

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ (2016-2017 GÜZ yarıyılı)

Prof.Dr. Kamuran AYHAN

TARİHÇE

İnsanların gıda maddelerinde bulunan mikroorganizmaları ne zaman fark ettikleri hakkında kesin bir tarih vermek mümkün değildir. Bununla birlikte, bu olayın mikrobiyolojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasında çok önemli olduğu kabul edilen bir gerçektir.

İnsanın gelişim evresi "gıdaların toplandığı" ve "gıdaların üretildiği" dönemler olarak ikiye ayrılabilir. Birinci evre 1 milyon yıl öncesinden 8.000-10.000 yıl öncesine kadar bir süreyi kapsar. İnsanın bu evrede daha çok et yiyerek beslendiği, bitkisel gıdaların tüketilmesinin bu dönemin sonlarına yakın tarihlerde başladığı kabul edilir. Ayrıca bu dönemde zamanla gıdaların pişirilerek tüketildiği de saptanmıştır.

Gıdaların üretilmesi ise 8000-10000 yıl önce başlamıştır. İnsanların gıdaların bozulması ve gıda zehirlenmeleri gibi sorunlarla bu dönemin başında karşılaşmaya başladıkları sanılmaktadır. Hazırlanmış gıdaların bozulmasına ait ilk bulgular, M.Ö. 6000 civarına rastlamaktadır. Toprak çanakların ilk önce bu dönemde görülmesi, hububatların pişirilmelerinin ve gıdaların depolanmasının bu dönemde veya kısa bir süre sonra başladığını düşündürmektedir. Bira yapımının ilk kez M.Ö. 5000-7000 yıllarında Babil' de uygulandığına dair bulgular mevcuttur. Sümerlilerin ise tereyağını ilk elde eden kavim olduğu, ayrıca etleri ve balıkları tuzladıkları bilinmektedir. Süt, peynir ve tereyağının M.Ö. 3000 yılında Mısırlılarca kullanıldığı da saptanmıştır.

M.Ö. 1000 civarında da Romalıların deniz ürünlerinin muhafazasında kardan yararlandıkları belirtilmektedir. Tüm bunlara karşın, bu çağlarda insanların gıdaların muhafazasındaki temel kuralı anlamış oldukları ve yine gıdaların hastalıkların ortaya çıkmasında oynadıkları rolü veya hastalıklı hayvanlardan elde edilen etlerin tüketilmesindeki tehlikeyi farketmiş oldukları pek sanılmamaktadır.

İnsanlık tarihindeki ilk büyük gıda zehirlenmesi olayı M.S. 943 yılında Fransa'da görülmüş ve *Claviceps purpurea* ile enfekte olmuş çavdar veya diğer hububatın tüketilmesi sonucu 40.000 kişinin öldüğü belirlenmiştir. Ergotizm diye adlandırılan bu zehirlenmeye daha önceki çağlarda

da rastlanmıştır. Etlerin satılabilir ve satılamaz olarak nitelendirilmesi ilk kez İsviçre'de görülmüştür.

13. yüzyılda et kalitesi ile ilgili bilgiler artmış olmakla beraber, bu dönemde et kalitesi ile mikroorganizmalar arasındaki ilişki bilinmemekteydi.

Mikroorganizmaların gıdaların bozulmalarında rol oynadığını belki de ilk ileri süren kişi A. Kircher adında bir keşiştir. 1658 yılında çürüyen vücutlar, bozulan et, süt ve diğer gıdalarda gözle görülmeyen "kurtçuklar" olduğunu ileri süren bu kişinin görüşleri pek taraftar bulmamıştır. Daha sonraları 1765'te L. Spallanzani kaynatıldıktan sonra sıkı bir şekilde kapatılmış bir kapta saklanan et suyunun bozulmadığını göstermiştir. Spallanzani bunu spontan generasyon doktrinini çürütmek amacıyla yapmış ancak, bu işlemde spontan generasyonunun hayati ögesi olan oksijenle ilişkiyi kestiği için kabul ettirememiştir.

