

Mikroorganizmaların gelişimi üzerine etkili faktörler:  
**FİZİKSEL FAKTÖRLER**

## Sıcaklık

- ✓ Büyüme ve çoğalmada gerekli olan hücre içi kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesinde önemlidir.
- ✓ Mikroorganizmalar  $-34^{\circ}\text{C}$ 'den  $100^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar değişen çok geniş bir sıcaklık aralığında yaşarlar
- ✓ Her m.o. için en düşük, en yüksek ve optimum bir sıcaklık değeri vardır ve bu değerler belirli bir aralıkla ifade edilir.
- ✓ Nedeni; m.o lar arasındaki bireysel farklılıklar ve diğer çevresel faktörler sıcaklığı etkiler

- Sıcaklık isteklerine göre mikroorganizmalar:
  - Psikrofil
  - Mezofil
  - Termofil

## Mikroorganizma grupları ve gelişme sıcaklıkları

Mikroorganizma	Sıcaklık (°C)		
	En düşük	Optimum	En yüksek
Psikrofil(zorunlu psikrofil)	(-15) – 5	15 – 20	20 – 30
Psikrotrof(fakültatif psikrofil)	(- 5) – 7	25 – 30	30 – 40
Mezofil	5 – 25	30 – 40	40 – 50
Termofil	35 – 45	45 – 65	60 – 90
Zorunlu termofil	40 – 45	55 – 65	70 – 90
Fakültatif termofil	35 – 40	45 – 55	60 – 80

## Psikrofil grup

- ✓ Psikrotrof veya psikrofil mikroorganizma terimi soğucu seven ve soğukta iyi gelişenler için kullanılmaktadır
- ✓ Küf ve mayalar sadece psikrotrof ve mezofil bakterilere özgü sıcaklık aralıklarında gelişirken, bakteriler her 3 gruba da dahil olabilir.
- ✓ Düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen gıdalardaki bakterilerin büyük çoğunluğu psikrotroftur.
- *Pseudomonas, Enterococcus, Alcaligenes, Micrococcus*
- *Candida*
- *Aspergillus*

## Mezofil grup

- ✓ Mezofiller (ılığı seven) doğada en sık görülen mikroorganizmalardır.
- ✓ Optimum gelişme sıcaklığı 30-40°C.
- ✓ Psikrofil grupta sayılan bütün cinsler mezofilikler arasında yer alabilir
- ✓ Buzdolabı sıcaklığında saklanan bütün gıdalarda bulunurlar, ancak gelişemezler.

## Termofil/ termodurik grup

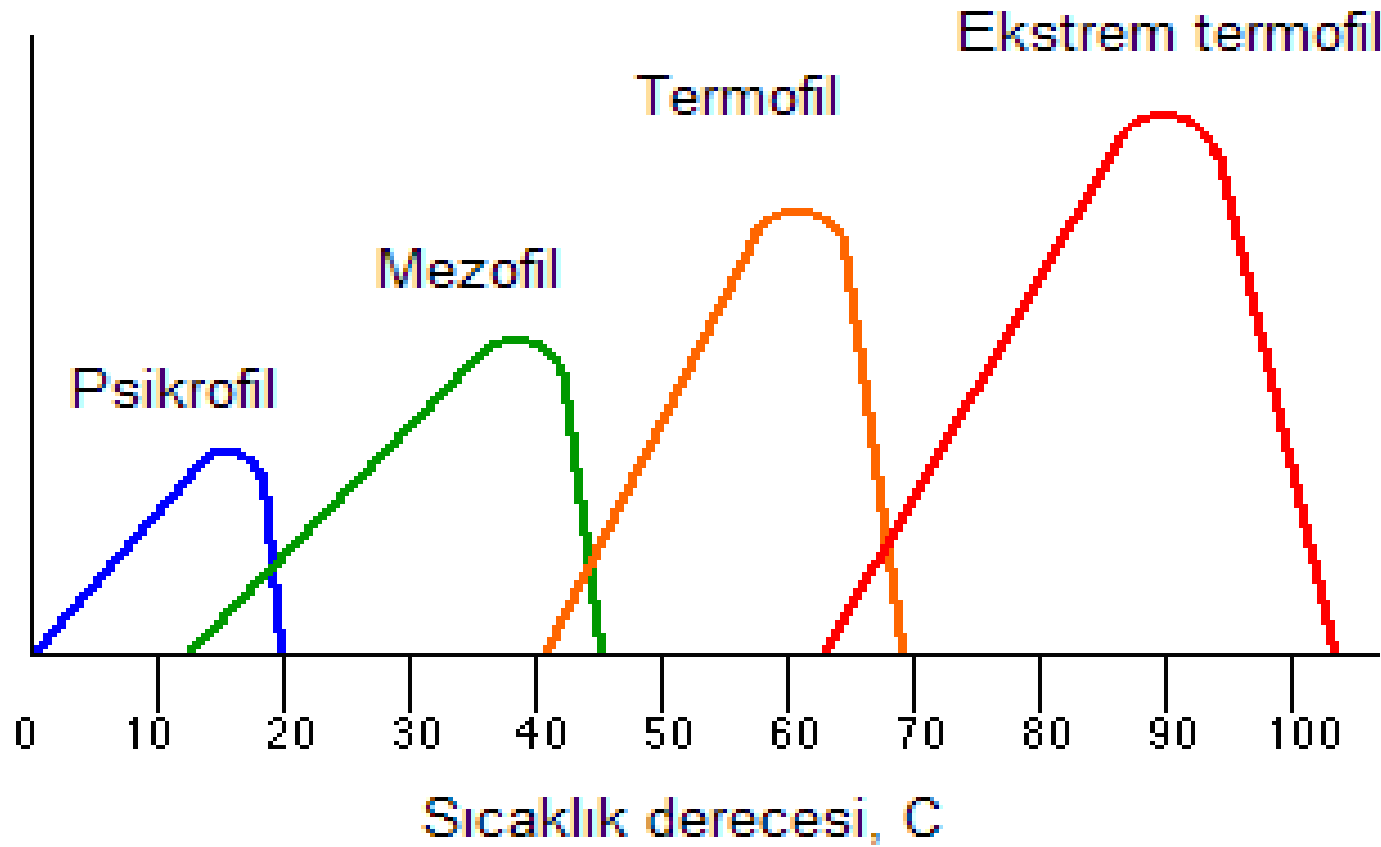
- **Termofil** (Sıcığı seven, sıcakta gelişen) grup
- Optimum gelişme sıcaklığı 45-65°C
- Bu aralıkta gelişen maya ve küf olmadığından termofilik terimi 55°C'de en iyi gelişen bakteriler için kullanılır
  - *Bacillus*
  - *Clostridium* (konserve sanayinde önem taşır)

- **Termodurik** grup yüksek sıcaklıklarda canlılıklarını sürdürebilen ancak üreyemeyen bakterilerdir.
- Çoğunlukla spor oluştururlar
- Isıl işleme direnç gösterir ve son üründe canlılıklarını korur, daha sonra uygun koşullarda gelişerek, özellikle pastörize süt gibi ürünlerde bozulmalara neden olurlar
  - *Micrococcus*
  - *Streptococcus*
  - *Lactobacillus*



## Sıcaklık isteklerine göre mikroorganizma grupları

Saatteki çoğalma



## Su aktivitesi

- Mikroorganizmalar saf suda gelişemez, susuz ortamda canlılıklarını sürdürür fakat çoğalamazlar.
- Mikroorganizmalar içi suyun fonksiyonları
  - çözünmüş besinlerin hücre içine alınması ve metabolizma artıklarının hücre dışına çıkarılması,
  - büyük moleküllerin hücre içine taşınabilir ve hücrede kullanılabilir bileşenlere hidrolizi
  - hidrojen vericisi olarak hücre içi sıcaklığının ve pH'sının düzenlenmesi

- Gıdalarda su iki formdadır;
  - bağı su
  - serbest su
  
- Bağı su gıda moleküllerine fiziksel güçlerle tutunan sudur. Çözücülük ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirme özelliğı olmadığından mikroorganizmalar bağı sudan yararlanamazlar.

# Su aktivitesi

- Mikroorganizmaların su ihtiyacını geliştikleri ortamın su aktivitesi ( $a_w$ ) değeri
- Bu değer bir ortamdaki mikrobiyel gelişim ve çeşitli aktiviteler için gerekli olan kullanılabilir suyun indeksidir.
- Su aktivitesi: gıdanın/gelişme ortamının buhar basıncının ( $P$ ) aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına ( $P_o$ ) oranı

$$a_w = P / P_o$$

- $a_w$  0 – 1 arasında değişir ve saf su için bu değer 1'dir.
  - bakteriler 0.91
  - mayalar 0.88
  - küfler 0.80'den düşük su aktivitesi değerlerinde gelişemezler

## Bazı mikroorganizmaların gelişebildiği minimum $a_w$ değerleri

Mikroorganizma grupları	$a_w$	Spesifik mikroorganizmalar	$a_w$
Bozulma yapan bakteriler	0.91	<i>Pseudomonas</i> türleri	0.97
Bozulma yapan mayalar	0.88	<i>Leuconostoc</i> türleri	0.97
Bozulma yapan küfler	0.80	<i>Campylobacter</i> türleri	0.97
Halofilik bakteriler	0.75	<i>E. coli</i>	0.96
Kserofilik küfler	0.61	<i>Clostridium perfringens</i>	0.95
Ozmofilik mayalar	0.61	<i>Salmonella</i> türleri	0.95
		<i>B. cereus</i>	0.95
		<i>Clostridium botulinum</i>	0.94
		<i>Candida utilis</i>	0.94
		<i>B.stearothermophilus</i>	0.93
		<i>Lactobacillus</i> türleri	0.93
		<i>Listeria monocytogenes</i>	0.90
		<i>S. aureus</i>	0.86
		<i>Penicillium patulum</i>	0.81
		<i>Aspergillus flavus</i>	0.78
		<i>Aspergillus glaucus</i>	0.70
		<i>Xeromyces bisporus</i>	0.61

## Su aktivitesi

- Gıdadaki suyun buhar basıncının değişmesine neden olan her faktör su aktivitesi değerini de değiştirir
- Gıdalar farklı nem içeriğine sahip ortamlarda depolandığında kendi su aktivitelerine bağlı olarak nem çekerler veya su kaybederler
- Gıdanın su aktivitesi değeri, çevrenin neminden düşük ise ürün nem çeker, tersi durumda su kaybeder.

## Su aktivitesi

- ✓  $a_w$  değerinin optimumdan uzaklaşması mikroorganizmaların
  - lag fazının ve jenerasyon süresinin uzamasına
  - üreme, çimlenme ve hücre maddeleri sentezinde gecikmelere
  - ve
  - populasyonun azalmasına neden olur.
- Buna karşılık mikroorganizmalar düşük su aktivitesi değerlerine karşı korunma mekanizması olarak hücrelerinde **prolin**, **K+**, **glutamat**, **glutamin**, **alanin** gibi maddeleri biriktirmektedirler.
- Çok yüksek değerler ise gelişmelerini sınırlandırabilir.



- Mikroorganizmalarda gelişimin yanı sıra;
  - spor oluşturma
  - sporun çimlenmesi
  - toksin üretimi
  - sıcaklığa direnç
  - canlılığın sürdürülmesi

gibi özelliklerde farklı aw değerlerine sahiptir ve bu durum mikroorganizmanın cinsine göre değişim göstermektedir.

- Örneğin, küflerde spor oluşturma ve çimlenme için gerekli aw değeri gelişme sırasında gereksinim duyulan değerden daha yüksek olmaktadır.

## Su aktivitesi

- Çevresel faktörler (sıcaklık, pH, redoks potansiyeli ve besin içeriği)  $a_w$  değerini etkiler ve bu faktörler optimum koşullarda seyrettiğinde  $m_o$  daha düşük su aktivitesi değerlerinde gelişebilmektedir
- Örneğin, sıcaklık optimumdan uzaklaştıkça mikroorganizmanın gelişebildiği su aktivitesi aralığı daralır, aerobik  $m_o$  oksijen varlığında yokluğuna göre daha düşük su aktivitelerinde gelişirler.

## Çevrenin bağıl nemi

- ✓ Depolama sırasında gıdada değişimler
  - çevrenin bağıl nemine
  - su aktivitesi değerine
  - depolama sıcaklığına bağlı
- Çevrenin (gıdaların muhafaza edildiği depoların) bağıl nemi  $a_w$  değerine bağlı olarak mikroorganizmanın yüzeyde gelişimi açısından önemlidir.

- Düşük su aktiviteli kuru gıdalar bağıl nemi yüksek ortamda depolanırsa **adsorbsiyona** (su tutma, nemlenme) uğrar. Sonuçta bu gıdaların yüzeyinde veya yüzeyin hemen altında mikrobiyel bozulmaya yol açacak su aktivitesi değerine ulaşılır.
- Yüksek su aktiviteli gıdalarda ise **desorpsiyon** (su kaybetme, kuruma) görülür ve sonuçta yüzeyde büzülme, kuruma gibi istenmeyen duyusal değişimler meydana gelir.

- Bakteri, maya ve küf gelişmesi sonucu yüzeyinde bozulma meydana gelen gıdalar düşük bağıl nemli ortamlarda depolanmalıdır.
- Çevrenin bağıl nemi değiştirilemiyorsa atmosferin gaz bileşimi değiştirilerek yüzeyde gelişen mikroorganizmalar engellenebilir.

## Yüzey gerilimi

- ✓ Metabolik olayların düzenli seyredebilmesi için
  - hücre duvarının yarı geçirgen özellikte olması
  - sıvı ortam ile bakteri yüzeyi arasındaki moleküler gerilimin dengede bulunması gerekir.
- ✓ Yüzey gerilimini düşürmek amacıyla sabun, deterjan, safra, fenol gibi maddeler kullanılmaktadır.

- Bakteriye temas eden sıvı yüzeyindeki moleküllerin oluşturduğu gerilim çok fazla olursa, kuvvetli bir moleküler membran oluşur ve besin maddelerinin giriş ve çıkışı güçleşerek bakteri beslenemez.
- Tersî durumda, yani zayıf moleküler membran oluştuğunda sıvı ile bakteri yüzeyi birbirine çok sıkı temas eder, sıvı içindeki maddeler bakteri yüzeyinde toplandığında bakteri yine beslenemez.

# Ozmotik basınç

- Mikroorganizmalar üredikleri sıvı besi yeri ile hücrelerindeki ozmotik basınç arasında bir denge kurmuşlardır. Bu denge yarı geçirgen hücre zarıyla düzenlenir ve devam ettirilir.
- ✓ **İzotonik/izoozmotik ortam**
  - Üreme ortamının ozmotik basıncı, bakteri içindeki basınçla aynıdır veya çok az farklıdır
  - bakteri zarlarından giriş ve çıkış kolay olur
  - bakteri üreme ve gelişmesine devam eder
- ✓ **hipotonik-hipoozmotik ortam**
  - ortamın ozmotik basıncı azalmıştır.
  - dışardan bakteri içine fazla sıvı girerek bakteriyi şişirir ve patlatır
  - Bu olaya **plazmoptiz** denir.

Bakteri % 1 tuz içeren bir ortama konulursa plazmoptiz görülür.



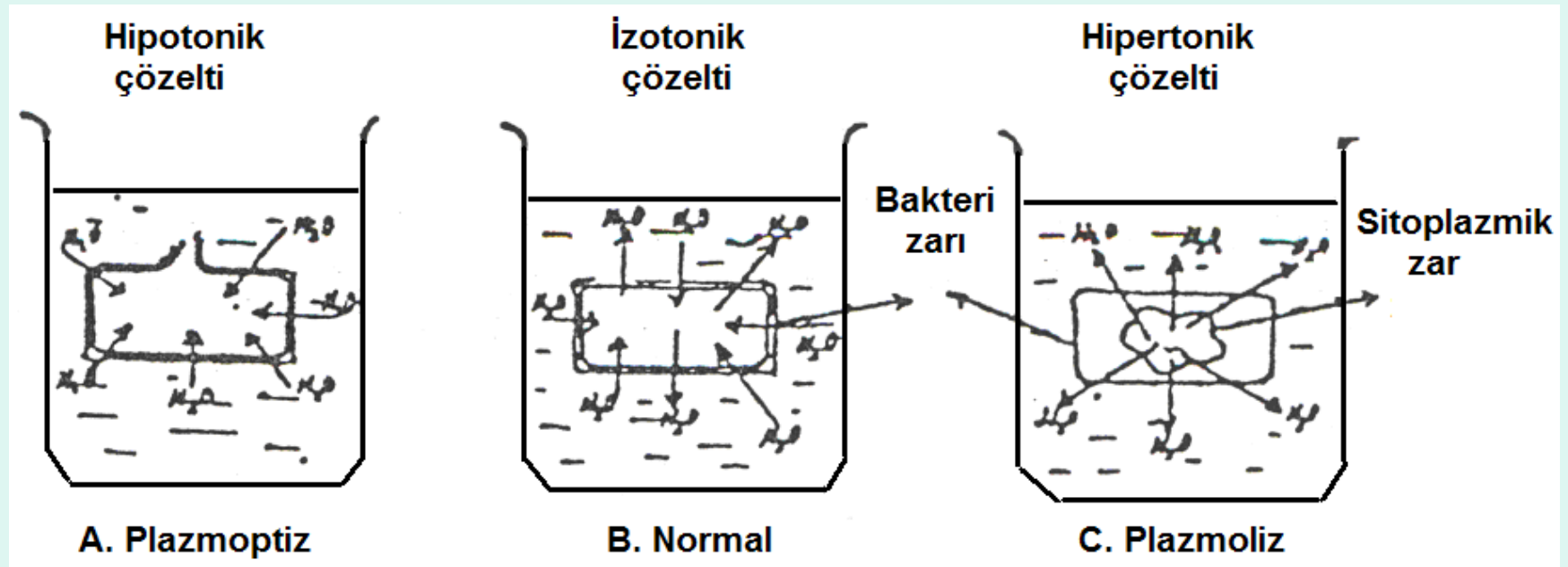
# Ozmotik basınç

## ✓ Hipertonik/hiperozmotik ortam

- Bakterinin içinden dışarıya fazla sıvının çıkması sitoplazmik membranın hücre duvarından ayrılarak büzülmesine ve ortada toplanmasına neden olur
- Bu olaya **plazmoliz** denir.

Bakteri % 20 tuzlu bir çözeltiye konursa hipertonik ortam oluşacağından plazmoliz meydana gelir.

# Ozmotik basınç



- Yüksek ozmotik basıncı tercih eden mikroorganizmalar **ozmofilik** olarak adlandırılır.
- Yüksek tuz içeren salamura, tuzlu göl/sularda gelişen mikroorganizmalar **halofilik** (tuz seven) olarak adlandırılır.
- Yüksek şeker oranına dayanıklı mikroorganizmalar **sakkarofilik** olarak adlandırılır.

## Hidrostatik basınç

- ✓ Hücre duvarlarında sert ve dayanıklılık nedeniyle mekanik ve hidrostatik basınçlara karşı dirençlidir.
- **barofilik** mikroorganizmalar
  - Okyanusların, denizlerin ve göllerin diplerinde ve petrol yataklarında bulunurlar ve yaşamlarını sürdürebilirler.
  - 10.000 psi (lb/inc<sup>2</sup>) değerindeki basınca dayanım gösterirler.
- **barotolerant** mikroorganizmalar
  - 500 atm basınca kadar toleranslı mikroorganizmalar
- ✓ Yüksek basınç mo da bazı değişimlere neden olabilmektedir. Örneğin; kamçılı mikroorganizmalar hareketlerini ve bölünme kabiliyetlerini kaybedebilirler.

## Işık

- ✓ **fototrof bakteriler** gelişmeleri için ışığa muhtaç olan bakteriler
- ✓ Genel olarak mikroorganizmalar ışığa ihtiyaç duymazlar Ancak;
  - Durgun sularda, nemli kayalarda, sıcak su kaynaklarında gelişen **aerob fototrof bakteriler** (mavi-yeşil algler) ile
  - Tatlı su ve deniz suyunda gelişen **anaerob fototrof bakteriler** (kükürtsüz mor bakteriler, kükürtlü mor bakteriler, yeşil kükürt bakterileri) fotosentez için ışığa ihtiyaç duyarlar.

# Elektrik

- Sıvı ortamlarda mikroorganizmalardan doğru veya alternatif akım geçirilirse mikroorganizmalar zarar görebilir
- Meydana gelen zarar akımın şiddeti ve süresiyle doğru orantılıdır. Elektrik nedeniyle sıvı ortamda bazı kimyasal değişimler de meydana gelebilir
- Doğru akım, ortamdaki ozon ve klorini açığa çıkartır, bu da bakteriler üzerinde öldürücü etki yapar.

## Koruyucu biyolojik yapılar

- ✓ Fındık, ceviz, badem gibi meyvelerdeki kalın dış kabuk
- ✓ Bazı meyve ve sebzelerin (elma, lahana) yüzeyindeki balmumu benzeri örtü
- ✓ Yumurta kabuğu üzerindeki gözenekler bakteri, maya ve küf misellerinin içeri gelişmesine olanak sağlayabilir.
- ✓ Ancak kabuğun hemen üzerinde kütikül tabakası mo ya karşı ilk koruyucu engeldir.
- ✓ Meyve sapının koparılması, kabuk soyma, kesme, ezme ve dondurma gibi işlemler mo in gıda içine yayılmasına neden olur
- ✓ Balık ve sığır etinin dış yüzeyi iç dokuya göre daha kalın ve çabuk kuruma eğiliminde olduğundan mikrobiyel bulaşmayı ve bozulmayı kısmen engellemektedir.