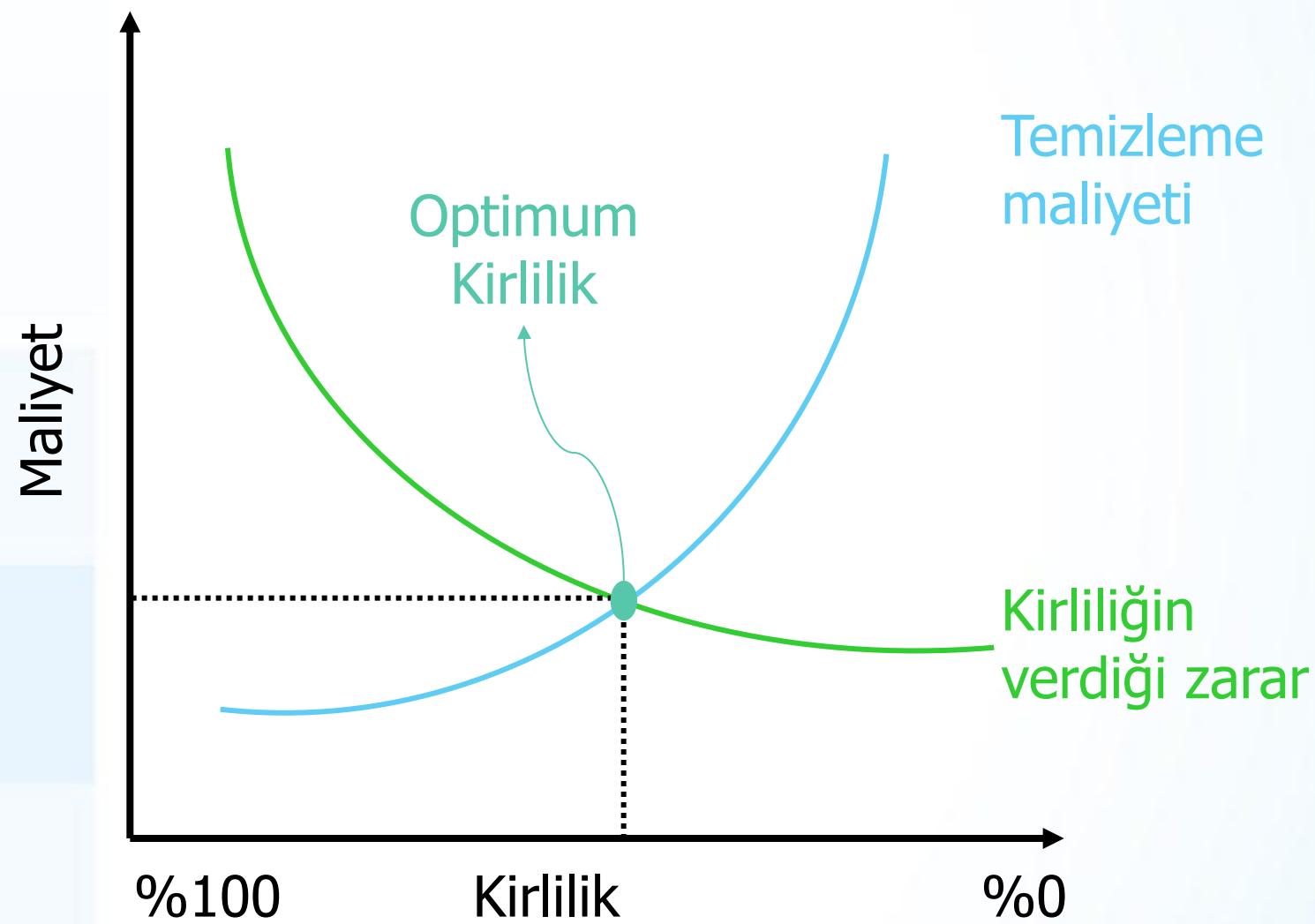
1. Çevrenin korunması

2. Önceden verilmiş zararların düzeltilmesi

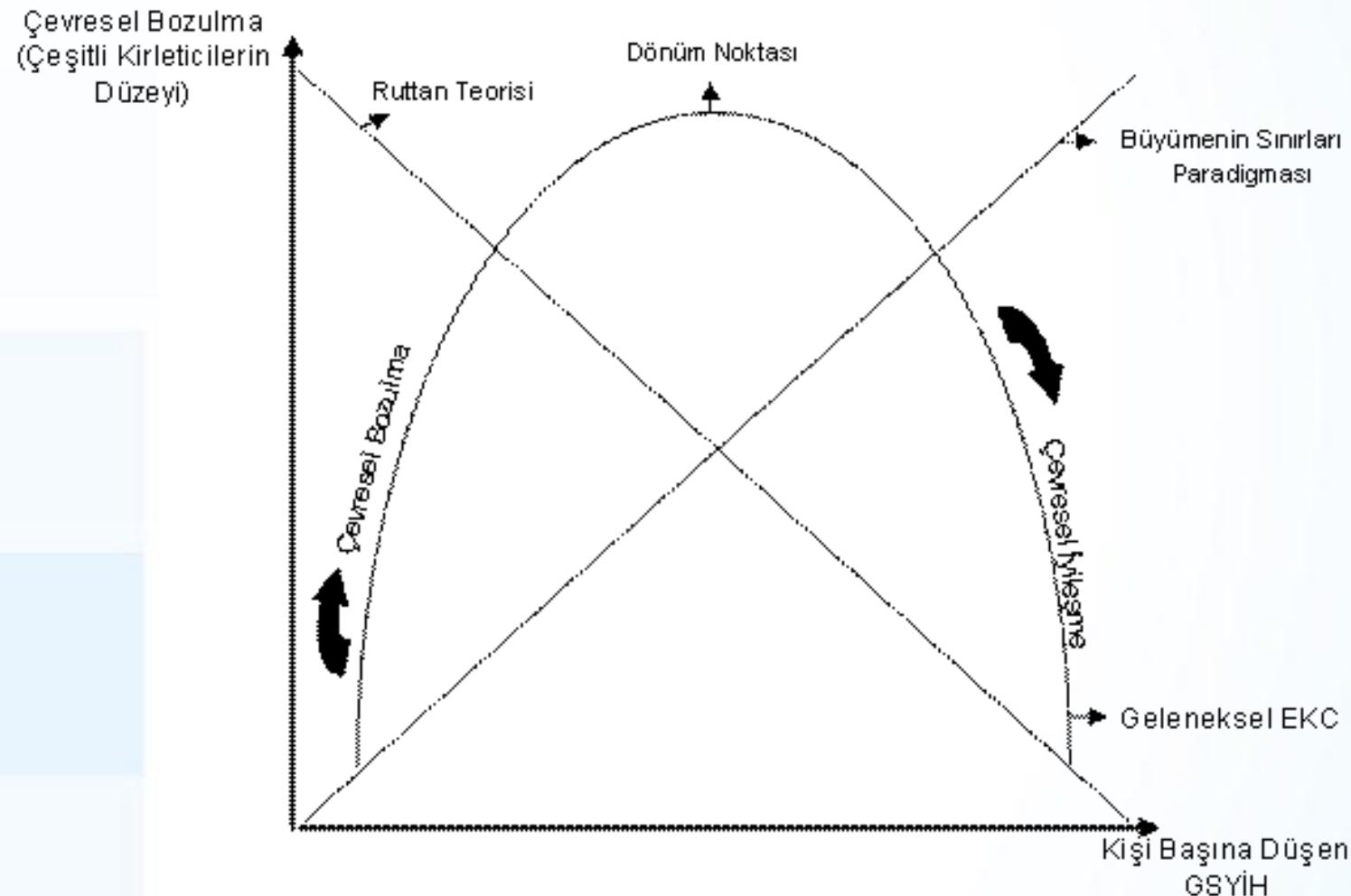


Ekonominik Maliyetler

# Optimum Kirlenme Kavramı



# Çevresel Kuznets Eğrisi: Ters-U Kuramı



Günsoy, G., (2007) Çevresel bozulma ve ekonomik büyümeye ilişkisi üzerine bir inceleme, Mevzuat Dergisi, sayı: 113, <http://mevzuatdergisi.com/2007/05a/01.htm>

# Dışsallıklar

- **Dışsallık:** bir bireyi veya bir ekonomik birimi etkileyen ve kendisinin neden olmadığı çevresel etkiye dışsallık denir.
- **Negatif dışsallık:** kişi/kurum, maliyetine katılmaksızın diğer kişi/kurumun faaliyetinden olumsuz etkilenmesidir.
- **Pozitif dışsallık:** kişi/kurum, maliyetine katılmaksızın diğer kişi/kurumun faaliyetinden olumlu etkilenmesidir.

