



2. MİKROORGANİZMALARIN SINIFLANDIRILMASI VE İSİMLENDİRİLMESİ

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ
SÜT TEKNOLOJİSİ BÖLÜMÜ**



- Mikroorganizmalar daha kolay incelenebilmek amacıyla sınıflandırılır ve isimlendirilir.
- Belirli özellikler dikkate alınarak gerçekleştirilir
- Fikir eskidir ancak, farklı özelliklere sahip sürekli yeni tiplerin bulunması nedeniyle sınıflandırma değişim halindedir ve düzenlemeler yapılmaktadır.



Tarihsel gelişme

Yunan filozof Aristo (İÖ 384-322) canlıları bitki veya hayvan olarak gruplandırmıştır.

O dönemde mikroskobik canlılar henüz bilinmiyor

Plantae

Bitkiler

Funguslar

Animalia

Hayvanlar

- **Binomiyal adlandırma sistemi**; bir mikroorganizmanın tanımlanması için iki latince ismin kullanılması (1735, Karl Linne). Modern sınıflandırma grupları:
- ALEM, BÖLÜM , SINIF, TAKIM, FAMILYA, CİNS, TÜR

Alem:

Organizmalar:

Plantae

Bitkiler

Funguslar

Animalia

Hayvanlar



- 1886'da tek hücreli canlılar bitki ve hayvanlardan ayrılarak ayrı bir alem olarak tanımlanmış.

Alem:

Organizmalar:

Protista

Tek hücreliler
örn., amipler ve
diyatomeler; ve
bazen deniz
yosunları

Plantae

Bitkiler

Animalia

Hayvanlar



- 1938' de Monera adı verilen 4. bir alem tanıtılmış. Moneralar bakterileri içerir, çekirdeği yoktur ve prokaryot olarak isimlendirilmiştir.

Prokaryot

Ökaryot

Alem:

Monera

Protista

Plantae

Animalia

Organizmalar:

(Prokaryot)

Bakteriler

Amipler,
diyatomeler,
diğer tek
hücreli
ökaryotlar,
deniz yosunları

Bitkiler
Funguslar

a

Hayvanlar



- 1957; Funguslar yapıları ve beslenme şekillerindeki farklılığa dayanılarak 5. olarak tanıtılmış. Farklılık: funguslar besin maddelerini sindirim enzimleri ile dışarda parçalayıp sonra hücre içine alır.

Alem:	Monera (Prokaryot)	Protista	Fungi	Plantae	Animalia
Organizmalar:	Bakteriler	Amip, diyatome ve diğer tek hücreli ökaryotlar ve deniz yosunları	Besin maddesini absorbe eden çok hücreli, filamentli org.lar	Besinlerini fotosentez yoluyla sağlayan çok hücreli org.lar	Besinlerini yutarak sağlayan çok hücreli org.lar



Süper alem

- 1990 yılında mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri daha doğru yorumlamak amacıyla hücredeki ribonükleik asidin tipine göre yeni bir kategori ortaya önerilmiş ve buna göre mikroorganizmalar 3 süper alemde toplanmış:

	Prokaryot		Ökaryot			
Süper alem:	Archae	Bacteria	Eucarya			
Alem:			Protista	Fungi	Plantae	Animalia

1)Ökaryot / Prokaryot



- Ökaryot ve prokaryot farklılığı nükleus'a göre yapılır.
- Ökaryotlar: gerçek nükleus'a sahip olanlar;
- Prokaryotlar: İlkel nükleus'lu olanlardır.
- Tarihsel gelişim sürecinde, ilk önce prokaryotların, daha sonra ökaryotların meydana geldiği kabul edilmektedir
- farklılıklar aşağıdaki çizelgede verilmiştir.



Özellikler	Prokaryot	Ökaryot
Büyüklik (çap)	0.2-2 μm	10-100 μm
Kromozom sayısı	1	birden fazla
Çekirdek zarı	yok	var
Histon (kromozomda)	yok	var
Mitoz bölünme	yok	var
Sentromer	yok	var
Ribozom	70 S	80 S
Mezozom	var	yok
Kloroplast	yok	var
Golgi cihazı	yok	var
Endoplazmik retikulum	yok	var
Peptidoglikan (hücre duvarında)	var	yok

Bakterilerde Sınıflandırma ve İsimlendirme

- Standart kaynaklar:
- “Bergey’s Manual of Systematic Bacteriology” ve “Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology”
- Sınıflandırmada, aşağıdaki sıra izlenir.
 - Alem (Regnum)
 - Bölüm (Divisio)
 - Sınıf (Classis)
 - Takım(Ordo) (ales eki ile son bulur, örneğin, Mucorales)
 - Familya (Familia) (aceae eki ile son bulur, örneğin Bacillaceae) **(Ağırlıklı olarak familya kullanılır)**
 - Cins (Genus) (örneğin, Bacillus)
 - Tür (Species) (örneğin, *Bacillus cereus*)

- Tek bir hücreden türeyen bakteriler grubuna “suş” adı verilmektedir. Suş kavramının hayvanlar veya bitkiler alemindeki ırklara ya da alt türlere karşılık geldiği söylenebilir. Birbirine benzeyen, diğer bir ifadeyle yakın akraba olan suşlar bakteri türlerini oluşturur. Bakteri türlerinin benzerliklerinin saptanmasında
- biyokimyasal reaksiyonlar,
- kimyasal bileşim,
- selülar yapı, g
- enetik özellikler ve
- immünolojik nitelikler incelenir.
- Bergey’s Manual’de bakteriler 24 grupta toplanmış olup, aşağıda bu gruplara ve bazı özelliklerine yer



Spiroketler

- Helezonik Gr- bakterilerdir. Doğada pek çok yerde bulunurlar.
- Bazı türleri serbest, bazıları canlı bir konakçıya (kedi köpek) gerek duyar. Parazit olarak yaşayanların bir kısmı patojen özellik gösterirler.

2. Aerobik/mikroaerofilik, hareketli, spiral ve kıvrımlı gram-negatif bakteriler



- Sert kıvrımlı bakteriler
- Kamçıları hücre ucundaki deliklerden çıkar, tek veya püsküllü olabilir.
- Deniz suyunda ve tatlı sularda yaşar, saprofit veya parazitiktir. Patojen olan türlerin sayısı azdır.
- En önemli cinsleri *Spirillum* ve *Campylobacter*'dir.
-

3. Hareketsiz (nadiren), Gr- kıvrımlı bakteriler



4. Gr - aerobik çubuk ve koklar

- Enerjilerini organik bileşiklerden aerobik oksidasyonla sağlarlar.
- Tek ya da püskül şeklindeki polar kamçıları ile hareket ederler.
- *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Halobacterium* ve *Halococcus*'dur.
- *Pseudomonas* cinsi bakteriler suda, toprakta ve bitki yüzeylerinde bulunur, Diğerlerinden çok daha fazla organik maddeyi parçalar
- Bazı türleri antimikrobiyel madde üreterek diğer mikroorganizmaların gelişmesini önler ve kendilerini korurlar.
- Antibiyotiklere dayanıklı türler hastane enfeksiyonlarında önem taşır.

Rhizobium baklagillerle simbiyotik halde yaşar ve havanın serbest azotunu bitkinin kullanabileceği şekle dönüştürürler. kendileri de gereksinim duydukları besin maddelerini bitkiden sağlarlar.

5. Fakültatif anaerobik Gr- çubuklar



- Oksijen varlığında / yokluğunda gelişebilirler.
- Büyük bir kısmının polar veya peritrik kamçıları vardır, çoğu tıbbi açıdan önem taşır. Enerjilerini aerobik oksidasyonla organik bileşiklerden sağlarlar.
- *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*: en önemli patojen, doğrudan hastalık yaparlar.
 - Salmonella; tifo ve paratifo
 - Shigella; dizanteri;
 - Erwinia: bitki patojeni, insanlarda oportünistik enfeksiyon
 - Vibrio; kolera etmeni



Escherichia: Bu cinsde en önemli tür *Escherichia coli* Doğada yalnızca sıcak kanlı hayvanların barsaklarında bulunur. Dışkı veya lağım suları yoluyla gıda, toprak, su gibi ortamlara karışabilir. Dolayısıyla bu ortamlarda *E.coli* varlığına rastlanması fekal bulaşıklığın bir göstergesidir. Bazı tipleri patojendir.

6. Gr-, anaerob, düz, kıvrımlı ve spiral çubuklar



- *Bacteriodes, Fusobacterium, Leptotrichia*
- üst solunum yolları, ağız, ürogenital sistemde bulunur, barsak florasının %90'nı oluştururlar. Doğrudan enfeksiyon yapmaz, fakat oportünistik enfeksiyon etmeni olabilirler.
- Bir kısmı da su ekosistemlerinde bulunur ve enerji üretiminde sülfatı elektron akseptörü olarak kullanırlar.

7. Riketsiya ve Klamidya

- Gr -, obligat, intraselüler parazitler
- Laboratuvarlarda besiyerinde (in vitro) üretilemez, mutlaka canlı bir konakçıya gerek duyarlar.
- *Riketsiya* cinsi mikroorganizmalar bit, kene gibi eklem bacaklılar vasıtasıyla insanlara taşınırlar (Tifüs)

8. mikoplazmalar

- En küçük boyutlu prokaryot bakteriler,
- hücre duvarları yoktur, lab koşullarında geliştirilemezler,
- Morfolojik olarak farklı formlar gösterir buna pleomorfizm adı verilir.
- Ürogenital sistemde ve üst solunum yollarında hastalığa sebep olabilir
- *Mycoplasma pneumonia*, *Mycoplasma hominis*

9. Endosimbiyonatlar



10. Gram-pozitif koklar

- Aerob (fakültatif anaerob) ve anaerob olmak üzere 2 gruba ayrılır. Bunlardan:
 - *Micrococcus*; zorunlu anaerob, su ve toprakta bulunur
 - *Staphylococcus*; aerob ve anaerob koşullarda gelişebilir, memeli derisinde ve insanlarda burun mukozasında yer alır.
 - *Streptococcus*; süt end. Starter faydalı bakteri suşları olarak kullanılır, insanlarda hastalık yapıcı patojenleri ve fekal kirlilği gösterebilir.

11. Endosporlu Gr +, çubuk ve kok bakteriler

- *Bacillus*; aerob (fakültatif anaerob)
- *Clostridium*; mutlak anaerob
- Yukarıdaki her iki cins toprakta uyuşuk (sporlu) halde bulunur
- Botulizm, gazlı kangren, şarbon, tetanoz gibi hastalıklar
- Tarımsal mücadele ilaçlarında biyoinsektisit olarak, çeşitli antibiyotikler, aseton ve butanol gibi bileşiklerin üretiminde yararlanılır

12. Sporsuz, Gr +, düzgün çubuklar

- *Lactobacillus* cinsi; bitkilerde, süt ve ürünlerinde, insanların ağız barsak ve üreme sistemlerinde bulunur. Nadiren patojendir, yara yoluyla direk kana geçerse zararlı olabilir. Laktik asit oluşturdukları için sür ürünleri turşu vs. starter kültür olarak kullanılır. Oluşan laktik asit vücutta diğer bakterilerin gelişmesini engeller.
- *Listeria* cinsi; toprak, bitki, kanalizasyon suları, hayvan yemleri, gübre ile taşıyıcı olan hayvan ve insanlarda bulunur

13. Sporsuz, Gr +, düzgün olmayan çubuklar

- *Propionibacterium* ve *Bifidobacterium*; süt ürünlerinin üretiminde kullanılır, rumende bulunur sindirime yardımcı olur.
- *Corynebacterium diphtheriae*; patojendir.

- **14. Mikobakterler**

- En önemli örnek tüberküloz etmeni olan *Mycobacterium tuberculosis*

15. Nokardiyoformlar

- Bazı cinsleri atık su arıtma sistemlerinde kullanılır, çamurun bileşiminde bulunur ipliksi yapı oluşturur.

• 16. Oksijenik fototrof bakteriler

- Fototrof: ışığı enerji kaynağı olarak kullanmak
- Bu bakteriler fotosentez ile su ve CO₂ den O₂ oluştururlar.
- Siyanobakterler ya da mavi-yeşil algler örnek verilebilir. Bunlar denizlerde, tatlı sularda, sıcak kükürtlü sularda toprakta yaşarlar
- Tek hücreli çubuk kok dan dallanmış şekle kadar çok değişik formda olabilirler

17. Anoksijenik fototrof bakteriler

- Yeşil ve menekşe bakteriler olarak bilienir. Bu grup siyanobakterilerden farklı olarak O₂ oluşturmaz H₂S ve CO₂ kullanarak elementer kükürt, su ve karbonhidrat oluşturur.
- Sulu ortamın anaerobik katmanlarında yaşar. Yeşil bakteriler hareketsiz, menekşe bakteriler kamçılıdır.

• 18. Aerobik kemolitotrof bakteriler

- Kemolitotrof: mikroorganizmaların enerji sağlamak amacıyla inorganik bileşikleri okside ederek enerji sağlamak
- Bakteriler; amonyak, azot, kükürt demir ve manganı okside ederek biriktirebilir.
- Su ve toprak ekolojisi bakımından önem taşırlar.

19. Tomurcuklanan / kuyruklu bakteriler

- Sap, hifa gibi sekonder organeller oluşturur. Önce bir çıkıntı/tomurcuk oluşur, sonra uzayarak kuyruk sap şeklini alır. Sapın alt ucu ile bakteri hücresi tutunabilir.
- Besin maddelerinin az olduğu; deniz ve içme sularında, su borularında lab ve su banyolarında bulunur.
- **20. Tomurcuklanmayan bakteriler**
- **21. Nadiren tomurcuklanan bakteriler**

22. Zarflı (kılıflı) bakteriler

- Jelatin benzeri kılıf bakteriyi çevreler, bu kılıf ile katı yüzeylere tutunurlar, kılıf bakteriyi parazit ve avcılara karşı korur.
- Bir kılıf içerisinde birden fazla hücre bulunabilir, bakteriler buradan çıkarak yeni bir kılıf oluşturabilirler
- Besince zengin kirli sularda, aktif çamur içerisinde bulunurlar

• 23. Kayan meyveli bakteriler

- katı yüzeyde kayma hareketi yaparlar, arkalarında polisakkaritten oluşan yapışkan iz bırakırlar.

Sınıflandırma tipleri

Ele alınan kriterlere göre yapılan sınıflandırmanın önemlileri aşağıda verilmiştir.

A) Doğal (filojenik) klasifikasyon:

Birbirlerine çok benzeyen aynı kökenden gelen m.o. gruplandırılır. Benzerlikte; morfolojik, kültürel, fizyolojik, biyokimyasal, kimyasal, serolojik, patolojik vb özellikler dikkate alınır.

B) Nümerik klasifikasyon

Benzeyen ve benzemeyen özellikler bir arada değerlendirilir. Burada ele alınan her bir özellik aynı değerdedir. Değerlendirmede; her iki bakteride benzer olan ve olmayan özelliklerin toplamı belirlenir. Bulunan değerler incelenen toplam özellik sayısına oranlanarak iki bakteri arasındaki benzerlik indeksi (% S) veya benzerlik katsayısı hesaplanır. %90 ve daha yüksek oranda benzerlik bulunursa bu iki bakterinin aynı türe ait olduğuna karar verilir.

Bakterilerde Sınıflandırma tipleri



C) Antijenik klasifikasyon:

Antijen, bakterinin herhangi bir organı tarafından üretilen antikor üretimini tetikleyen enzim yapısında bir bileşen

Antijen deney hayvanlarına aşılandığında kanda antijene özgü antikor oluşur.

Kanın antikorları taşıyan serum kısmı ayrılabilir buna “antiserum” adı verilir.

Antijen-antikor reaksiyonu oldukça spesifiktir. Bu nedenle, örneğin A bakterisinden elde edilen A antiserumu yalnızca A bakterisi ile reaksiyona girer.

bu sınıflama ancak bakteri türleri içinde bir sınıflama yapmak açısından yarar sağlayabilir.

D) Fajla tiplendirme

Bakteriyofaj (Faj); bakterilerde enfeksiyon oluşturan ve lize eden virüslerdir.

Her bakterinin kendine özgü fajı vardır, sınıflandırma bu esasa dayanır.

Bakteri farklı fajlarla karıştırılır, lize eden faja göre tanımlama yapılır.

Ancak bakteri her zaman kendi türüne özgü fajla reaksiyon vermeyebilir bu nedenele ancak cins aşamasına kadar tanımlama yapılabilir.

Bakterilerde Sınıflandırma tipleri

E) Kemotaksonomi

Bakterilerin kimyasal yapıları temel alınır.

Kimyasal özellikler:

- hücre duvarının bileşimi,
- lipid kompozisyonu,
- amino asit dizilimleri ve çeşitleri,
- enzim özellikleri,
- flagella proteinlerinin bileşimi

Bakterinin kimyasal özellikleri sabittir.

Ancak; bakterinin ürettiği besiyerinin kimyasal yapısı, ozmotik basıncı, pH değeri gibi çevresel faktörler kimyasal yapıyı değiştirir. Bu nedenle taksonomik sınıflandırma tutarsız sonuçlara neden olabilir.

F) Genetik klasifikasyon:

Mikroorganizmaların genetik materyalleri (DNA) arasındaki homojenlik durumları dikkate alınır.

Bütün nükleik asitlerin yapısında pürin (adenin, guanin) ve pirimidin (sitozin, timin, urasil) bazları ile pentozlar (riboz, deoksiriboz) bulunur.

DNA'nın yapısında adenin, guanin, timin, sitozin bazları ile deoksiriboz şekeri bulunmaktadır. Ribonükleik asitte (RNA) ise timinin yerine urasil, deoksiribozun yerine de riboz geçmiştir.

DNA moleküllerinin hepsinde pürin bazları toplamının pirimidin bazları toplamına eşit olduğu düşünülür.

$$\diamond A=T \quad G=C \quad A \div T = G \div C = 1 \quad \text{veya} \quad (A+G) = (T+C) \quad (A+G) \div (T+C) = 1$$

Fakat, DNA molekülündeki adenin ve timin toplamının, guanin ve sitozin toplamına oranı 1'den büyük ya da küçük olup, nadiren 1'e eşit bulunmaktadır.

$$\diamond (A+T) \div (G+C) > 1 ; (A+T) \div (G+C) < 1 ; (A+T) \div (G+C) = 1$$

Bu oran bakteri türleri arasında farklılık gösterir, fakat her bir bakteri türünde sabittir. Taksonomik çalışmalarda, hücre DNA'sında saptanan G+C toplamının % oranı veya $(A+T) \div (G+C)$ oranı dikkate alınarak bakterilerin akrabalık dereceleri saptanmaya çalışılır.

Bakterilerde İsimlendirme

İsimlendirme belli kurallara ve prensiplere göre yapılır:

Pratik olarak yarar sağlar

Araştırmacı (bireysel) farklılığı önler

Tanımlamayı kolaylaştırır

“International Code of Nomenclature of Bacteria and Viruses” isimli bir kitap basılarak (1948), zoolojik, botanik ve mikrobiyolojik kodlamaların kitaptaki kurallara göre yapılacağı karara bağlanmış (Carl von Linne kuralları).

Bakteri isimleri 2 kelimededen oluşur, latince (genelde) ya da yunanca dan metin içinde **italik** olarak gösterilir.

Bacillus cereus

- 1) Cins (genus) Bacillus
- 2) Tür (species) cereus

Cins ismi mo yı buluan kişinin ismi ya da mo nın morfolojisi, fizyolojisi, diğer özellikleri olabilir

Escherichia coli, **Pasteurella multocidae**

Bakterilerde İsimlendirme



Cins ismi kısaltılmış olarak gösterilir, ilk harf veya ilk birkaç harf yazılır.
Örneğin;

- *Bacillus anthracis* : *B. anthracis*
- *Staphylococcus aureus* : *Stahp.aureus* / *S.aureus*
- *Streptococcus pyogenes* : *Str.pyogenes* / *S.pyogenes*

Tür ismi küçük harfle yazılır, mo noin farklı özelliklerini gösterir; koloni rengi, yerleştiği yer, oluşturduğu hastalık vb

Escherichia coli; coli barsak (colon) orijinli, sıcak kanlı hayvanların barsakla yaşar

Staphylococcus aureus; aureus bakteri altın sarısı renginde koloniler oluşturur

Bacillus albus; albus basil beyaz renkli

Bazen tür ismine ikinci ve daha belirleyici bir ek daha yapılabilir. Örn; *Streptococcus faecalis* varyete *liquefaciens* (enterik streptokokların jelatini eriten türü).

Mantarlarda Sınıflandırma ve İsimlendirme

Günümüze kadar 110 000'den fazla mantar türü saptanmış, özellikleri tam olarak belirlenmediğinden sınıflandırmada kesin bir sistematik yok.

Sınıflandırma kriterleri:

A. Mikroskopik morfolojileri.

- Hif yapısı (septumlu, septumsuz, dallı, spiral vb)
- Konidiyumlar (basit, kompleks vb)
- Sporangiyoforlar

B. Makroskopik morfolojileri. Bunun için koloni morfolojisi esas alınır.

C. Üreme özellikleri. Üreme sistemleri gözönüne alınır.

Perfekt mantarlar : Seksüel veya hem seksüel hem de aseksüel üreme yeteneğine sahip olanlar

İmparfekt mantarlar : Sadece aseksüel üreme sistemi olanlar

Mantarlarda sınıflandırma ve İsimlendirme



D. Yerleştikleri bölgeler.

- Derinin kutan tabakasına yerleşip hastalıklara yol açanlar
- Kutan tabakası altındaki dokulara yerleşerek bozukluklara yol açanlar
- İç organlara yerleşerek hastalıklara yol açanlar

E. Toksin sentezleme yetenekleri.

- Mikotoksin sentezleyenler
- Mikotoksin sentezlemeyenler

Doğadaki tüm mantarlar Mycetae aleminde yer alır

- Alem : Mycetae (mantarlar)
- Divizyon : Mycota
- Altdivizyon-1 : Myxomycota (hücre duvarı olmayanlar)
- Altdivizyon-2 : Eumycota (hücre duvarı olanlar)
- Sınıf-1 : Mastigomycotina (zoosporlu olanlar)
- Sınıf-2 : Zygomycotina (Zygomycetes)
- Sınıf-3 : Ascomycotina (Ascomycetes)
- Sınıf-4 : Basidiomycotina (Basidiomycetes)
- Sınıf-5 : Deuteromycotina (Deuteromycetes)

Mantarlarda sınıflandırma ve İsimlendirme

Örnek:

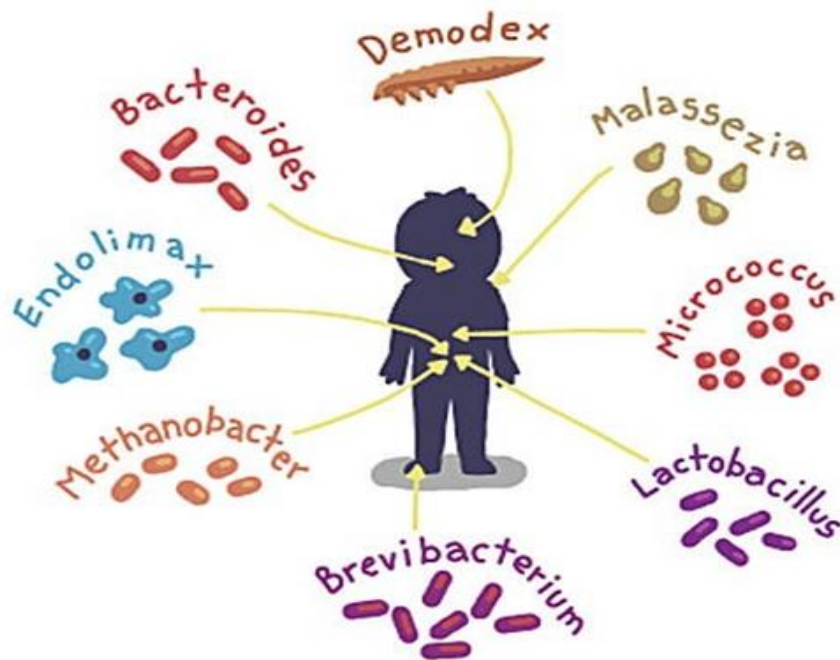
Alem	: Mycetae
Divizyon	: Mycota
Altdivizyon	: Eumycota
Sınıf	: Deuteromycetes
Takım	: Moniliales
Familya	: Moniliaceae
Seksiyon	: Amerosporolce
Kabile	: Eleuriosporeae
Cins	: Histoplasma
Tür	: Histoplasma capsulatum

Mantarların isimlendirilmesi de bakterilerde olduğu gibi binomiyal sisteme göre yapılmaktadır.

Feeling lonely?



Just remember,
you're not alone.



YOU ARE NEVER ALONE.