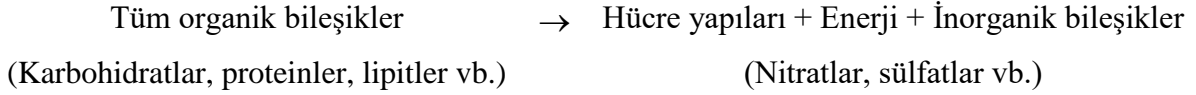
1873' de Schwann bu teoriyi havayı kızgın bir bobin üzerinden geçirip ortama vererek, hava bulunması halinde de gelişme olmadığını göstererek ispatlamıştır. Bu araştırmacılar ısı ile gıda muhafazasını teorik olarak geliştirdikleri halde, bunu uygulamaya aktarmamışlardır.

Konserveciliğin temeli 1795 yılında Fransız hükümetinin gıdaların pratik olarak saklanmasına yönelik bir yöntem geliştiren kişiye 1200 Frank ödül koymasıyla atılmıştır. 1809 yılında bir şekerleme ustası olan F. Appert eti cam kavanoz içinde kaynatarak muhafaza etmeyi başarmıştır. Bu buluş 1810 yılında Appert 'in patent almasıyla kamuoyuna duyurulmuştur.

Gıdalarda bulunan mikroorganizmaların önemi ve oynadıkları rolü ilk anlayan ve gösteren kişi ise L. Pasteur' dür. 1860' da şarap ve birada istenmeyen mikroorganizmaları yok etmek için ilk defa ısı uygulanmıştır. Böylece günümüzde de gıda muhafazasında yaygın olarak kullanılan pastörizasyon uygulamalarının temeli atılmıştır. Gıdaların korunması, bozulması, fermantasyon mikrobiyolojisi, gıdalardan insanlara geçen hastalıklar ve mikrobiyolojik gıda zehirlenmeleri konularında pek çok gelişme olmuş ve gıda mikrobiyolojisi günümüzde önemli bir bilim dalı olarak ortaya çıkmıştır.

1. MİKROORGANİZMALARIN BULAŞMA KAYNAKLARI

Gıda kaynaklarının bitki ve hayvan kaynaklı olması nedeniyle bunların üzerinde doğal olarak bulunan mikrobiyel floranın biyolojik prensiplerinin, bitki ve hayvansal habitatlarıyla etkileşimi ve oynadıkları rollerinin anlaşılması son derece önemlidir. Mikroorganizmalar doğada ölü bitki ve hayvan dokularında indirgen halde bulunan karbon, azot, kükürt bileşiklerini bitkilerin kullanabileceği şekle dönüştürür, bitkiler ise hayvanların beslenmesini sağlar. Bu sırada mikroorganizmalar insanlar tarafından kullanılan bitki ve hayvansal gıdaların bozulmasına neden olurlar. Kuşkusuz bu mikroorganizmaların doğadaki asli görevleri değildir, gerçekte doğada kendi varlıklarını sürdürebilme çabasıdır. Bu işlem sırasında aşağıdaki reaksiyonu gerçekleştirirler.



Çizelge 1.1’de bakteri ve protozoonların gıdalara bulaşma kaynakları ve önemlilik düzeyleri görülmektedir.

Çizelge 1.1. Bakteri ve protozoonların gıdalara bulaşma kaynakları

Organizma	Toprak ve su	Bitkiler ve bitkisel ürünler	Gıda kapları	Gastrointestinal sistem	Gıda işçileri	Hayvan yemleri	Hayvan postu, deri vs.	Hava ve toz
<u>Bakteriler</u>								
<i>Acinetobacter</i>	XX	X	X				X	X
<i>Aeromonas</i>	XX ^a	X						
<i>Alcaligenes</i>	X	X	X	X			X	
<i>Alteromonas</i>	XX ^a							
<i>Bacillus</i>	XX ^b	X	X		X	X	X	X
<i>Brochotrix</i>		XX	X					
<i>Campylobacter</i>				XX	X			
<i>Carnobacterium</i>	X	X	X					
<i>Citrobacter</i>	X	XX	X	XX				
<i>Clostridium</i>	XX ^b	X	X	X	X	X	X	XX
<i>Corynebacterium</i>	XX ^b	X	X		X		X	X
<i>Enterobacter</i>	X	XX	X				X	
<i>Enterococcus</i>	X	X	X	XX	X	X	X	X
<i>Erwinia</i>	X	XX	X					
<i>Escherichia</i>	X	X		XX	X			
<i>Flavobacterium</i>	X	XX					X	
<i>Hafnia</i>	X	X		XX				
<i>Lactococcus</i>		XX	X	X			X	
<i>Lactobacillus</i>		XX	X	X			X	
<i>Leuconostoc</i>		XX	X	X			X	
<i>Listeria</i>	X	XX		X	X	X	X	
<i>Micrococcus</i>	X	X	X		X	X	X	XX
<i>Moraxella</i>	X	X					X	
<i>Pantoea</i>	X	X		X				
<i>Pediococcus</i>		XX	X	X			X	
<i>Proteus</i>	X	X	X	X	X		X	
<i>Pseudomonas</i>	XX	X	X			X	X	
<i>Psychrobacter</i>	XX	X	X				X	
<i>Salmonella</i>				XX		XX		
<i>Serratia</i>	X	X	X	X		X	X	
<i>Shewanella</i>	X	X						
<i>Shigella</i>				XX				
<i>Staphylococcus</i>				X	XX		X	
<i>Vagococcus</i>	XX			XX				
<i>Vibrio</i>	XX ^a			X				
<i>Yersinia</i>	X	X		X				
<u>Protozoa</u>								
<i>C. parvum</i>	X			X	X			
<i>E. histolytica</i>	XX ^a			X	X			
<i>G. lambia</i>	XX ^a			X	X			
<i>T. gondii</i>		X		XX				

XX: Önemli bir bulaşma kaynağı olduğunu gösterir.

^a Başlıca bulaşma kaynağı sudur.

^b Başlıca bulaşma kaynağı topraktır.

1.1. Su ve Toprak

Belki de bir zamanlar mikroorganizmaların hepsi suda bulunuyordu. Toprak yüzeyinin kuruması sonucu oluşan toz içindeki mikroorganizmalar tozun rüzgarla dağılması sonucu diğer topraklara, nehirlere, okyanuslara dağılmıştır. Büyük su kütleleri üzerinde oluşan bulutların rüzgarla taşınması ve suların yağmur halinde tekrar toprak yüzeyine düşmesiyle de mikroorganizmalar yayılmıştır. Bu nedenle su ve toprakta bulunan mikroorganizmaların aynı olmaları bir sürpriz olarak görülmemelidir.

Aşağıda sıralanan ve gıda kaynaklı olarak belirtilen bakterilerin daha ziyade su ve topraktan bulaştıkları kabul edilmektedir. Bunlar *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Enterobacter*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas* ve *Serratia* cinsi içinde yer almaktadırlar.

Küflerin hemen hemen hepsi su ve toprakta bulunmaktadır. Küfler bitkisel ve hayvansal maddelerin parçalanmasında çok önemli rol oynayan ve bunlarda hastalık da yapan organizmalar olup, doğada çok yaygındırlar. Toprakta en fazla görülenler *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Trichotecium*, *Botrytis* ve *Fusarium* 'dur.

Mayaların çoğu daha ziyade bitkilerle ilişkili olduğu için bunların toprakta da bulunmaları beklenir, sudaki sayıları ise oldukça azdır.

1.2. Bitkiler ve Bitkisel Ürünler

Yukarıda su ve toprak için bahsedilen mikroorganizmaların çoğu bitkilerde de bulunmakta olup, zaten bunların bitkilere bulaşma kaynakları da su ve topraktır. Bununla birlikte bazı bakteriler topraktan daha ziyade bitkilerle ilişkilidir. Bu cinsler arasında özellikle *Acetobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Kurthia*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Streptococcus* cinsleri önemlidir. Zaman zaman yukarıda sayılmayan cinsler de bitkiler ve bitkisel ürünler üzerinde bulunabilirler. Küfler arasında en önemli bitkisel kaynaklı cinsler meyve ve sebzelerin pazarlanması sırasında bozulmaya neden olanlardır. Bunlar üzerinde ileride daha detaylı olarak durulacaktır. Birçok bitkisel üründe ve özellikle meyvelerde bulunan maya cinsi *Saccharomyces* 'tir. Ayrıca *Rhodotorula* da yaygın olarak bulunan mayalardandır.

1.3. Gıda Kapları

Gıda kapları üzerinde bulunan mikroorganizmaların türü, işlenen gıdanın çeşidine, bu kapların gördüğü muameleye, bunların depolama koşullarına ve diğer faktörlere bağlıdır. Sebzeler sürekli aynı kaplar içinde işleniyorlarsa doğal olarak bu kapların içinde söz konusu sebze ile ilgili mikroorganizmalar bulunacaktır. Kaplar sıcak veya kaynar su ile yıkaniyorlarsa geri kalan flora da doğal olarak bu işleme direnç gösteren organizmalardan oluşur. Diğer yandan kaplar açıkta tozlu bir yerde muhafaza ediliyorsa bunlarda da hava kaynaklı bakteri, maya ve küfler bulunur.

1.4. Hayvan ve İnsanların Bağırsak Sistemleri

Bu çevrede toprak, su veya diğer yerlerden ziyade daha sıkça hayvan ve insanların bağırsak sistemlerinde bulunan bakteriler mevcuttur. En yaygın görülenler; *Bacteroides*, *Escherichia*, *Lactobacillus*, *Proteus*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus* ve *Streptococcus*' dur. Bunlar arasında en dikkat çeken doğal ortamı insan ve diğer memelilerin bağırsak sistemi olan *Escherichia* cinsidir. Diğer yandan bağırsak sisteminde sıklıkla görülen cinsler arasında *Clostridium*, *Citrobacter*, *Enterobacter* ve *Pseudomonas* da sayılabilir. Bağırsak kökenli bakteriler hayvanların bağırsak sistemlerinden doğrudan doğruya toprak ve suya karışabilirler. Toprak ve sudan da bitkilere, toza ve gıda kaplarına vb. bulaşabilirler. Bağırsak sistemlerinde küflerin bulunması pek düşünülmezse de özellikle insan bağırsak sisteminde *Candida* cinsine ait maya türlerine sıklıkla rastlanmaktadır.

1.5. Gıda İşçileri

Gıda işçilerinin ellerinde ve elbiselerinin dış yüzeyinde bulunan mikroflora işçinin alışkanlıkları ve çevresi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Flora normal olarak kişilerin temas ettikleri herhangi bir eşya üzerinde bulunan organizmalardan oluşabileceği gibi, toz, su, toprak ve benzeri ortamlardan da kaynaklanabilir. Ek olarak, özellikle eller, burun boşluğu ve ağızdan bulaşan çeşitli mikroorganizma cinsleri vardır. Bu cinsler arasında *Micrococcus* ve *Staphylococcus* cinsleri en dikkate değer olanları olup, *Staphylococcus*'lar el, kol, burun boşluğu, ağız ve vücudun diğer kısımlarında yaygın olarak bulunmaktadırlar. *Salmonella* ve *Shigella* cinsleri ise temelde bağırsak kökenli olup, kişiler sanitasyon kurallarına uymazlarsa

bunlardan gıdalara bulaşmaktadırlar. Küf ve mayaların herhangi bir cinsi gıda işçisinin o andaki davranışlarına bağlı olarak el veya elbiselerinde bulunabilir.

1.6. Hayvan Yemleri

Şimdiye kadar değinilen bakteri, küf ve mayaların biri veya hepsi hayvan yemlerinde bulunabilir. Yemlerde bulunan organizmaların cinsi her şeyden önce yemin kaynak ve çeşidine bağlı olup, mikroorganizmaları öldürmek amacıyla bir işlem yapılıp yapılmadığına, depolandığı ambalaj malzemesinin çeşidine ve benzeri faktörlere de bağlıdır. Yemler özellikle gıda zehirlenmesine neden olan *Salmonella* cinsinin yayılmasında önemli rol oynarlar. Bu organizmaların işletmenin bir yerinde görülmesiyle birlikte her yerine dağılması çok hızlı olmaktadır.

1.7. Hayvan Deri ve Postları

Toprak, su, hayvan yemleri, toz ve fekal kaynaklarda bulunan mikroorganizmaların hepsine hayvan deri ve postunda rastlanabilir. Bu mikroorganizmalar hayvan postlarından da işçilerin ellerine veya doğrudan doğruya gıdalara bulaşabilirler. Deri ve post florasında bulunan bazı organizmalar kasaplık hayvanların lenf sistemine yerleşerek kesim sonrası buradan adale dokusuna geçebilirler.

1.8. Hava ve Toz

Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar bazı patojenler dışında tüm mikroorganizma cinslerini içerir. Bunlardan ayrı olarak *Staphylococcus* ve *Salmonella* türleri de gıdalara başlıca bulaşma kaynağı olmamakla beraber hava ve tozda bulunmaktadır. Hava ve tozda bulunan mikroorganizmalar arasında değişik derecelerde kuruluğa dayanıklı olan *Bacillus* ve *Micrococcus* türleri özellikle kayda değerdir. Zaman zaman çeşitli küf ve maya cinslerine de rastlanmaktadır.

2. GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALAR VE FONKSİYONLARI

Gıdalar açısından önemli mikroorganizmalar temel özelliklerine göre:

- A- Bozulma yapanlar (özellikle $>10^6$ /g veya cm^2 veya ml düzeyine geldiklerinde kalite ve ekonomik kayıplara neden olanlar)
- B- Faydalı fonksiyonlar (aroma ve yapı geliştirerek özellikle fermente ürünlerdeki laktik asit bakterileri gibi, ürüne katkı sağlayanlar)
- C- Sağlığa zarar verenler
 - 1) Oluşturdukları toksinlerle gıda zehirlenmesine neden olanlar
 - 2) Hastalık etmeni olanlar:
 - a) Üremesi sırasında
 - b) Bizzat kendisi hastalık unsuru olanlar (*Salmonella*, *Shigella*, *Clostridium* spp., *Staphylococcus*, *Bacillus cereus* vb.)
- D- İnört, yani ne faydalı ne de zararlı olan mikroorganizmalardır.

Mikroorganizmalar yüksek canlılarla kıyaslandıklarında basit yapıları olmalarına karşın, yaşamlarını sürdürebilmek için pek çok kompleks kimyasal reaksiyonları yürütme yeteneğindedirler. Bunun için kullandığımız organik gıda kaynaklarımızın bir kısmından yararlanmaktadır. Aşağıdaki listede gıdalarda bulunan önemli mikroorganizmalar verilmiştir.

Bakteriler

<i>Acetobacter</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Proteus</i>
<i>Aeromonas</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>Pseudomonas</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Hafnia</i>	<i>Psychrobacter</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Kocuria</i>	<i>Salmonella</i>
<i>Bacteroides</i>	<i>Kurthia</i>	<i>Serratia</i>
<i>Brochothrix</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Shewanella</i>
<i>Campylobacter</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Shigella</i>
<i>Carnobacterium</i>	<i>Leuconostoc</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Listeria</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Vagococcus</i>
<i>Corynebacterium</i>	<i>Moraxella</i>	<i>Vibrio</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Paenibacillus</i>	<i>Weisella</i>
<i>Enterococcus</i>	<i>Pantoea</i>	<i>Yersinia</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Pediococcus</i>	

Küfler

Alternaria
Aspergillus
Aureobasidium
Botrytis
Byssochlamys

Cladosporium
Colletotrichum
Fusarium
Geotricum
Monilia

Mucor
Penicillium
Rhizopus
Trichothecium
Wallemia
Xeromyces

Mayalar

Brettanomyces
Candida
Cryptococcus
Debaryomyces
Hanseniaspora

Issatchenkia
Kluyveromyces
Pichia
Rhodotorula
Saccharomyces

Schizosaccharomyces
Torulaspota
Trichosporan
Zygosaccharomyces