# Dışsallıklar Sorununa Çözümler

- Kirletici harçlarının uygulanması (**KÖP**)
- Arıtma tesisi kuracak firmalara sübvansiyon sağlanması
  - vergi erteleme
  - vergi indirimi
  - ucuz kredi
- Kirletme izinleri
  - Kirlilik denetim kurumu toplam kirlenme standardını belirler, izinleri açık artırma ile satar.

# Çevre Korumada Karşılaşılan Güçlükler

- Yetersiz çevre verileri
- Eğitilmiş insan eksikliği
- Finansman eksikliği
- Mevzuatın uygulanmasındaki otorite boşluğu
- Politika
- Teknoloji yetersizliği
- Toplumsal duyarlılığın (sorumluluğun) olmaması
- Ekonomik az gelişmişlik

# Çevre Mevzuatı

- Anayasa
- Çevre Kanunu
- Kanun hükmünde kararnameler
- Yönetmelikler
- Bakanlar kurulu kararları
- Tebliğ ve genelgeler
- Uluslar arası sözleşme ve protokoller

# T.C. Anayasası

- **56. madde:** Herkes sağlıklı bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir.

# Çevre Kanunu (Kanun No: 2872)

- Resmi Gazete Tarih: 11/8/1983 Sayı: 18132
- Bu Kanunun amacı, bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır.

# Çevresel Etki Değerlendirmesi

- ÇED, yasal kararların, politikaların, programların, projelerin ve işletme koşullarının, biyo-jeofiziksel çevre ile insan sağlığına ve mutluluğuna olan etkisinin belirlenmesi ve bu etkilerin boyutlarının önceden tespiti için yapılan çalışmalar, çalışma sonuçlarının yorumlanması ve yayımlanması işlemidir.
  - Çevresel etkilerin hiç oluşmaması için ilk ve en önemli adımdır.
  - Karar vericilere yol gösterir.

# ÇED Aşamaları

- Hazırlık ve problemin tanımı
- Eleme
- Kapsam ve etkilerin belirlenmesi
- Çevrenin mevcut durumunun belirlenmesi
- Çevresel etkilerin niceliksel kestirimi ve değerlendirilmesi
- Gerekli çevre koruma önlemlerinin belirlenmesi
- Proje seçeneklerinin değerlendirilmesi ve önlemlerin hazırlanması
- Çevresel etki değerlendirme raporunun hazırlanması
- Karar verme süreci
- Proje sonrası izleme ve değerlendirme

# ÇED

## ➤ Fayda – maliyet analizi

- Çevresel değerlerin fiyatlandırılması
- Sosyo-ekonomik değerlerin fiyatlandırılması

- 1970 ABD
- 1973 Kanada
- 1985 AB çevre yasası
- 1983 Türkiye (Çevre Kanunu)

Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği  
**(Resmi Gazete Tarihi: 29.07.2022 Sayısı: 31907 )**

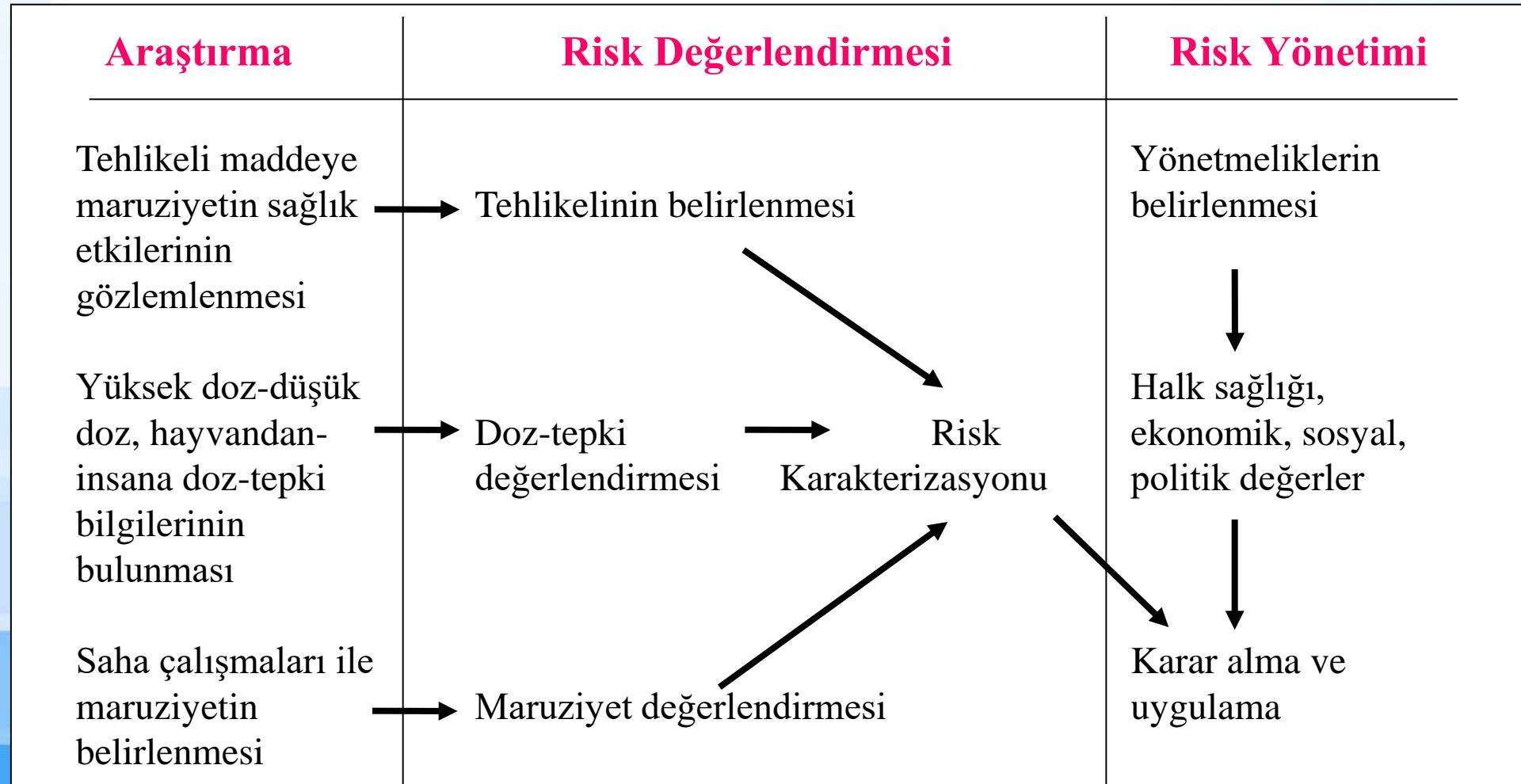
# Risk Değerlendirmesi

- Risk: çevresel stresörlere maruziyet durumunda insan sağlığında veya ekosistemde zararlı etkilerin oluşabilme ihtimali (EPA)
- Riskin büyüklüğünün matematiksel olarak belirlenmesi sürecidir.
- Tehlikeli atıkları ortamda bulunmaları durumunda bunlara maruz kalacak olan insanlarda ve ekosistemlerdeki riskin belirlenmesi, çevresel risk değerlendirmesinin konusudur.
- Çevresel risk değerlendirmesi
  - sağlık risk değerlendirmesi
  - ekolojik risk değerlendirmesi

# Risk Yönetimi

- Çevresel risk değerlendirmesi sonucunda elde verilerin yasal mevzuata, endüstri normlarına, ekonomik, sosyal, kültürel, politik, ahlaki ve teknik bilgiler ışığında değerlendirilerek riskin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi süreci.

# Risk Değerlendirmesi ve Risk Yönetimi



## Kaynaklar

- Kahraman N, Türkay A (2006) Turizm ve Çevre, 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara