Bu kitaba sığmayan daha neler var!

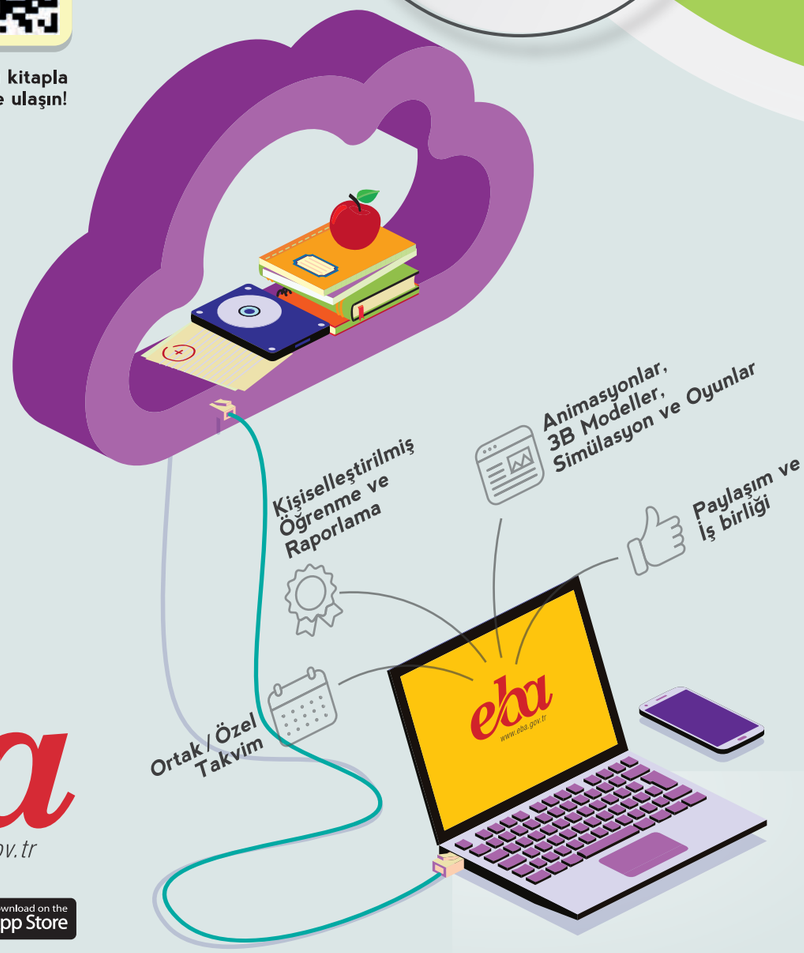
Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN DESTEK SİSTEMİ

https://ods.eba.gov.tr

- Konu Anlatımlı Ders Videoları
- Soru Çözüm Videoları
- Ders Anlatım Videoları
- Çoktan Seçmeli Sorular



eba
www.eba.gov.tr

Google play | App Store

40181 700982

BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-5705-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik'in 5'inci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI GIDA MİKROBİYOLOJİSİ - 9 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI

9

DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

GIDA TEKNOLOJİSİ ALANI

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

9

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ayşe Sena KORKMAZ

Çağla YAZICI DEMİR

Gül BUĞULU ERDEMİR

Ozan Kutlu GÜL

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....7548
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....1588

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin,soru ve şekilleri kısmende olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı :	Mehmet BENEK
Rehberlik Uzmanı :	Hüseyin ÇALIKUŞU
Görsel Tasarım Uzmanı :	Muharrem KARAKUŞ
Görsel Tasarım Uzmanı :	Müfide KAYA

ISBN: 978-975-11-5705-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

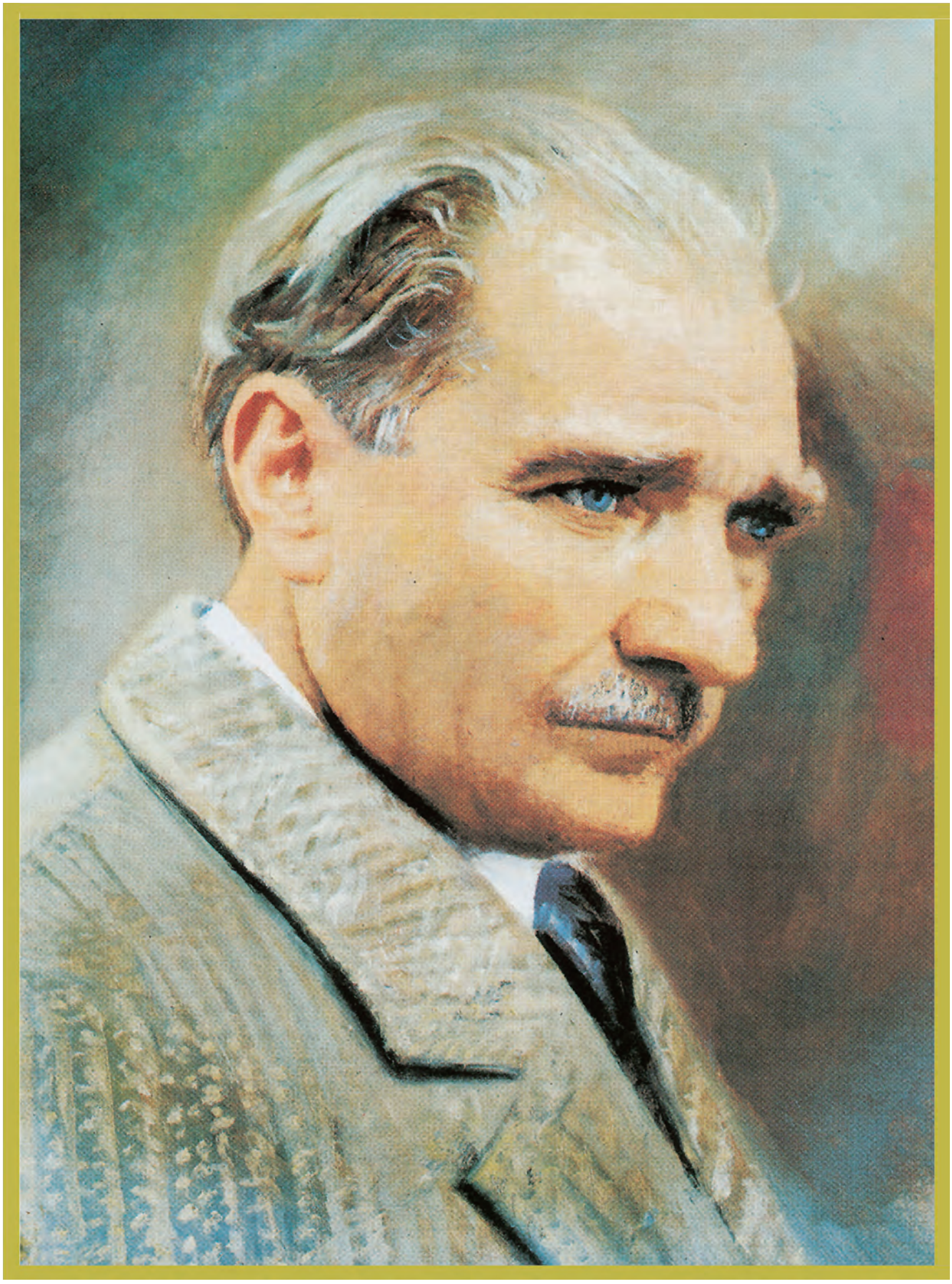
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

Ders Materyalinin Tanıtımı....12
Yabancı Kökenli Sözcüklerin Türkçe Okunuşları....14
Giriş....17

ÖĞRENME BİRİMİ - 1....19
Temel Mikrobiyoloji....19
Giriş....20
1. Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi....20
2. Gıda Ve Gıda Mikrobiyolojisinin Tanımı....20
3. Gıda Endüstrisinde Oynadıkları Rollere Göre Mikroorganizmaların Sınıflandırılması....21
4. Mikroorganizmaların Sınıflandırılması....21

1

Bölüm - 1....24
1.1. Bakteriler....25
1.1.1. Bakterilerin Genel Özellikleri....25
1.1.2. Bakterilerde Çoğalma....25
1.1.3. Bakterilerin Sınıflandırılması....28
1.1.3.1. Bakterilerin Gram Boyanma Özelliklerine Göre Sınıflandırılması....28
1.1.3.2. Bakterilerin Sahip Oldukları Şekle Göre Sınıflandırılması....28
1.1.3.3. Bakterilerin Sıcaklık İsteklerine Göre Sınıflandırılması....30
1.1.3.4. Bakterilerin Solunum Şekillerine Göre Sınıflandırılması....31
1.1.4. Bakterilerin Hücre Yapısı....32
1.1.5. Bakterilerin Gıda Endüstrisindeki Önemi....33
1.1.6. Gıda Endüstrisinde Önemli Bazı Bakteriler....34
Ölçme Değerlendirme....42

2

Bölüm - 2....44
1.2. Mayalar....45
1.2.1. Mayaların Genel Özellikleri....45
1.2.2. Mayalarda Çoğalma....46
1.2.2.1. Mayalarda Eşeyli Çoğalma....46
1.2.2.2. Mayalarda Eşeysiz Çoğalma....46
1.2.3. Mayaların Hücre Yapısı....47
1.2.4. Mayaların Gıda Endüstrisindeki Önemi....48
Ölçme Değerlendirme....51

3

Bölüm 3....53
1.3. Küfler....54
1.3.1. Küflerin Genel Özellikleri....54
1.3.2. Küflerin Hücre yapısı....55
1.3.3. Küflerin Gıda Endüstrisindeki Önemi....57
Ölçme Değerlendirme....62

Bölüm - 4....64
1.4. Virüsler, Algler ve Protozoalar....65
1.4.1. Virüsler....65

4

1.4.1.1. Virüslerin Genel Özellikleri.....66
1.4.1.2. Virüslerin Gıda Endüstrisindeki Önemi.....66
1.4.2. Algler.....67
1.4.2.1. Alglerin Genel Özellikleri.....68
1.4.2.2. Alglerin Hücre Yapısı.....69
1.4.2.3. Alglerin Gıda Endüstrisindeki Önemi.....70
1.4.3. Protozoalar.....70
1.4.3.1. Protozoaların Genel Özellikleri.....70
1.4.3.2. Protozoaların Hücre Yapısı.....70
1.4.3.3. Protozoaların Gıda Endüstrisindeki Önemi.....71
Ölçme Değerlendirme.....74

ÖĞRENME BİRİMİ - 2 79
Gıda Mikroorganizma İlişkisi.....79

1

Bölüm - 1.....81
2.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişme 81
2.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler.....81
2.1.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen İç Faktörler.....82
2.1.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Dış Faktörler.....90
2.1.2. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar.....94
2.1.2.1. Giriş.....94
2.1.2.2. Gıdalarda Patojen İndikatörleri.....95
2.1.2.3. Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri.....97
2.1.3. Gıdalarda Mikroorganizma Bulaşma Kaynakları.....100
2.1.3.1. Toprak.....100
2.1.3.2. Su.....100
2.1.3.3. Hava.....101
2.1.3.4. İnsan Kaynağı ya da Personel.....102
2.1.3.5. Hayvanlar.....103
2.1.3.6. Bitkiler.....103
2.1.3.7. Alet ve Ekipmanlar.....104
2.1.3.8. Ham Maddeler Ve Katkı Maddeleri.....104
2.1.4. Mikrobiyolojik Kontaminasyonu Engelleyici Önlemlerin Alınması.....105
2.1.4.1. Tesis Tasarımı.....105
2.1.4.2. Su Kaynaklarının Kalitesi.....106
2.1.4.3. Hava Kalitesi.....106
2.1.4.4. Kullanılan Ekipmanlar.....107
2.1.4.5. Personel Hijyeni.....108
2.1.4.6. Gıda İşleme Tesislerinin Temizlenmesi ve Dezenfeksiyonu.....109
2.1.4.7. Mikrobiyolojik Standartlar.....112
Ölçme ve Değerlendirme.....112

Bölüm - 2.....114
2.2. Gıdalarda Mikrobiyal Bozulmalar 115
2.2.1. Et Mikrobiyolojisi.. 115
2.2.1.1. Ette Mikroorganizma Bulaşma Kaynakları.. 116

2

2.2.1.2. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.. 116
2.2.1.3. Fermente Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.. 118
2.2.1.4. Kanatlı Etlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....119
2.2.1.5. Balık ve Deniz Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 119
2.2.1.6. Kırmızı Et, Kanatlı Etleri ve Su Ürünlerinde Bozulmanın Önlenmesi.....120
2.2.2. Süt Mikrobiyolojisi.....121
2.2.2.1. Çiğ Süt ve İçme Sütleri.....121
2.2.2.2. Çiğ Süt ve İçme Sütleri Bulaşma Kaynakları.. 121
2.2.2.3. Çiğ Süt ve İçme Sütlerinde Görülen Mikrobiyal Bozulmalar.....122
2.2.2.4. Çiğ Süt ve İçme Sütlerinde Bozulmanın Önlenmesi.....124
2.2.2.5. Çiğ Süt ve İçme Sütleri Mikrobiyolojik Standartları.....126
2.2.3. Peynir Mikrobiyolojisi.....126
2.2.4. Yoğurt Mikrobiyolojisi.....129
2.2.5. Tereyağı Mikrobiyolojisi.....129
2.2.6. Dondurma Mikrobiyolojisi.....130
2.2.7. Yumurta Mikrobiyolojisi.....130
2.2.7.1. Yumurtaya Mikrobiyal Bulaşma Kaynakları.....130
2.2.7.2. Yumurtada Mikrobiyal Bozulmalar.....131
2.2.8. Meyve ve Sebze Mikrobiyolojisi.. 133
2.2.8.1. Taze ve Soğukta Depolanan Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi.....133
2.2.8.2. Dondurulmuş Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi.....138
2.2.8.3. Kuru Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi.....139
2.2.8.4. Fermente Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi.....139
2.2.8.5. Meyve Suları, Konsantre Meyve Suları, Gazlı- Gazsız İçecekler, Reçeller ve Sebze Sularında Mikrobiyal Bozulmalar.....140
2.2.8.6. Konserve Mikrobiyolojisi.....141
2.2.9. Tahıl ve Tahıl Ürünleri Mikrobiyolojisi. 144
2.2.9.1. Unlarda Mikrobiyal Bozulmalar.....145
2.2.9.2. Ekmeklerde Mikrobiyal Bozulmalar.....146
Ölçme Değerlendirme.....148

3

Bölüm - 3.....152
2.3. Gıda Zehirlenmeleri.....154
2.3.1. Gıda Zehirlenmelerinin Sınıflandırılması.....157
2.3.1.1. İntoksikasyonlar.....157
2.3.1.2. Enfeksiyonlar.....167
2.3.1.3. Toksikoenfeksiyonlar.. 181
Ölçme Değerlendirme.....190

SÖZLÜK.....193
DİZİN.....195
KAYNAKÇA.....199
CEVAP ANAHTARI.....209

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin numarasını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme birimindeki bölümleri gösterir.

Etkileşimli kitap, video, ses, animasyon, uygulama, oyun, soru vb. ilave kaynaklara ulaşabileceğiniz karekodu gösterir.

Öğrenme birimindeki bölüm numarasını gösterir.

Bölüm adını gösterir.

Sayfadaki bölüm adını gösterir.

Sayfanın hangi öğrenme birimi ile ilişkili olduğunu gösterir.

Hazırlık çalışmaları bu bölümde yeralır.

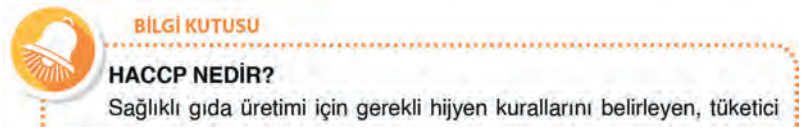
Görsel içerik yazıları bu bölümde yer alır.

Bölüme ait konuları gösterir.

Konu başlıklarını ve numaralarını gösterir.

Sayfa numaraları bu bölümde yer alır.

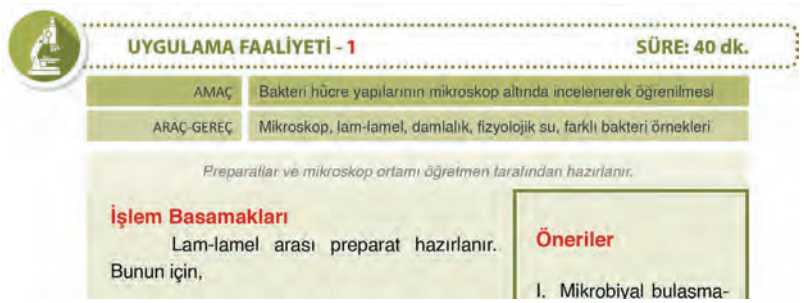
Kısa ve öz bilgilerin verildiği kutucuktur.


BİLGİ KUTUSU

HACCP NEDİR?

Sağlıklı gıda üretimi için gerekli hijyen kurallarını belirleyen, tüketici

Dersin konu içeriğine uygun olarak uygulama faliyetinin nasıl yapılacağının anlatıldığı kutucuktur.


UYGULAMA FAALİYETİ - 1 SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Bakteri hücre yapılarının mikroskop altında incelenerek öğrenilmesi
ARAÇ-GEREÇ	Mikroskop, lam-lamel, damlalık, fizyolojik su, farklı bakteri örnekleri

Preparatlar ve mikroskop ortamı öğretmen tarafından hazırlanır.

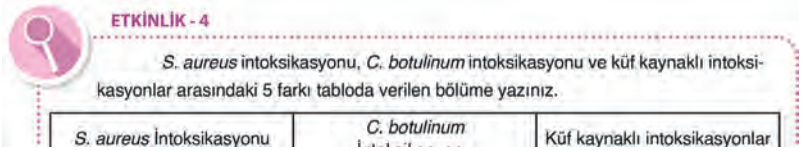
İşlem Basamakları

Lam-lamel arası preparat hazırlanır. Bunun için,

Öneriler

I. Mikrobiyal bulasma-

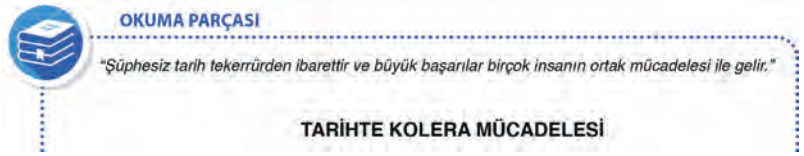
Konuya ilişkin etkinlik yapılmasının istendiği kutucuktur.


ETKİNLİK - 4

S. aureus intoksikasyonu, *C. botulinum* intoksikasyonu ve küf kaynaklı intoksikasyonlar arasındaki 5 farkı tabloda verilen bölüme yazınız.

S. aureus İntoksikasyonu	*C. botulinum*	Küf kaynaklı intoksikasyonlar

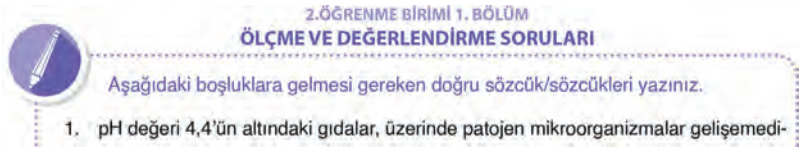
Okuma parçası bu bölümde yer alır.


OKUMA PARÇASI

"Şüphesiz tarih tekerrürden ibarettir ve büyük başarılar birçok insanın ortak mücadelesi ile gelir."

TARİHTE KOLERA MÜCADELESİ

Ölçme değerlendirme bu bölümde yer alır.


2.ÖĞRENME BİRİMİ 1. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

1. pH değeri 4,4'ün altındaki gıdalar, üzerinde patojen mikroorganizmalar gelişemedi-

Ölçme değerlendirme cevapları bu bölümde yer alır.

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME BİRİMİ - 2

Acetobacter aceti	(Asetobakter aseti)
Acinetobacter baumannii	(Asinetobakter bavmani)
Aeromonas	(Ayremonas)
Alexandre Fleming	(Aleksandır Fleming)
Alternaria alternata	(Alternarya alternata)
Alternaria solani	(Alternarya solani)
Amoeba	(Amoeba)
Aspergillus flavus	(Aspercillus filavus)
Aspergillus niger	(Aspercillus niger)
Aspergillus parasiticus	(Aspercillus parasitikus)
Avian influenza	(Avyen influensa)
Bacillus anthracis	(Basilyus antrakis)
Bacillus cereus	(Basilyus sereus)
Bacillus coagulans	(Basilyus koagülans)
Bacillus stearothermophilus	(Basilyus stearodermofilus)
Bacillus subtilis	(Basilyus subtilis)
Bifidobacterium bifıdium	(Bifidobakteryum bifidum)
Bifidobacterium infantis	(Bifidobakteryum infantis)
Bios	(Biyos)
Brevibacterium casei	(Birevibakteryum kasei)
Brevibacterium linens	(Birevibakteryum linens)
Brucella abortus	(Burusella abortus)
Brucella melitensis	(Burusella melitensis)
Brucella suis	(Burusella suiz)
Candida albicans	(Kandida albikans)
Candida kefyr	(Kandida kefir)
Chagas	(Şagas)
Chlorophyta	(Kılorofita)
Chrysophyta	(Kırizofita)
Clostridium botulinum	(Kılostridyum botulinum)
Clostridium butyricum	(Kılostridyum butirikum)
Clostridium perfringens	(Kılostridyum perfiringens)
Clostridium sporogenes	(Kılostridyum sıporocenis)
Clostridium tetani	(Kılostridyum tetani)
Coxiella burnetii	(Koksiella burnetti)

Cryptosporidiosis	(Kıriptosiporidiyoziz)
Cryptosporidium parvum	(Kıriptospridyum parvum)
Cyclospora cayetanensis	(Saykılospora kayetanensis)
Debaryomyces hansenii	(Debaryomises hanseni)
Entamoeba histolytica	(Entemeba histolitika)
Enterobacter aerogenes	(Enterobakter erogenes)
Enterococcus faecalis	(Enterobakter fekalis)
Erwinia amylovora	(Ervinia amilovora)
Erwinia carotovora	(Ervinia karatovora)
Escherichia coli	(Eşerişiya koli)
Euglenophyta	(Öglenofita)
Fusarium	(Fusaryum)
Ghent	(Gent)
Giardia duodenalis	(Cardiya duodenalis)
Giardia intestinalis	(Cardiya intestinalis)
Giardia lamblia	(Cardiya lambliya)
Justius Kerner	(Castınıs Körnir)
Klebsiella	(Kılebsiyella)
Kluyveromyces	(Kıleyviromaysıs)
Lactobacillus acidophilus	(Laktobasilyus asidofilus)
Lactobacillus bulgaricus	(Laktobasilyus bulgarikus)
Lactobacillus curvatus	(Laktobasilyus kurvatus)
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*	(Laktobasilyus delburiçki subsp bulgarikus)
Lactobacillus helveticus	(Laktobasilyus helveticus)
Lactobacillus lactis subsp. *cremoris*	(Laktobasilyus laktis subsp kıremoris)
Lactobacillus lactis subsp. *lactis*	(Laktobasilyus laktis subsp laktis)
Lactobacillus plantarum	(Laktobasilyus pilantarum)
Lactobacillus reuteri	(Laktobasilyus röteri)
Lactobacillus sake	(Laktobasilyus sake)
Listeria ivanovii	(Listerya ivanovi)
Listeria monocytogenes	(Listeriya monositogenes)
Listeria monocytogenes	(Listerya monositogenez)
Logos	(Logos)
Louis Pasteur	(Lui Pastör)
Mucor	(Mukor)

Mycobacterium tuberculosis	(Mikobakteryum tuberkülozis)
Paramecium	(Paramesyum)
Penicillium camemberti	(Penisilyum kamemberti)
Penicillium chrysogenum	(Penisilyum kirizocenum)
Penicillium citrinum	(Penisilyum sitrinum)
Penicillium expansum	(Penisilyum ekspansum)
Penicillium nalgiovensis	(Penisilyum nalcovensis)
Penicillium patulum	(Penisilyum patulum)
Penicillium requefortii	(Penisilyum rokforti)
Penicillium viridicatum	(Penisilyum viridikatum)
Phaeophyta	(Feyofita)
Pichia anomala	(Pikiya anomala)
Pichia kluyveri	(Pikiya kıleyveri)
Pichia pastoris	(Pikiya pastoris)
Pseudomonas fluorescens	(Psödomonas floresens)
Pseudopodium	(Püsoudopodyum)
Pyrrophyta	(Firofita)
Rhizopus oligosporus	(Rizopus oligosporus)
Rhizopus oryzae	(Rizopus orizai)
Rhizopus stolonifer	(Rizopus sitolonifer)
Rhodophyta	(Rodofita)
Saccharomyces cerevisiae	(Sakharomaysis serevisiya)
Salmonella typhi	(Salmonella tifi)
Staphylococcus aureus	(Stafilokokus aureyus)
Streptococcus pneumoniae	(Sitreptokokus pinömonie)
Streptococcus pyogenes	(Sitreptokokus payojenes)
Streptococcus termophilus	(Sitreptokokus termofilus)
Toxoplasma gondii	(Toksopilasma gondi)
Trichomonas intestinalis	(Tirişomonas intestinalis)
Trypanosoma cruzi	(Tiripanosoma kurutsi)
Vibrio cholerae	(Vibriyo kolera)
Volvox	(Valvaks)
Yersinia enterocolitica	(Yersiniya enterokolitika)
Yersinia pestis	(Yersiniya pestis)

GİRİŞ

Sevgili Öğrenciler,

Canlıların büyüyüp gelişebilmesi, çoğalabilmesi, dokularının yapım ve onarımı ve hücredeki metabolik olayların gerçekleştirilmesinde kullanılacak enerjinin eldesi için tüketilen maddelere "gıda" adı verilir.

Sağlıklı gıda, "besin ögelerini yeterli ve dengeli miktarda içeren fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan güvenli gıda" olarak tanımlanır.

Mikroorganizmalar, gıda endüstrisinde yararlı ve zararlı etkilere sahiptir. Gıdalarda tat ve aroma gelişiminin sağlanması ve çeşitli gıdaların mikroorganizmalar kullanılarak üretilmesi yararlı etkilerdendir. Gıdalardaki zararlı mikroorganizmalar ise insan sağlığının bozulmasına, zehirlenmelere, hatta bazı durumlarda ölümlere yol açabilir. Bunun yanında, ürün ve zaman kaybına neden olarak ülke ekonomisine ciddi zararlar verebilir.

Mikroorganizmaların gıdalar üzerindeki olumsuz etkilerini ve gıdalar yoluyla insan sağlığına vereceği zararı en aza indirebilmek için gıda endüstrisinde çalışan bireylerin "Gıda Mikrobiyolojisi" konusunda bilmesi ve uygulaması gereken ödevler bulunmaktadır. Gıda Mikrobiyolojisi kitabından yararlanarak gıdalardaki mikroorganizma varlığı, mikroorganizmaların endüstrideki yararları (gıda üretiminde, tat, aroma ve tekstür gelişiminde, antibiyotik, bakteriosin, sekonder metabolit üretiminde kullanılmaları vb.) yanında bulaşan mikroorganizma kaynakları, mikroorganizmalar nedeniyle gıdalarda oluşan bozulmalar, toksinler, kontamine gıdaların tüketilmesi sonucunda ortaya çıkan hastalıklar ve zehirlenmeler hakkında bilgi sahibi olacaksınız.

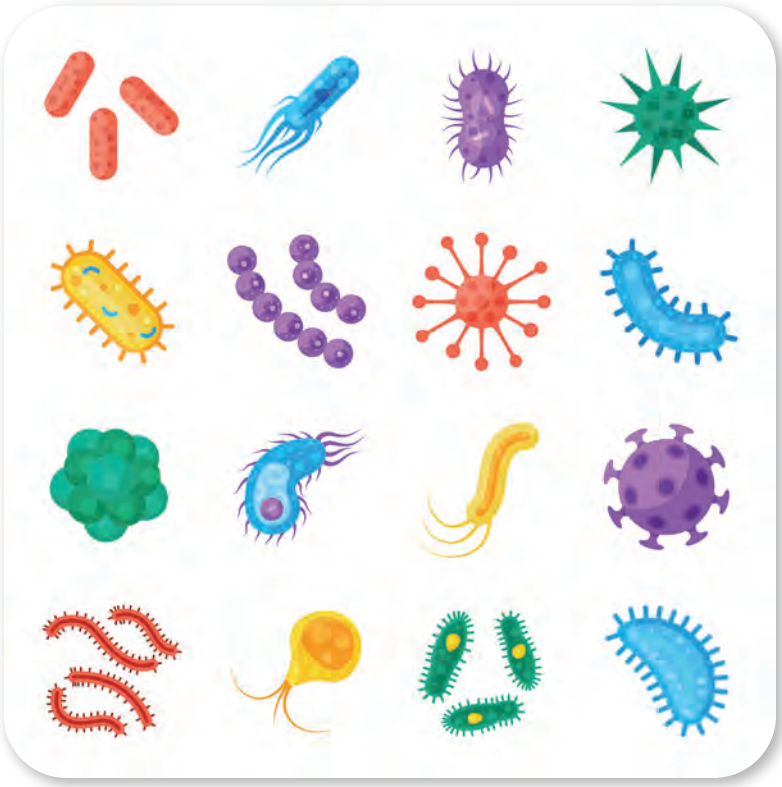
ÖĞRENME BİRİMİ 1

TEMEL MİKROBİYOLOJİ

- BAKTERİLER
- MAYALAR
- KÜFLER
- VİRÜSLER, ALGLER, PROTOZOALAR

GİRİŞ

Mikrobiyoloji sözcüğü *mikros*, *bios* ve logos kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Yunan dilinde **mikros**, küçük; **bios**, yaşam; **logos** ise bilim anlamına gelir. Mikrobiyoloji, büyük bir kısmı mikroskobik ortamda gözlemlenebilen küçük canlıların birbiriyle ve diğer canlılarla (insan, hayvan vb.) ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. **Mikroorganizma**, çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olan, mikroskop ile görülebilen canlılardır (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Mikroorganizma örnekleri

1. Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi

Mikroorganizmaların isimlendirilmesinde binomial (ikili) adlandırma sistemi kullanılır ve Latince adlandırma yapılır. Mikroorganizmaların ilk ismi cins ismidir ve büyük harfle başlar; ikinci isim tür ismidir ve küçük harfle başlar. Mikroorganizma isimleri metin içerisinde italik ya da altı çizi olarak yazılır: *Staphylococcus aureus* ya da Staphylococcus aureus vb.

2. Gıda ve Gıda Mikrobiyolojisinin Tanımı

Gıda, insanların yaşamını devam ettirebilmeleri için gerekli olan besin ögelerinin (yağ, karbonhidrat, vitamin vb.) kaynağını oluşturan, ilaç ve tütün hariç yenebilen ya da içilebilen, ham, yarı veya tam işlenmiş besinlerin tamamıdır.

Gıda mikrobiyolojisi, gıdalarda doğal olarak bulunan mikroorganizmalar ile depolama, taşıma ve işleme gibi aşamalarda gıdalara bulaşan mikroorganizmaları inceleyen bir alt daldır. Mikroorganizmalar, gıda endüstrisinde yararlı ve zararlı olmak üzere iki farklı etkiye sahiptir (Görsel 1.2).

(a) (b)

Görsel 1.2: Mikroorganizmalar bazı gıdaların (kimiçi, yoğurt, kefir, turşu vb.) üretiminde (a) kullanıldığı gibi gıdalarda bozulmaya (b) da neden olabilir.

3. Gıda Endüstrisinde Oynadıkları Rollere Göre Mikroorganizmaların Sınıflandırılması

3.1. Patojen Mikroorganizmalar

Bulunduğu ortamdaki enfeksiyonun ve intoksikasyonun kaynağı olan mikroorganizmalardır.

3.2. Bozulma Yapan Mikroorganizmalar

Gıdalar üzerinde çoğalarak gıdanın renk ve yapısında bozulmalara, gıdalarda hoş olmayan kokuların oluşumuna ve gıdaların besin değerinde kayıplara neden olan mikroorganizmalardır.

3.3. Yararlı Organizmalar

Laktoz, maltoz vb. organik bileşiklerin parçalanmasında; kefir, yoğurt, sucuk gibi fermente ürünlerin üretiminde; protein ve antibiyotik gibi bileşiklerin elde edilmesinde kullanılır.

3.4. İndikatör Mikroorganizmalar

Ortamda bulunmaları, ürünlerin muhafaza edildiği hijyen şartlarının yetersiz olduğuna ve bir bulaşmanın söz konusu olduğuna işaret eden mikroorganizmalardır.

4. Mikroorganizmaların Sınıflandırılması

Mikroorganizmaların sınıflandırılmasında morfolojik (yapı bilimsel), biyokimyasal, kültürel ve patolojik vb. özellikler göz önünde bulundurulur. Sınıflandırmada canlılar, Bergey'in (Börciy) taksonomisine göre birbirleriyle olan akrabalık ilişkileri dikkate alınarak Tablo 1.1'deki gibi sınıflandırılır.

Tablo 1.1: Âlemden Türe Taksonomik Kategorilerin Sıralanışı

Diğer bir sınıflandırma çeşidi, mikroorganizmaların sahip oldukları hücre yapısına göre yapılır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Mikroorganizmaların Hücre Yapısına Göre Sınıflandırılması

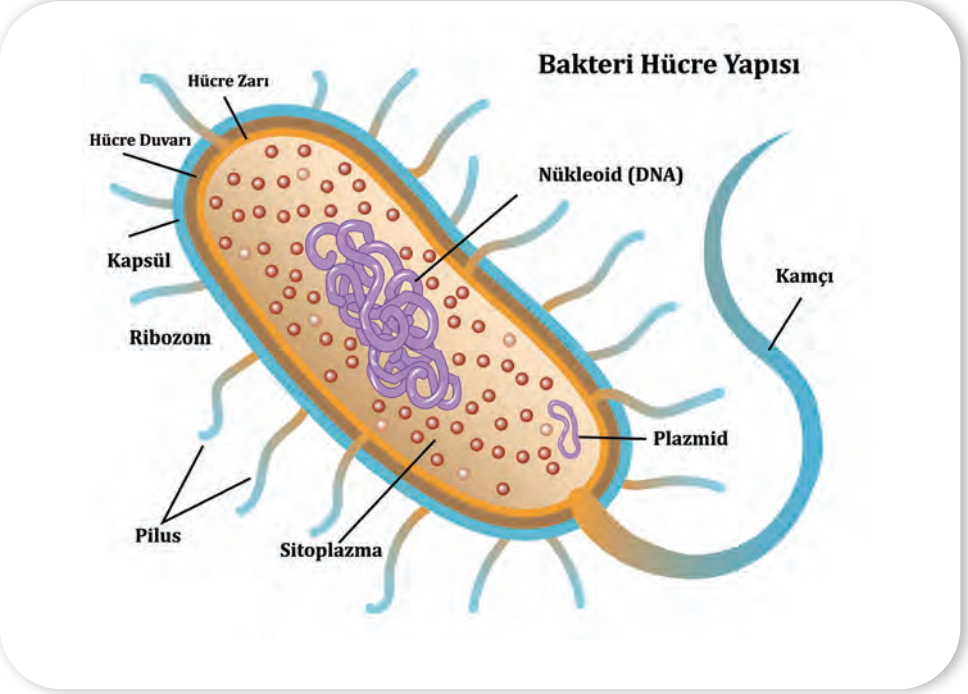
4.1. Prokaryotik Hücreler

Belirgin bir zarla çevrili çekirdeği ile zarla çevrili organelleri bulunmayan hücrelere prokaryot (pro: ilkel, basit karyot: çekirdek) hücre denir. Kalıtım materyali sitoplazma içerisinde dağılmış olarak bulunur. **Prokaryot canlıların tümü tek hücrelidir.**

Prokaryotik hücrelerin ışık mikroskobu altında gözlenen kısımları şunlardır:

- Kamçı
- Kapsül
- Hücre duvarı
- Hücre zarı
- Sitoplazma ve organeller
- Nükleoid bölge

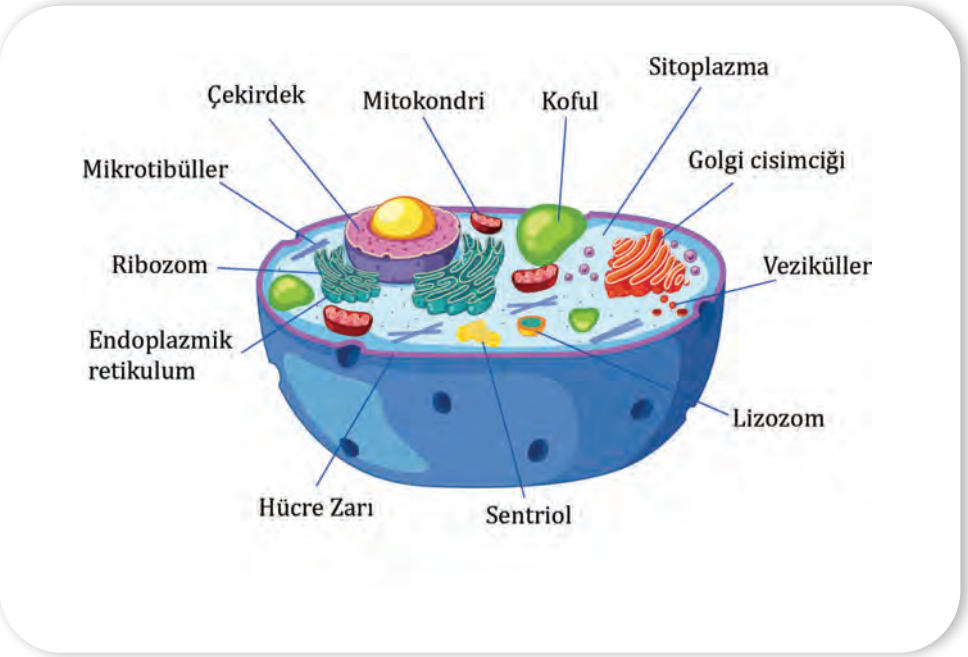
Prokaryotik hücrelere en tipik örnek **bakterilerdir** (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Bakteri hücre yapısı

4.2. Ökaryotik Hücreler

Zarla çevrili bir çekirdeği ve zarlı organelleri bulunan hücrelere **ökaryot** (eu: iyi, gelişmiş karyot: çekirdek) hücre denir (Görsel 1.4). Mayalar, küfler, algler, protozoalar ökaryotik hücre yapısına sahip canlılardır.



Görsel 1.4: Ökaryotik hücre yapısı

1.BÖLÜM

BAKTERİLER

KONULAR

- BAKTERİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ
- BAKTERİLERDE ÇOĞALMA
- BAKTERİLERİN SINIFLANDIRILMASI
- BAKTERİLERİN HÜCRE YAPISI
- BAKTERİLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ

BU BÖLÜMDE ;

- Bakterilerin genel özelliklerini ve hücre yapılarını,
- Bakterilerin nasıl çoğaldığını,
- Bakterilerin kaç sınıfa ayrıldığını,
- Bakterilerin gıda endüstrisinde nasıl bir öneme sahip olduğunu öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Bakteri
- Bakteri hücre yapısı
- Çoğalma
- Gıda endüstrisinde bakteriler

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Sizce mikroorganizmalar önemli midir, mikroorganizmalar olmasaydı ne olurdu? Arkadaşlarınızla tartışınız.
- Yararlı ve zararlı birer bakteri türü seçerek onlar hakkında bilgi toplayınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1. BAKTERİLER

1.1.1. Bakterilerin Genel Özellikleri

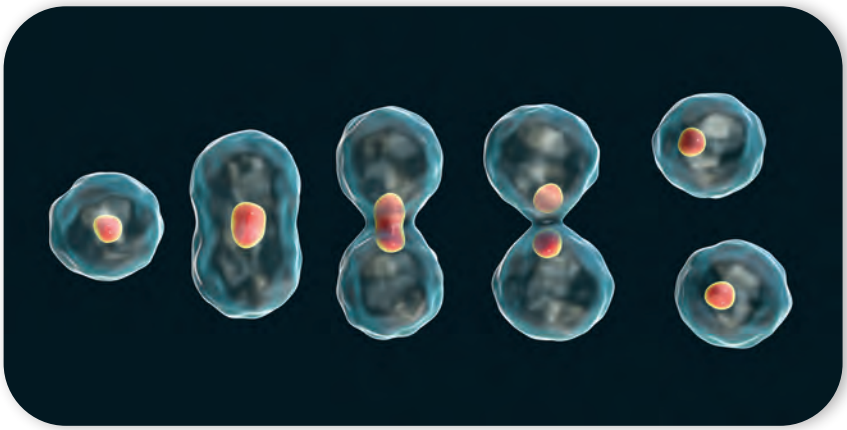
Bakterilerin genel özellikleri şu şekilde sıralanır:

- Tek hücrelidir ve çoğu bakteri yaklaşık 0,5-1 ile 2-10 μm boyutlarındadır.
- Çekirdek ve zarla çevrili organelleri bulunmaz.
- Bakteriler üç farklı morfolojik yapı gösterir: Yuvarlak, çubuk ve eğri çubuk.

1.1.2. Bakterilerde Çoğalma

Bakteriler ve bütün mikroorganizmalar, uygun ortamlarda bulunduklarında gelişerek çoğalır. Canlıların nesillerinin devamını sağlamak için kendilerine benzer yapıda yeni canlılar meydana getirmelerine **üreme** adı verilir.

Bakteriler, bir **vejetatif** çoğalma şekli olan **ikiye bölünme** yoluyla çoğalmaktadır (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Bölünerek çoğalma

İkiye bölünme yoluyla çoğalmada;

- Genetik materyalin (DNA) kopyalanması,
- DNA'nın parçalara bölünerek ayrılması,
- Hücre zarının sitoplazma içine doğru ilerleyerek hücre duvarları arasında septum (bölme) oluşturması,
- Hücrenin septum oluşan kısımlardan ikiye ayrılması aşamaları vardır.

İlk hücrenin genetik olarak gerçek bir kopyası olan yeni iki hücreye ayrılması söz konusudur.

Bakteriyel popülasyonların gelişme dönemi incelendiğinde, bir bakteri hücresinin bölünme sırasında yapısal bileşenlerinin iki katına çıktığı görülür. Bakteri hücresinin bölünmesi sonucunda ortaya çıkan ve ana hücreden oluşan iki hücreye **jenerasyon (nesil)**, bir hücrenin ikiye bölünmesi için geçen zamana ise **jenerasyon zamanı** denir. Jenerasyon zamanı, mikroorganizma türleri arasında farklılık gösterir. Örneğin *E. coli* türü için jenerasyon zamanı 20 dakika iken *V. parahaemolyticus türü* için 10-12 dakikadır.

Mikroorganizmalar, uygun besiyeri ortamında ve çevre koşullarında, türüne özgü bir sürede gelişerek çoğalır. Gelişme sırasında ortamdaki besin miktarı, atık madde miktarı, ortamın sıcaklığı gibi gelişimde etkili faktörler, bakterinin gelişim hızına da etki eder. Bu yüzden kültür ortamında, bakterilerin farklı gelişme dönemleri oluşur (Görsel 1.6).

Bu gelişme dönemleri şunlardır:

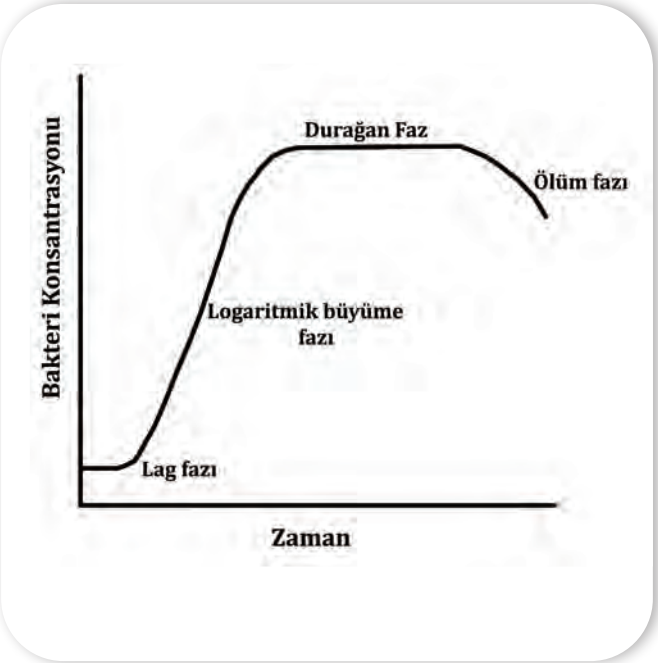
Lag Fazı: Popülasyonun değişmediği, hücrelerin büyüdüğü, bakterinin kütlesinin arttığı dönemdir.

Logaritmik Çoğalma Fazı: Popülasyondaki hücrelerin bölünerek çoğalmasıyla popülasyon sayısının arttığı dönemdir.

Durma Fazı (Durağan Dönem): Ortamdaki besin miktarının azalması ve atık madde birikimi sonucunda, az miktarda hücre çoğalırken az miktarda hücre ölür. Bu durum, yaşayan popülasyon sayısını sabit tutar.

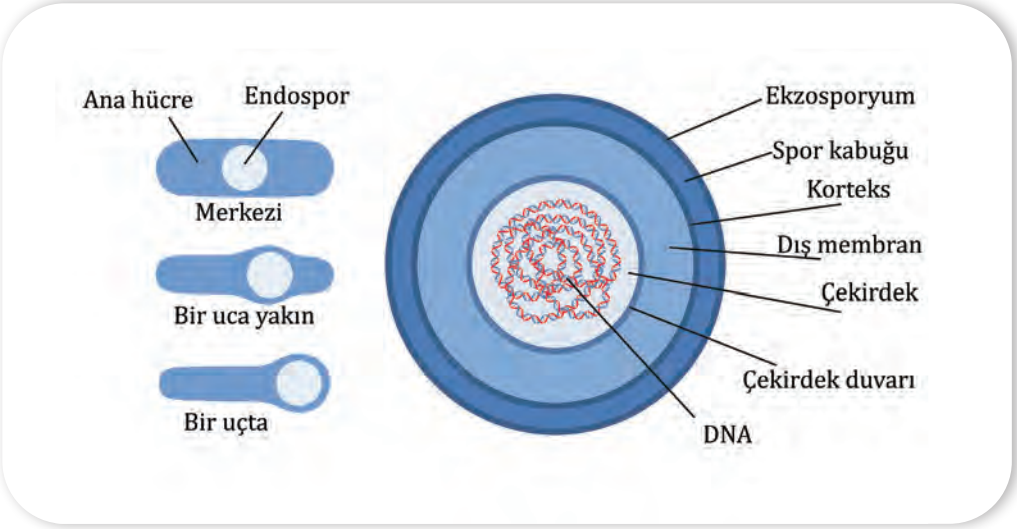
Ölüm Fazı: Durağan faz sonrasında, hücrelerin ölüm hızı çoğalma hızından daha yüksek olur. Bu yüzden hücre sayısında belirgin bir azalma olur.

Bacillus, Clostridium vb. bazı bakteriler, bulundukları ortam şartları güçleştiğinde bu zor şartlarda hayatta kalabilmek için vejetatif bakteri formuna göre ısı, ışık, don, kuruma, radyasyon vb. ortam şartlarına daha dayanıklı bir form olan kalın duvarlı ve dirençli,yuvarlak bir cisim oluşturur. Bu cisim, çoğu zaman **endospor** veya yalnızca **spor** olarak adlandırılır. Spor ya da endospor, bakterinin canlı ancak uykuda olan formudur. Ortam şartları iyileştiğinde endospor, çimlenme yoluyla vejetatif forma dönüşebilir.



Görsel 1. 6: Bakterilerin çoğalma eğrisi

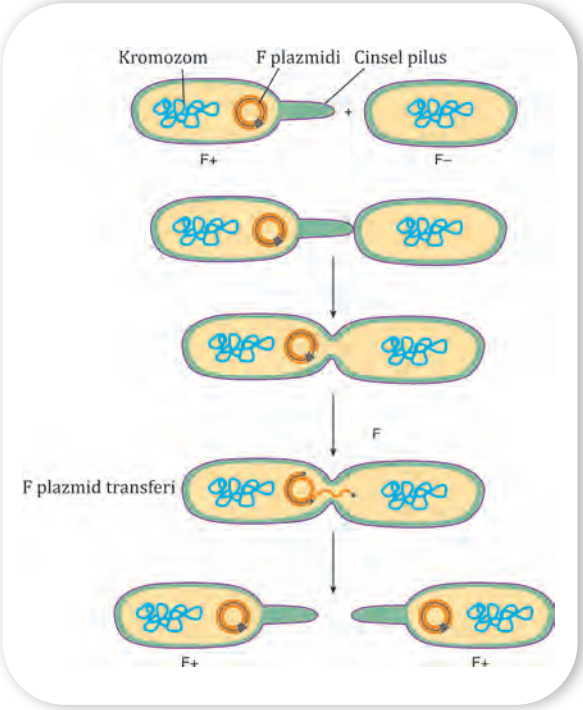
Endospor, çoğunlukla bakterinin uç kısımlarında olmak üzere hücrenin farklı bölgelerinde oluşabilir. Yani bakterinin **ortasında (santral), ucuna yakın (sub-terminal)** veya **uç kısmında (terminal)** yer alır (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Endosporun hücre yapısı ve hücre içerisindeki muhtelif yerleri

İki farklı bakteri türü, birbirine yaklaşarak aralarında sitoplazma köprüsü kurabilir ve bu sitoplazmik köprü vasıtasıyla gen alışverişi gerçekleştirebilir. Bu olaya **konjugasyon** adı verilir (Görsel 1.8).

Konjugasyon sonucunda, bakteri hücresinin yeni kalıtımsal özellik kazanmasına **rekombinasyon** denir. Rekombinasyon, bir üreme çeşidi olmayıp genetik çeşitlilik sağlar. Bu işlem sonucunda hücre popülasyonu artmaz.



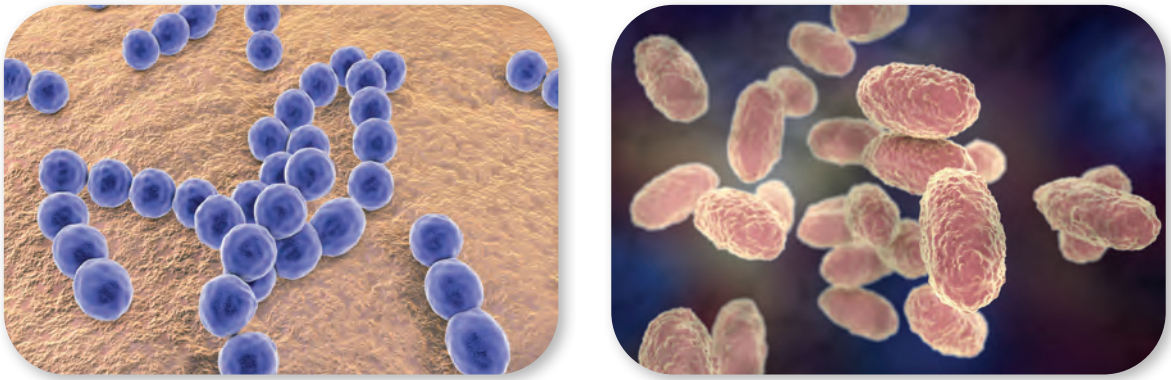
Görsel 1.8: Bakterilerde konjugasyon

1.1.3. Bakterilerin Sınıflandırılması

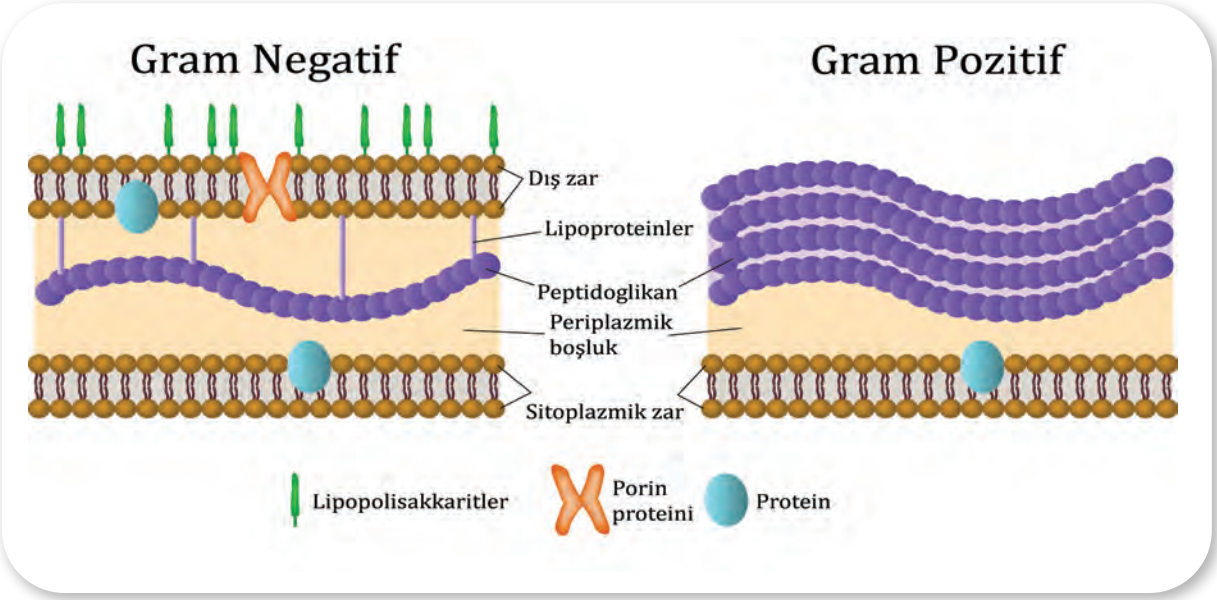
Bakterilerin sınıflandırılmasında sahip oldukları özellikler dikkate alınır. Gram boyanma, sahip oldukları şekil, hareket yetenekleri, solunum tipleri vb. birçok özellik sınıflandırmada kullanılabilir.

1.1.3.1. Bakterilerin Gram Boyanma Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Gram boyanma işleminde mikroskop altında **mavi-mor** renk alan bakteriler **gram (+)**, **kırmızı-pembe** renk alan bakteriler ise **gram (-)** olarak isimlendirilir (Görsel 1.9). Bakterilerin boyanma işlemi sonucunda farklı renk alması, gram (+) bakterilerin hücre duvarında bulunup gram (-) bakterilerde bulunmayan **peptidoglikan** isimli maddeden kaynaklanmaktadır (Görsel 1.10).



Görsel 1.9: Solda gram pozitif, sağda gram negatif bakteri hücresi örneği

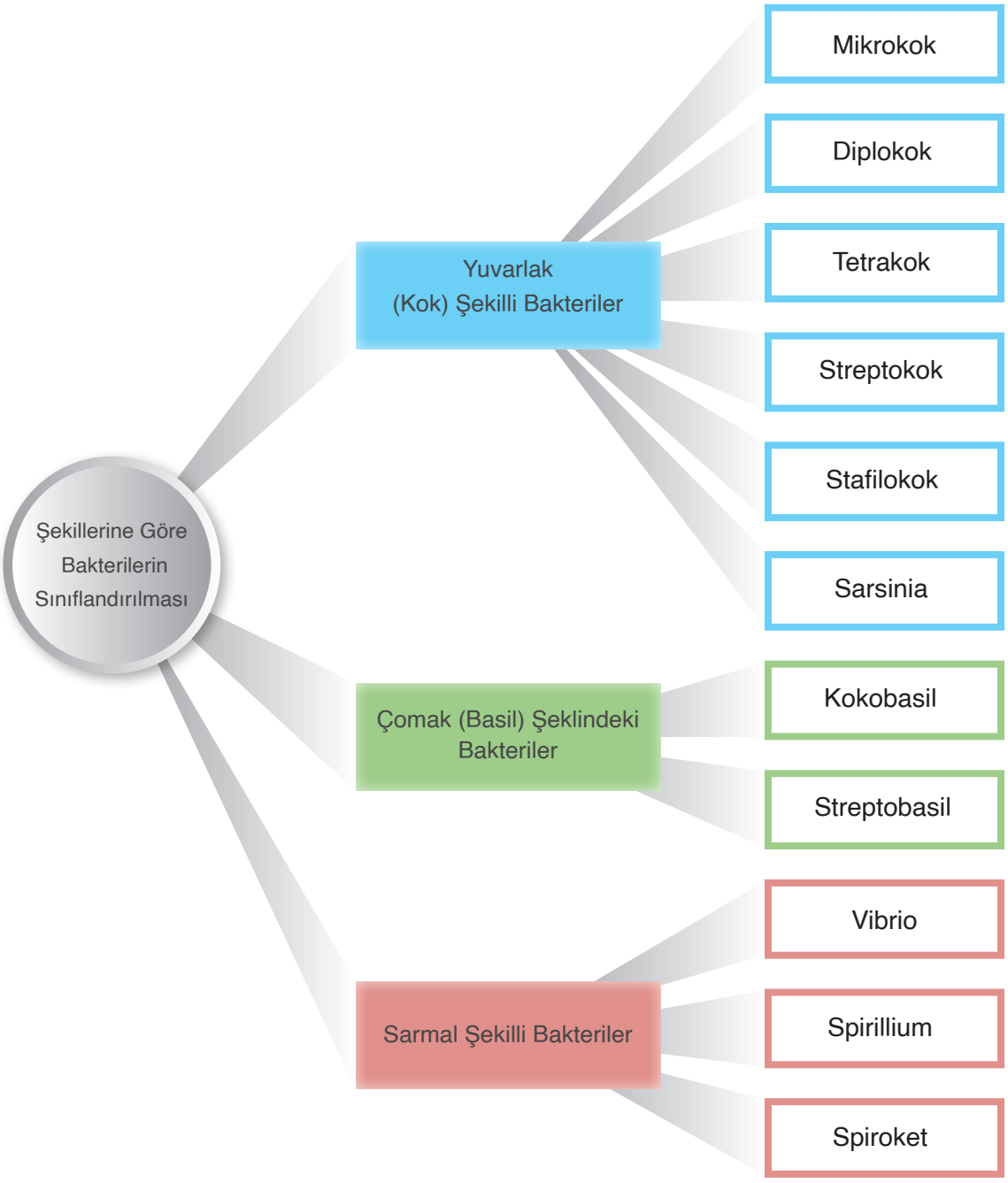


Görsel 1.10: Gram negatif ve gram pozitif bakteri hücre yapısındaki farklılıklar

1.1.3.2. Bakterilerin Sahip Oldukları Şekle Göre Sınıflandırılması

Bakteriler; yuvarlak şekilli, sarmal şekilli ve çomak şekilli olmak üzere üç farklı morfolojik yapıya sahiptir (Tablo 1.3 ve Görsel 1.11).

Tablo 1.3: Morfolojik Şekillerine Göre Bakterilerin Sınıflandırılması



Şekil yönünden küresel yapıda olan bakterilere **kok** adı verilir. Kok çeşitleri şunlardır:

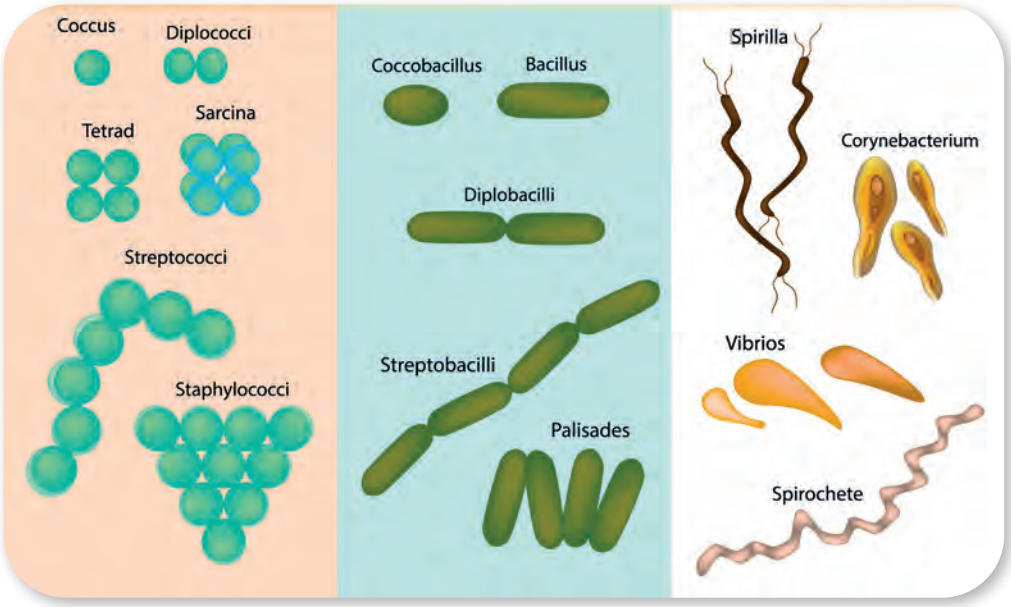
- **Mikrokok:** Bölünme sonucunda hücrelerin ayrılmasıyla oluşan şekildir.
- **Diplokok:** Bölünme sonucunda yapıların bitişik kalması hâlinde oluşan şekildir.
- **Tetrakok:** Bölünme sonucunda dörtlü yapılar hâlinde olan şekildir.
- **Sarsina:** Bölünme sonucunda sekizli yapılar hâlinde oluşan şekildir.
- **Streptokok:** Bölünme sonucunda yan yana zincir şeklinde oluşan şekildir.
- **Stafilokok:** Bölünme sonucunda salkım şeklinde yığınlar hâlinde oluşan şekildir.

Şekil yönünden çomak benzeri yapıda olan bakterilere **basil** adı verilir. Basiller ikiye ayrılır:

- **Streptobasil:** Çomak şeklindeki bakterilerin bölünme sonucunda zincir şeklini almasıyla oluşan bakteri formudur.
- **Kokobasil:** Kok şekli ile çomak şekli arasındaki geçiş formunda bulunan bakterilerdir.

Yalnız bir kıvrımlı olabileceği gibi 10-15 kıvrıma sahip olabilen bakterilere **sarmal bakteriler** denir. Sarmal bakteriler şunlardır:

- **Vibrio:** Virgül şeklindeki bakteri şeklidir.
- **Spiroket:** Bükülebilir bir kıvrımsal yapının olduğu şekildir.
- **Spirillum:** Sert ya da bükülemeyen bir kıvrımsal yapının olduğu şekildir.



Görsel 1.11: Çeşitli bakteri şekilleri

1.1.3.3. Bakterilerin Sıcaklık İsteklerine Göre Sınıflandırılması

Bakteriler, sıcaklık isteklerine göre psikrofilik, mezofilik ve termofilik olmak üzere üç grupta incelenir:

Psikrofilik Bakteriler: Bu grupta yer alan bakteriler soğuk seven bakteriler olarak adlandırılır. Öyle ki minimum 0 °C'de, optimum 15 °C'de ve maksimum 20 °C'de gelişir. Örneğin; *Listeria monocytogenes, Pseudomonas fluorescens bakterileri* vb.

Mezofilik Bakteriler: Optimum gelişme sıcaklığı 25 °C ile 45 °C arasında değişen bakteri grubudur. Doğadaki bitki veya hayvan kalıntılarını basit bileşenlere parçalayan **çürükçül (saprofit)** bakteriler ile gıda endüstrisinde önemli rol oynayan birçok bakteri türü bu grupta yer alır. Örneğin; *Escherichia coli, Staphylococcus bakterileri* vb.

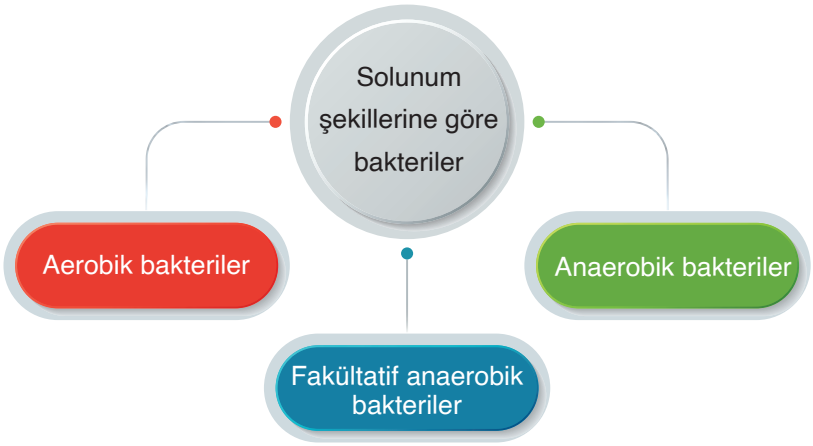
Termofilik Bakteriler: Nispeten yüksek sıcaklık koşullarına dayanabilen ve yaşamını davam ettirebilen bakteriler bu grupta yer alır. Termofil bakteriler minimum 35-45 °C'de, optimum

55 °C'de ve maksimum 60-90 °C'de gelişim gösterir. Örneğin; *Bacillus, Clostridium bakterileri* vb.

1.1.3.4. Bakterilerin Solunum Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Bakteriler, solunum şekillerine göre üç ana grupta sınıflandırılır (Tablo 1.4).

Tablo 1.4: Solunum Şekillerine Göre Bakterilerin Sınıflandırılması



Aerobik Bakteriler: Yaşamlarını devam ettirebilmek, üreyebilmek ve gelişebilmek için oksijene ihtiyaç duyan bakterilerdir. Örneğin; *M. tuberculosis, B. subtilis* vb.

Anaerobik Bakteriler: Oksijensiz ortamda gelişen bakterilerdir. Oksijen, anaerobik bakteriler üzerinde toksik etkiye sahiptir. Örneğin, *Clostridium sp.* vb.

Fakültatif Anaerobik Bakteriler: Oksijeni kullanabilen ancak fermantasyon veya anaerobik solunumla yaşamlarını sürdürebilen mikroorganizmalardır. Örneğin, *Lactobacillus bulgaricus vb.*

1.1.3.5. Bakterilerin Beslenme Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Bakteriler, beslenme şekillerine göre kendi besinini yapabilen **ototrof bakteriler** ile besinlerini bulundukları ortamdan hazır olarak alan **heterotrof bakteriler** olmak üzere iki gruba ayrılır (Tablo 1.5).

Tablo 1.5: Bakterilerin Beslenme Şekillerine Göre Sınıflandırılması

BESLENME ŞEKİLLERİNE GÖRE BAKTERİLER			
Ototrof Bakteriler		Heterotrof Bakteriler	
Fotosentetik bakteriler	Kemosentetik bakteriler	Parazit bakteriler	Saprofit bakteriler

Ototrof bakteriler: Fotosentetik bakteriler ve **kemosentetik bakteriler** olarak iki grupta incelenir.

a) **Fotosentetik Bakteriler:** Sitoplazmasında serbest hâlde klorofil taşıyan ve fotosentez yapabilen bakterilerdir.

b) **Kemosentetik Bakteriler:** Amonyak, nitrit, nitrat, kükürt gibi inorganik bileşikleri oksitleyerek kimyasal enerji üreten bakterilerdir. Nitrifikasyon bakterileri ve kükürt bakterileri bu grupta yer alır.

Heterotrof bakteriler: Saprofit bakteriler ve **parazit bakteriler** olarak iki grupta incelenir.

a) **Saprofit Bakteriler:** Bu bakteriler dış ortama salgıladıkları enzimler ile bitki ve hayvan ölülerini daha basit maddelere parçalayarak çürümelerini sağlar. Madde döngüsünü sağladıklarından doğada önemli rol üstlenir. Bakterilerin çoğu bu grupta yer alır.

b) **Parazit Bakteriler:** Saprofitlerden farklı olarak sindirim enzimleri bulunmadığından besinlerini, üzerinde yaşadıkları canlılardan temin eder. Bazıları üzerinde yaşadığı canlıya zarar vermezken bazıları ise konak canlının ölümüne yol açabilir.

1.1.4. Bakterilerin Hücre Yapısı

Bakteriler, prokaryotik hücre yapısına sahip mikroorganizmalardır (Görsel 1.12). Bakterilerin anatomik yapısı başlıca iki bölümde incelenir (Tablo 1.6).

Tablo 1.6: Bakteri Anatomik Yapısına Ait Kısımlar

İç Yapılar	Dış Yapılar
• Sitoplazmik membran (zar) • Mesozom • Nükleoid • Ribozom • Plazmid	• Hücre duvarı • Kamçı • Pilus • Kapsül

1. Dış Yapılar: Bakterilerin dış kısmında bulunan, bakterinin yaşamını devam ettirebilmesi için zaruri olmayan yapılardır. Bunlar hücre duvarı, flagella (kamçı), fimbria (pilus) ve kapsüldür.

a) **Hücre Duvarı:** Kalınlığı, bakteri türleri arasında farklılık gösteren hücre duvarı, bakterileri çevresel faktörlerin olumsuz etkilerinden korumakla beraber osmoz olayında da görev alır.

b) **Kamçı:** Bakterilerin protein yapısında olan hareket organelidir.

c) **Pilus:** Bakterilerin hücre zarından çıkan basit ve seks pilusu olarak isimlendirilen organeldir. Bakterinin tutunmasında görev alır.

d. Kapsül: Bazı bakteri hücrelerinde jel kıvamında oluşan ve bakteri hücresinin en dışında bulunan kısımdır. Bakterileri dış etkilerden korurken bakterilerin hastalık yapabilme yeteneğini de artıran organeldir.

2. İç Yapılar: Sitoplazmik membran (zar), mesozom, nükleoid, ribozom, plazmidden oluşur.

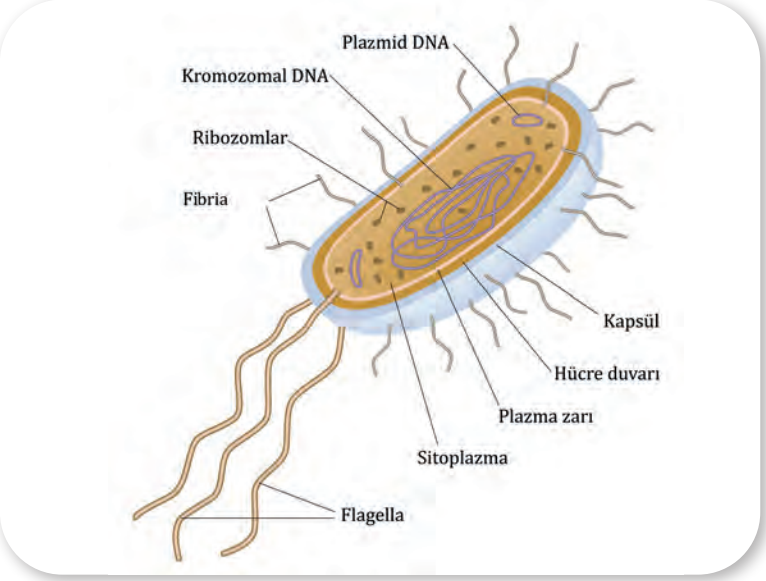
a) **Sitoplazmik Membran:** Hücre duvarının altında bulunan ve sitoplazmayı saran iki katmanlı bir zardır.

b) **Mesozom:** Görevleri tam olarak açıklanamayan sitoplazmik zarın sitoplazma içerisine doğru kıvrılmasıyla oluşan yapılardır.

c) **Nükleoid:** Bakterilerin orta kısmında birbiri üstüne katlanarak yumağa benzer hâl almış, tek kromozomdan ibaret, uzun, dolaşmış bir DNA molekülünden oluşan genetik materyaldir.

d) **Ribozom:** Bakteri hücresinde protein sentezinin yapıldığı organeldir.

e) **Plazmid:** Prokaryotik hücrelerde kromozomlardan ayrı olarak yer alan ilave kromozomal DNA parçalarıdır. Plazmidler, olumsuz koşullar altında bakteri kromozomu ile birleşerek bakteriye yeni özellikler kazandırır.



Görsel 1. 12: Bakteri hücre yapısı

1.1.5. Bakterilerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Bakteriler, çeşitli gıdaların üretiminde (fermantasyonu gerçekleştirmesi vb.) kullanılması, bazı gıdaların bozulmasına neden olması ve gıdanın kalite özelliklerini (görünüm, lezzet, tekstür vb.) etkilemesi gibi özellikleri ile gıda endüstrisinde büyük öneme sahiptir. Bu sebeple gıda endüstrisinde önemli olan bazı bakterilerin bilinmesi gerekir.

1.1.6. Gıda Endüstrisinde Önemli Bazı Bakteriler

Acetobacter: Alkollü içecekler ile meyve sularında ekşimeye, bazı meyvelerin çürüme yoluyla bozulmasına neden olur. Alkollü içecek üretiminde istenmeyen sirkeleşme hastalığına neden olur. *Acetobacter aceti,* sirke üretiminde görev alan önemli bir türüdür (Görsel 1.13).

Görsel 1.13: Balzamik sirke

Acinetobacter: Toprak, su ve kirli sularda bulunur. *Acinetobacter baumannii* türü, insanlarda idrar yolu enfeksiyonuna ve zatürreye neden olur.

Aeromonas: Bazı balıklarda **furunkulozis** adı verilen ve balık vücudunun çeşitli yerlerinde **furunkeller** (kabarcıklar), kanamalar ve apse vb. oluşumu ile karakterize olan bulaşıcı bir hastalığa neden olur. Sığırlarda abortus (yavru atma, düşük) ve mastitise (Görsel 1. 14), memeli hayvanlarda septisemiye (kan zehirlenmesi), insan ve domuzlarda ishale neden olur. Proteinli gıdaların anaerobik ortamda depolanması sırasında gelişir.

Görsel 1.14: Mastitisli hayvan sütü

Bacillus: Toprakta ve bitkisel ürünlerde (özellikle baharatlarda) yaygın olarak bulunur. Çoğu, mezofil olmakla birlikte psikrofil ve termofil türleri de vardır.

Bacillus cereus türü, gıda kaynaklı zehirlenmelere ve ekmekte sünme hastalığına (rope hastalığı); *Bacillus anthracis*, şarbon hastalığına neden olan patojen türleridir.

B. coagulans ve *B. stearothermophilus* türleri, gıdaların özellikle de konserve gıdaların bozulmasına neden olur.

B. subtilus, enzim ve subtilin antibiyotiğinin üretiminde kullanılır.

Bifidobacterium: İnsan, hayvan ve kuş kalın bağırsağında bulunur ve *B. bifıdium, B. infantis* vb. türleri probiyotiktir (iyi ve yararlı) (Görsel 1.15).

Görsel 1.15: Bazı probiyotik bakteriler

BİLGİ KUTUSU

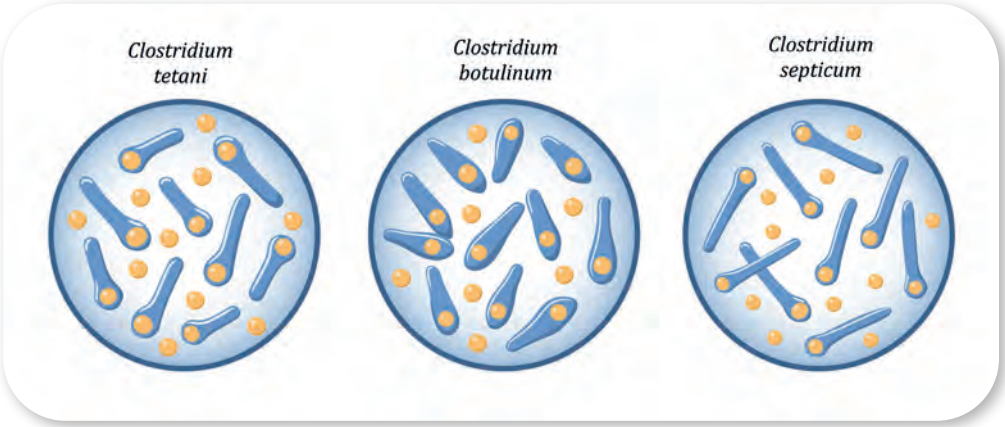
Probiyotik: Tüketildiklerinde sağlık üzerinde olumlu etki yaptıkları düşünülen mikroorganizmalardır.

Brevibacterium: *B. linens* ve *B. casei* türleri, peynir üretiminde aroma oluşumunu sağlayıcı starter kültür olarak kullanılırken bazı türleri proteince zengin balıklarda bozulma yapar.

Brucella: Hayvanlarda hastalık yapan bir bakteridir (Görsel 1.16). **Bruselloz** adı verilen ve üşüme, hâlsizlik, baş ağrısı, eklem ağrısı ve dalgalı seyreden ateş ile kendini gösteren bir hastalığa neden olur. Hastalık; insana koyun, keçi, inek ve domuzdan bulaşır. Bulaşma; hayvanın et, süt ve süt ürünleri, hasta hayvan atıkları vb. ile olur. *B. melitensis*, *B. abortus*, *B. suis* gibi **patojen** (hastalık yapıcı) türleri bulunur.

Görsel 1.16: *Brucella* cinsi bakteri

Clostridium: Anaerob ortamlarda yaşayabilen ve spor oluşturabilen bakteri grubudur (Görsel 1.17). Sporları sıcaklığa karşı dayanıklıdır.



Görsel 1.17: *Clostridium* cinsi bazı bakteriler

C. butyricum türü, peynirlerde geç şişmeye ve konserve gıdalarda bombaja neden olur.

C. botulinum, botulin adı verilen öldürücü bir toksin üreterek botulizm zehirlenmesine neden olur. Merkezi sinir sisteminde meydana gelen zehirlenme yapar. Belli kaslarda felç oluşumuna neden olur. Ağır seyreden vakalarda nefes darlığı, kalbin durması ve ölümle sonuçlanabilir.

C. perfringens, sporları ısıya dayanıklı olduğu için 100 °C'nin altında inhibe olmaz. Gazlı kangren hastalığına neden olur.

C. tetani, insan ve hayvanlarda tetanos hastalığı yapar.

Coxiella: Doğal konakları koyun, sığır, keçi, kuşlar vb. dir. ***C. burnetii*** türü, insanlarda ***Q humması*** adı verilen ve ateş, titreme, baş ağrısı iştahsızlık gibi belirtilerle seyreden bir hastalığa neden olur.

Enterobacter: En önemli üyesi *E. aerogenes*'tir ve sanitasyon göstergesinde kullanılan indikatör bakteridir. Gıdalarda gaz oluşturarak gıda bozulmalarına neden olur. Sıklıkla bağırsak florasından izole edilir.

Enterococcus: Sanitasyon göstergesinde kullanılan indikatör bakterilerdendir (Görsel 1.18). İnsan, kuş, hayvan bağırsağında ve doğada bulunur. Gıdaların bozulmasında etkilidir.

Görsel 1.18: *Enterococcus* bakteri hücresi

E. faecalis, bağırsak hastalığına neden olan önemli bir türüdür.

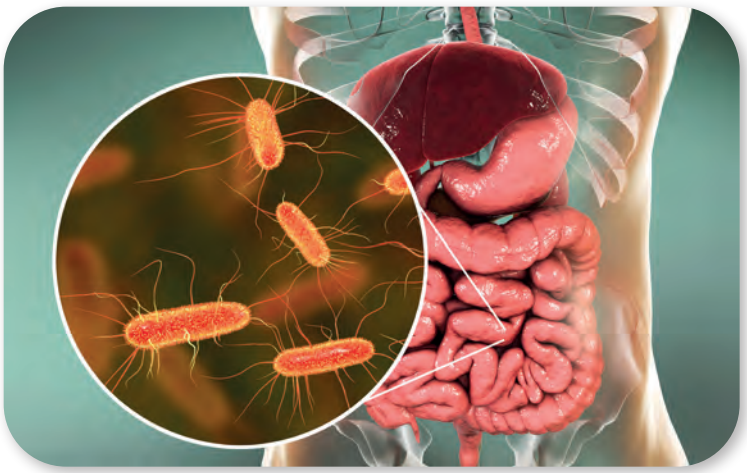
Erwinia: Çoğu, bitki patojenidir. Pektinolitik enzim salgıladıklarından bitkilerde **yumuşak çürüklük** hastalığına neden olur. ***E. carotovora*** türü, yüksek enzim aktivitesine sahip olması nedeniyle bakteriyel **yumuşak çürüklük** olarak adlandırılan bozulmalara neden olur.

Erwinia amylovora türü, özellikle **elma, armut ve ayvalarda ateş yanıklığı** adı verilen bir hastalık yapar. Bu hastalıkta başlangıçta enfekteli kısımlar solar, büzüşür, kahverengileşir, zamanla siyahlaşarak ateşte yanmış gibi bir görünüm alır (Görsel 1.19).

Görsel 1.19: Elmada yumuşak çürüklük ve ateş yanığı hastalığı

Escherichia: İnsanların, kuşların ve sıcakkanlı hayvanların ve bağırsak içeriklerinde bulunur. Patojenik *E. coli* suşları, gıda kaynaklı gastroenterite (mide-bağırsak iltihabı) neden olur (Görsel 1.20). Hastalık, kusma ve ishal ile belirti gösterir.

Bu bakterilerin gıdalarda tespit edilmesi sanitasyonun yeterli olmadığını ve fekal (dışkı) kökenli bir bulaşmanın olduğunu gösterir.



Görsel 1.20: *Escherichia coli* bakterisi

Klebsiella: Hayvan ve insanların bağırsak sisteminde, toprakta, suda ve tahıllarda bulunur. Sanitasyon indikatörü bakteri olarak **koliform** mikroorganizmalar sınıfına dâhildir.

BİLGİ KUTUSU

Koliform Bakteriler: Sıcakkanlı hayvanların sindirim sisteminde bulunan, gıdalarda genel hijyen kalitesinin göstergesi olarak kabul edilen bakterilerdir. Gıdalarda koliform grubu bakterilere rastlanması; yetersiz, yanlış sanitasyon ve ısıl işlem yapıldığının göstergesidir.

Bazı Koliform Bakteriler: *Escherichia, Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter, Salmonella, Shigella, Yersinia vb.*

Lactobacillus: Birçoğu anaerobik veya fakültatif anaerobiktir. Optimal gelişme sıcaklıkları genellikle 25-30 °C arasındadır. Doğada çok yaygın olarak bulunur. Bitkisel kaynaklarda, organik kalıntılarda, sütte, ette ve bağırsak florasında bulunur.

Çoğu *Lactobacillus* türü, gıda üretiminde kullanılır. ***L. delbrueckii subsp. bulgaricus*** (Görsel 1.21), yoğurt üretiminde; *L. helveticus* ve *L. plantarum* türleri peynir ve kefir üretiminde ve bazı türleri (*L. acidophilus, L. reuteri, L. casei)* probiyotik olarak kullanılır.

Bazı türleri (*L. sake, L. curvatus*) soğukta depolanan ürünlerde gelişerek risk oluşturabilir. *Lactobacillus*, **bakteriyosin** adı verilen ve gıda koruyucusu olarak kullanılabilen bir madde üretir.

Görsel 1.21: *Lactobacillus bulgaricus*

BİLGİ KUTUSU

BAKTERİLERİMİZ DE "SÖZ SAHİBİ"

Bilimsel araştırmalar, karın ve beyin ilişkisinde yeni bir aktörü daha ön plana çıkarıyor. Bağırsaklarımızda yaşayan ve sayılarının 100 trilyonu bulduğu tahmin edilen bakterilerin de beynin etkinlikleri üzerinde etkili olduğu yönünde bulgular var. Topluca bağırsak florası olarak adlandırılan bu bakteriler milyonlarca yıl içinde bizimle karşılıklı faydaya dayalı bir uyum sağlayacak biçimde gelişmiş. Bu bakterilerin **probiyotikler** olarak da anılan büyük kısmının bize faydası dokunuyor. Probiyotik bakteriler, besinleri gerekli şekilde sindirmemize yardımcı olan enzimleri ve başka maddeleri salgılıyor.

Ontario'daki McMaster Üniversitesinde psikiyatri ve davranışsal sinirbilim alanlarında Doçent olan Jane Foster ve ekibi, bağırsaklarımızdaki bakteriler ile beynimiz arasında doğumdan itibaren sürekli bir iletişim olduğunu keşfetti. Bu iletişim bebeklik çağında beynin devrelerinin şekillenmesinde önemli bir rol oynuyor. Kaygı durumunu ve hafızayı etkiliyor, beynin korkuyla ilgili düzenleme merkezi olan amigdalada ve beynin derinliklerinde yer alan, hafıza ve öğrenme için hayati bölge olan hipokampüste değişimler yaratıyor. Foster ve ekibinin bulguları, başka araştırmacılara, sindirim sisteminin mikrobik bileşiminde değişimler oluşturmanın, stresle ilintili bozuklukların, örneğin depresyonun tedavisinde ve huzursuz bağırsak sendromu ve yangılı bağırsak hastalığı gibi hastalıkların kontrol altına alınmasında yardımcı olabileceğini düşündürüyor.

Şimdilerde hangi bağırsak florası bileşiminin, zihinsel sağlığımızı nasıl etkilediğini anlamayı ve bulguları tedaviye dönüştürmeyi amaçlayan araştırmalar da yapılıyor. Bunlardan biri İrlanda'daki College Cork Üniversitesinden John Cryan tarafından bir ***Laktobacillus*** cinsi bakteri üzerinde yapılan araştırma. *Laktobacillus*, bağırsakta bulunan zararsız bir bakteri, aynı zamanda peynirin, yoğurdun ve pek çok mayalanmış gıdanın da bir bileşeni. John Cryan, üzerinde çalıştıkları *Laktobacillus* cinsinin farelerin beyin hücrelerinde çok önem taşıyan bir nörotransmitter olan GABA'ya duyarlı almaçların üretimini değiştirdiğini ve farede kaygı göstergesi olan davranışları azalttığını keşfetti. Bu ve benzeri bulgular, henüz çok spesifik bakteri soyları ve onlarla ilintili çok spesifik etkiler için geçerli olsa da **probiyotiklerin** de beynimiz üzerinde bir şekilde etkili olabileceğini düşündürüyor.

İlay Çelik,
Bilim ve Teknik Dergi ,2014 Ekim sayı
Düzenlenmiştir.

Lactococcus: Gram-pozitif, fakültatif anaerobik, mezofilik bakterilerdir. Fermantasyonun son ürünü olarak **laktik asit** üretir. Birçok fermente gıdanın, özellikle fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılır.

L. lactis subsp. lactis ve L. lactis subsp. cremoris çiğ süt ve tereyağı üretiminde görev alır.

Birçok türü bakteriyosin üretir. Bakteriyosin üretmeleri nedeniyle antifungal özellik gösterir.

Listeria: Doğada (toprakta, atık sularda, hayvan yemlerinde, yumurtada, et ve et ürünlerinde, balıklarda, sebze ve meyvelerde, süt ve süt ürünlerinde) yaygın olarak bulunur.

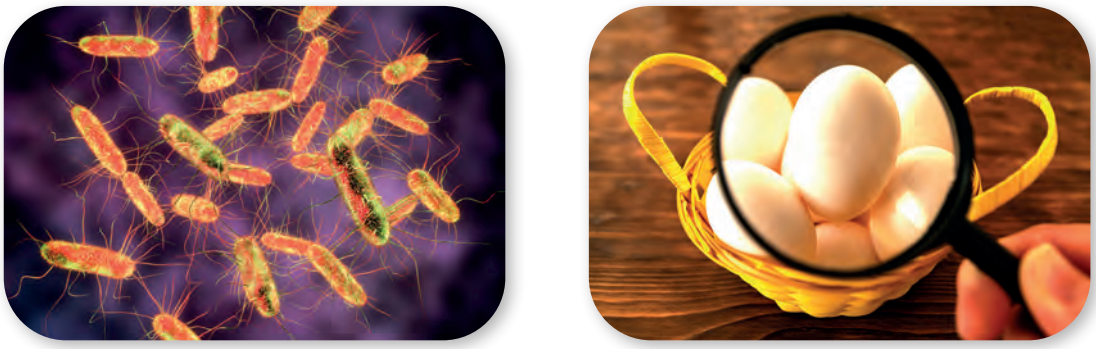
L. monocytogenes ve L. ivanovii önemli gıda patojeni türleridir. Isıya duyarlı olduklarından pastörizasyon işlemi ile etkisiz hâle getirilir.

Kontamine olan gıdaların tüketilmesiyle **listerioz** adı verilen enfeksiyöz hastalık ortaya çıkar. Listeriozisin önlenmesi için başlangıçta ham madde kontaminasyonu önlenmeli; sonrasında gıdaların hazırlanması, işlenmesi sırasında hijyenik önlemler alınmalıdır.

BİLGİ KUTUSU

Kontaminasyon: Bulaşma, sağlıksız hâle gelme demektir.

Salmonella: Cinsin tüm türleri insan ve hayvanlar için patojeniktir. Mezofilik bakteri olduğundan ısıl işleme dayanıksızdır ancak dondurulmuş gıdalarda uzun süre canlı kalabilir. Yetersiz ısıl işlem görmüş et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdaların tüketilmesi ile insanlara bulaşır ve **salmonellozis** adı verilen hastalığa sebep olur (Görsel 1.22 b). *Salmonella typhi;* ateş, kusma, ishal vb. belirtileri ile kendini gösteren **tifo** hastalığına neden olur.



(a) (b)

Görsel 1. 22: *Salmonella* bakterisi (a) özellikle enfekte olmuş yumurtalardan bulaşır.

Staphylococcus: Yuvarlak şekilli, üzüm salkımı şeklinde olan, gram-pozitif, mezofilik ve fakültatif anaerobik bakterilerdir (Görsel 1. 23). Bakteri, %10'luk tuz çözeltisi içerisinde çoğalabilir.

S. aureus türleri, gıdalarda gelişimleri sırasında toksin üretir ve bu toksinlerin vücuda girmesi ile yaygın gıda zehirlenmelerine neden olur. Zehirlenmenin ilk belirtileri, gıda tüketiminden 2-4 saat sonra görülmeye başlar ve kusma, ishal; ağır vakalarda ise şok şeklinde kendini gösterir. Organizmalara kolaylıkla yayılabilir; insanın derisinde, elinde kolaylıkla yaşamını sürdürebilir.

Görsel 1.23: *Staphylococcus aureus*

Streptococcus: Küresel yapıda, zincir oluşturan gram-pozitif bakterilerdir.

S. pyogenes ve *S. pneumoniae* türü patojendir.

S. termophilus türü ise yoğurt yapımında laktozdan laktik asit üreten **starter kültür** olarak görev alır (Görsel 1. 24).

Görsel 1.24: S. *Termophilus*

BİLGİ KUTUSU

Starter Kültür: Belirli koşullar altında yoğurt, peynir, kefir, turşu, sucuk vb. gıdaların üretiminde aroma geliştirmek, tekstür gelişimini ve asit oluşumunu sağlamak vb. amaçlarla kullanılan mikroorganizmalardır.

Yersinia: İnsan ve hayvanların sindirim kanalında bulunur.

Yersinia enterocolitica, gıda kaynaklı salgın hastalıklara neden olur. Soğuk iklime sahip Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da önemli salgınlara yol açabilir. En önemli kaynağı domuz olduğundan domuz eti, *Y. enterocolitica* açısından riskli gıdalar arasındadır.

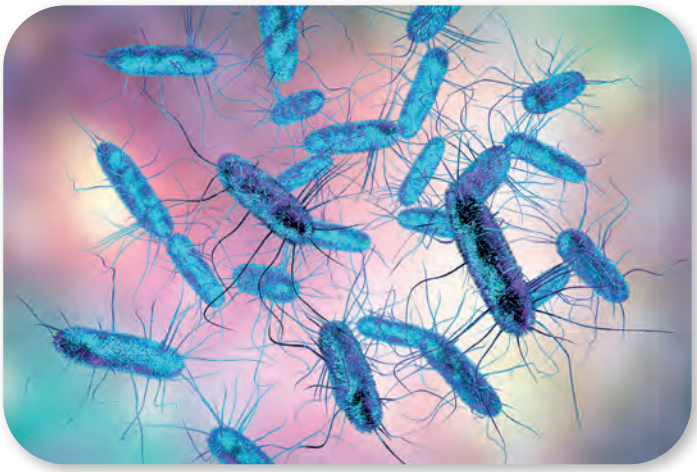
Y. pestis, 14. yy.da Avrupa nüfusunun %25'inin ölümüne yol açan veba salgınının sebebidir (Görsel 1.25).

Görsel 1.25: *Yersinia pestis*

Vibrio: Gram (-), virgül veya "S" şeklinde bir bakteridir.

V. cholerae tipi, kolera salgınlarının etmenidir. Hastalık, mikrobun vücuda alınmasından 2-3 gün sonra aniden kusma, şiddetli ve sulu ishal ile başlar. **Kolera**, hastalıklı kişilerin dışkılarıyla bulaşmış gıda ve suların tüketilmesiyle ortaya çıkar. Deniz ürünleri, çiğ sebze meyveler, çiğ etler, bu bakterinin sıkça bulunduğu gıdalardır.

Mezofilik bir bakteri olduğundan etkili bir pastörizasyon ile inhibe edilebilir (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: *Vibrio cholerae*

UYGULAMA FAALİYETİ - 1 SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Bakteri hücre yapılarının mikroskop altında incelenerek öğrenilmesi
ARAÇ-GEREÇ	Mikroskop, lam-lamel, damlalık, fizyolojik su, farklı bakteri örnekleri

Preparatlar ve mikroskop ortamı öğretmen tarafından hazırlanır.

İşlem Basamakları

Lam-lamel arası preparat hazırlanır. Bunun için,

- Örnek maddesi **sıvı** ise lam üzerine pipet ile bir damla konur. Üzerine lamel kapatılır.
- Mikroskopta incelenecek madde **katı** ise

1. Önce lam üzerine bir damla fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl ihtiva eden su) konur.
2. Örnekten öze ya da iğne yardımı ile bir parça alınarak bu fizyolojik suyun içerisine ilave edilir.
3. Karışım süspanse hâle gelene kadar karıştırılır ve ardından üzerine lamel kapatılır.
4. Hazırlanan preparat mikroskoba doğru şekilde yerleştirilir.

Öneriler

I. Mikrobiyal bulaşmanın önüne geçmek için hijyenik koşullara dikkat ediniz.

II. Süspansiyon işleminde fizyolojik su ve örnek maddenin iyice karışması sağlayınız.

III. Mikroskop kullanımında dikkat edilen adımlara uygun hareket ederek inceleme yapınız.

- Mikroskopta uygun adımlar izlenerek görüntü bulunur.
- Bulunan bakteri şekilleri, laboratuvar defterine çizilir ve bakterinin şekil yönünden hangi bakteri sınıfına ait olduğu ifade edilir.

IV. Mikroskopta görüntüsünü bulduğunuz farklı bakteri şekillerini ve hücre yapılarını tartışınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Elde edilen bakteri görüntüleri şekil yönünden birbirleriyle aynı mı?
2. Farklı bakteri şekillerini nasıl adlandırırsınız?
3. Görüntüsü elde edilen bakteriler sizce hangi kaynaklardan gelmiştir?

1.ÖĞRENME BİRİMİ 1. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlenin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerdeki bilgiler doğru ise **(D)**, yanlış ise **(Y)** yazınız.

1. (.....) Mikroorganizmaların sınıflandırılmasında kullanılan temel birim türdür.

2. (.....) Prokaryot hücrelerde endoplazmik retikulum, golgi cisimciği ve mitokondri gibi çift zarla çevrili organeller vardır.

3. (.....) Brusellozis hastalığının etmeni olan mikroorganizma *Salmonella*'dır.

4. (.....) Durgun kültürde bakterilerin en hızlı yetiştiği dönem logaritmik dönemdir.

5. (.....) Bakterilerin olumsuz koşullarda meydana getirdikleri dinlenme yapılarına endospor adı verilir.

6. (.....) *E. coli* 'nin gıdalarda olması sanitasyonun yeterli olmadığını gösterir.

7. (.....) Oksijene mutlak gereksinim duyan mikroorganizmalara fakültatif anaerobik mikroorganizmalar denir.

8. (.....) Bakteriler sahip oldukları hücre şekline göre yuvarlak, çomak ve sarmal şekilli olmak üzere üçe ayrılır.

9. (.....) Sindirim enzimleri bulunmadığından besinlerini, üzerinde yaşadıkları canlılardan temin eden bakterilere fotosentetik bakteriler denir.

10. (.....) Kamçı, protein yapısında olup bakteriyi olumsuz çevre koşullarından koruyan bakteri organelidir.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 1. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

11. Çıplak gözle görülemeyecek kadar küçük olan canlıları inceleyen bilim dalına…….. denir.

12. Mikroorganizmaların isimlendirilmesinde ……. adlandırma sistemi kullanılır.

13. Belirgin bir zarla çevrili çekirdeği ile zarla çevrili organelleri bulunmayan hücrelere ……hücre denir.

14. Mayalar, küfler, algler, protozoalar ……. hücre yapısına sahip canlılardır.

15. Ortamda bulunmaları, ürünlerin muhafaza edildiği hijyen şartlarının yetersiz olduğuna ve bir bulaşmanın söz konusu olduğuna işaret eden mikroorganizmalara ……mikroorganizma denir.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Gram negatif bakterilerin gram boyama sonucunda aşağıdaki renklerden hangisine boyanır?

A) Mor-mavi renkli boyanır.
B) Gri renkli boyanır.
C) Yeşil-bordo renkli boyanır.
D) Sarı renkli boyanır.
E) Kırmızı-pembe renkli boyanır.

17. Bakterilerin vejetatif çoğalma şekli aşağıdakilerden hangisidir?

A) Tomurcuklanma
B) İkiye bölünme
C) Sporla çoğalma
D) Mitoz bölünme
E) Mayoz bölünme

18. Bazı balıklarda furunkulozise, sığırlarda abortusa, mastitise, insan ve domuzlarda ishale neden olan bakteri cinsi aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Escherichia*
B) *Salmonella*
C) *Brucella*
D) *Aeromonas*
E) *Clostridium*

19. Mezofilik bakterilerin optimum gelişme gösterdiği sıcaklık aralığı aşağıdakilerden hangisidir?

A) 10-15 °C
B) 12-2 °C
C) 25-30 °C
D) 25-45 °C
E) 50-55 °C

2.BÖLÜM

MAYALAR

KONULAR

- MAYALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ
- MAYALARDA ÇOĞALMA
- MAYALARIN HÜCRE YAPISI
- MAYALARIN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ

BU BÖLÜMDE ;

- Mayaların genel özelliklerini ve hücre yapılarını,
- Mayaların nasıl çoğaldıklarını,
- Mayaların kaç sınıfa ayrıldığını,
- Mayaların gıda endüstrisinde nasıl bir öneme sahip olduğunu öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Maya
- Maya hücre yapısı
- Çoğalma
- Gıda endüstrisinde mayalar

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Yararlı ve zararlı birer maya türü seçerek onlar hakkında bilgi toplayınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Mayaların bakteri ve küflerden ayrılan özellikleri hakkında bilgi toplayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.2. MAYALAR

1.2.1. Mayaların Genel Özellikleri

Ökaryotik hücre yapısına sahip mayalar, filamentsiz ve fotosentez yapamayan mantar sınıfıdır. Aerobik şartlarda çok iyi gelişme gösterir. Tabiatta yaygın olarak bulunur. Küflerden ayrılan en önemli özelliği tek hücreli olmalarıdır. Mayaları bakterilerden ayıran önemli özellikler şunlardır:

- Maya hücre şekillerinin (elips, oval vb.) bakterilerden (virgül, spiroket, yuvarlak, çubuk vb.) farklı olması
- Maya hücrelerinin bakteri hücrelerinden daha büyük olması
- Mayaların daha çok tomurcuklanma yöntemi ile çoğalması
- Maya hücresinde bulunan çekirdek ve sitoplazmik vakuollerin mikroskopta ayırt edilebilmesi

Mayaların bazı özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gıda endüstrisinde hamurun mayalanması, bazı vitamin ve enzimlerin sentezlenmesi gibi önemli işlevlere sahiptir. Bununla birlikte gıda maddelerinin bozulmasına neden olduğu için ürün ve maliyet kaybı gibi olumsuz sonuçlar doğurur.
- Tek hücrelidir.
- Hücrelerinde zarla çevrili organelleri bulunur.
- Bazı maya türleri patojendir.
- Gıda üretiminde starter kültür olarak kullanılır (Görsel 1.27).
- pH gelişim aralığı geniş olup bazıları pH:1,5 gibi yüksek asidik şartlarda yaşamını sürdürebilir.
- Bazı maya türleri %18 gibi yüksek alkol yoğunluğunda, bazı ozmofilik türler ise %55-60 gibi yüksek şeker yoğunluğunda gelişebilir.
- Mayalar genel olarak 0-40 °C sıcaklık aralığında gelişir. Bu aralık patojen türler için 25-37 °C arasıdır.

(a)

(b)

Görsel 1. 27: *S. cerevisiae* mayasının ticari çeşitleri [(kuru maya, yaş maya ve instant maya), (a)] ve *S. cerevisiae* hücre yapısı (b)

- Enerji kaynağı olarak çoğunlukla karbonhidratları kullanır.
- Katı besiyerinde krem renkli koloniler oluşturur.

1.2.2. Mayalarda Çoğalma

Mayalar hem eşeyli hem de eşeysiz çoğalabilmektedir.

1.2.2.1. Mayalarda Eşeyli Çoğalma

Eşeyli çoğalmada şu aşamalar görülür:

- İki farklı haploit (n sayıda kromozom) maya hücresinin bir araya gelerek sitoplazmalarının birleşmesi (**plazmogami**)
- Farklı hücrelerden gelen çekirdeklerin birleşmesi (**karyogami**)
- Birleşme sonucunda iki katına çıkan kromozom sayısının (2n sayıda kromozom) **mayoz bölünme** ile tekrar yarıya inmesi
- Hücre sayısının iki katına çıkması

Eşeyli üreme ile başlangıç aşamasında birleşen haploit hücrelerden **farklı genetik özelliklere sahip** yavru hücreler oluşur.

1.2.2.2. Mayalarda Eşeysiz Çoğalma

a) Bölünme Yoluyla Çoğalma:

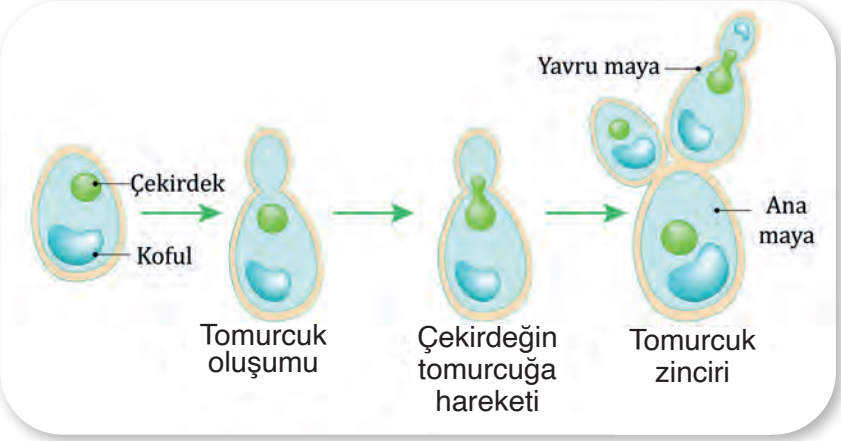
Maya hücrelerinin ikiye bölünmesi ile yeni yavru hücrelerin oluşmasıdır.

Bölünerek çoğalma aşamaları şunlardır:

- Öncelikle hücre çekirdeği ikiye bölünür ve oluşan parçalar birbirinden uzaklaşır.
- Hücrenin orta yerinde enine bir zar oluşarak septum ya da ara bölme de denilen yapı oluşur.
- Hücre ara bölme üzerinden ikiye bölünür.

b) Tomurcuklanma Yoluyla Çoğalma:

Tomurcuklanma yoluyla çoğalma özellikle mayalara özgüdür. Gelişmekte olan bir maya hücresi, normal büyüklüğe ulaştıktan sonra, ortam koşulları vejetatif çoğalmaya uygunsa tomurcuk oluşturma yeteneği kazanır. Tomurcuklanma, ana hücrenin hücre duvarının herhangi bir yerinde, çoğunlukla da uçta veya uca yakın bir kısmında çözünmesiyle başlar (Görsel 1.28). Tomurcuklanma uçta ise **apikal**, yanda veya yakınında ise **lateral**, iki uçta ise **bipolar** ve tüm yüzeye dağılmışsa **multipolar** tomurcuklanma olarak adlandırılır. Ana hücre duvarı onarılmasına rağmen tomurcuğun koptuğu yerde kalan ize **tomurcuklanma izi** (bud scar) denir.



Görsel 1. 28: Tomurcuklanma yoluyla çoğalma

Oluşan tomurcukların ana hücreden ayrılarak yeni maya hücrelerini meydana getirmesi ile çoğalma gerçekleşir.

c) Sporla Çoğalma:

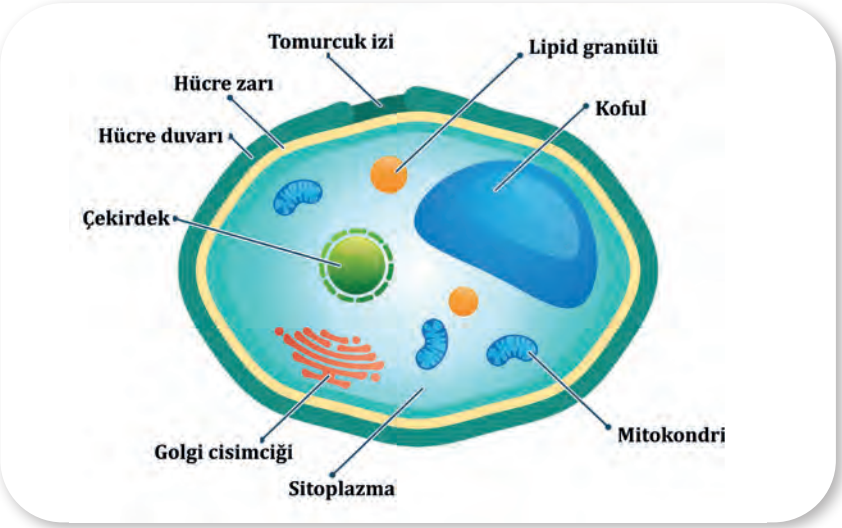
Sporla çoğalma yönteminde öncelikle hücre çekirdeği bölünür. Ardından bölünen çekirdeklerin etrafındaki protoplazma, yoğunlaşarak spora dönüşür. Oluşan sporlara **askospor**, sporların içerisinde bulunduğu keseye **askus** adı verilir. **Spor**, mantarların neslini sürdürmek ve çoğalmak için meydana getirdiği, uygun ortam oluştuğunda çimlenerek vejetatif hücreyi oluşturan yapıdır.

1.2.3. Mayaların Hücre Yapısı

Maya hücreleri, ökaryot hücre yapısına sahip, tek hücreli ve bakteri hücresine göre daha büyüktür. Bazen tomurcuklanma sırasında yavru hücre ana hücreden ayrılamaz ve hücreler uç uca gelerek çok hücreli görünüme sahip **yalancı hifleri** (pseudohif) oluşturur.

Hücrelerin boyutu türlere ve ortam şartlarına göre farklılık gösterir. Hücreler yuvarlak, oval ve silindir şeklinde olabilir.

Maya hücresinin hücresel yapıları içten dışa doğru Görsel 1.29'da gösterildiği şekilde sıralanır.



Görsel 1.29: Maya hücresi

Çekirdek: Etrafında zar, içerisinde çekirdekçik ve kromozomlar bulunan hücresel yapıdır.

Sitoplazma ve Organeller: Bir maya hücresinin sitoplazmasında; endoplazmik retikulum, vakuoller, granüller, mitokondri, golgi aygıtı ve çok sayıda ribozom yer alır.

Hücre Zarı: Maya hücresinde hücre duvarının altında, sterol yapıda, geçirgen özelliğe sahip zar bulunur. Zar, enzim içeriği yönünden zengindir.

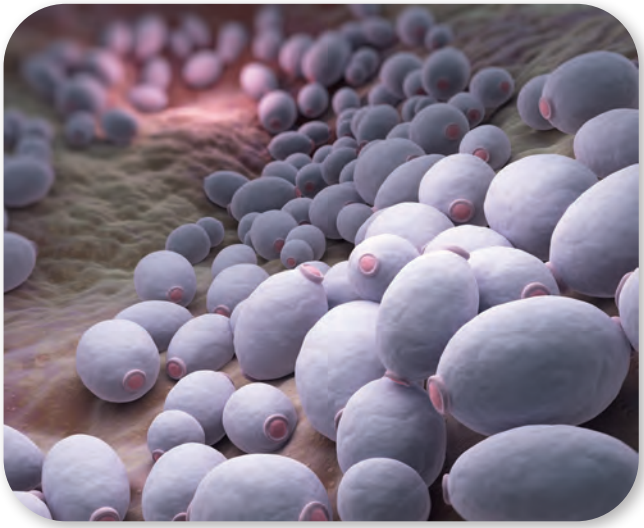
Hücre Duvarı: Hücre duvarı, polisakkarit ve kitinden oluşmaktadır. Maya hücresine şeklini verir.

1.2.4. Mayaların Gıda Endüstrisindeki Önemi

Mayalar, gıda endüstrisinde hem yararlı hem de zararlı etkilerde bulunabilmektedir. Mayalar, bazı gıdaların ve katkı maddelerinin üretiminde görev almanın yanında bazı gıdaların bozulmasına da sebebiyet verebilir. Gıda endüstrisinde öneme sahip bazı maya türleri şunlardır:

Candida: Cinse ait 200 kadar tür vardır. Asit ve tuz oranı yüksek ortamlarda gelişebilir. Gıdalarda beyaz renkli koloni oluşturur. Taze kıyma, kanatlı etlerinde rastlanan türleri vardır.

Bu cinsin bazı üyeleri; kefir (*C. kefyr)*, kakao çekirdeği, bira ve meyve sularının fermantasyonunda görev alır. ***Candida albicans,*** insan vücudunda ağız ve sindirim kanalında doğal olarak bulunabilmektedir fakat bağışıklığı zayıflayan kişilerde fırsatçı patojen olarak enfeksiyon yapar (Görsel 1. 30). ***Kandidiazis*** adı verilen deri ve mukozalarda ortaya çıkan enfeksiyonu meydana getirir.



Görsel 1.30: *Candida albicans*

Candida türü mayalar, meyve ve sebzelerin doğal florasında bulunduğu için meyve sularının bozulmasına neden olabilir.

Debaryomyces: Tuz oranı %24, su aktivitesi 0,65 aw olan ortamlarda yaşayabildiğinden salamura ürünlerde (peynir, zeytin, bezelye) tehlike oluşturur. Şarapta sünmeye neden olur. Portakal suyu ve yoğurtta bozulmaya neden olur. *Debaryomyces hansenii*, gıdalarda yaygın bilinen türüdür.

Kluyveromyces: Fermente ürünlerin üretiminde ve düşük laktozlu süt ürünleri üretiminde kullanılır. Peynir altı suyundan laktaz üretebilir. Peynirlerde bozulma yapabilir.

Pichia: Pichia cinsine ait bazı türler zeytin salamurasında, taze balıkta, turşu gibi asidik gıdalarda bozulmaya sebep olur. *Pichia kluyveri* türü gıdalarda toksin üretip gıda endüstrisinde tehlike oluşturur. *P. pastoris* türü enzim üretiminde kullanılır. *P. anomala* türü depolanan tahılları koruyarak bozulmayı önler.

Saccharomyces: Çoklu tomurcuklanma ile çoğalır. Laktozu fermente edemez. Bu cinsin en bilinen türü ekmek mayası da denilen *Saccharomyces cerevisiae*'dır. Ekmek üretiminde hamurun kabarmasında, invertaz enzimi üretiminde, bira, şarap, şampanya gibi alkollü içki endüstrisinde, etanol, gliserol üretiminde önemli rol oynar.

Maya, ekmek üretiminde hamuru kabartmak için kullanılan önemli bir yardımcı gıda maddesidir. Hamurdaki şekeri kullanarak etil alkol ve karbondioksite çevirir. Hamurun içinde hapsolan karbondioksit, hamurun kabarmasını sağlar (Görsel 1.31 b). Mayanın üretmiş olduğu etil alkol ise hamurun pişmesi esnasında buharlaşarak ortamdan uzaklaşır.

Saccharomyces cerevisiae, ayrıca kefir danesinde bulunur. Tek hücre proteini kaynağıdır. Bu nedenle önemli bir starter kültürdür (Görsel 1.31 a).

(a) (b)

Görsel 1. 31: *Saccharomyces cerevisiae* mayası (a) ve hamur oluşumundaki etkisi (b)

UYGULAMA FAALİYETİ - 2 SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Ticari kuru mayanın aktifleştirilerek kabarmasının gözlemlenmesi
ARAÇ-GEREÇ	Şeker, ılık su (35-40°C), beher, ticari maya, kaşık

Preparatlar ve mikroskop ortamı öğretmen tarafından hazırlanır.

İşlem Basamakları

Mayanın aktive edilip kabarması için,

1. Ticari maya bir behere dökülür.
2. Beher içerisine bir miktar ılık su (35-40 °C) ve şeker ilave edilerek maya ve şeker çözününceye kadar karıştırılır.
3. Bir süre (10-12 dk.) beklenir.

Öneriler

I. Kullanılan malzemelerin hijyen kurallarına uygun olduğundan emin olunuz.

II. Mayaların gelişimini etkileyen faktörleri araştırınız.

Meydana gelen değişimler gözlemlenerek bu değişimlerin nedenleri konusunda tartışma ortamı oluşturulur.

III. Ekmek mayasının gıda endüstrisindeki önemini ve hangi amaçlarla kullanıldığını araştırınız.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Kaba aktarılan mayanın üzerine 4 °C'deki su ilave edilseydi sonuç değişir miydi, neden?
2. Su ilave edildikten sonra 4 dk. beklenseydi sonuç değişir miydi, neden?

UYGULAMA FAALİYETİ - 3

SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Maya hücre yapılarının mikroskop altında incelenerek öğrenilmesi
ARAÇ-GEREÇ	Mikroskop, lam-lamel, damlalık, ticari ekmek mayası, beher

Preparatlar ve mikroskop ortamı öğretmen tarafından hazırlanır.

İşlem Basamakları

- Lam-lamel arası preparat hazırlanır. Bunun için,

Örnek maddesi **sıvı** ise lam üzerine pipet ile bir damla konur. Üzerine lamel kapatılır.

Mikroskopta incelenecek madde **katı** ise

1. Önce lam üzerine bir damla fizyolojik tuzlu su (%0,85 NaCl ihtiva eden su) konur.
2. Örnekten öze ya da iğne yardımı ile bir parça alınarak bu fizyolojik suyun içerisine ilave edilir.
3. Karışım süspanse hâle gelene kadar karıştırılır ve ardından üzerine lamel kapatılır.
4. Hazırlanan preparat mikroskoba doğru şekilde yerleştirilir.

Öneriler

I. Kullanılan malzemelerin hijyen kurallarına uygun olduğundan emin olunuz.

II. Lam-lamel arası preparat hazırlarken işlem sırasına dikkat ediniz.

- Mikroskopta uygun adımlar izlenerek görüntü bulunur.

1. Ticari ekmek mayasından 1 kaşık alarak behere aktarılır ve üzerine su eklenir.
2. Damlalık yardımıyla beherden bir damla maya örneği alarak lam üzerine boşaltılır. Örnek üzerine lamel kapatılır.
3. Hazırlanan lam-lamel arası preparat mikroskopta incelenir.

Görüntüsü bulunan mayanın şekli laboratuvar defterine çizilir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Çizmiş olduğunuz maya şeklinin hangi maya sınıfına dâhil olduğunu tartışınız.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlenin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerdeki bilgiler doğru ise **(D)** yanlış ise **(Y)** yazınız.

1. (.....) Mayalar ökaryotik hücre yapısında fotosentez yapamayan mikroorganizmalardır.
2. (.....) Eşeyli çoğalmada farklı hücrelerden gelen çekirdeklerin birleşmesi olayına karyogami denir.
3. (.....) Mayaların eşeysiz üreme şekillerinden birisi de tomurcuklanmadır.
4. (.....) Mayalarda spor, olumsuz koşullardan korunma amaçlı iken bakterilerde endospor üreme yapısıdır.
5. (.....) Mayaların bakterilerden farkı, gerçek bir çekirdek ve organellerinin bulunmasıdır.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

6. Mayalar çoğalırken tomurcuklanma uçta ise ……..; yanda veya yakınında ise ……..; iki uçta ise …… ve tüm yüzeye dağılmışsa ……. tomurcuklanma olarak adlandırılır.

7. Farklı hücrelerden gelen sitoplazmaların birleşmesine …….. denir.

8. *Candida* mayasının deri ve mukozalarda oluşturduğu enfeksiyona .....…….denir.

9. Bazen tomurcuklanma sırasında yavru hücre ana hücreden ayrılamaz ve hücreler uç uca gelerek çok hücreli görünüme sahip …… oluşturur.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. *Saccharomyces cerevisiae*'nin ürettiği endüstriyel öneme sahip kimyasal madde aşağıdakilerden hangisidir?

A) Propiyonik asit B) Etil alkol C) Sitrik asit

D) Asetik asit E) Amino asit

11. Tuz oranı %24, su aktivitesi 0,65 aw olan ortamlarda yaşayabildiğinden salamura ürünlerde tehlike oluşturan maya türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Pichia* B) *Saccharomyces* C) *Kluyveromyces*

D) *Candida* E) *Debaryomyces*

12. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi mayalar için doğru değildir?

A) Tek hücrelidir.

B) Hücrelerinde zarla çevrili organelleri bulunur.

C) Maya hücresinde hücre duvarı, monosakkarit ve pektinden oluşmaktadır

D) Bazı maya türleri patojendir.

E) Gıda üretiminde starter kültür olarak kullanılır.

3.BÖLÜM

KÜFLER

KONULAR

- KÜFLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ
- KÜFLERİN HÜCRE YAPISI
- KÜFLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ

TEMEL KAVRAMLAR

- Küf
- Küf hücre yapısı
- Gıda endüstrisinde küfler

BU BÖLÜMDE ;

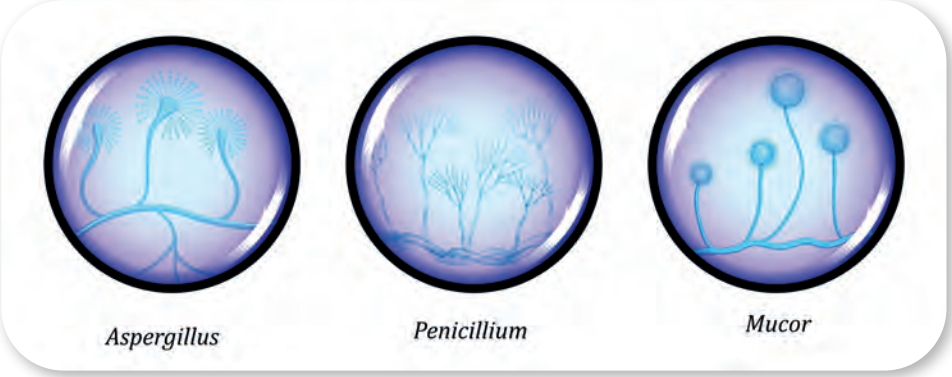
- Küflerin genel özelliklerini ve hücre yapılarını,
- Küflerin gıda endüstrisinde nasıl bir öneme sahip olduğunu öğreneceksiniz.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Küf hücre yapısında yer alan porlar hakkında bilgi toplayınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Yararlı ve zararlı birer küf türü seçerek onlar hakkında bilgi toplayınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.3. KÜFLER

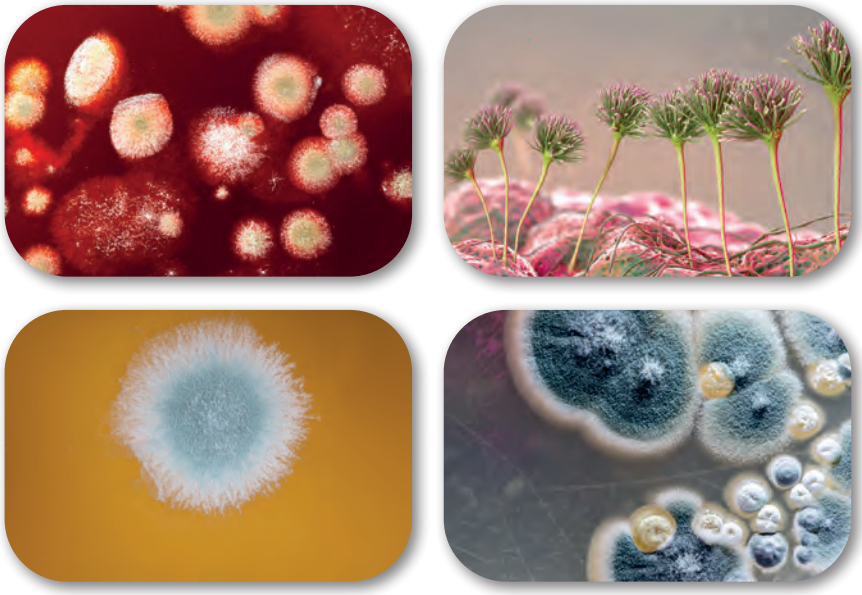
Küfler, fungi âleminde (tek hücreli veya çok hücreli mantarları kapsayan alem) yer alan, çok hücreli, ipliksi (filamentli) yapıda ve ökaryotik mikroorganizmalardır (Görsel 1.32).



Görsel 1.32: Bazı küf tipleri

1.3.1. Küflerin Genel Özellikleri

Küfler, tabiatta çok yaygın olarak hemen her yerde bulunabilir. Gıdalar üzerinde pamuksu görünüşleriyle kolaylıkla tanınır. Genellikle beyazdır fakat siyah, yeşil, sarı, turuncu vb. renkli koloniler de oluşturabilir (Görsel 1.33).



Görsel 1.33: Çeşitli küf kolonileri

Aerobik mikroorganizmalar olup 0-60 °C gibi oldukça geniş sıcaklık aralığında gelişmelerine rağmen çoğunlukla mezofiliktir. Optimum sıcaklık istekleri 22-32 °C arasındadır. Küflerin optimum pH istekleri, 5-6 arasında değişmekle beraber pH 2,5 gibi yüksek asidik ortamlarda da çoğalabilen türleri bulunur. Zengin enzim sistemine sahiptir. Bu sayede difüzyon yoluyla beslenir.

Küfler, gıdalarda meydana getirdikleri gerek olumlu gerekse olumsuz değişimler nedeniyle endüstriyel açıdan önemli olmuştur.

Küflerin faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- Kültür mantarı canlılar tarafından besin olarak tüketilir.
- Topraktaki organik maddeleri parçalayarak toprak verimliliğini artırır.
- Rokfor, kamembert gibi bazı peynirlerin üretiminde tat, koku ve yapının gelişimini sağlar (Görsel 1.34).
- Antibiyotik üretiminde (penisilin) kullanılır.
- Bazı vitamin, enzim, pigment, etil alkol, gliserin üretiminde küflerden yararlanılır.

Görsel 1.34: Kamembert peyniri ve *Penicillium camemberti* küfü

Küflerin zararları şu şekilde sıralanabilir:

- Bazı küf türleri insan ve hayvanlar için patojendir.
- Zehirleyici mikotoksin üreten türleri mevcuttur.
- Gıdalarda istenmeyen renk, koku, acılık, oluşturarak besin elementlerinin kaybına neden olur.
- Nemli ortamlarda ahşap, kumaş, deri gibi organik maddelerin yapılarına zarar verir.
- Küflerin birçok faydasının yanında zararlı yönleri de vardır (Görsel 1.35).

Görsel 1.35: Küf zararı

1.3.2. Küflerin Hücre yapısı

Küfler, ökaryotik hücre yapısına sahip filamentli mantarlardır. Filamentlerin her birine **hif** denir.

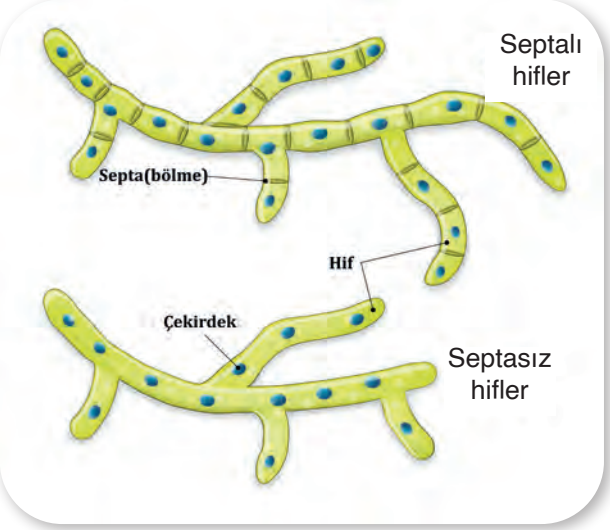
Hiflerin bir araya gelerek oluşturduğu saç benzeri kitleye **miselyum** adı verilir.

BİLGİ KUTUSU

Filament: Birçok küf hücresinin uç uca gelerek oluşturduğu uzun ipliksi yapıdır.

Hifler, birkaç şekilde sınıflandırılır: Besiyerinin üzerinde gelişen hiflere **havai (aerial)**, besiyeri içerisine giren hiflere batık (submerged), beslenmede görev alan hiflere **vejetatif,** üreyip çoğalmayı sağlayan hiflere ise **fertil hif** adı verilir. Küflerin çoğunda fertil hifler havaidir. Hava miselleri koloninin görünen kısmını oluşturur.

Bazı hiflerde hücrelerin birleşmesi sırasında aradaki hücre zarı eriyerek kaybolur ve hif boru şeklini (septumsuz) alırken bazı hiflerde hücreler arasındaki hücre zarı erimeyerek **bölmeli (septumlu)** bir yapı meydana gelir (Görsel 1.36).



Görsel 1.36: Bölmeli (septalı) ve bölmesiz (septasız) hif

Bir küf hücresinde;

- Hücre duvarı,
- Hücre zarı,
- Sitoplazma ve organeller,
- Çekirdek,
- Por bulunur.

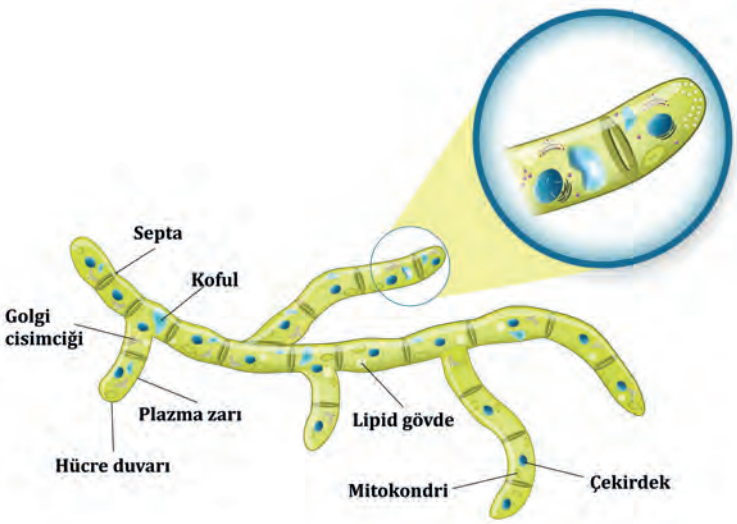
Hücre Duvarı: Küf hücresinin etrafında selüloz, kitin veya selüloz-kitin karışımı bir yapıda olan hücre duvarı bulunur. Hücre duvarının esas yapı maddesi kitindir. küf hücresinin farklı çevre koşullarında yaşamasına imkân verir.

Hücre Zarı: Küflerde çift katlı bir hücre zarı bulunur. Hücre zarı seçici geçirgen yapısı ile besin alış verişinde ve madde taşınmasında görev alır. Sitoplazmayı sararak hücre bütünlüğünü sağlar.

Sitoplazma ve Organeller: Sitoplazma akışkan bir yapıda olup içerisinde mitokondri, golgi cisimciği, ribozom gibi ökaryotik hücrelerde yer alan organeller bulunur. Septasız hiflerde sitoplazma bir bütündür. Septalı hiflerde septumlar üzerinde madde geçişinin sağlayan porlar bulunur.

Çekirdek: İçten dışa doğru kromozom, çekirdekçik ve çekirdek zarından oluşur.

Por: Septalı hiflerde bir veya birden fazla por bulunur ve por nukleusun, organellerin ve sitoplazmanın bir hücreden diğerine geçişini sağlar (Görsel 1.37).



Görsel 1.37: Fungus hücre yapısı

1.3.3. Küflerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

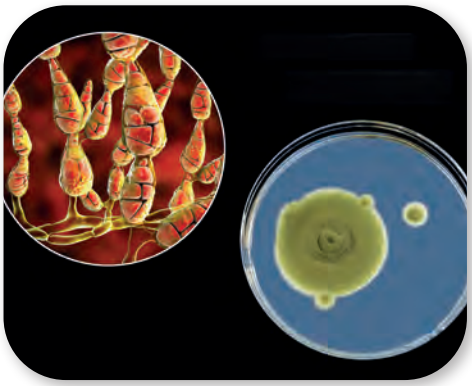
Küfler gıdalarda meydana getirdikleri olumlu ve olumsuz değişiklikler sebebiyle endüstriyel anlamda önemli bir yere sahiptir. Gıda endüstrisinde önemli bazı küf cinsleri şu şekilde sıralanır:

Alternaria: *Alternaria* cinsinin saprofit ve bitki patojeni olan elliye yakın türü bulunur. Bu türler hasat öncesi ve sonrasında bitkilerde çürümelere neden olur. Birçok *Alternaria* türü saprofittir. Hastalığa bağlı olarak elma, patates, domates, kabak, havuç gibi sebzelerde önemli düzeyde ürün kaybı görülür.

Domates ve pateslerde ***Alternaria solani*** türü bitkinin yaprak, sap ve meyvesinde koyu kahve-siyah renkli lekeler ile kendini gösteren **erken yaprak yanıklığı** adı verilen hastalığa neden olur (Görsel 1.38).

Görsel 1.38: Domateste erken yaprak yanıklığı hastalığı

A. alternata türü mikotoksin üretir ve üzerinde geliştiği tahılları, ayçiçeği tohumlarını, zeytini ve birçok sebze-meyveyi toksini ile bulaştırır (Görsel 1.39). Toksinin zehirleyici etkisi çok yüksek olmamakla beraber mutajenik (DNA veya RNA molekül yapısını değiştiren) etkisi önemlidir.



Görsel 1.39: *A. alternata* küfü

Aspergillus: Doğada yayılım alanı çok geniş olan bir küf cinsidir. *Aspergillus* türleri sarıdan yeşile ve siyaha kadar değişen renklerde bulunabilir. Bölmeli hiflere sahiptir. Meyve-sebze, et, tahıl ürünleri ve diğer birçok gıdada bozulmalara sebep olurlar. Eriklerde, incirlerde ve turunçgillerde siyah çürümenin sebebidir.

A. niger türü sükrozdan sitrik ve glukonik asit eldesinde ayrıca amilaz, pektinaz gibi gıda endüstrisi için önemli enzimlerin üretiminde kullanılır (Görsel 1.40 a). *Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* türü aflotoksin olarak bilinen küresel çapta sağlık sorunlarına yol açan öldürücü mikotoksini üretir. Aflotoksin, karaciğer kanseri, sindirim kanalı ve bağışıklık sistemi rahatsızlıkları, mutajenik değişimlere neden olur. Söz konusu toksin kuruyemişler ve kuru gıdalar (mısır, tahıl vb.) başta olmak üzere birçok gıdada tehlike oluşturur (Görsel 1.40 b).

(a) (b)

Görsel 1.40: *Aspergillus niger* küfü (a), *A. flavus* ve *A. parasiticus* ile enfekte olmuş mısır (b)

Fusarium: Genellikle açık pembe, beyaz, sarı renkte pamuğumsu görünümde misel üretir. Birçok yaygın toprak saprofiti ve bitki patojeni içeren ***Fusarium*** küfü; tahıl, şeker pancarı, nohut, mısır vb. bitkilerin fide, kök, boğaz, sap, koçan gibi kısımlarında solgunluk, yanıklık veya çürüklüğe; incir, turunçgil, muz, ananas, nar, patates gibi meyve ve sebzelerde *Fusarium* solgunluğu veya çürüklüğe neden olur (Görsel 1.41).

Görsel 1.41: *Fusarium* bitki zararı

Birçok Fusarium türü, bitkilerde ve hayvanlarda fizyolojik ve farmakolojik yanıtlar sağlayan bir dizi ikincil metabolit (mikotoksin vb.) üretir. ***Fumonisin, sambutoksin, Fusarin C*** gibi mikotoksin üretebilen türleri bulunur. Mikotoksinlerin mutajenik ve kanserojenik etkisi bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Mucor: Septasız hiflere sahiptir. *Mucor* spp. kolonileri, 25-30 °C aralığında optimum gelişim göstererek hızla çoğalır. Başlangıçta beyaz, ilerleyen zamanlarda griye dönen pamuk şekerine benzer koloni oluşturur. Toprakta, bitkilerde, çürüyen meyve ve sebzelerde bolca bulunur. Çilek, elma gibi meyvelerde bozulmaya neden olur (Görsel 1.42).

İnsan ve hayvanlarda enfeksiyonlara neden olur. *Lipaz* ve *proteaz* enzimlerinin üretiminde kullanılan türleri mevcuttur. Fermente gıda üretiminde peynirlerin olgunlaştırılmasında kullanılır.

Görsel 1.42: *Mucor* küfü ve çilek meyvesinde oluşturduğu hastalık

Penicillium: Penicillium cinsi küfler, gıdalarda (turunçgil vb.) maviden mavi-yeşile değişen renklerde koloni oluşturur (Görsel 1.43).

P. requefortii ve P. camemberti türleri, sahip oldukları proteolitik ve lipolitik enzimlerin etkisiyle sırasıyla mavi damarlı rokfor ve kamembert peynirlerinin üretiminde (olgunlaştırılması ve lezzet gelişiminde) kullanılırlar.

P. camemberti ve P. nalgiovensis türleri sucuk kürlemesinde istenmeyen küf gelişimini önlemede potasyum sorbata göre daha başarılıdır.

Bazı türler citrinin (***P. citrinum***), okratoksin (***P. viridicatum***) gibi mikotoksinler oluşturur.

Ekmek, sucuk, muz ile şeftali ve elma suyunda görülen **patulin** mikotoksini üreten türleri (***P. expansum, P. patulum***) vardır.

Görsel 1.43: *Penicillium* küfü ve kolonisi

BİLGİ KUTUSU

Bakteri düşmanı **penisilin antibiyotiği,** Penicillium chrysogenum küfü tarafından üretilmektedir. Penisilin maddesinin bakterilere karşı öldürücü etkisi ilk defa yüz yıl kadar önce **Alexandre Fleming** tarafından keşfedilmişti. Bugün yıllık piyasa değeri milyarlarca avro ile ölçülen bu antibiyotik hâlen sadece bu küf mantarları tarafından üretilebiliyor. Bu küf mantarı beta-laktam adı verilen kimyasal yapılar üretiyor. β-laktam ise bakterilerin hücre duvarı oluşturmasına engel oluyor. Böylece bu antibiyotik, mantarın yaşadığı yerlerde yaşamaya çalışan bakterileri öldürüyor.

Penisilin ve benzer mekanizma ile etki gösteren çok sayıda farklı antibiyotikler keşfedildiği andan itibaren milyonlarca insanın hayatını kurtardı. Günümüzde bu antibiyotiklerin bir kısmı artık sentetik ya da yarı sentetik olarak da üretilebiliyor.

İlay Çelik, Bilim ve Teknik Dergisi, 2013 Mart Sayısı
Düzenlenmiştir.

Rhizopus: Septasız hiflere sahiptir. Küflü ekmeklerden izole edilen *R. stolonifer* türü gıdalarda yaygın rastlanan bol nemli ortamlarda görülen türüdür (Görsel 1.44).

R. stolonifer, R. oryzae ve R. oligosporus türleri ile ***tempeh*** (prebiyotik ve probiyotik içerikli fermente soya fasulyesi ürünü) üretiminde kullanılır.

R. oryzae türü, lipaz enzimi üretiminde de kullanılır. Bazı türleri elma, erik, şeftali gibi meyvelerde sulu yumuşak çürümeye sebep olur.

Görsel 1.44: R. *stolonifer* küfü kolonileri

UYGULAMA FAALİYETİ - 4

SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Ekmeğin küflenmesi için gerekli şartların öğrenilmesi
ARAÇ-GEREÇ	Ekmek parçası, beher

İşlem Basamakları

Ekmeğin küflenmesi için,

- Bir parça ekmek alıp petri kabı içerisinde altı gün bekletilir.

Öneriler

I. Kullanılan malzemelerin hijyen kurallarına uygun olduğundan emin olunuz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Behere konulan ekmeğin üzeri hava almayacak şekilde kapatılırsa sonuç değişir mi, neden?
2. Ekmekte oluşan küf türü hangisidir?

UYGULAMA FAALİYETİ - 5

SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Küf hücre yapılarının mikroskop altında incelenerek öğrenilmesi
ARAÇ-GEREÇ	Mikroskop, lam-lamel, damlalık, küflü ekmek örneği, iğne

Preparatlar ve mikroskop ortamı öğretmen tarafından hazırlanır.

İşlem Basamakları

Lam-lamel arası preparat hazırlanır. Bunun için,

1. Bir lam üzerine damlalık yardımıyla bir damla su damlatılır.
2. Toplu iğne yardımıyla ekmekten alınan küf örneği su damlasının üzerine bırakılır.
3. Küf ile su süspanse olacak şekilde karıştırılır.
4. Lamın üzerine lamel uygun açıyla kapatılır.
   - Mikroskopta uygun adımlar izlenerek görüntü bulunur.
   - Görüntüsü bulunan mayanın şekli deftere çizilir.

Öneriler

I. Kullanılan malzemelerin hijyen kurallarına uygun olduğundan emin olunuz.

II. Lam-lamel arası preparat hazırlarken işlem sırasına dikkat ediniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Mikroskopta elde edilen küf görüntüsünü çizip küfün türünü belirtiniz.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 3. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlenin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerdeki bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Küfler prokaryotik hücre yapısına sahip mikroorganizmalardır.

2. (.....) Küflerin ürettiği zehirleyici etkiye sahip maddelere mikotoksin denir.

3. (.....) Hifler arasında sitoplazma geçişinin kontrol edildiği bölmelere septa adı verilir.

4. (.....) *Alternaria;* fumonisin, sambutoksin gibi mikotoksinleri üretebilir.

5. (.....) Küfler rutubetli yerlerde kumaş, deri, ağaç, gibi organik maddelerde yaygın olup bu maddelere zarar verir.

6. (.....) Küflerin hücre duvarının esas yapı maddesi kitindir.

7. (.....) Aflatoksin, *Penicillium* cinsinin ürettiği bir mikotoksindir.

8. (.....) Bazı küf türleri kamembert peyniri gibi gıdaların olgunlaştırılmasında kullanılır.

9. (.....) Rhizopus, ekmek küfü olarak bilinen küftür.

Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

10. Patulin mikotoksini …….cinsi küfler tarafından üretilir.

11. *Aspergillus* küfü, dünya çapında sağlık sorunlarına neden olan ……. toksinini üretir.

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz

12. Dallanmış hiflerin oluşturduğu yapı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Septum

B) Konidia

C) Misel

D. Konidiofor

E) Tomurcuk

1.ÖĞRENME BİRİMİ 3. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

13. Fungus hücre duvarının yapısında yer alan madde aşağıdakilerden hangisidir?

A) Lipit

B) Amino asit

C) Selüloz

D) Kitin

E) Nişasta

14. Enine bölmeli hiflerde sitoplazmaları birbirine bağlayan boşluğun adı aşağıdakilerden hangisidir?

A) Septum

B) Por

C) Misel

D) Ascus

E) Konidia

4.BÖLÜM

VİRÜSLER, ALGLER ve PROTOZOALAR

KONULAR

- VİRÜSLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ
- VİRÜSLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ
- ALGLERİN HÜCRE YAPISI
- ALGLERİN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ
- PROTOZOALARIN GENEL ÖZELLİKLERİ
- PROTOZOALARIN HÜCRE YAPISI
- PROTOZOALARIN GIDA ENDÜSTRİSİNDEKİ ÖNEMİ

BU BÖLÜMDE ;

- Virüslerin, alglerin, protozoaların genel özelliklerini ve hücre yapılarını,
- Virüslerin, alglerin, protozoaların gıda endüstrisinde nasıl bir öneme sahip olduğunu öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Virüs, alg, protozoa
- Virüslerin hücre yapısı
- Alglerin hücre yapısı
- Protozoaların hücre yapısı
- Gıda endüstrisinde virüsler, algler, protozoalar

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Virüsler, Algler ve Protozoaların hücre yapılarını birbirleriyle kıyaslayınız. Birbirlerine karşı üstün ve zayıf yönleri nelerdir? Arkadaşlarınızla tartışınız.
- Zararlı alg patlaması nedir, ortaya çıkış nedeni ne olabilir? Bu konuda bilgi toplayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

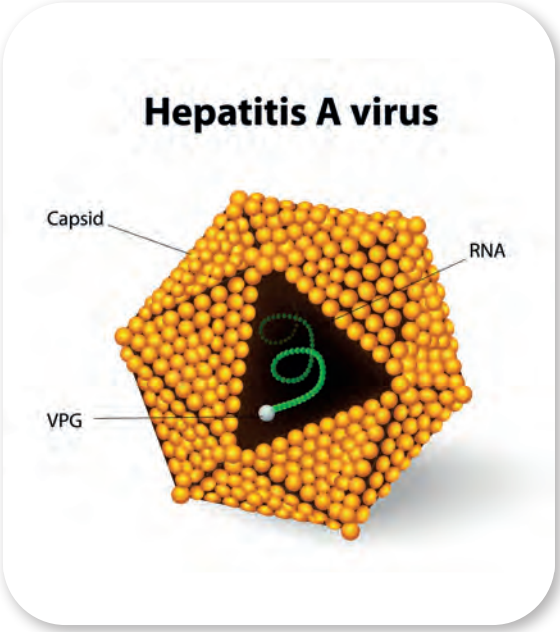
1.4. VİRÜSLER, ALGLER VE PROTOZOALAR

Hücre yapıları ile birbirinden farklılık gösteren virüsler, algler ve protozoalar gıda endüstrisinde birçok fayda sağlamalarının yanında önemli düzeyde zararlara da neden olurlar.

1.4.1. VİRÜSLER

Gerçek bir hücre yapısına sahip olmayan virüsler, prokaryotik ve ökaryotik mikroorganizmalardan farklı bir yapıya sahiptir. Sitoplazma ve sitoplazma içi organelleri yoktur. Ribozomları olmadığında virüsler protein sentezleyemez, enerji üretip depolayamaz ve bölünemez.Virüsler, belirli aralıklarla genetik şifrelerini değiştirir ve buna bağlı olarak yüzey proteinlerinin yapısı da değişir. Yapısı değişen virüs adeta yeni bir virüs gibi tekrar salgınlara yol açabilir.

İnsan ve hayvanlarda enfeksiyon oluşturan virüslerin elektron mikroskobuyla gözlemlenen başlıca üç temel yapısal kısmı bulunur (Görsel 1.45). Bu kısımlar şu şekildedir:



Görsel 1.45: Virüs hücre yapısı

1. **Kapsomer ve Kapsid:** Viral genomu çevreleyen protein yapısındaki kılıfa **kapsid** denir. Kapsidi oluşturan her bir alt birime **kapsomer** denir. Kapsid, virüse şekil verir, virüsü korur ve viral genomun hücre içerisine girmesine yardım eder.
2. **Zarf:** Bazı virüslerde viral nükleokapsidi çevreleyen viral membran (**zarf**) bulunur. Zarf; lipid, protein ve karbonhidratın bileşkesinden oluşur.
3. **Nükleik Asitler (Viral genom, DNA ve RNA):** Virüslerın genetik yapılarını oluşturan nükleik asitler, DNA veya RNA'nın sadece birisinden oluşur ve buna **viral genom** denir.

1.4.1.1. Virüslerin Genel Özellikleri

- Virüsler, zorunlu hücre içi paraziti olduklarından enerji üretebilmek, çoğalabilmek, protein sentezleyebilmek için canlı bir hücreye (konakçı hücreye) ihtiyaç duyar.
- Birkaç virüs (herpervirüs, poxvirüs) haricinde ışık mikroskobuyla görülemez ancak elektron mikroskobuyla incelenebilir.
- Virüsler 20-300 nm (mikron=1000 nm) büyüklüğe sahip olduklarından bakterilerin geçemediği özel filtrelerden geçebilir.
- Kötü çevre koşullarına ve kimyasal maddelere karşı bakterilerden daha dayanıklıdır.

1.4.1.2. Virüslerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Virüsler, **viröz** adı verilen tehlikeli hastalıklara neden olur. Doğada virüslerin yayılması direkt temasla olduğu gibi, canlı ve cansız taşıyıcılar (**vektörler)** ile de olur. Böcekler, yaprak bitleri, keneler, sinekler vb. önemli canlı vektörlerdir.

Virüsler gıdalarda çoğalamaz ancak canlılıklarını sürdürebilir. Gıdalar ve su, virüsler için taşıyıcı görevi görür. Virüsler ve virüslerin yapmış oldukları bazı hastalıklar şu şekilde sıralanabilir:

Avian İnfluenza: Kuş gribi olarak da adlandırılır. Virüs enfekte ettiği hayvanın sindirim ve solunum sisteminde bulunur. İnsanlardaki griple benzerlik gösteren hastalık, kanatlı hayvanlarda ölümle sonuçlanan enfeksiyon geliştirdiğinden ekonomik kayıplara neden olur (Görsel 1.46). Enfekte olan kanatlı hayvan eti ve yumurtasının tüketilmesi, virüsle bulaşmış yüzeylere temas edilmesi sonucu insanlara bulaşır. Virüs, ısıya duyarlı olduğundan hijyen kurallarına uygun işlenen, pişirilen gıdalardan insana bulaşmaz.

Görsel 1.46: Kuş gribine yakalanmış tavuklar

Astrovirüs, Adenovirüs, Rotavirüs: Taşıyıcısı olan çiğ deniz ürünlerinin yenilmesi sonucu insanlara bulaşarak ishal ile kendini gösteren bağırsak enfeksiyonu (**gastroenterit**) hastalığına neden olur. Adenovirüs, gastroenteritin yanında, solunum ve göz enfeksiyonuna neden olur.

Mozaik Virüs Hastalığı: Domates, patates, patlıcan ve salatalık gibi gıdalarda hastalık yapar (Görsel 1.47). Bitkilerde hastalık şu belirtilerle kendini gösterir:

- Açık yeşil, sarı ve koyu yeşil renkte mozaik lekelerin oluşumu
- Yapraklarda kıvrılma ve deformasyon görülmesi
- Bitkilerde bodurluk görülmesi
- Yapraklarda mor renk oluşumu
- Yaprak ve meyvelerde kahverengi çizgilerin belirmesi

Görsel 1.47: Salatalık yaprağında mozaik hastalığı

Hastalık, gıdalarda ürün ve verim kaybına neden olmasıyla ekonomik zararlara sebep olur.

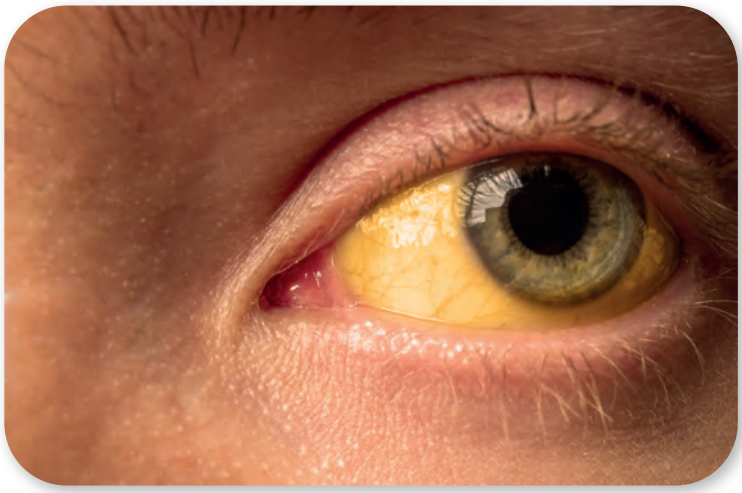
Noravirüs: Enfekte kişi, bulaşmış gıda ve suların tüketilmesi yoluyla insanlara bulaşan virüs **kış kusma hastalığına** neden olur. Hastalık; bulantı, kusma, sulu ishal, baş ağrısı, midede kramp, hafif ateş gibi belirtilerle kendini gösterir. Hastalık yaygın olarak salata, salata sosu, krema, fırıncılık ürünleri, midye gibi gıdaların tüketilmesi sonucu görülür.

Poliovirüs: Başta çiğ süt ürünleri olmak üzere bulaşmış gıdaların yenilmesi ve suların içilmesi sonucu insanlara bulaşır. Enfeksiyon sadece insanlarda görülür. **Çocuk felci hastalığına** neden olur.

Şap Hastalığı: Hastalık etmeni virüs Aphthovirüs grubuna dâhil virüslerdir. Sığır, manda, koyun, keçi, domuz gibi hayvanlarda görülen viral kökenli salgın hastalıktır. Ölüm oranı % 2-5 arasında olup genellikle genç hayvanlarda ölümlü vakalar görülür. İnsanlarda hastalık enfeksiyonu nadiren görülür. Hastalık nedeniyle süt, et, iş veriminde kayıplar, gebe hayvanlarda yavru atma, genç hayvanlarda ölüm, tedavi masrafları sebebiyle önemli ekonomik kayıplara neden olur.

Viral Hepatitler: Viral enfeksiyon yoluyla hepatit A ve hepatit E virüsleri bulaşmış gıdalar üzerinden insanlara bulaşır. Özellikle çiğ et ve süt ürünleri başta olmak üzere çiğ ya da yetersiz ısıl işlem görmüş gıdaların, kirli deniz sularından elde edilen deniz ürünlerinin tüketilmesi sonucu insanlara bulaşır. Virüs karaciğeri hedef alır. Dışkı yoluyla vücuttan atılır.

Hepatit A virüsü; yorgunluk, hâlsizlik, iştahsızlık, ateş, karın ağrısı, bulantı, kusma koyu renkli idrar, gözün beyazında sararma ile kendini gösteren **sarılık hastalığına** sebep olur (Görsel 1.48).



Görsel 1.48: Sarılık hastalığı

1.4.2. ALGLER

Ökaryotik hücre yapısında, klorofil bulundurduğu için fotosentez yapabilen ve tabiatta yaygın olarak bulunan canlılardır. Çoğunlukla göl, nehir, tatlı sularda; bazıları tuzlu deniz sularında yaşamını sürdürür (Görsel 1.49). Bununla beraber bir kısmı rutubetli topraklarda ve kayalar üzerinde gelişip çoğalabilir.

Görsel 1.49: Mavi yeşil alg

1.4.2.1. Alglerin Genel Özellikleri

Alglerin genel özellikleri şu şekildedir:

- Tolere edebildikleri sıcaklık aralığı oldukça geniş olup buzullarla kaplı kutuplarda yaşayabildikleri gibi 80-90 °C'lik kaplıca sularında da yaşayabilir.
- Aerobik organizmalardır.
- Klorofil içerdikleri için çoğu yeşil renklidir (Görsel 1.50 a). Kırmızı, kahverengi gibi pigment maddesi içeren alg türleri de vardır (Görsel 1.50 b ve c).

(a) (b) (c)

Görsel 1.50: Yeşil alg (a), kahverengi alg (b) ve kırmızı alg (c)

- Topraktaki alg türleri, havadaki serbest azotu bağlayarak toprak verimliliğini artırır.
- Protein, karbonhidrat bilhassa A, C, D, E vitaminlerince zengin bir içeriğe sahiptir.
- Sularda serbest hâlde yaşayan algler (**plankton**), suda yaşayan çoğu canlının besin kaynağıdır. Aynı zamanda sudaki karbondioksidi (CO_2) kullanarak oksijen (O_2) üretir.
- Kamçılı olan algler hareketli bir yapıya sahiptir.
- Boyları birkaç μm ile metre arasında değişir.

Algler;

1. İhtiva ettiği pigment maddesinin çeşit ve özelliğine göre,
2. Hücrede yer alan depo maddelerinin çeşit ve özelliğine göre,

3. Kamçıların sayısı, şekli ve yapısına göre,

4. Hücre duvarının kimyasal bileşimi ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılır.

Genel olarak algler altı bölüme ayrılarak incelenir:

1. Chlorophyta (Yeşil algler)

2. Phaeophyta (Kahverengi algler)

3. Rhodophyta (Kırmızı algler)

4. Chrysophyta (Diatome veya altın rengi algler)

5. Pyrrophyta (Ateş rengi algler)

6. Euglenophyta (Kamçılı algler)

BİLGİ KUTUSU

Mavi Yeşil Alg: Mavi yeşil alg olarak bilinen grup prokaryotik hücre yapısı gösterdiğinden bugün **Cyanobacteria** Siyanobakteriler adıyla bakteriler sınıfında incelenmektedir.

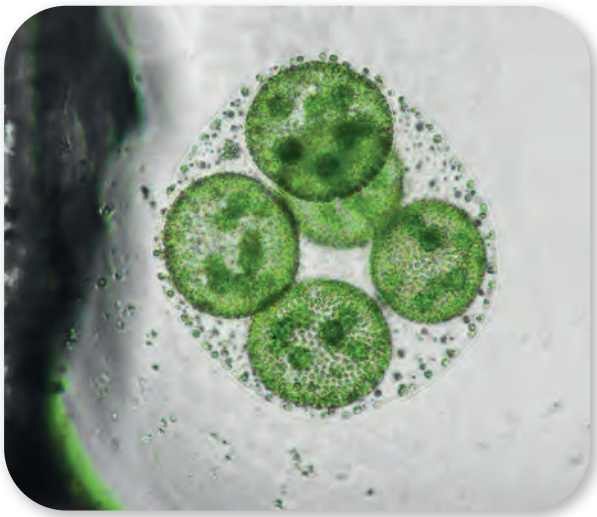
1.4.2.2. Alglerin Hücre Yapısı

Algler; tek hücreli (Diatome), çok hücreli (yeşil, kırmızı, kahverengi alg gibi) ya da gelişmiş koloniler (çok sayıda hücrenin bir araya gelmesiyle oluşan koloniler *Volvox* türü gibi) olarak gözlemlenir. Alglerde, ökaryotik hücre yapısına sahip organizmalar olduğundan ökaryotik hücrelerde yer alan hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma, hücre içi organelleri yanında; kontraktil koful, stigma ve yedek besin kofulu gibi özel yapılar ile bakterilerde bulunan kamçı bulunur. Kontraktil koful, tatlı sularda yaşayan bir hücreli ökaryot canlılarda bulunur. **Kontraktil koful**, kasılıp gevşeme hareketleri ile hücre içindeki fazla suyu hücre dışına atarak hücrenin osmotik basıncının düzenlenmesinde görev alır.

Stigma, hareketli alg formlarının bazılarında kamçının çıktığı kısımda oluşan ışığa hassas göz beneği noktasıdır. Stigma, ışığı algılayıp canlının ışık yönünde gitmesini sağlar.

Mavi yeşil alg türlerinden *Volvox* kloroplast organeli bulundurduğu için yeşil renkte görülür ve fotosentez yapabilir (Görsel 1.51).

Hücre duvarlarının yapısında selüloz vardır. Bazı türlerde selüloza ilaveten silisyum, organik asitler ve diğer karbonhidratlar da bulunur.



Görsel 1.51: *Volvox*

1.4.2.3. Alglerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Algler, birincil besin üreticisi organizmalardır. Düşük kalorili olmaları ve diyetetik lif içermeleri bakımından sağlıklı bir besin kaynağıdır.

Ayrıca bazı alg türleri; yüksek oranda protein bulundurması, önemli bir vitamin, mineral, antioksidan ve doğal renk maddesi kaynağı olması bakımından önemlidir. Yine bazı alg türleri, gıda ve yem üretiminde; renk sağlamak, besin değerini arttırmak, dokuyu geliştirmek ve oksidasyona karşı gıdanın direncini arttırmak amacıyla kullanılır.

Kırmızı algden elde edilen **karragenan**; dondurma, jöle vb. gıdalarda jelleştirici, kıvam artırıcı olarak; agar ise endüstride laboratuvar çalışmalarında besiyeri hazırlama başta olmak üzere, stabilizatör, emülsiyon maddesi olarak kullanılır. Diatomlarda elde edilen **diatomite**, endüstride şeker rafinasyonunda kullanılır. Ayrıca bazı **yosunlar**; demir, bakır, çinko gibi minerallerin kaynağı olarak kullanılır.

Evsel, tarımsal ve endüstriyel atıkların denizlere salınması, iklim değişikliği gibi faktörler denizlerde **zararlı alg patlamasına** neden olur (Görsel 1.52). Toksin üreten bazı **Pyrrophyta** alg türlerinin aşırı çoğalması, su ürünleri aracılığıyla insanlarda zehirlenmelere neden olur. Toksinler ısıya dirençli olduğundan gıdaya ısıl işlem uygulamak, zehirlenmelere karşı koruyucu olmaz. Bazı alg toksinleri, kobra yılanı zehrinden, potasyum siyanürden kat kat fazla toksiktir.

Görsel 1.52: Zararlı alg patlaması

1.4.3. PROTOZOALAR

Ökaryotik hücre yapısında, tek hücreli, fotosentez yapamayan, yuvarlak, oval, mekik veya çomak şeklinde olan canlılardır.

1.4.3.1. Protozoaların Genel Özellikleri

Protozoalar, tabiatta tatlı ve tuzlu sular gibi özellikle nemli yerlerde ve toprakta yaşar. İnsan ve hayvan paraziti olup hastalık yapan türleri bulunur.

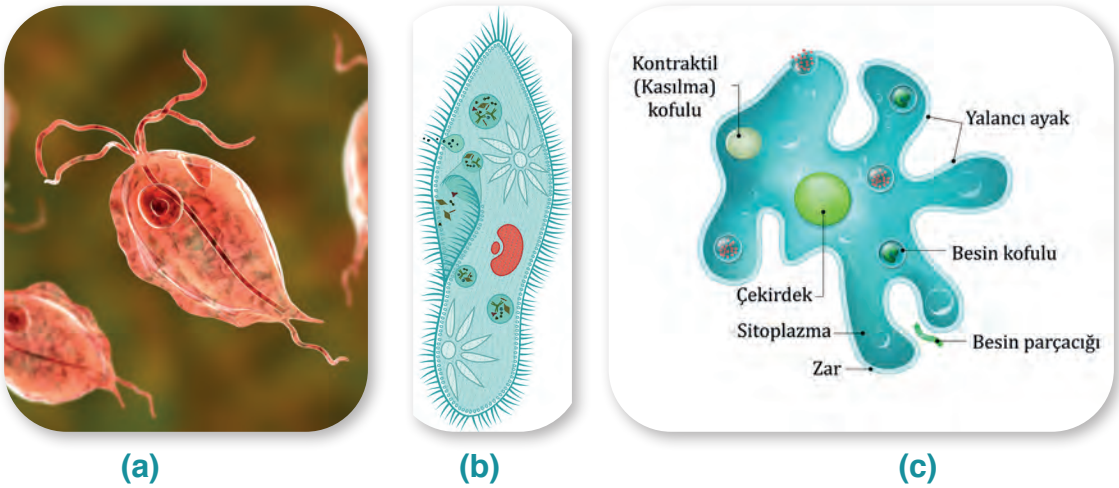
1.4.3.2. Hücre Yapısı

Protozoaların gerçek bir çekirdeği, organelleri ve hücre zarı vardır. Bazı protozoaların hücre zarının dışında, hücreyi olumsuz çevre koşullarından koruyan sert bir zar bulunur. Buna **kist** adı verilir. Kist, protozoanın enfeksiyonu taşımasında ve enfeksiyon oluşturmasında rol oynar.

Protozoalarda hayvan hücresinde olduğu gibi hücre duvarı bulunmaz.

Sitoplazmaları **ektoplazma** ve **endoplazma** kısımlarından oluşur. **Ektoplazma;** hareket, boşaltım, sindirim, gıdanın hücreye alınması (**fagositoz**) görevlerinden sorumlu iken **endoplazma**, çekirdeği saran vakuol ve granüllü kısım olup çoğalma ve beslenme ile ilgilidir.

Hareket edebilen protozoa türlerinde yalancı ayak (**pseudopodium)**, kamçı (**flagellum**) ve kirpik (**cilium**) olmak üzere üç çeşit hareket organeli bulunur (Görsel 1.53). Hareket organellerinin özellikleri şöyledir:



Görsel 1.53: Protozoalarda kamçı (a), kirpik (b) ve yalancı ayak (c)

Yalancı Ayak: Sitoplazmanın geçici uzantısı olup geri çekilebilir, yeniden çıkabilir. Beslenmeye yardımcı olur.

Kamçı: Hareketli, ince, ip gibi uzayan organeldir.

Kirpik: Kamçıya göre daha kısa, daha az hareketli ve sayıca daha fazla olan organeldir.

1.4.3.3. Protozoaların Gıda Endüstrisindeki Önemi

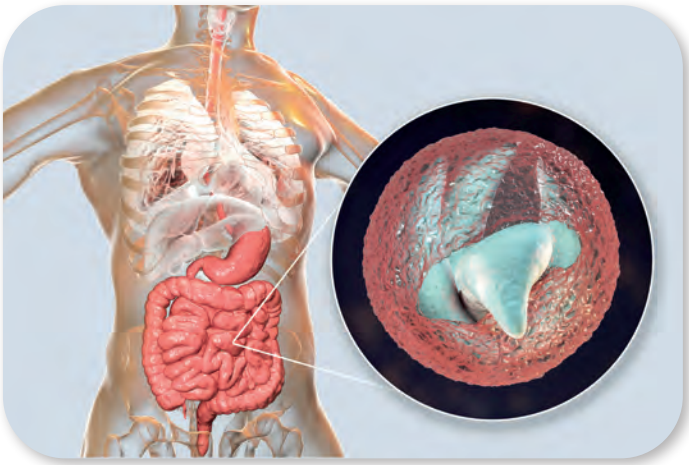
Protozoalar, gıdaların hazırlanması sırasında hijyenik koşulların göz ardı edilmesi sonucunda gıdalar ve insan sağlığı için tehlike oluşturur.

Uygun ısıl işlem değişkenlerinin uygulanması, hijyen şartlarına uyulması, gıdaların uygun koşullarda dondurulması ve depolanması, protozoal bulaşmanın önüne geçmek için uygun adımlar olacaktır. Enfeksiyonun bulaşmasında, özellikle böcek ısırığı ve insan dışkısı ile bulaşık gıdaların tüketilmesi etkilidir.

Gıda ve su kaynaklı önemli protozoalar; *Cyclospora cayetanensis, Cryptosporidium parvum, Entamoeba histolytica, Giardia türleri, Trypanosoma cruzi, Toxoplasma gondii'*dir.

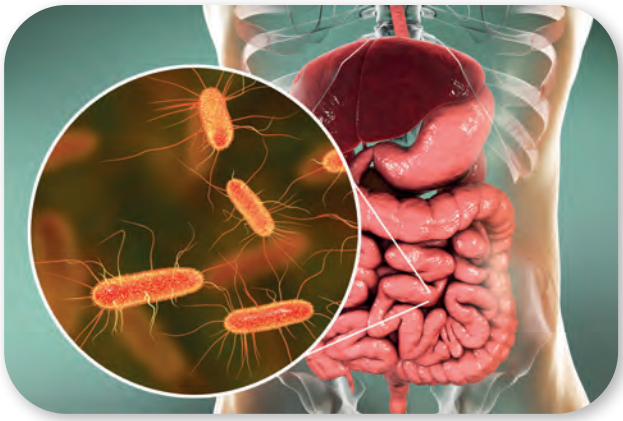
Cyclospora cayetanensis: Dışkıyla atılan **yumurta kistleriyle** (ookist) bulaşmış su ve gıdaların tüketilmesi yoluyla insanlara bulaşır. Enfeksiyon, insanlarda bulantı, kusma, sulu ishal, karın ağrısı, hâlsizlik gibi şikâyetleri olan hastalığa neden olur.

Cryptosporidium parvum: İnsan dâhil birçok memeli, kanatlı ve balık türlerinin sindirim sistemi epitel hücrelerine yerleşir (Görsel 1.54). Dolayısıyla dışkı kökenlidir. İshal hastalıklarının başlıca etmenidir. Dezenfektan ve zorlu çevre şartlarına karşı dayanıklı **oositlere** (henüz döllenmeye hazır olmayan dişi üreme hücresi) sahiptir. Türleri, **cryptosporidiosis** adı verilen, karın krampları, sulu ishal, bulantı, kusma baş ağrısı, ateş, iştah ve kilo kaybı belirtilerine sahip hastalığa sebep olur.



Görsel 1.54: *Cryptosporidium parvum*

Entamoeba histolytica: İnsan, domuz, bazı maymun türleri ve evcil hayvanların bağırsaklarına yerleşebildiği gibi karaciğer, beyin, akciğer gibi organlara da yerleşebilen bir parazittir (Görsel 1.55). Bağırsaklara yerleşmesi sonucunda kanlı, ağrılı ishal, karın ağrısı, ateş hâlsizlik belirtilerine sahip **amipli dizanteri hastalığına** (ambiasis) sebep olur. Karaciğer, beyin, akciğer gibi organlarda ise iltihaplanmalara neden olur.



Görsel 1.55: *Entamoeba histolytica*

Parazit sıcak iklimlerde daha kolay bulaşır. Çiğ gıdalar, içme suyu ve haşereler parazitlerin bulaşma kaynaklarıdır.

Giardia Türleri: Bu cinse ait protozoalar armut şeklindedir. İnsan ve hayvanlarda **giardiazis** adı verilen sindirim sistemi hastalıklarına neden olur (Görsel 1.56). Hastalık bulaşık su ve gıdaların tüketilmesiyle ortaya çıkar. Hastalık; çocuklarda ishal, yaşlılarda safra kesesi bozukluğuna bağlı bulantı, kusma ve sindirim sisteminde gaz birikimi gibi belirtiler gösterir.

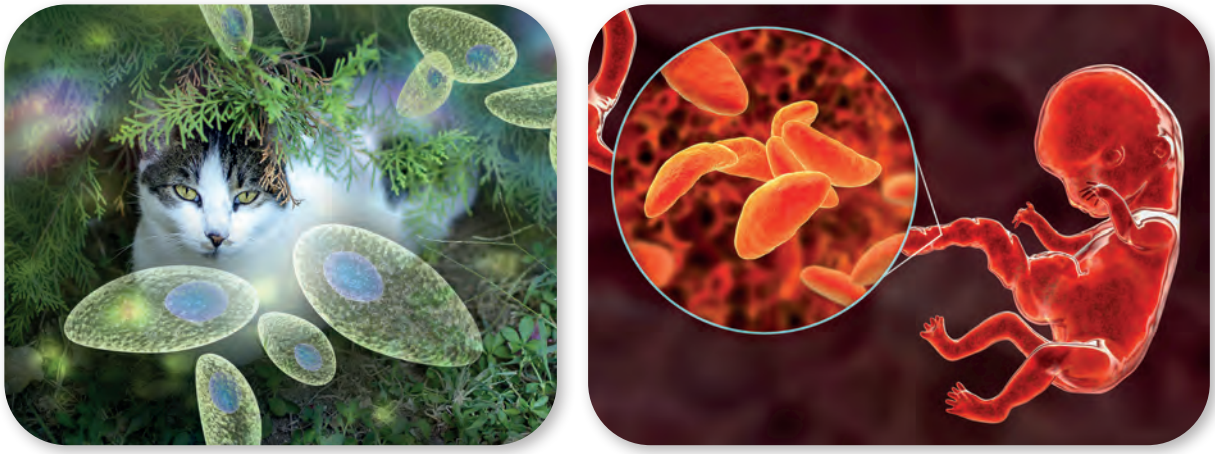
Görsel 1.56: *Giardia intestinalis* (*G. lamblia* ya da *G. duodenalis*)

Trypanosoma cruzi: Triatoma tahtakurusunun özellikle yüz bölgesini daha çok dudak çevresinin ısırması ile insanlara bulaşır (Görsel 1.57). Parazit canlı, ısırılan yerde kızarıklık, şişlik ile başlayan ateş, hâlsizlik döküntü, ishal, kusma ile devam eden ve ilerleyen aşamalarda kalp yetersizliği, ritim bozukluğu gibi problemlere neden olan **chagas hastalığı** etmenidir. Hastalıktan koruyucu ilaç ve aşı bulunmadığından her yıl dünyada binlerce kişinin ölümüne neden olmaktadır.

Görsel 1.57: *Trypanosoma cruzi* paraziti ve parazit böceği

Özellikle kedi ve kuşlarda görülür (Görsel 1.58). Enfekte süt, yumurta, az pişmiş et gibi gıdaların ve suların tüketilmesiyle insanların sindirim kanalına, oradan da beyin, karaciğer ve kaslarına yerleşerek toxoplasmolis (toksoplazmoliz) hastalığına sebep olur. İnsanlarda hastalığın belirgin bir belirtisi yoktur. Kas ağrısı ve lenf bezi şişmesine neden olur. **Toxoplasmolis**, hamilelikte düşüğe, sakat doğuma neden olur (Görsel 1.58).

Çiğ gıdaların tüketilmemesi enfeksiyona yakalanmamak için alınacak tedbirlerdendir.



Görsel 1.58: Kediler *Toxoplasma gondii* taşıyıcısı olup bu protozoanın hamilelikte olumsuz etkisi vardır.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 4. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlenin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerdeki bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Protozoalar, hücre duvarı olmayan, ökaryotik tek hücreli canlıları içermek tedir.

2. (.....) Endospor, protozoaların olumsuz koşullarda oluşturdukları yapının adıdır.

3. (.....) *Entamoeba histoclytica*, toxoplazmozise sebep olur.

4. (.....) Algler fotosentez yapabilen mikroorganizmadır.

5. (.....) Virüsler canlı hücreler dışında yaşamlarını sürdürebilir.

6. (.....) Gıda üretiminde kullanılan mikroorganizmalara starter kültür adı verilir.

7. (.....) Mayalar, önemli bir vitamin, mineral, antioksidan ve doğal renk maddesi kaynağıdır.

8. (.....) *Giardia* cinsi hücrelerin şekli armuta benzer.

9. (.....) Toxoplasmolis, kedilerle taşınan, hamile kadınlarda düşüğe sebep olan bir hastalıktır.

10. (.....) Şarbon, alglerin sebep olduğu bir hastalıktır.

11. (.....) Protozoal enfeksiyonların bulaşmasında özellikle böcek ısırığı ve insan dışkısı ile bulaşık gıdaların tüketilmesi etkili olur.

12. (.....) Stigma, ışığı algılayıp canlının ışığın tersi yönünde gitmesini sağlar.

Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

13. *Entamoeba histolytica* parazititi; kanlı, ağrılı ishal şeklinde seyreden ..... hastalığına neden olur.

14. Çocuk felci, kış kusma hastalığı, sarılık vb. gibi hastalıklar ..... tarafından yapılır.

15. Viral genomu çevreleyen protein yapısındaki kılıfa ..... denir.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 4. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Sularda serbest hâlde yaşayan alglere ne denir?

A) Denizatı B) Patulin C) Endospor D) Plankton E) Kist

17. Avian influenzanın neden olduğu hastalık aşağıdakilerden hangisidir?

A) Domuz gribi B) İnsan gribi C) Kuş gribi D) SARS E) Hepatit

18. Chagas hastalığı etmeni olan parazit organizma aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Toxoplasma gondii*

B) *Trypanosoma cruzi*

C) *Giardia intestinalis*

D) *Cryptosporidium parvum*

E) *Entamoeba histolytica*

19. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi virüslere ait bir özellik değildir?

A) Virüsler zorunlu hücre içi paraziti canlılardır.

B) Virüslerin büyük bir kısmı elektron mikroskobuyla incelenebilir.

C) Virüsler, bakterilere göre daha büyük hücre yapısına sahiptir.

D) Zorlu çevre koşullarına karşı bakterilerden daha dayanıklıdır.

E) Virüslerin yapmış olduğu hastalıklara viröz denir.

20. Aşağıda verilen özelliklerden hangisi alglere ait bir özellik değildir?

A) Buzullarla kaplı kutuplarda yaşayabildikleri gibi 80-90 °C'lik kaplıca sularında da yaşayabilir.

B) Aerobik organizmalardır.

C) Klorofil içerdikleri için çoğu yeşil renklidir

D) Kamçılı olan algler hareketli bir yapıya sahiptir.

E) Sularda bulunan mevcut O2'ni tükettikleri için deniz canlıları için tehlike oluşturur.

1.ÖĞRENME BİRİMİ 4. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

21. I. Bitkilerde bodurluk görülmesi,

II. Yapraklarda kıvrılma ve deformasyon görülmesi,

III. Açık yeşil, sarı ve koyu yeşil renkte mozaik lekelerin oluşumu,

Yukarıda belirtileri verilen hastalığın ismi aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Hepatit A

B) HIV hastalığı

C) Giardiazis

D) Mozaik virüsü hastalığı

E) Skorbüt hastalığı

SIRA SİZDE

1. Virüs hücre yapısında yer alan viral genom, kapsid, kapsomer, zarf kısımlarını hücre üzerinde çizerek gösteriniz.

Virüs hücre yapısı kısımları:

2. Protozoalarda yer alan hareket organellerini (yalancı ayak, kamçı, kirpik), hücre üzerinde çizerek gösteriniz ve her bir organelin görevini arkadaşlarınızla konuşarak tartışınız.

Protozoa hücresi hareket organelleri:

Yalancı ayakların görevi:

Kamçının görevi:

Kirpiklerin görevi:

3. Virüslerin, alglerin ve protozoaların gıda endüstrisi için önemini arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

4. Alglerin genel özellikleri nelerdir? Arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

5. Bir alg hücresinde yer alan kontraktil koful ve stigma organellerinin görevlerini arkadaşlarınızla değerlendiriniz.

ÖĞRENME BİRİMİ 2

GIDA MİKROORGANİZMA İLİŞKİSİ

- GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME
- GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR
- GIDA ZEHİRLENMELERİ

1.BÖLÜM

GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME

KONULAR

- GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞMEYİ ETKİLEYEN İÇ VE DIŞ FAKTÖRLER
- GIDALARDA İNDİKATÖR MİKROORGANİZMLAR
- GIDALARDA MİKROORGANİZMA BULAŞMA KAYNAKLARI
- MİKROBİYOLOJİK KONTAMİNASYONU ENGELLEYİCİ ÖNLEMLERİN ALINMASI

BU BÖLÜMDE ;

- Mikrobiyal gelişmeyi etkileyen iç ve dış faktörleri,
- Gıdalarda bulunan indikatör mikroorganizmaları,
- Gıdalarda mikroorganizma bulaşma kaynaklarını,
- Mikrobiyal bulaşmayı önleme yollarını öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Mirobiyal gelişme
- İndikatör mikroorganizma
- Mikroflora
- Bulaşma kaynakları
- Mirobiyal kontaminasyon

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Evinizde ve gıda işletmelerinde hangi gıdaların nerelerde muhafaza edildiğini araştırıp fotoğraflayınız. Fotoğrafları ve edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınız ile paylaşınız. Gıdaların neden bu ortamlarda muhafaza edildiğini değerlendiriniz.
- Taze meyve ve sebzelerin tüketime hazırlanırken nasıl temizlendiğini araştırınız. Bu temizlik sırasında kullanılan maddelerin neden tercih edilmiş olabileceğini arkadaşlarınızla tartışınız.

2.1. GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME

İnsanlar tarafından yenilen ve içilen her türlü madde veya ürün **gıda** olarak tanımlanır. Doğrudan insan tüketimine sunulmayan canlı hayvanlar, yem, hasat edilmemiş bitkiler, tedavi amaçlı kullanılan tıbbî ürünler, kozmetikler, tütün ve tütün mamulleri, narkotik veya psikotropik maddeler ile kalıntı ve bulaşanlar ise bu tanımın dışında kalmaktadır.

Gıdalar, insanlar için olduğu gibi, mikroorganizmalar için de yaşamsal faaliyetleri sürdürebilmek için gerekli bileşenleri içerisinde barındırır. Bu yüzden de önemli mikrobiyal gelişme alanlarıdır.

Doğada bulunan gıda maddelerinin iç kısımlarında mikroorganizma bulunmadığı, yani iç kısımlarının steril olduğu kabul edilir. Gıdaların yüzeylerinde ise değişken bir mikroorganizma çeşitliliği vardır. Gıdanın yüzeyinde bulundurabileceği mikroorganizma miktarı, gıda yüzeyinin büyüklüğü ile hacmi arasındaki ilişkiye bağlıdır. Salatalık, domates gibi meyve ve sebzelerin hacimlerine göre yüzeyleri küçüktür. Marul, maydanoz gibi gıdalar ise hacmine göre geniş bir yüzeye sahiptir. Bu da mikroorganizmaların bulunabileceği ve çoğalabileceği daha fazla alan demektir (Görsel 2.1).

Görsel 2.1: Yüzey alanı büyük ve küçük sebzeler

2.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler

Gıdalar, genel olarak bitkisel ve hayvansal kökenlidir. Gıdaların doğal yapılarından kaynaklanan bazı özellikleri mikrobiyal gelişmeyi engellediği gibi ham maddeye uygulanan işlemler ve sağlanan özel ortamlarla da bu canlıların gıdayı bozması engellenebilir veya geciktirilebilir.

Gıdalarda mikroorganizmaların gelişmesi sonucunda meydana gelen istenmeyen renk, tat, koku, görünüş ve yapı değişikliklerine **mikrobiyal bozulma** denir.

Gıdalarda mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen faktörler, **iç faktörler** (gıda maddesinin özellikleri) ve **dış faktörler** (çevresel faktörler) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

2.1.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen İç Faktörler

Gıdaların sahip olduğu kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal özellikler mikrobiyal gelişmeyi etkileyen iç faktörlerdir. İç faktörler şöyle sıralanabilir:

- Su aktivitesi (a_w)
- Asitlik (pH)
- Oksidasyon-redüksiyon potansiyeli (E_h)
- Antimikrobiyal maddeler
- İçerdiği besin ögeleri
- Gıda maddesinin yapısı

- **Su Aktivitesi**

Mikroorganizmaların varlığını ve metabolik faaliyetlerini sürdürebilmesi, ortamda suyun bulunmasına bağlıdır. **Su aktivitesi** (a_w), mikroorganizma tarafından kullanılabilir durumdaki serbest su miktarı olarak tanımlanır. Kısaca **a_w** veya **A_w** ile gösterilir.

Su aktivitesinin en yüksek değeri 1,0 (saf su), en düşük değeri ise 0,0 kabul edilir.

Kurutma ve dondurarak kurutma işlemleri ile gıdada bulunan serbest su gıdadan uzaklaştırılabilir. Bu sebeple taze gıdaların su aktivite değeri yüksek (taze meyve a_w değeri: 0,95), kurutulmuş gıdaların (kurutulmuş meyve aw değeri: 0,60) su aktivite değeri düşük olur (Görsel 2.2).

Kurutmanın yanında ortama yemek tuzu (NaCl) ve şeker gibi maddeler katılarak ortamın su aktivitesi düşürülebilir. Bu sayede mikroorganizma gelişmesi geciktirilebilmekte veya durdurulabilmektedir. Reçeller, salamuralar ve tuz ile kaplanarak kurutulan etlerin üretiminde bu yöntem kullanılır.

a) Kapya biber b) Sucuk

c) Siyah çay d) Marmelat

Görsel 2.2: Su aktivitesi düşürülmüş bazı gıdalar

Tuzun su bağlama kapasitesi, şekerin su bağlama kapasitesinden altı kat daha fazladır.

Gıdaların su aktivitesi azaltılarak mikroorganizmaların gelişmesi sınırlandırıldığı için gıdaların raf ömrü uzatılabilir. Gıdaların sahip olduğu ve mikroorganizmaların çoğaldığı su aktivitesi değerleri karşılaştırılarak patojen ve bozulma etkeni bakterilerin gelişmesini engellemek için farklı önlemler alınabilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Mikroorganizmaların Gelişmesi İçin İhtiyaç Duydukları Minimum Aw Değerleri ve Gıda Örnekleri. (1)

A_w	İlgili Değerinde Gelişebilen Mikroorganizmalar	Gıda Örnekleri
0,95	*E. coli, Clostridium perfringens*, Pek çok çürükçül organizma, Bazı mayalar	Çabuk bozulan gıdalar (taze ve konserve meyve, sebze, et, balık), süt, pişmiş sosis, ekmek, %4 sakkaroz veya %7 NaCl içeren gıdalar
0,91	*Salmonella* spp., *C. botulinum, Lactobacillus* spp., bazı küfler	Bazı peynirler, kürlenmiş et, meyve suyu konsantreleri, %55 sakkaroz veya %12 NaCl içeren gıdalar
0,87	Mayaların çoğu	Fermente sosisler, bazı kekler, sert peynirler, margarin, %65 sakkaroz veya %15 NaCl içeren gıdalar
0,80	Küflerin çoğu, *Saccharomyces* spp., Staphylococcus aureus	Çoğu meyve suyu konsantreleri, koyulaştırılmış süt, şurup, un, yüksek şekerli kekler, bazı kurutulmuş etler
0,75	Halofilik bakterilerin çoğu, Mikotoksijenik *Aspergillus* spp.	Reçel, marmelat, meyveli şekerlemeler, badem ezmesi, bazı bisküviler, bazı kurutulmuş etler
0,65	Bazı küfler	%10 nemli yulaf ezmesi, jöle, pekmez, fındık
0,60	Ozmofilik mayalar ve Kserofilik küfler	%15-20 nemli kurutulmuş meyveler, karamel, şekerleme, bal
0,50	Mikroorganizma gelişimi olmaz.	%12 nemli makarna, %10 nemli baharat
0,40		%5 nemli tam yumurta tozu
0,30		Bisküviler, kraker, %3-5 nemli kurutulmuş ekmek
0,20		%2-3 nemli tam yağlı süt tozu, Kurutulmuş çorbalar

(1) Halkman, A.K., Gıda Mikrobiyolojisi, s. 46.

- **Asitlik (pH)**

Gıdaların asitliği, pH ve toplam asitlik ile ifade edilir. pH ortamdaki H^+ iyonu konsantrasyonunu gösterir ve 0 ile 14 arasında derecelendirilir.

pH mikroorganizmaların çoğalmalarında önemli bir etkiye sahiptir. Çünkü mikroorganizmaların çoğu, özellikle patojenler, oldukça dar bir pH aralığında çoğalır. pH değerinde küçük bir değişiklik bile üremeyi durdurabilir. Mikroorganizmalar genellikle nötüre yakın pH değerlerinde (pH 6,0 - 8,0 arasında) iyi gelişir. Ancak pH 1,5-11 arasında çoğalabilen küfler ve pH 1-9 arasında çoğalabilen bakteriler de vardır. Mikroorganizmların pH istekleri karşılaştırıldığında bakteriler, küf ve mayalara göre daha hassastır (Tablo 2.2).

Bir gıdanın mikrobiyal güvenliğine bakıldığında, pH 4,4 değeri altındaki gıdalar, patojenler gelişemediği için **güvenli gıda** olarak kabul edilir.

Tablo 2.2: Bazı Mikroorganizmaların Gelişebildikleri Yaklaşık pH Değerleri (2)

Mikroorganizma	Minimum pH	Optimum pH	Maksimum pH
Bakteri	4,1 – 4,5	6,5 – 7,5	9,0
Maya	1,5 – 3,5	4,0 – 6,5	8,0 – 8,5
Küf	1,5 – 3,5	4,5 – 6,8	9,0 – 11,0

Gıda maddeleri asitlendirilerek pH'si düşürülmekte böylece daha uzun süre saklanabilmektedir. pH değerinin düşük olması mikroorganizmaları iki şekilde etkiler:

1. Mikroorganizma gelişimini önler.
2. Düşük pH'de mikroorganizmalar ısıdan daha fazla etkilenir.

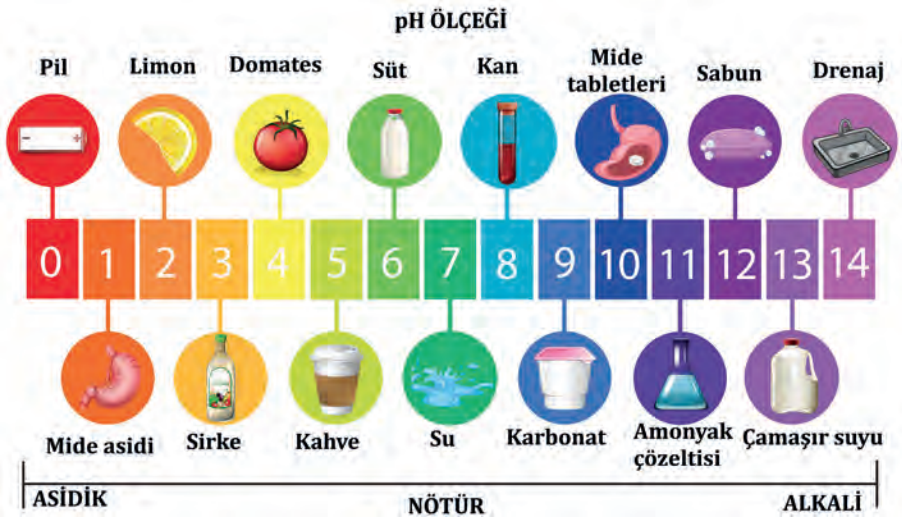
pH değeri 4,5'in üzerinde olan konservelerin sterilizasyonunda 100°C'den yüksek sıcaklıklar gerekirken pH değeri 4,5'in altında olan konservelerde mikroorganizmaları inhibe etmek için 100 °C'den düşük sıcaklıklar yeterli olmaktadır.

Asitlik, gıdalarda üç sebepten bulunabilir:

1. Gıdanın doğal yapısından kaynaklıdır.
2. Gıdada, istemli ya da istemsiz, mikroorganizmaların gelişmesinden (fermantasyon vb.) kaynaklıdır.
3. Gıdaya bilinçli olarak eklenen organik asitlerden kaynaklıdır.

Gıdaların pH düzeyi birbirinden farklı olduğundan mikrobiyal yük miktarı ve taşıdığı mikroorganizma çeşidi de farklılık gösterir (Görsel 2.3 ve Tablo 2.3).

(2) Halkman, A.K., Gıda Mikrobiyolojisi, s. 54.



Görsel 2.3: Günlük hayattaki bazı maddelerin pH değerleri

Tablo 2.3: Bazı Gıdaların Yaklaşık pH Değerleri (3)

Ürün	pH	Ürün	pH
Sebzeler		**Et ve tavuk etleri**	
Fasulye	4,0 - 6,5	Sığır (Kıyma)	5,1 - 6,2
Pancar	4,2 - 4,4	Dana	6,0
Lahana	5,4 - 6,0	Tavuk eti	6,2 - 6,4
Fasulye	4,0 - 6,5	Sığır (Kıyma)	5,1 - 6,2
Pancar	4,2 - 4,4	Dana	6,0
Havuç	4,9 - 5,2	**Balık ve deniz ürünleri**	
Karnabahar	5,6	Balık (Çoğunlukla)	6,6 - 6,8
Patlıcan	4,5	İstiridye	6,5
Kereviz	5,7 - 6,0	Midye	4,8 - 6,3
Mısır (Tatlı)	7,3	Ton Balığı	5,2 - 6,1
Kıvırcık salata	6,0	Karides	6,8 - 7,0
Patates	5,3 - 5,6	**Süt ve süt ürünleri**	
Domates	4,2 - 4,3	Tereyağı	6,1 - 6,4
Ispanak	5,5 - 6,0	Süt	6,3 - 6,5
Soğan (Kırmızı)	5,3 - 5,8	Krema	6,5
Maydanoz	5,7 - 6,0	Yoğurt	3,8 - 4,1
Kabak	4,8 - 5,2	Peynir	4,9 - 6,1
Meyveler		**Yumurta**	
Elma	2,9 - 3,3	Akı	7,6 - 9,5
Elma (suyu)	3,6 - 3,8	Sarısı	6,0 - 6,3
İncir	4,6	**Ekmek**	5,0 - 6,0
Greyfurt (suyu)	3,0	**Mayonez**	3,8 - 4,0
Kavun	6,3 - 6,7	**Şaraplar**	3,0 - 4,0
Portakal (suyu)	3,6 - 4,3	**Sirke**	4,0 - 4,5

(3) Ayhan, K., Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, 2. Bölüm, 2. Kısım s.2.

Meyvelerin pH değerleri genel olarak pH 4,5 altında olduğu için mikrobiyal yolla bozulmalarına pH 3,5'in altında gelişebilen maya ve küfler neden olur. Bu değer, gıda bozulmalarına yol açan pek çok bakteri ile patojen bakterilerin gelişebileceği minimum pH değerlerinin oldukça altındadır.

Süt, et ve sebzeden fermantasyon ile elde edilen sırasıyla peynir, sucuk ve turşu gibi ürünlerde, bakteriler laktik asit oluşturarak pH'yi düşürür. Böylece istenmeyen birçok bakterinin gelişmesi engellenmiş olur.

Çeşitli meyve, meyve suyu, meşrubat, sirke ve şarap gibi ürünlerin uzun süre bozulmadan saklanmasının nedeni, pH değerlerinin, büyük oranda bakterilerin gelişebildikleri pH değerinin altında olmasıdır.

- **Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli (Eh)**

Oksidasyon - redüksiyon potansiyeli, gıdaların içerisinde gerçekleşen elektriksel bir olaydır.

Oksidasyon – redüksiyon potansiyeline, yükseltgenme – indirgenme potansiyeli veya redoks potansiyeli de denir. O/R ve Eh şeklinde gösterilir.

Redoks potansiyeli, mikroorganizmaların oksijenle ilişkilerini gösterir. Aerobik mikroorganizmalar, gelişmek için yüksek veya pozitif; anaerobik mikroorganizmalar ise düşük veya negatif redoks değerlerine ihtiyaç duyar (Erkmen, 2017, s.58, düzenlenmiştir).

Gıdaların Eh değerleri ölçüldüğünde +400 mV ile -400 mV arasında değiştiği görülmektedir.

Sebze ve meyvelerin Eh değerleri +300 ile +400 mV arasında ölçülmektedir. Bu durum, aerobik bakteriler ve küflerin meyve ve sebzelerde kolaylıkla gelişip onları bozabilecekleri anlamına gelir.

Büyük parça hâlindeki taze etlerin Eh değerleri, -200 mV ölçülürken parçalanarak kıyma hâline getirilen etlerdeEh değeri +200 civarındadır. Bu ölçüm değerlerinden, etin parçalanırken hava ile karışarak Eh değerinin düştüğü sonucuna varılabilir.

Konserve gıdalarda ölçülen Eh değerlerinin -20 mV ile -440 mV arasında değişiklik göstermesi, bu gıdalarda anaerobik mikroorganizmaların gelişebileceğinin göstergesidir.

- **Antimikrobiyal Maddeler**

Mikroorganizmaları öldüren (mikrobisid), çoğalmalarını engelleyen (mikrobistatik) veya faaliyetlerini önleyen (inhibitör) maddelere **antimikrobiyal maddeler** denir.

Bakteri öldüren maddelere **bakterisid**, bakterilerin çoğalmasını durduran maddelere **bakteriostatik** denir.

Fungusları (mayalar ve küfler) öldüren maddelere **fungisid**, fungusların çoğalmasını durduran maddelere **fungistatik** denir. Gıdaların üretiminde istenmeyen mikrobiyal gelişimin önlenmesi için antimikrobiyal madde kullanımı önemlidir (Görsel 2.4).

Görsel 2.4: Tarımda antimikrobiyal madde kullanımı önemlidir.

Antimikrobiyal maddeler gıdaların doğal yapısında bulunabileceği gibi (Tablo 2.4) dışarıdan ilave edilebilenler de vardır (Tablo 2.5).

Tablo 2.4: Yapısında Doğal Olarak Antimikrobiyal Madde Bulunan Gıdalar ve Bu Gıdaların İçerdiği Antimikrobiyal Maddeler

Gıda maddesi	Antimikrobiyal madde	Gıda maddesi	Antimikrobiyal madde
İnek sütü	Laktoferrin, Konglutinin, Laktoperoksidaz	Tarçın	Sinamik aldehit ve Eugenol
Yumurta	Lizozim	Hardal	Allil izotiyosiyanat
Sarımsak ve soğan	Allisin	Adaçayı	Eugenol ve timol
Kranfil	Eugenol	Meyve, sebze, çay, melas	Hidroksinamik asit
Turunçgiller (kabuğunda)	Sitral		

Tablo 2.5: Gıdalara Dışarıdan Eklenebilen Bazı Antimikrobiyal Maddelerin Etkili Olduğu Mikroorganizmalar ve Bunların Kullanıldığı Bazı Gıdalar

Antimikrobiyal madde	Etkili olduğu mikroorganizmalar	Kullanıldığı bazı gıdalar
Kükürtdioksit (SO_2) ve sülfitler	Mayalar, küfler, bakteriler	Kurutulmuş meyveler, şuruplar, püreler
Nitrit ve nitrat	*Clostridium botulinum,* *Clostridium butyricum,* *Clostridium sporogenes*	Et ve et ürünleri, kürlenmiş balıklar
Sorbik asit	Küfler ve mayalar	Peynirler, hububat ürünleri, reçeller, marmelatlar, sos, margarin, ketçap, kurutulmuş meyve, et ve balık ürünleri, turşu ve salamuralar
Benzoik asit	Mayalar ve küfler	Ekmek, pasta, bisküvi, gofret, kek kremaları, alkolsüz içecekler, meyve suları, sofralık zeytin, soslar, kakolu ürünler, ketçap, margarin
Propiyonik asit	Küfler ve *Bacillus subtilis*	Fırın ürünleri, peynirler
Asetik asit	Bakteriler ve mayalar	Ketçap, sebze turşuları, ekmek, unlu mamüller

Antimikrobiyal maddelerin istenilen etkiyi gösterebilmesi için kullanım miktarının iyi ayarlanması ve gıdanın pH'si, su aktivitesi ve diğer gıda bileşenlerinin de göz önünde bulundurulması gerekir.

Gıdalara antimikrobiyal maddeler eklenirken yönetmelik ve tüzüklerde belirtilen miktarlar dikkate alınmalıdır.

- **Besin Ögeleri**

Gıdalar; karbonhidratlar, lipitler, proteinler, vitaminler, mineraller ve su olmak üzere altı temel besin ögesinden oluşur. Mikroorganizmalar da gelişmek için bu besin ögelerinin tamamına ya da bir kısmına ihtiyaç duyar.

Mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu ya da kullanabildiği besin ögeleri birbirinden farklılık gösterir. Mikroorganizmaların kullanabilecekleri besin ögelerini genellikle sahip oldukları enzimler belirler. Mikroorganizmalar, sahip olduğu enzimler ile büyük yapıdaki besin ögelerini hücre içine alınabilecek boyutlarda parçalar ve hücre içine aldığı besin ögelerini ihtiyacı doğrultusunda kullanır. Bunun sonucunda da metabolit denilen çeşitli maddeler üretir.

Karbonhidratlar, gıdalarda gelişen mikroorganizmalar için en önemli enerji kaynağıdır. Glikoz gibi küçük yapılı olanları, direkt hücre içine alabilirken nişasta ve selüloz gibi büyük yapılı karbonhidratları, sadece nişastayı parçalayan amilaz ve selülozu parçalayan selülaz enzimine sahip olanlar kullanabilir.

Gıdalarda bulunan proteinler, mikroorganizmalar için direkt kullanabilecekleri yapılar değildir. Bunların proteinleri oluşturan amino asit veya küçük peptit moleküllerine parçalanması gerekir. Proteaz ve peptidaz enzimlerine sahip mikroorganizmalar, proteinleri amino asitlerine kadar parçalayarak kullanır.

Proteinleri parçalayacak enzimlere sahip mikroorganizmalara **proteolitik mikroorganizmalar** denir. Yağlar (lipidler) ise lipaz enzimine sahip mikroorganizmalar tarafından parçalanarak kullanılabilir. Yağları parçalayarak kullanabilen mikroorganizmalara **lipolitik mikroorganizmalar** denir.

Özellikle taze ve işlem görmemiş gıdalar, vitamin yönünden zengindir ve mikroorganizmaların ihtiyaçlarını rahatlıkla karşılar. Bunun yanında birçok mikroorganizma, ihtiyaç duyduğu vitaminleri kendisi üretir.

Mikroorganizmaların gıdalardaki besin ögelerini parçalamaları, kullanmaları ve bu şekilde çoğalmaları gıdanın mikrobiyolojik olarak bozulduğu anlamına gelir.

- **Gıda Maddesinin Yapısı**

Bazı gıdaların kabukları ve kabuklarını oluşturan bazı katmanlar mikroorganizmaların gıdanın içindeki besin maddelerine ulaşmasını engeller (Görsel 2.5). Meyvelerin ve yumurtanın kabuğunda bulunan mumsu kütikula tabakası, fındık ve ceviz gibi yağlı tohumların sert ve sıkı lifli kabuk yapısı buna örnek verilebilir. Ayrıca deri, balıkların pulları ve üzerindeki mukus tabakası da mikroorganizmalara karşı koruma sağlamaktadır.

Görsel 2.5: Bazı kabuklu gıdalar

Kabukların yara alması veya çatlaması, mikroorganizmaların besin ögelerine ulaşması için uygun yol oluşturur ve buralarda gelişerek gıdayı bozmasına neden olur.

2.1.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Dış Faktörler

Gıdanın bulunduğu veya depolandığı yerin özellikleri dış faktörleri oluşturur. Dış faktörler, mikroorganizmaların gelişiminde önemli bir yer tuttuğu gibi Aw ve O/R gibi iç faktörleri de zaman içinde etkileyebilir ve gıdanın fiziksel özelliklerinde değişimlere sebep olabilir.

Dış faktörler şöyle sıralanabilir:

1. Sıcaklık
2. Nem
3. Ortamda bulunan gazlar
4. Radyasyon

- **Sıcaklık**

Mikroorganizmaların gelişebilmeleri için en önemli isteklerinden biri uygun sıcaklıktır (Görsel 2.6). Mikroorganizmalar gelişebildikleri sıcaklık aralığının üzerine çıkan sıcaklıklarda ölebilirken gelişme aralığının altındaki sıcaklıklarda ise sadece çoğalmayı durdurup varlıklarını devam ettirirler. Yani düşük sıcaklık ile mikroorganizmaları öldürmek mümkün değildir.

Görsel 2.6: Soğukta muhafaza

Mikroorganizmalar gelişim gösterdikleri sıcaklık aralıklarına göre **psikrofilikler** (soğuk sevenler), **mezofilikler** (ılık sevenler) ve **termofilikler** (sıcak sevenler) olmak üzere üç temel sınıfa ayrılır (Tablo 2.6).

Tablo 2.6: Mikroorganizmaların Gelişebildikleri Sıcaklık Aralıkları

Mikroorganizma Grubu	Gelişme Sıcaklık Aralıkları (°C)		
	Minimum	Optimum	Maksimum
Psikrofilik	0	15	20
Mezofilik	5 - 15	25 - 45	45 - 50
Termofilik	35- 45	45 - 65	60 - 90

Gıdaların bozulmasına ve zehirlenmelere neden olan patojen mikroorganizmaların büyük çoğunluğunun mezofilik olduğu düşünüldüğünde, 5 °C'nin altı ve 65 °C üzerindeki muhafaza sıcaklıkları güvenli kabul edilir.

Depolama sıcaklığının seçiminde gıdanın kalite özelliklerinin olumsuz etkilenmemesi sağlanmalıdır. Gıdaların depolama sıcaklığı birbirinden farklılık gösterir (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Bazı Gıdaların Depolama Sıcaklıkları

Gıda	Depolama Sıcaklığı (°C)	Gıda	Depolama Sıcaklığı (°C)
Balkabağı	+10	Et – Sığır Taze	0 - (+1)
Muz	+15	Balık Taze	-1 - (+2)
Patates taze	+10	Peynir	+1 - (+4)
Taze fasulye	+4	Süt Tozu	+7 - (+21)
Nebati Yağlar	+21	Tereyağı	+4

- **Nem**

Gıda depolarının bağıl nem düzeyi, gıdanın yüzeyinde gelişebilecek mikroorganizmalar ve gıdanın su aktivitesi açısından önemlidir.

Su molekülleri, her zaman çok oldukları ortamdan az oldukları ortama doğru geçiş isteğindedir. Dolayısıyla gıdaların nem oranı, onu çevreleyen havanın nem oranından az ise havadaki nem gıdaya geçmeye başlayacaktır. Gıdanın nem oranı arttıkça Aw miktarı da artacağından yüksek Aw değerine sahip gıdalarda mikrobiyal gelişim görülecektir. Gıda üzerindeki mikroobiyal gelişim sonucunda da gıdalar bozulacaktır.

Gıdaların nem oranı, onu çevreleyen havanın nem oranından fazla ise gıdadaki nem havaya geçmeye başlayacaktır. Bu durum özellikle meyve ve sebzelerde istenmeyen, pörsüme ve yumuşamaya neden olur.

Depolama sırasında gıdanın mikrobiyolojik olarak bozulmaması ve kalite kaybı yaşanmaması için içerdiği nem oranına uygun bir ortamda depolanması gereklidir (Tablo 2.8).

Tablo 2.8: Bazı Gıdaların Depolama Nem Değerleri ve İçerdikleri Su Miktarı

Gıda	Depo Nemi (%)	Gıdanın Su Miktarı (%)	Gıda	Depo Nemi (%)	Gıdanın Su Miktarı (%)
Taze Sığır Eti	88-92	62-77	Salatalık	90-95	96
Taze Tavuk Eti	90-95	74	Marul	95	95
Balık Taze	90-95	60-80	Mandalina	85-90	87
Peynir	65-70	30-60	Sarımsak (kuru)	65-70	61
Şekerlemeler	50	6-10	Meyve kuruları	50-60	14-26

- **Ortamda Bulunan Gazlar**

Gazlar, mikroorganizma gelişimi üzerinde ciddi etkilere sahiptir. Özellikle depolama sırasında depo ortamında ve ambalajların içerisinde kullanılan gazlar gıda yüzeyinde gelişen mikroorganizmalar için doğrudan etkilidir.

Aerobik mikroorganizmalar gelişmek için oksijene muhtaç iken anaerobik mikroorganizmalara oksijen zehir etkisi yapmaktadır (Görsel 2.7). Bunun yanında çok az oksijen olan ortamlarda gelişebilen mikroaerofilik bakteriler, küfler ve mayalar da vardır.

Çok az oksijen olan ortamlarda gelişebilen mikroaerofilik bakteriler, küfler ve mayalar da vardır.

Havada %0,003 oranında bulunan karbondioksit (CO_2), ortamda yüksek oranlarda bulunduğunda aerobik mikroorganizmaların gelişimini olumsuz etkilemektedir. Özellikle sebze ve meyvelerin karbondioksit gazı ile depolanmasında bozulmalar gecikmektedir.

İçme sularının dezenfeksiyonunda yaygın şekilde ozon gazı (O_3) kullanılmaktadır.

Gıdalar ambalajlanırken ambalaj içindeki hava vakumla alınarak **vakum ambalajlama** ya da ambalaj içine uygun gazların karışımı doldurularak **modifiye atmosfer paketleme (MAP)** yapılabilir (Görsel 2.7). Bu şekilde mikroorganizmaların gelişimi yavaşlar ve gıdanın raf ömrü uzatılır. Modifiye atmosfer paketleme için genellikle azot (N_2), karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit

(CO) ve oksijen (O_2) gazlarından, gıdanın özelliklerine uygun olanlar kullanılmaktadır.

Görsel 2.7: (a) vakum ambalajlama, (b)modifiye atmosfer paketleme örnekleri

- **Radyasyon (Işınlar)**

Mikroorganizmalar belirli dalga boyundaki ışınlardan etkilenmektedir. Gıdaların sterilizasyon ve dezenfeksiyonunda iyonize radyasyon denilen gama ve beta ışınlarının yanında ultraviyole ışık kullanılmaktadır.

Gama ve beta ışınları gıdanın içine tesir edebilmekte fakat önemli bir radyoaktif kalıntı oluşturamamaktadır. Ayrıca gıdanın ısısını da çok fazla artıramadıklarından gama ve beta ışınları ile yapılan ışınlama işlemine **soğuk sterilizasyon** denmektedir.

Ultraviyole ışınlar güneşten dünyamıza gelmekle birlikte, özel lambalar ile de oluşturulabilmektedir. Maddelerin içine tesir edemediği için yüzeylerdeki mikroorganizmaların etkisizleştirilmesi için kullanılmaktadır.

Işınlamaya tabi tutulan gıdaların ambalajında **radura sembolü** bulunur (Görsel 2.8).

Görsel 2.8: Radura sembolü

Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Işınlama Yönetmeliği ile gıda ışınlama için gerekli koşulları şöyle belirlemiştir:

1. Gıda ışınlama işlemi; iyi üretim, iyi tarım veya iyi hijyen uygulamalarının yerini alamaz ve sadece aşağıdaki durumlarda uygulanır: (4)

a) Teknolojik olarak bir ihtiyaç mevcut ise,

b) Sağlık için bir tehlike oluşturmuyor ve önerilen koşullarda gerçekleştiriliyorsa,

c) Tüketici menfaatleri uygun ise

(4) Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Işınlama Yönetmeliği, Gıda Işınlama İçin Gerekli Koşullar

2. Gıda ışınlama işlemi sadece aşağıdaki amaçlar için kullanılır:

a) Patojen mikroorganizmaların yok edilmesi ile gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi,

b) Bozulmaya neden olan mikroorganizmaların yok edilmesi ve çürümenin önlenmesi veya geciktirilmesi ile gıdaların bozulmasının önlenmesi,

c) Filizlenme, çimlenme ve olgunlaşma ile oluşabilecek gıda kayıplarının azaltılması,

ç) Bitki ya da bitkisel ürünlere zarar veren organizmaların gıdadan uzaklaştırılması.

2.1.2. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar

2.1.2.1. Giriş

Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilen gıda maddeleri içerdikleri besin ögeleri sebebiyle mikroorganizma çoğalması için uygun ortam oluşturur. Bu sebeple gıda maddeleri koruyucu önlemler alınmaz ve kısa sürede tüketilmez ise mikroorganizmalar tarafından kontamine olur ve bozulur. Gıdaların bozulması sonucunda istenmeyen kalite özellikleri (renk, tat, doku, koku) oluşur.

Patojen ve bozulma etkeni mikroorganizmalar, tarladan başlayarak tüketicilere ulaşana kadar üretimin çeşitli aşamalarında yetersiz hijyen ve sanitasyon koşulları nedeniyle gıdalara bulaşabilir.

Bu mikroorganizmalar, insan sağlığını tehdit etmenin yanında saklama sürecinde bozulmalara, bunun sonucunda da ekonomik kayıplara neden olur.

Gıdaların hijyenik koşullarda üretilip üretilmediğinin, patojen ve bozulma etkeni mikroorganizmaların varlığının anlaşılabilmesi için tüm mikroorganizmaların izole edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle onların varlığının veya yokluğunun göstergesi olarak bazı mikroorganizma grupları ile bunların metabolizma ürünleri gıdalar için indikatör (gösterge, belirteç) olarak değerlendirilir. Başka bir deyişle gıdanın üretim koşullarının hijyenik olup olmadığını, gıdayı güvenli hâle getirmek için uygulanan işlemlerin doğru yapılıp yapılmadığını gösteren mikroorganizmalara **indikatör mikroorganizmalar** denir.

İndikatör mikroorganizmalar, gıda kalitesinden ziyade gıda güvenliği ve sanitasyon hakkında bilgi verir. Gıda güvenliği indikatörü mikroorganizmalar şu özelliklere sahip olmalıdır:

- Varlığı kolay ve hızlı belirlenebilmelidir.
- Gıdada bulunan diğer mikroorganizmalardan kolayca ayırt edilebilmelidir.
- Gıdada bulunan indikatör mikroorganizmanın sayısı ile patojen mikroorganizma sayısı arasında paralellik olmalıdır.
- İndikatör mikroorganizmalar ile patojen mikroorganizmaların gelişebilmek için istedikleri ortam şartları ile olumsuz ortam koşullarına dayanıklılık düzeyi aynı olmalıdır.

- Analiz sırasında diğer mikroorganizmalardan kolayca ayırt edilebilmelidir.
- İndikatör mikroorganizmanın bulunmadığı gıdalarda patojen mikroorganizmalar da olmamalı ya da çok az bulunmalıdır.

Yukarıdaki indikatör mikroorganizma özellikleri gıdaların birçoğuna uygulanabilir. Çoğunlukla patojen mikroorganizmalar ile dışkı (fekal) bulaşması arasında doğrusal ilişki olduğu saptanmış olup **dışkı kökenli mikroorganizmalar** sularda **sanitasyon indeksi** (göstergesi) olarak kullanılmıştır.

- Fekal bulaşma indikatörü olarak kullanılacak mikroorganizma, yukarıda bahsi geçen indikatör mikroorganizma ölçütlerine ilaveten şu özellikleri de taşımalıdır:
- Bakteri bağırsak kaynaklı olmalıdır.
- Bağırsağın dışında da canlı kalabilmelidir.
- Belirlenmesi kolay ve güvenilir olmalı, düşük sayılarda olsa bile kolaylıkla tespit edilebilmelidir.
- Dışkıda yüksek sayıda bulunmalı, seyreltildiğinde de varlığı belirlenebilmelidir.

İndikatör mikroorganizmalar iki başlık altında incelenebilir:

1. Patojen İndikatörleri
2. Bozulma İndikatörleri

2.1.2.2. Gıdalarda Patojen İndikatörleri

Patojen mikroorganizmalar, hastalık yapıcı özellikleri ile bilinir. Başlıca patojen indikatörleri şunlardır:

- Koliformlar
- Enterokoklar
- Toplam canlı mikroorganizma sayısı
- Diğer güvenlik indikatörleri

- **Koliformlar**

Gram negatif, spor oluşturmayan, pastörizasyon sıcaklığında inhibe edilebilen, fermantasyon işlemi sonucunda ortamda gaz oluşturan bakterilerdir. Koliformlar; insanlar, kuşlar ve memeli hayvanlar gibi sıcakkanlı canlıların bağırsak sistemlerinde ve bitki florasında doğal olarak bulunur. Dolayısıyla fekal bulaşma indikatörü olarak kullanılabilir.

Koliform grubu bakterilerin gıdalarda tespit edilmesi, hijyen ve sanitasyon şartlarının yeterli olmadığının göstergesidir.

Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella cinsi bakteriler, koliform grubu bakterileri oluşturur.

Bu mikroorganizmalar, IMViC testlerinden faydalanılarak saptanabilir.

Fekal koliformlar, koliform grubuna kıyasla daha belirleyici bir fekal bulaşma gösterge-

sidir.

İşlem görmemiş hayvansal gıdalarda bulunmalarının yanında lağım suyu karışmış veya direkt dışkı bulaşmış su ve toprak ile bitkisel gıdalara da bulaşabilir.

Bu mikroorganizmalar, pastörizasyon gibi ısıl işlemlere dayanıksızdır. Tüketime hazır gıdalarda tespit edilmesi sanitasyon eksikliğinin ve patojen varlığının göstergesidir

Escherichia coli, en önemli fekal bulaşma indikatörüdür. Kanatlı hayvan, memeli hayvan ve insan sindirim sisteminde bulunur.

E. coli, pastörizasyon işlemi ile inhibe edilebilir.

Tüketime hazır gıdalarda *E. coli* tespit edilmesi;

- Gıdanın fekal kontaminasyona uğradığının,
- Patojen mikroorganizma içerebileceğinin,
- Hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmadığının göstergesidir.

- **Enterokoklar**

Enterococcus grubunda 20 tür bakteri bulunur. *E. coli* ile karşılaştırıldığında enterokoklar, insan dışkısında daha az sayıda bulunmalarına rağmen olumsuz ortam koşullarına (dondurma, kurutma, düşük pH vb.) daha dayanıklı olmaları, indikatör olarak önem kazanmalarına sebep olmuştur. Enterokoklar bu dayanıklılıklarından dolayı dondurulmuş gıdalarda fekal bulaşma ve yetersiz sanitasyon göstergesi olarak kullanılır.

Pastörizasyon işlemine de dayanıklı olan enterokokların pastörize edilmiş gıdalarda yüksek sayıda tespit edilmesi, gıdanın mikrobiyal yükünün çiğken de yüksek olduğuna işarettir.

- **Toplam Canlı Mikroorganizma Sayısı**

Gıdada bulunan toplam mikroorganizma sayısı;

- Taşıma ve depolama koşullarının uygunluğunu,
- İşletmelerde sanitasyonun yeterliliğini,
- Ürün raf ömrünün belirlenmesini,
- Mikrobiyal bozulmanın başlangıç ve seviyesini,
- Dondurulmuş gıdaların çözündürülmesi sırasında meydana gelen bozulmaları göstermesi bakımından önemlidir.

İnsan ve hayvan patojenlerinin büyük bir kısmı mezofiliktir. Gıdalarda mezofilik bakteri saptanması gıdaların bu patojenlerin çoğalmasına olanak sağlayan koşullarda üretildiğinin veya depolandığının kanıtı olacaktır.

- **Diğer Güvenlik İndikatörleri**

Personel hijyenine uymayan çalışanlar, yetersiz temizlenmiş alet ve ekipmanlar, işlenmemiş hayvansal ürünler ve oluşan çapraz bulaşmalar ***Staphylococcus* grubu** bakterileri bulaşmasına ortam hazırlar. *Staphylococcus* sayısının yüksek ($\geq 10^6$ kob/g) olması, personel hijyenine uyulmadığının, ısıl işlem zincirinin kırıldığının veya yetersiz kaldığının göstergesidir.

Gıda işletmelerinde ***Salmonella*** bakterisine rastlanması, yer altı sularının kanatlı çiftlikle-

rinin atıklarıyla bulaştığının bir kanıtı olarak gösterilebilir.

Gıdalarda yüksek sayıda **küf** bulunması, küflerin toksinlerinin de gıdada bulunması olasılığını beraberinde getirdiği için gıdada sağlık riski bulunduğunun göstergesidir.

Ayrıca toplam ozmofilik mayalar, kserofilik küfler, toplam proteolitik ve lipolitik bakteriler, psikrofilik bakteriler, Clostridium türleri farklı gıda kalitesinin belirlenmesinde indikatör olabilir.

2.1.2.2. Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri

- **Giriş**

Gıdalar, insanlar için olduğu gibi mikroorganizmalar için de besin kaynağıdır. Mikroorganizmalar gıdalardan uzaklaştırılmazlar ise gıdaları parçalamaya ve sindirmeye başlar. Bunun sonucunda da istenmeyen tat, koku, renk ve yapı oluşur. Bu durum **gıdanın bozulması** olarak adlandırılır.

Mikrobiyal bozulmaya gıdanın çeşidi, bileşimi, üretim şekli, paketleme, depolama şartları (sıcaklık-süre parametresi, sıcaklık dalgalanması vb.) etki eder.

Mikrobiyal bozulma sonucu gıda kayıplarının azaltılabilmesi için gıdaların raf ömrünün ve mevcut mikrobiyal kalitesinin belirlenmesi gerekir. Bu belirleme işleminde gıdadaki bozucu mikroorganizmalar ile bunların matabolizma ürünleri indikatör olarak değerlendirilir.

Mikrobiyal bozulma indikatörü mikroorganizma ve bunların metabolitlerinin belirlenmesinde şu özellikler dikkate alınmalıdır:

- Kaliteli ve taze gıdada bulunan indikatör mikroorganizma sayısı düşük olmalı, indikatör metabolit olmamalıdır.
- Gıda için uygun olan depolama koşullarında, gıdanın mikrobiyal bozulmasının asıl sebebi bu mikroorganizma veya metaboliti olmalıdır.
- İndikatör mikroorganizma sayısı gıdanın kalitesi ile ters orantılı olmalıdır.
- İndikatör mikroorganizma ve metaboliti kolay ve hızlı bir şekilde tespit edilebilir olmalıdır.
- Gıdada bulunan diğer mikroorganizmaların varlığı indikatör mikroorganizmaların çoğalmasını olumsuz yönde etkilememelidir.

- **Bozulma İndikatörü Mikroorganizmalar**

Pseudomonas türleri ve psikrofilik bazı bakteriler protein bakımından zengin olan et, tavuk, balık ve süt gibi gıdalarda buzdolabı sıcaklığında indikatör olarak kullanılabilmektedir (Tablo 2.9).

Şeker içeriği yüksek, pH'si düşük meyve sularında asıl bozulma sebebinin mayalar ve laktik asit bakterileri olduğu görülmektedir.

Bileşimlerinden dolayı bakterilerin gelişemediği gıdalarda bozulma sebebi olabilecek küf ve mayaların toplam sayısı, önemli bir bozulma indikatörüdür.

Tablo 2.9: Uygun Sıcaklıkta Depolanan Bazı Gıdaların Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri

Gıdalar	Bozulama İndikatörleri	Gıdalar	Bozulama İndikatörleri
Süt (İşlem görmemiş)	Psikrofilik bakteriler Toplam bakteri sayısı	Çiğ etler (Ambalajsız)	Psikrofilik aerobik bakteriler
Süt (Pastörize edilmiş)	Psikrofilik bakteriler Toplam bakteri sayısı	Çiğ etler (Vakum ambalajlı)	Psikrofilik laktik asit bakterileri ve enterobakterler
Tereyağı	Lipolitik mikroorganizmalar	İşlenmiş et ürünleri (vakumlu paket)	Psikrofilik laktik asit bakterileri ve entero-bakterler
Süzme peynir	Psikrofilik bakteriler	Su ürünleri (Çiğ)	Psikrofilik bakteriler
İçecekler	Asit bakterileri Mayalar Küfler	Salata sosları	*Lactobacillus* spp. Mayalar

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar ile birlikte bu mikroorganizmaların ürettikleri bazı metabolitler de bozulma indikatörü görevi görmektedir.

Sütte gelişen bazı psikrofilik bakterilerin ürettiği ısıya dayanıklı, lipaz ve proteinaz enzimleri UHT sütlerin raf ömrünü belirlemede önemli bir indikatördür.

Meyve ürünlerinde mayaların ürettiği etanol; sebze konservelerinde bakteriler tarafından üretilen laktik asit, bu gıdalar için bozulma indikatörü görevi görür.

Tablo 2.10'da gıdalarda mikrobiyal bozulma indikatörü mikroorganizmalar verilmiştir.

Tablo 2.10: Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörü Mikroorganizmalar (5)

Gıda Grubu	Mikroorganizma
Et ve et ürünleri	
Taze et ve kıyma	Bazı *Pseudomonas* türleri
Vakum paketli taze etler	Psikrotrofik laktik asit bakterileri
	Clostridium laramie
Balık ve balık ürünleri	
Taze balık	*Shewanella putrefaciens* vb.
Dondurulmuş balık	*S. putrefaciens*
Süt ve süt ürünleri	
Soğutulmuş çiğ süt	*Lactococcus lactis*
Tereyağı	*P. putrefaciens*
Süt	*B. cereus*
Sert peynirler	*Clostridium* türleri

Meyve ve sebze grubu	
Taze meyve suyu	*Acetobacter*, *Gluconobacter*
Konsantre meyve suyu	Mayalar
İşlenmiş sebzeler	*Erwinia*, *Pseudomonas*
Tahıl ve tahıl ürünleri	
Ekmek hamuru	*Bacillus* türleri
Ekmek ve pastacılık ürünleri	*Pichia anomala*
Diğer gıdalar	
Bira	*Pediococcus*
Şarap	*Pediococcus*, *Aspergillus*, *Penicillium*
Mayonez	*Lactobacillus fructivorans*
Buzdolabında saklanan gıdalar	*Pseudomonas* türleri

- **Bozulma İndikatörü Mikrobiyal Metabolitler**

Mikroorganizmalar, özellikle bakteriler, gıdalarda gelişme gösterirken bozulmayla ilişkili metabolitler üretir. Tablo 2.11'de mikrobiyal bozulmanın tespitinde indikatör olarak kullanılabilecek mikrobiyal metabolitler yer almaktadır.

Tablo 2.11: Gıdalarda Mikrobiyal Bozulmanın Göstergesi Mikrobiyal Metabolitler(6)

Gıda Grubu	Metabolit
Et ve et ürünleri	kadaverin, putresin, indol, H_2S
Balık ve su ürünleri	kadaverin, putresin, histamin, tiramin, indol, trimetilamin
Meyve-sebze ve ürünleri	
Elma suyu	fumarik asit, etanol
Üzüm	asetonin, etanol
Kuru meyveler	TCA
Sebze konserveleri	laktik asit
Tahıllar	ergosterol
Diğer gıdalar	
Şarap	TCA, etanol
Kahve	TCA

(5)Osman Erkmen, 2017, Gıda Mikrobiyolojisi, sayfa 397
(6)Osman Erkmen, 2017, Gıda Mikrobiyolojisi, sayfa 399

2.1.3. Gıdalarda Mikroorganizma Bulaşma Kaynakları

Mikroorganizmalar okyanusların derin çukurlarından atmosferin uzaya yakın kısımlarına, volkanik dağlardan kutuplara kadar çok geniş bir alanda varlık göstermektedir.

Canlıların (bitkilerin, hayvanların ve insanların) doğası gereği üzerlerinde bulunan mikroorganizmaların tümüne o canlının normal florası denilir. Bir gıdanın mikrobiyal florası; ham madde eldesi, işlem, depolama ve pazarlama işlemleri sırasında belirlenir.

Gıdaların mikroorganizma yükü, **normal florası** yanında çevresinden bulaşan mikroorganizmalar ile değişiklik gösterir.

Gıdalarda en önemli mikroorganizma bulaşma kaynakları şunlardır:

1. Toprak
2. Su
3. Hava
4. İnsanlar- Personel
5. Hayvanlar
6. Bitkiler
7. Alet ve ekipmanlar
8. Ham maddeler ve katkı maddeleri

2.1.3.1. Toprak

Toprak birçok mikroorganizma için doğal ortam görevi görür. Mikrobiyal yoğunluk, toprağın yüzeyinde derinlere nazaran daha çoktur. Çoğu mikroorganizma, toprağın ilk 50 cm'lik yüzey derinliğinde bulunur.

Toprakta bulunan mikroorganizma sayısı; toprağın nem oranına, asitlik derecesine, sıcaklığına, gübre içerip içermemesine göre değişiklik gösterir.

Topraktaki mikroorganizmalar, meyve ve sebzelere doğrudan temasla ya da toprak içinde olan yumru ve kökleri ile bulaşabilir. Rüzgârın toprak yüzeyinden tozları uçurması veya şiddetli yağışlar sırasında sıçrayan çamur ile toprak yüzeyine yakın yetişen gıdalara bulaşmalar olabilmektedir. Hububatlar ise bulaşmalara en çok hasat sırasında maruz kalır.

Alcaligenes, Bacillus, Clostridium, Corynebacterium, Micrococcus, Pseudomonas ve Serratia cinsi bakteriler ile küfler, *Actinomycetes* ve birçok maya türü toprakta bulunan mikroorganizmalardır.

Mayalar, meyve bahçesi ve üzüm bağlarının topraklarında yaygındır. Küfler ise genellikle küf sporları şeklinde çeşitli toprak türlerinde bulunur.

2.1.3.2. Su

Su, gıdaların yetiştirilmesinden işlenmesine, gıda ile temas eden yüzeylerin temizlenmesine kadar birçok alanda gıda ile etkileşim hâlindedir. Su doğal florasında da birçok mikroorganiz-

mayı içinde barındırabilir. Suda bulunan mikroorganizmaları üç grupta inceleyebiliriz:

1. **Suda Doğal Olarak Bulunan Mikroorganizmalar**

Suda, 25 ˚C veya daha düşük optimum üreme sıcaklığına sahip V*ibrio, Pseudomonas, Sarcina, Micrococcus, Aeromonas* vb. bazı bakteri türleri bulunur.

2. **Toprakta Yaşayan Mikroorganizmalar**

Bu grupta toprağın yıkanması sonucu suya karışan ve optimum üreme sıcaklığı 25 ˚C veya daha düşük olan *Bacillus, Streptomyces ve Enterobacteriaceae* ailesinin saprofit üyeleri bulunur.

3. **İnsan Ve Hayvanların Bağırsağında Bulunan Doğal Mikroflora**

Suların hijyenik açıdan bozulmasına neden olan *E. coli, Streptococcus faecalis, C. perfringens, Klebsiella* vb. insan ve hayvanların dışkı ve idrarından sulara bulaşır. Bu tür bulaşmış sular içilmez ve kullanılmaz.

Su ürünlerinde fekal kontaminasyonun tespit edilmesi yetiştikleri suya lağım suyunun karıştığının göstergesidir.

Gıdaların soğutulmasında kullanılan buz, eğer mikroorganizma içeren bir sudan yapıldıysa, eridiği zaman gıdanın kontaninasyonuna sebep olacaktır.

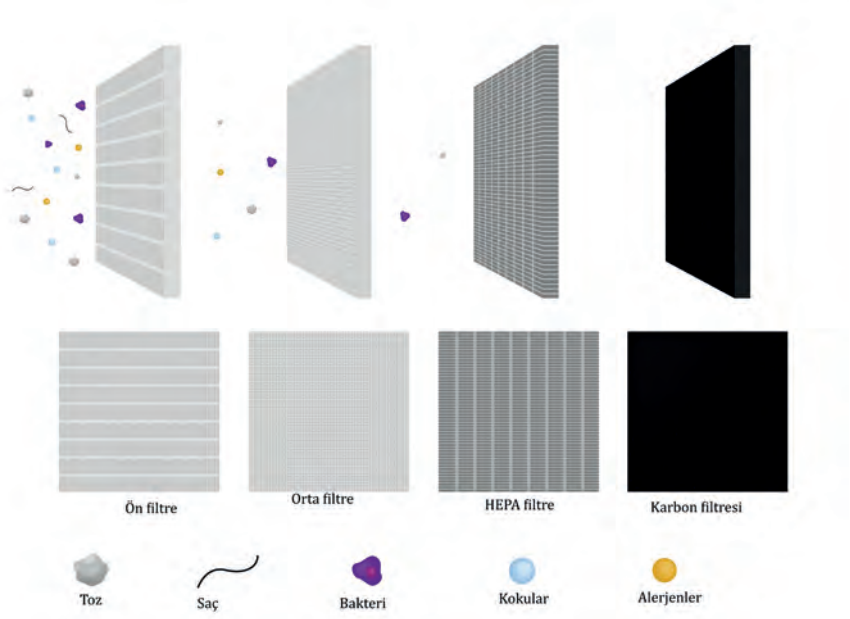
Görsel 2.9: Kanalizasyon suyunun sulara karışması sağlığa zararlıdır.

2.1.3.3. Hava

Havanın kendine ait bir mikroflorası yoktur. Havada bulunan mikroorganizmalar genellikle toz, toprak ve bitki kökenli olup rüzgârın etkisiyle yükselerek hava içerisine karışması sonucunda havanın mikroflorasını oluşturur. İnsanlar da havanın mikroflorasını etkilerler. Öksürme, hapşırma ve konuşma sırasında milyonlarca mikroorganizma havaya karışır. Özellikle kapalı alanlarda;

- Havanın akış hızı,
- Alandaki insan sayısı ve
- İnsanların hareketliliği havanın mikrobiyal yükü üzerinde belirleyicidir.

Havada yaygın olarak bulunan mikroorganizmalar süt fabrikalarında Streptococcus türleri; bira fabrikalarında ise mayalardır. Gıda işletmelerinde çiğ gıdaların veya canlı hayvanların bulunduğu kısımda mikroorganizma yükü, temiz alanlardan çok daha fazladır. Dışarıdan işletmeye alınacak havanın filtrelerden geçirilmesi, havanın içeriden dışarıya doğru hareket edecek şekilde yönlendirilmesi, hava sirkülasyonunun temiz alanlardan kirli alanlara doğru yapılması sağlandığında hava ile gerçekleşecek kontaminasyonların önüne geçilmiş olur (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Filtre çeşitleri

2.1.3.4. İnsan Kaynağı ya da Personel

İnsan vücudunun mikroflorası doğduğu andan itibaren oluşmaya başlar. Kişiler, temas ettiği her ortamdan mikroorganizmalar ile kontamine olurlar. Ayrıca üzerindeki mikroorganizmaları da kıyafetlerine, eşyalara, diğer insanlara ve gıdalara bulaştırabilirler.

İnsan vücut mikroflorası, kişiden kişiye göre ve dış etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Vücudun yıkanması, kullanılan kişisel temizlik maddeleri, özellikle deri mikroflorasında etkilidir. Kullanılan ilaçlar ve tüketilen gıdalar ise sindirim sisteminin mikroflorasını etkilemektedir.

Gıdalar, hasattan son tüketiciye ulaşana kadarki birçok aşamada (hazırlık, işleme, ambalajlama, depolama, nakil) insan ile temas hâlindedir (Görsel 2.11).

Görsel 2.11: Ekmek yapım prosesi

Bu durum insanı en önemli bulaşma kaynağı hâline getirir. Özellikle eller, giysiler, bıyık, aksesuar, nefes, tükürük gıdaların mikrobiyal yükünü etkileyen önemli noktalardır.

İnsanların burun, boğaz mukozasında *Staphylococcus* türleri, bağırsağında *E. coli* başlıca bulunan mikroorganizmalardır.

Bu nedenle personelin hijyeni ve eğitimli olması, kontominasyonun önlenmesi açısından önem taşımaktadır.

2.1.3.5. Hayvanlar

Sağlıklı bir insanın kas dokusu steril kabul edilir. Ancak kesim sonrasında toz, toprak ve bağırsak kaynaklı mikroorganizmalar ile bulaşmaya başlar. Bu mikroorganizmalar içerisinde patojen olan *Brucella, Coxiella, Listeria, E. coli, Salmonella* vb. bakteri türleri yanında patojen olmayan toprak kökenli bakteriler ile bazı parazitler bulunmaktadır.

Çiftlik hayvanları, bulaşmış yemlerle beslenerek ya da hayvan ve kuşların dışkılarıyla temas ederek enfekte olur.

Sağlıklı bir hayvanın sağım öncesi sütü steril iken sağım sonrasında hayvan memesinden, ellerden, sağım aletlerinden ve kaplardan süte bulaşmalar olabilir.

Çiğ süt florasında *Staphylococcus, Micrococcus* türleri olabilir. Mastitis hastalığına yakalanmış hayvanların sütlerinde S. aureus bakterisi bulunur.

Sağlıklı hayvan yumurtası, yumurtlamadan hemen sonra steril kabul edilirken dışkı kökenli *Salmonella* bakterisi ile enfekte olabilir.

Görsel 2.12: Sağım öncesi temizlenen hayvan memesi

Böcekler, sinekler, haşereler ve kemiriciler mikroorganizmaların taşınmasında ve gıdalara bulaşmasında önemli rol oynar.

2.1.3.6. Bitkiler

Bitkiler; toprak, su, gübre ve hayvan vb. farklı kaynaklardan gelen mikroorganizmalar ile bulaşır. Farklı meyvelerin doğal florası da birbirinden farklılık gösterir.

Meyve ve sebzelerin doğal florasında *Saccharomyces, Hansenula, Torulopsis, Candida* gibi mayalar bulunurken bitkilerin florasında *Pseudomonas, Alcaligenes, Micrococcus, Flavobacterium* gibi bakteriler ile fekal kaynaklı koliform grubu bakteriler ve laktik asit bakterilerine sıklıkla rastlanır.

Kanalizasyon karışmış sularla temas eden sebzelerde *Salmonella, Shigella, Vibrio cholera* vb. bakteriler ile *Entamoeba hystolytica* gibi protozoalara rastlanabilir.

Öğütülmüş mısır, buğday ve pirinçte *B. cereus* ve *C. perfringens* gibi sporlu bakteriler bulunur.

2.1.3.7. Alet ve Ekipmanlar

Gıda işletmelerinde temizliğin etkin bir şekilde yapılabilmesi için ekipmanlar arasında, ekipmanlarla tavan ve duvar arasında temizlik yapılmasına izin verecek şekilde boşluklar bulunması gerekir.

Üretimde kullanılan ve gıda ile temas eden tüm alet ve ekipman, tekrar tekrar kullanılan kaplar, konteynırlar; sağlığa dost, kolay temizlenebilir, pürüzsüz ve kontaminasyona sebep olmayacak malzemeden yapılmış olmalıdır. Bu malzeme ayrıca temizlikte kullanılan alkali, asidik ve tuz gibi maddeler ile ısı, buhar gibi etkenlere karşı dirençli olmalıdır.

İş yerleri, bulaşma kaynağı olabilecek canlılar ile çevresel kirleticilerin girmesini önleyecek şekilde tesis edilmelidir.

Kullanımı zorunlu alanlar dışında mikrobiyal gelişime açık, temizliği ve dezenfeksiyonu zor ahşap malzeme kullanılmamalıdır.

Çiğ ve pişirilmiş gıdalar için kullanılan ekipman, çapraz bulaşmanın önlenmesi için ayrı olmalıdır.

2.1.3.8. Ham maddeler ve Katkı Maddeleri

Gıdaların doğal florasının yanında hava, su, toprak, alet, ekipman, personel vb. kaynaklardan gelen mikroorganizmalarla bulaşması, gıdaları sağlık yönünden riskli hâle getirir. Enfekte gıdaların tüketilmesi canlılarda çeşitli hastalıklara neden olabilir.

Gıdaya katılan çeşitli katkı maddeleri, az miktarda ilave edilseler dahi gıdalara yüksek sayıda mikroorganizma bulaştırabilir. Özellikle işlem görmüş gıdalarda katkı maddeleri, bulaşmanın önemli kaynaklarındandır (Görsel 2.13).

Baharatlar, bitkisel kaynaklı olmalarından ötürü toprak, su, hayvan kökenli birçok mikroorganizmanın taşıyıcısı konumundadır.

Ticari sterilizasyon yöntemiyle muhafaza edilen konserve gıdalarda ısıya dirençli *Bacillus* ve *Clostridium* sporlarına rastlanabilir.

Halofilik bakteri içeren, güneşte kurutulmuş tuzlar ile tuzlanan balıklarda bozulma görülebilir.

Su aktivitesini düşürmek amacıyla gıdalara ilave edilen konsantre şuruplarda bulunan ozmofilik mayalar ve zerofilik küfler, gıdaların bozulmasına neden olabilir.

Görsel 2.13: Bazı gıdalar (puding, sosis, salam, jelibon, fırın ürünü, cips, peynir) ve bu gıdalara ilave edilen katkı maddeleri

2.1.4. Mikrobiyolojik Kontaminasyonu Engelleyici Önlemlerin Alınması

Sağlıklı ve besin değeri yüksek gıda üretimi, hem üretici hem de tüketiciler için büyük önem taşımaktadır. Bu gıdaların üretiminde, ham maddeden tüketiciye kadar geçen sürecin her aşamasında (ham madde üretimi, depolama, taşıma, gıda işleme, toptan ve perakende satış, hazırlama ve servis) mikrobiyal bulaşma ve gelişmenin önlenmesi gerekir.

Yenebilen bitkilerin ve hayvanların iç dokuları steril kabul edilir. Gıda bozulmasına ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olan bazı mikroorganizmalar çeşitli yollarla gıdaya bulaşabilir. Bu bulaşmayı engellemek neredeyse imkânsızdır. Fakat gıdalardaki mikroorganizma yükünü azaltmak ve mikrobiyolojik bozulmayı en aza indirmek mümkündür.

Mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi veya kontrol altına alınması, üretim sırasındaki sanitasyon uygulamaları ile mümkün olabilir.

Sanitasyon, gıda üretiminde gıdanın hasattan başlayarak tüketiciye ulaşana kadar geçen sürede mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi veya en düşük düzeyde tutulabilmesi için uygulanan faaliyetlerin tümüdür. Sanitasyon, hijyen ile sağlanan sağlıklı ortamın sistemli bir şekilde sürekliliğinin sağlanmasını kapsar.

Sanitasyonun Amacı

Sanitasyonun temel amacı, gıda işlemenin her aşamasında çeşitli kaynaklardan gıdaya bulaşabilecek mikroorganizma sayısını en düşük seviyede tutmaktır.

Doğru uygulanan sanitasyon işlemi, mikroorganizma yükünün istenen seviyelere inmesinde etkili olur. Örnek verilecek olursa, etkili bir sanitasyon ile düşük mikroorganizma yüküne sahip olan çiğ sütte, standartlara uygun şekilde yapılacak olan pastörizasyon işlemi kolaylaşmış olur.

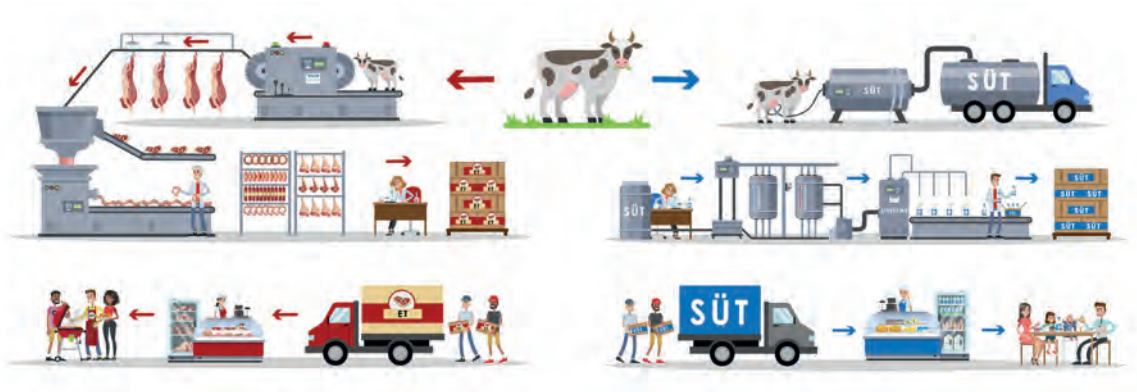
Ayrıca doğru sanitasyon işlemi ile üretilen gıda maddelerinin, uygun koşullarda işlenmesi ve depolanması, gıdaların raf ömrünü uzatır. Yine doğru uygalanan sanitasyon işlemi, gıda kaynaklı hastalıkların azalmasında da rol oynar.

Mikroorganizmaların gıdalara bulaşmasını en aza indirmek için, dikkat edilmesi gereken faktörler şunlardır:

2.1.4.1. Tesis Tasarımı

Bir gıda işleme tesisinin tasarım aşamasında, gıdalara mikroorganizma bulaşmasını engellemek amacıyla, etkili bir sanitasyon programı seçilmelidir.

Bu durumda tesisin hem içi hem de dışı plana dâhil edilir (Görsel 2.14).



Görsel 2.14: Et ve süt fabrika tesisi

Dikkat edilmesi gereken bazı konular şunlardır:

- Yerleşim planı
- Uygun malzemelerin kullanılması
- Yeterli aydınlatma
- Havalandırma
- Ham madde ve son ürün işleme alanlarının birbirinden ayrı olması
- Rahat çalışma için yeterli alana sahip olması
- Su kaynağı
- Atık su tesisatı
- Atık işleme tesisi
- Kanalizasyon
- Toprak özellikleri ve çevre

2.1.4.2. Su Kaynaklarının Kalitesi

Gıda üretiminde kullanılan en önemli madde sudur. Su, birçok gıdanın bileşenidir. Bazı ürünlerde ısıl işlemden sonra su kullanılır. Tüketime hazır olacak bir gıdada kullanılacak suyun mikrobiyolojik kalitesi çok önemlidir. Kullanılacak su, patojenlerden arındırılmış olmalıdır. Ayrıca *Pseudomonas spp*. gibi bozulmaya neden olan bakteri sayısının da oldukça düşük olması gerekir. Bu konu raf ömrü uzun ve düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen gıdalarda oldukça önemlidir.

Suyun dezenfeksiyonunda klorlama, ozonlama, ultraviyole ışınlama (UV) ve ultrafiltrasyon (UF) gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Ambalajı bulunmayan gıdaları soğutmak için buzlar kullanılır. Bu buzların virüslerden, patojen ve bozulmaya sebep olan bakterilerden arınmış olması gerekmektedir. Örneğin, tavukların tüylerinin temizlenmesinde ılık su kullanımı, ısıya dayanıklı bakterilerin çoğalmasına sebep olabilir.

Jambon, kürlenmiş dana eti gibi ürünlerde kullanılan salamura ve kürleme çözeltileri, mikroorganizmaların kontaminasyonuna sebep olabilir. Salamura ve kürleme çözeltilerini günlük ve taze olarak hazırlamak bulaşmayı azaltır.

2.1.4.3. Hava Kalitesi

Bazı gıdaların üretim aşamaları sırasında hava ile temas etmesi gerekir. Örneğin, yağsız kuru sütün püskürtme ile kurutulması işlemi sürecinde, gıda ürünü hava ile temas etmektedir. Kullanılacak hava ısıtılmış olsa bile, havadaki tozların içerisnde bulunan mikroorganizmaların hepsi ölmez. Bunun sonucunda gıdalara mikroorganizmaların kontaminasyonu gerçekleşir.

Görsel 2.15: Gıda üretim tesislerinde havalandırma sistemi önemlidir.

Mikroorganizmaların havaya bulaşma kaynakları kontrol altında tutulduğunda havanın mikrobiyal yükünde de azalma olacaktır. Dışarıdan işletmeye alınacak havanın filtrelerden geçirilmesi ve havanın içeriden dışarıya doğru hareket edecek şekilde işletme içinde pozitif bir hava basıncı oluşturulması, hava ile gerçekleşecek kontaminasyonların önüne geçecektir.

2.1.4.4. Kullanılan Ekipmanlar

Gıda üretim tesisinde bulunan en önemli parçalar, gıda işleme makineleridir (Görsel 2.16). Gıda işleme makinesinde bulunması istenen en önemli mikrobiyolojik kriter ise gıdayı mikroorganizmaların bulaşmasına karşı korumasıdır.

Görsel 2.16: Gıda işletmelerinde kullanılan ekipmanlar

Yani, ekipmanların üzerinde mikroorganizmaların çoğalmasını kolaylaştıracak kör nokta bulunmamalıdır. Makineler bulunduğu yerde kolayca temizlenmeli veya sökülerek temizlenmeye uygun olmalıdır.

Et kıyma makineleri, parçalayıcılar, dilimleyiciler, bantlı taşıma sistemleri gibi bazı ekipmanlar, kolay temizlenemeyebilir. Etkili sanitasyon işlemi uygulanamayabilir. Bu sebeple ürünlerde kirlenme kaynağı oluşturabilir. Bu olumsuz durum, ısıl işlem uygulandıktan sonra, paketleme işleminden önce, ekipman yüzeyine temas etmiş tüm ürünlerde özellikle önemlidir.

2.1.4.5. Personel Hijyeni

Personel hijyeni, çalışanların insan sağlığı yönünden sorumluluklarının farkına vararak üretimin tüm aşamasında kişisel sağlık ve temizlik kurallarına uyması olarak tanımlanır. (5) Gıda endüstrisinde gıda hazırlama, işleme, muhafaza, servis ve dağıtım aşamalarında personel hijyeni önemli bir yer tutar (Görsel 2.17). Gıda kontaminasyonunu önlemenin kritik aşamalarından biridir.

İnsan vücudunda kontaminasyona neden olabilecek vücut bölümlerinin başlıcaları el, tırnak, saç, göz, kulak, ağız, burun ve bağırsaktır. Eller temas ettiği bütün yüzeylerdeki mikroorganizmaları alır.

Görsel 2.17: Kişisel donanımı ile çalışan personel

İnsanlar ellerindeki mikroorganizmaları ise dokundukları bütün gıdalara bulaştırır. Bu nedenle gıda endüstrisinde el hijyeni çok önemlidir. Gıda çalışanlarının tırnakları kısa ve temiz olmalı fiziksel kirlenmeye neden olmaması için oje kullanılmamalıdır. Ayrıca doğru eldiven kullanımı kontaminasyonu engeller.

Mikroorganizmaların çoğalması için uygun bir ortam olan saçlar, gıda endüstrisi için dikkat edilmesi gereken bir konudur. Gıda personeli çalışma sırasında bone, kep veya şapka kullanmalıdır. Bu malzemelerden uygun olanı saçlar açıkta bırakılmadan giyilmelidir. Ayrıca saça dokunulduktan sonra eller yıkanmalıdır.

Ağızda çeşitli mikroorganizmalar bulunmaktadır. Hapşırma ve öksürme ile bu mikroorganizmalar gıdalara bulaşabilir. Bu nedenle gıda personeli maske kullanmalıdır. Bilhassa grip, soğuk algınlığı olan personel maske kullanımına özellikle dikkat etmelidir İşletmede çalışma sırasında sigara kullanımı, yemek-içmek, sakız çiğnemek yasaklanmadır. Ayrıca personel, diş temizliğine de dikkat etmelidir.

Gıda endüstrisinde kontaminasyonu önlemek için personelde şu noktalara dikkat edilmelidir:

- El hijyeni
- Kişisel hijyen
- Hijyenik olmayan davranışlardan kaçınmak
- Temiz iş kıyafeti
- Sağlıklı personel
- Hastalıkların bildirilmesi (6)

(5) Mustafa Tayar, Gıda Endüstrisinde Hijyen ve Sanitasyon, s.271.
(6) Mustafa Tayar, Gıda Endüstrisinde Hijyen ve Sanitasyon, s.282.

El Hijyeni

Gıda üretiminin her aşamasında el hijyeni çok önemlidir. Gıda endüstrisinde elleri doğru şekilde yıkamak, dezenfektan kullanımı ve eldiven takılması kontaminasyonun önlenmesi için genel kuraldır.

Ancak yapılan işin özelliğine göre ilave önlemler de alınmalıdır.

Eldeki mikroorganizmalar, gıdaya direkt olarak geçebilir. Özellikle tuvalet sonrasında ellerin etkin bir şekilde yıkanmaması, gıdalarda fekal kontaminasyon riskini artırmaktadır.

El yıkamanın amacı, eldeki kir ve mikroorganizmaları geçici olarak uzaklaştırmaktır. Görsel 2.18'de doğru el yıkama tekniği görülmektedir.

Görsel 2.18: Doğru el yıkama tekniği

2.1.4.6. Gıda İşleme Tesislerinin Temizlenmesi ve Dezenfeksiyonu

Gıdaların işlendiği ortamlar ve kullanılan ekipmanlardan toprak ve kirlerin uzaklaştırılarak bunların mikroorganizmalar için çoğalma ortamı olmaktan çıkarılmasına **temizlik** denir.

Gıda işleme tesisinin doğru şekilde ve düzenli aralıklarla temizlenmesi önemlidir (Görsel 2.19). Temizlik işlemi için su, ısı, kimyasal ajanlar ve deterjan kullanılır.

Görsel 2.19: İşletme temizliği

Gıda işletmelerinde Kullanılan Deterjanlar

Deterjan kelimesi kir sökücü anlamına gelmektedir. Kirleri bulundukları yerden çözme, gevşetme ve uzaklaştırma görevleri vardır.

Deterjan, su molekülleri arasındaki bağı parçalayarak suyun yüzeyini genişletir ve kir molekülüne nüfuz eder. Sadece tek bir deterjan kullanılarak etkin bir temizlik işlemi mümkün değildir. Bu nedenle belirli deterjanlar karışım hâlinde ya da birbirinin ardından kullanılmalıdır.

Gıda işleme tesislerinde kullanılan **deterjanlar** şunlardır:

1. **Alkali Bileşikler:** En yaygın kullanılan alkaliler hidroksil iyonu (OH^-) tuzlarıdır. Bu deterjanların temizleme özelliği içerdiği alkalilerden gelir. Aşındırıcı özellikleri olduğu için el temizlik ürünlerinde kullanılmaz.

2. **Asit Bileşikler:** Kireç ve diğer mineral taşlarını temizlemede kullanılır. Yüzey aşındırma ve bozma etkileri olduğu için günlük temizlikte tercih edilmez. Yardımcı temizlik ürünüdür.

3. **Yüzey Aktif Bileşikler:** Temizlik çözeltisinin derinlere işlemesini kolaylaştıran ajanlardır. Kir, bu ajanlar sayesinde temizlik maddesinde tutunur.

4. **Kalsiyum Bağlayıcı Bileşikler:** Kalsiyum ve magnezyum iyonlarını bağlayarak tortu oluşumunu önler.

5. **Köpük Önleyiciler:** Temizlik çözeltisindeki fazla köpürmeyi önleyerek temizliğin etkinliğini artırır.

6. **Organik Bileşikler:** Doğadaki organik bileşiklerden elde edilen yeni nesil temizlik maddeleridir. Özellikle hassas cilt yapısı olan kişilerin tercih ettiği bu ürünler genellikle kişisel temizlik ürünlerinde kullanılmaktadır. Şimdilik pahalı olan bu ürünlerin ilerleyen yıllarda gıda sektöründe de kullanılacağı düşünülmektedir.

Gıda işletmelerinde etkin bir hijyen için temizlik işlemi sonrasında dezenfeksiyon işlemi yapılmalıdır. **Dezenfeksiyon,** temizlik aşamasından sonra ortamdaki ürüne kontaminasyon kaynağı olabilecek bakterilerin zararlı bir etken olmayacak düzeye indirilmesidir. Temizlik işlemiyle kirden ayrılarak ortamda serbest hâle geçen bakterilerin dezenfeksiyon işlemiyle yayılması ve üremesi engellenmektedir.

Gıda endüstrisinde genel olarak kullanılan **dezenfektanlar** şunlardır:

1. Halojenler: Halojenler iki başlık hâlinde incelenmektedir:

Klorlu Bileşikler: Geniş etkili ve oksitleyici bileşiklerdir. Hipokloritler, sıvı klor, kloramin ve klordioksit en yaygın kullanılan çeşitleridir. Hem bakteriler hem de bazı bakteri sporları üzerinde oldukça etkilidir. Bu etkisi, içindeki hipokloritten kaynaklanır. Uygun konsantrasyonlarda hazırlandıklarında birçok mikroorganizmada %90 azalma sağlar. Etkilerini genellikle 2 dakikanın altında gösterir.

İyotlu Bileşikler: Genellikle gıda sektöründe kullanılanlar iyodoforlar, alkol-iyot çözeltileri ve sulu iyot çözeltileridir. İyotlu dezenfektanların suyla temas etmesiyle birlikte yapısındaki iyot serbest hâle geçer. Serbest hâle geçen iyot, antiseptik özellik gösterir. Bu bileşikler, hem temizlik hem dezenfeksiyon işlemi gerçekleştirebilir.

2. Yüzey Aktif Maddeler: Bu bileşikler iki başlık altında incelenecektir:

Kuartener Amonyum Bileşikleri: Bu bileşikler, bakterisit etkileri yanında, temizleme özelliğine de sahiptir. Yüzeylere güçlü bir şekilde yapışarak etki gösterir. Bu nedenle hassas yüzeylerde ve alet-ekipmanda tercih edilmez. Daha çok zemin ve duvarda kullanılır.

Etkileri gram negatif bakterilerle sınırlıdır. Buna ek olarak küflere de etki eder.

Amfoterik Bileşikler: Amfoterik bileşik ve sabunların bazik ve asidik işlevleri vardır. Bu bileşiklerin etkileri yüksek ısı ve alkali ortamda artar. Gram pozitif bakterilere etkileri oldukça yüksektir. Bakteri sporlarını yok edemez ancak gelişimlerini engelleyici etki gösterir.

3. Peroksitler

Hidrojen Peroksit: Çok düşük miktarlarda kullanıldığında bakterilere ve sporlarına, virüslere ve mantarlara karşı etkilidir. Özellikle süt endüstrisinde izin verilen miktarlarda ambalaj materyalinin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Bu amaçla %15'lik hidrojen peroksit, 3-4 dakika boyunca ambalaj materyaline uygulanır. Daha sonra materyal, 105 °C'ye ısıtılırlarak hidrojen peroksit uzaklaştırılır.

Perasetik Asit: Hidrojen peroksite göre daha etkili bir dezenfektandır. Ancak keskin kokuludur ve patlayıcı özelliğe sahiptir. Yüzeylerde korozotif olduğu gözlenmiştir. Deneysel çalışmalar bu maddenin kanserojen olduğunu göstermiştir.

Ozon: Sporlara ve virüslere karşı oldukça etkilidir. Özellikle suların dezenfeksiyonunda, son yıllarda ise karkas dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Pahalı olması kullanım alanını kısıtlamaktadır.

4. Alkali ve Asit Bileşikler

Asit Bileşikler: Bu bileşikler bakteri hücresinde hasar oluşturarak bakteriyi yok eder. Asetik asit, laktik asit, formik asit ve propiyonik asit bu amaçla kullanılır. Bu asitler, otomatik temizleme sistemlerinde son çalkalama aşamasında kullanılmaktadır.

Alkali Bileşikler: Sodyum hidroksit (NaOH) ve potasyum hidroksit (KOH) gibi kuvvetli alkaliler, gram negatif bakterilere ve virüslere karşı oldukça etkilidir ve yüksek sıcaklıkta etkileri artar. Ancak korozotif ve yakıcı özellikleri olduğu için dikkatli kullanılması gerekir.

5. Alkol Bazlı Bileşikler: Orta ve düşük düzey dezenfektanlardır. Çünkü kalıcı etkileri yoktur. Bunlar renksiz ve uçucu bileşikler oldukları için yüzeylerde leke bırakmaz ve durulama gerektirmez. Yanıcı ve patlayıcı özellikte oldukları için soğuk alanlarda muhafaza edilmesi gerekir.

6. Fenol Türevleri: Fenolün tek başına antimikrobiyal etkisi vardır. Ancak klor, brom ve flor gibi kimyasallarla oluşturduğu türevlerde antimiktobiyal etki artmaktadır. Bu bileşikler suda erimez. Bu nedenle sabun ya da yüzey aktif maddelerle birlikte kullanılır. Spor formlar dâhil birçok bakteri üzerinde etkilidir. Genel olarak güçlü bir dezenfektandır ancak yüzeylerde leke bıraktıkları için gıda sektöründe fazla tercih edilmez.

7. Aldehitler

Formaldehit: Bakteri ve sporlara karşı etkilidir ancak etkisi uzun zaman gerektirir (4-12 saat). Toksik bir maddedir ve solunum sisteminde tahrişe neden olur. Bu sebeple çalışanların direkt teması ve kullanımı sınırlandırılmalıdır.

Glutaraldehit: Mantar ve virüslere karşı oda sıcaklığında 20 dakikada, *Bacillus* ve *Clostridium* sporlarına 3 saatte etkilidir. Yüzey dezenfektanı değildir.

Gıda çalışanları kullanımı sırasında eldiven ve maske kullanmalıdır. 0,05 ppm'den yüksek miktarlara maruziyet; göz, boğaz ve burun dokusunda ciddi tahrişe neden olur.

2.1.4.7. Mikrobiyolojik Standartlar

Gıdaların mikrobiyolojik standartları, gıda kontaminasyonlarını kontrol ederek tüketici güvenliğini artırır. Bu görevi resmî kurumlar üstlenir. Bir standart, bir gıdada kabul edilebilecek maksimum mikroorganizma sayısını belirler. Gıda işletmeleri, gerekli sanitasyon kurallarını uyguladığında bu standartlara uygun sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

2.ÖĞRENME BİRİMİ 1. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

1. pH değeri 4,4'ün altındaki gıdalar, üzerinde patojen mikroorganizmalar gelişemediği için …….. olarak kabul edilir.

2. Mikroorganizmaları öldüren, çoğalmalarını engelleyen veya faaliyetlerini önleyen (inhibitör gibi) maddelere …….. denir.

3. Gıdanın üretim koşullarının hijyenik olup olmadığını, gıdayı güvenli hâle getirmek için uygulanan işlemlerin doğru yapılıp yapılmadığını gösteren mikroorganizmalara …… denir.

4. …… gıda üretiminde gıdanın hasattan başlayarak tüketiciye ulaşana kadar geçen sürede mikrobiyal kontaminasyonun önlenmesi veya en az düzeyde tutulabilmesi için uygulanan faaliyetlerin tümüdür.

B. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Aşağıdakilerden hangisi mikroorganizmaların gıdalarda gelişimini etkileyen iç faktörlerden biri değildir?

A) O/R Potansiyeli B) Su aktivitesi C) Besin ögeleri D) Sıcaklık E) Antimikrobiyal maddeler

6. Aşağıdaki su aktivitesi değerlerinin hangisinde mikrobiyal gelişim olmaz?

A) 0,90 B) 0,80 C) 0,75 D) 0,60 E) 0,50

7. Aşağıdakilerden hangisi modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlardan değildir?

A) Oksijen B) Klor C) Karbondioksit D) Azot E) Karbonmonoksit

2.ÖĞRENME BİRİMİ 1. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

8. I. Fermantasyon işlemi sonucunda ortamda gaz oluştururlar.

II. Pastörizasyon sıcaklığında inhibe edilebilirler.

III. Spor oluşturabilen bakterilerdir.

Yukarıda verilen özelliklerden hangisi/hangileri koliform grubu bakterilere ait bir özelliktir?

A) Yalnız I B) I ve II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

9. Aşağıdakilerden hangisi gıdalardaki mikroorganizma bulaşma kaynaklarından birisi değildir?

A) Dezenfektanlar B) Toprak C) Su

D) Hava E) İnsan kaynağı ya da personel

10. Gıdalarda ışınlama işlemi aşağıdaki amaçlardan hangisi için kullanılamaz?

A) Patojen mikroorganizmaların yok edilmesi

B) Bozulmaya neden olan mikroorganizmaların yok edilmesi

C) Filizlenme, çimlenme ve olgunlaşma ile oluşabilecek gıda kayıplarının azaltılması

D) Bitki ya da bitkisel ürünlere zarar veren organizmaların gıdadan uzaklaştırılması

E) Gıdaların istenilen renklerde olması

11. I. Alkali bileşikler

II. Asit bileşikler

III. Yüzey aktif bileşikler

IV. Kalsiyum bağlayıcı bileşikler

V. İnorganik bileşikler

VI. Köpük oluşturucular

Yukarıdakilerden hangileri gıda işletmelerinde kullanılan deterjanlar arasında yer alır?

A) I ve II B) I, II ve III C) I, II, III ve IV

D) IV, V ve VI E) V ve VI

12. Aşağıdaki seçeneklerden hangisi steril olarak kabul edilir?

A) Kesim öncesi hayvanın eti

B) İnsan kalınbağırsağı

C) Kesim sonrası tavuğun derisi

D) Kırılmış yumurtanın beyazı

E) Bir haftalık, yakalanmış balık eti

2.BÖLÜM

GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR

KONULAR

- ET MİKROBİYOLOJİSİ
- SÜT MİKROBİYOLOJİSİ
- PEYNİR MİKROBİYOLOJİSİ
- YOĞURT MİKROBİYOLOJİSİ
- TEREYAĞ MİKROBİYOLOJİSİ
- DONDURMA MİKROBİYOLOJİSİ
- YUMURTA MİKROBİYOLOJİSİ
- MEYVE VE SEBZE MİKROBİYOLOJİSİ
- TAHIL VE TAHIL ÜRÜNLERİ MİKROBİYOLOJİSİ

BU BÖLÜMDE ;

- Mikrobiyolojik yöntemlere göre gıdalarda mikrobiyal bulaşma kaynaklarını ve engelleme yollarını öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Mikrobiyal bulaşma
- Bozulma tipleri
- Bozulma yapan mikroorganizmalar

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

- Günlük hayatta tükettiğiniz gıdalarda görülen bozulma tiplerini gözlemleyiniz.
- Çevrenizdeki market, restoran, işletme mutfaklarını, pastane vb. giderek hangi ürünlerde hangi tip bozulmalar olduğunu araştırınız.
- Araştırma ve incelemelerinizi raporlaştırarak, sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2. GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR

Besin maddelerinin bozulmasında bakteri, maya ve küfler hep birlikte rol oynar. Bozulma etmeni olan bu mikroorganizmalar, gıdaları besin ve enerji kaynağı olarak kullanır. Mikroorganizmalar, gıdalarda çoğalırken fermantatif olarak karbonhidratları, yağları ve proteinleri parçalar. Açığa çıkan bu parçalanma ürünleri ise gıdanın bozulmasına neden olur.

Mikrobiyal gıda bozulmaları, hem mikroorganizmaların gelişimi hem de mikroorganizmalar tarafından üretilen enzimlerin etkisiyle oluşur. Mikroorganizmaların gelişimi ile gıdalar daha hızlı bozulur.

Bir gıdanın bozulması; ham maddenin temin edilmesi, fabrikaya taşınması, istenilen ürüne işlenmesi ve depolanması sırasında mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaştıklarının bir göstergesidir. Mikrobiyolojik bozulma sonunda gıdalarda tat, koku ve doku değişimleri ile gaz oluşumu ve sıvı birikimi meydana gelebilir.

Aşağıda günlük hayatta tükettiğimiz çeşitli gıda ürünlerinde meydana gelen mikrobiyal bozulmalar verilmiştir.

2.2.1. Et Mikrobiyolojisi

Kırmızı et, memeli hayvanların kas dokusu olarak tanımlanabilir. Et; sığır, koyun ve keçi gibi hayvanların iç organları ayrıldıktan sonra karkasın yenebilir kısmıdır.

Etler, et ürünleri ve su ürünleri, mikroorganizmaların gelişmeleri ve çoğalmaları için ihtiyaç duyduğu en uygun ortamlardır. Çünkü bu ürünlerin;

- Nem miktarı yüksektir (%75-78),
- Su aktivitesi 0,99'dur,
- Fermente olabilme özellikleri vardır.

Ayrıca bu ürünlerin; glikojen içermesi, azotlu besin ögeleri ve mineral bakımından zengin olması da mikroorganizma oluşumunu kolaylaştırır.

Taze et, fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle mikrobiyolojik bozulmalara karşı en duyarlı gıdalardan biridir.

Etlerde mikroorganizma üremesine etki eden faktörler şunlardır:

- Nem miktarı
- Besin içeriği
- pH
- Depolama sıcaklığı
- Depolama süresi,
- Depolama koşulları
- Oksidasyon ve redüksiyon potansiyeli
- Bulaşan mikroorganizmalar ve bulaşma düzeyi

2.2.1.1. Ette Mikroorganizma Bulaşma Kaynakları

Hayvan eti kesimden önce sterildir. Et, hayvanların kesiminden itibaren, hem bağırsak florasında hem de dış yüzeyde yer alan mikroorganizmalar ile buluşur. Yani kesimden sonra hayvanda mikroorganizmalara karşı koruma mekanizması zayıflar ve sonunda durur. Böylece mikroorganizmalar, bütün dokulara yayılmaya başlamış olur.

Bununla beraber kesim, derinin yüzülmesi, iç organların çıkartılması ve karkasların parçalanması esnasında hayvanın derisi, bağırsakları, kesim aletleri, çalışanların elleri ve elbiseleri, taşıma arabaları, hava, alet ve ekipmanlardan da istenmeyen birçok mikroorganizmanın ete bulaşması söz konusudur.

Kesimden sonra et, oksijenle temas ettiği için anaerob mikroorganizma gelişmez. Havayla temas ettiğinden aerob mikroorganizmalar gelişir.

Etlerde bulunan bakteri türleri; *Pseudomonas, Bacillus, Escherichia, Acinetobacter, Clostiridium, Lactobacillus, Mikrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconastoc, Proteus ve Salmonella*'dır.

Küf türlerinden *Cladosporium, Mucor, Penicillium, Geotricum, Altermarria, Monilia* cinsleri önemlidir.

Mayalardan genellikle spor oluşturmayan maya cinsleri etlerde bulunur.

2.2.1.2. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Etlerde bozulma tipini etkileyen en önemli faktörlerden biri oksijen varlığıdır. Ortamda oksijen olduğu durumlarda aerobik, oksijen bulunmadığı durumlarda ise anaerobik bozulma meydana gelir.

a) Aerobik Bozulma

Aerobik koşullarda etlerde bakteri, maya ve küfler gelişerek bozulmaya neden olmaktadır.

- **Yapışkanlık:** Bu bozulmaya *Pseudomonas, Acinetobacter, Streptococococcus, Leuconostoc, Bacillus ve Micrococcus* türleri neden olur. Uygun sıcaklık ve nem, bu bakterilerin et yüzeyinde gelişmesine neden olmaktadır. Et yüzeyi yapışkan, mukuslu bir

tabaka ile örtülmüş olur.

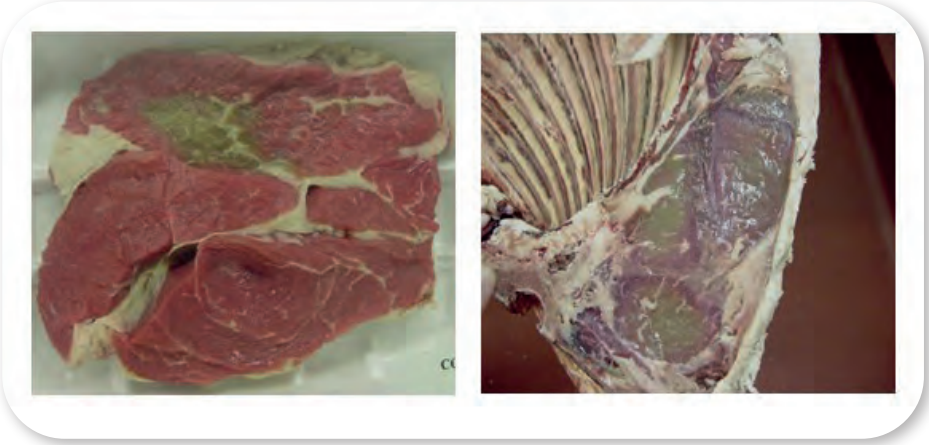
- **Renk Değişiklikleri:** Oksidasyon nedeniyle bakteriler tarafından oluşturulan peroksitler ve hidrojen sülfür (H_2S) gibi okside edici bileşiklerin etkisiyle etin kırmızı rengi; yeşil, kahverengi ve griye dönüşür. *Lactobacillus ve Leuconostoc* türleri sosislerde ve sucuklarda yeşil renk oluşturur.

Görsel 2. 20: Et rengi ve pH ilişkisi

Serratiamarcescens veya kırmızı pigmentli diğer bazı bakteriler ette "kırmızı leke" oluşturur.

Pseudomonas sycyane et yüzeyinde mavi renk; F*lavobacterium* gibi bakteriler ise yeşil renk bozukluğu meydana getirir (Görsel 2.22). *Chomabacterium lividium* ise depolanan etlerde kahverengimsi siyah lekeler meydana getirir (Görsel 2. 21).

Görsel 2. 21: Sağlıklı dana etinde kırmızı oksimyoglobin ve beklemiş ette kahverengi metmyoglobin oluşumu



Görsel 2.22: Gri-yeşil renkli metmyoglobin oluşmuş etler

- **Yağların Oksidasyonu (Acılaşma):** *Pseudomonas ve Acinetobacter*'lerin lipolitik türleri, yağlarda oksidatif etkiler oluşturur ve yağları hidroliz ederek acılaşmaya neden olur.
- **Küf Gelişmesi:** Ette bozulmaya sebep olan bakterilerin çoğu, su aktivitesi değeri 0,96'nın altında faaliyet gösteremez. Bu durumda küfler gelişmeye başlar. Ette sakallanma, siyah nokta oluşumu, beyaz nokta oluşumu görülür. Bunların dışındaki tüm küf gelişimi *Penicillium* türleri tarafından gerçekleştirilir.
- **Kötü Koku ve Tat Oluşumu:** Et yüzeyindeki bakterilerde, pütrit oluşumu ile skatol, amin ve amonyak gibi kötü kokulu bileşikler meydana gelmektedir. Ekşi tat, mayaların gelişimi sonucu oluşan uçucu asitlerin oluşması nedeniyle meydana gelebilmektedir. Bu yüzden küfler arzu edilmeyen renk, koku ve tat değişikliklerine neden olur. Küfler, geliştikleri bölgelere karakteristik küflü tat verirler.

b) Anaerobik Bozulma

Fakültatif anaerob ve anaerob bakterilerin gelişmesi sonucu oluşur.

- **Ekşime:** Bakteriyal faaliyet sonucu formik, asetik, propiyonik, laktik asit gibi organik asitler meydana gelmektedir. Bu oluşum, et ve et ürünlerinde ekşi tat ve koku oluşturur.
- **Kokuşma (Çürüme):** Genellikle *Clostiridium* türleri proteinleri anaerobik koşullarda parçalar. Bunun sonucunda hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (NH_3), aminler gibi kötü kokulu bileşikler oluşur.

2.2.1.3. Fermente Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Sucuk, pastırma, jambon gibi et ürünleri, tuzlu balık ve salamura balık gibi su ürünleri mikrobiyal olgunlaşma dönemi geçirir. Fermente et ürünlerinin düşük pH değeri 4,5-5,3 iken su aktivitesi 0,73- 0,93'tür. Fermantasyon sırasında laktik asit bakterilerinin, asit üretimi yavaş olduğunda istenmeyen bakteriler gelişir ve kayganlık, ekşime ve yeşil renk gibi istenmeyen oluşumlar meydana gelir.

Sucuk genel tabirle; et, yağ, katkı maddeleri ve baharatlardan oluşan bir gıda ürünüdür. Et, kılıflara doldurulup olgunlaşma başladıktan sonra mikroflora da değişmeye başlar. Sucukta fermantasyon başlangıcında gram (+) ve gram (-) bakteriler oluşur. Sucukta bozulmaya neden olan mikroorganizmalar, sucuk kılıfının iç ve dış yüzeyinde ve sucuğun iç bölgelerinde gelişebilir (Görsel 2. 23). Ette başlangıçta *Pseudomonas, Enterobacteriacea* mikroorganizmaları vardır. Sonradan tuz, oksijen ve nitrit-nitrat tuzlarının eklenmesi ile ortamda laktik asit bakterileri gelişmeye başlar.

Görsel 2. 23: Sucukta küflenme

Laktik asit bakterileri ortamın pH'sini düşürür. Bu da patojen mikroorganizmaların gelişimine engel olur, *Clostridium* ve *Bacillus* türlerinin gelişimini engeller.

Sucukların kılıflara konması ve pH değerinin azalması, *Micrococcus* ve *Staphlococcus* gelişimini engeller. Çünkü bu mikroorganizmalar anaerobik ortamda çoğalamaz.

2.2.1.4. Kanatlı Etlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Kanatlı etleri, mikrobiyal gelişim için oldukça uygun kimyasal özelliklere sahiptir. Kanatlı hayvanlara mikroorganizmalar; yemlerden, kümesteki toz, toprak ve havadan, kümese gelen çeşitli hayvanlardan, çalışanların ayakkabı ve ekipmanlarından bulaşır.

Kanatlı etlerinde bulunan patojen mikroorganizmalar (Görsel 2. 24 ve Görsel 2. 25) ve bulundukları yerler şunlardır:

- *Salmonella* (tüy, ayaklar ve bağırsak)
- *Clostridium perfringens* (tüy, ayaklar ve bağırsak)
- *Staphylococcusaureus* (tüy, deri)
- *Escherichia coli* (ayaklar, bağırsak).

Kanatlı etleri, gıda zehirlenmeleri ve enfeksiyonlarının yayılmasında sık rastlanan aracı rolü görebilmektedir.

Görsel 2. 24: *Salmonella*

Görsel 2. 25: *Clostridium perfringens*

Genellikle tavuk eti yüzeyinde oluşan kokuşma, toplam bakteri sayısının 10^6kob/cm²ye ulaşmasıyla belirlenebilir. 10 °C ve daha düşük sıcaklıklarda depolanan kümes hayvanları etinde bozulmalar genellikle *Pseudomonas* tarafından gerçekleştirilir.

2.2.1.5. Balık ve Deniz Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Çoğu balık türünün eti, mikrobiyal bozulmalara kırmızı ete göre daha duyarlıdır. Çünkü balık etinde, enzimler tarafından çok daha hızlı parçalanma reaksiyonları oluşur.

Genel olarak yeni yakalanan sağlıklı bir balığın eti sterildir. Mikroorganizmalar balıkta, vücut yüzeyini kaplayan dış koruyucu tabaka üzerinde, solungaçlarda ve bağırsakta bulunur. Balığın bozulmaya en duyarlı yeri solungaç bölgesidir.

Bakteriler önce yüzeyde gelişir; ardından balık etine yayılır. Balıkta genel olarak; *Micrococcus, Bacillus, Pseudomonas, Escherichia, Vibrio, Serratia, Alcaligenez, Flavobacterium, Chromobacter, Orynebacterium* cinslerine ait bakteriler ve bazı mayalar bozulmaya neden olur.

Balıkların bozulmasına etki eden faktörler; balığın cinsi, mikrobiyal kontaminasyon düze-

yi, sıcaklık ve balığın yakalandığı andaki durumu olarak sıralanabilir.

Balıkta ilk ortaya çıkan duyusal bozulma, solungaçta kötü kokunun oluşmasıyla görülür. Balığın bozulmasında **amonyak, histamin, sülfür** gibi bileşikler ortaya çıkar ve koku oluşur. Balıkta kontaminasyon sonucu *Clostridium* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojen bakterilerin gelişmesi de çevresel koşullardan etkilenir. Balıklarda T.M.A ve histamin ölçümü ile pH, balıkta bozulma hakkında bilgi verir.

Kabuklu deniz ürünleri etinin bozulması, balıketinde görülen bozulmalara benzer. Karides, yengeç ve ıstakoz gibi deniz canlılarında bozulma etmeni olarak; *Moraxella, Acinetobacter, Vibrio, Alcaligenez, Bacillus, Mikrococcus, Pseudomonas, Proteus* cinslerine dâhil türler vardır.

2.2.1.6. Kırmızı Et, Kanatlı Etleri ve Su Ürünlerinde Bozulmanın Önlenmesi

Konu başlıklarına göre kırmızı et, kanatlı etlerinde ve su ürünlerinde bozulmayı engelleme yolları sıralanmıştır.

a) Kırmızı Etlerde Bozulmanın Önlenmesi

- Kesimhaneye alınan her hayvan, veteriner kontrolünden sonra geciktirilmeden temizlenmelidir. Ayrıca kesimhanelerde ilaçlama işlemleri etkin yapılmalı, ilaçlama sırasında ortamda et olmamalı, alet ve ekipmanlar kapatılmalı, tekrar kullanımdan önce bu araçlar yıkanmalıdır.
- Kesimden sonra hayvanın kanı tamamen akıtılmalı, derisi yüzme odasında yüzülmelidir. Kesimhanedeki araç ve ekipmanlar, bıçaklar kesim sonu temizlenip dezenfekte edilmelidir.
- Derisi yüzülmüş hayvan karkası, akan su ile iç organları çıkartılmadan yıkanmalı, iç organlar ayrı bir odada çıkarılarak temizlenmeli ve yenebilir sakatat kısmı akan su ile yıkanmalıdır.
- Personelin uygun koruyucu elbise, çizme ve başlık giymesi sağlanmalı; akan sıcak su, sabun veya deterjanla eller devamlı yıkanmalı; tüm çalışanların çalışma kurallarına riayetleri kontrol edilmeli ve personel, sık sık (enfekte olmuş yaralar, enfeksiyonlar ve solunum hastalıkları dikkate alınarak) sağlık kontrolünden geçirilmelidir.
- Kontrolden geçerek insan tüketimine sunulan etlerin; işlenmesi, depolanması ve nakliyesi sırasında da bulaşma ve kokuşması önlenmelidir.
- İşleme sırasında kullanılacak etler, hijyenik kurallara uygun ve taze olmalıdır.
- Ürünlerin hazırlanmasında kullanılan diğer katkı maddeleri, kontamine olmamış ve bozulmamış durumda olmalı ve laboratuvar kontrolünden geçirilmelidir.
- Bulaşma, patojenlerin üremesi ve bozulmanın önlenmesi için kemikten ayırma, sıyırma, ürünün işlenmesi ve paketleme aşamaları mümkün olduğu kadar hızlı yapılmalıdır.
- Depolamada uygun ve hijyenik koşullar sağlanmalıdır.

b) Kanatlı Etlerinde Bozulmanın Önlenmesi

- Kesim öncesinde yemler, personel ve çiftlik her türlü kontaminasyondan temizlenmelidir.
- Kesim sırasında ve sonrasında, hijyen kuralları uygulanmalıdır.
- Hayvanlara içme suyu kalitesinde su verilmeli, kesimhaneler haftada en az 1 defa tamamen temizlenmelidir.
- Kesimhanede kullanılan ekipmanlar korozyona uğramayan ve kolay temizlenen metalden yapılmalıdır.
- Kesimden sonra et sıcaklığı +4 °C'ye düşürülmelidir (soğutma).
- Uzun süre saklanmak istenen etler; -18 °C`de 6, -21 °C`de 9, -28 °C`de 12 aya kadar depolanabilir (dondurma).

c) Su Ürünlerinde Bozulmanın Önlenmesi

- Tutulan balıklar tahta kasalara konur. Balıkların konulduğu raflar, kirli suların drene olmasını sağlayacak şekilde hafif eğimli olmalı ve raflardaki balık yığını fazla yüksek olmamalıdır.
- Balıklar yakalandığında, dikkatle yıkanarak buz içinde ve en kısa zamanda 0 ˚C'ye kadar soğutulmalı, kullanılan buzlar içme kalitesindeki temiz sudan yapılmalıdır.
- Mikrobiyal bulaşmanın önlenmesi, doğal olarak işlem sırasındaki hijyenik koşullara bağlıdır.
- Balıklar su içine batırılarak yıkandığında mikrobiyal yük artar.
- Yıkama suyundaki mikroorganizmaları kontrol etmek amacıyla suya klor, kalsiyum, sodyum hipoklorid içeren dezenfektanlar konulmalıdır.
- Personel hijyen kurallarına uymalı; portör ve açık yarası bulunanlar çalışma alanlarında bulunmamalıdır.
- Balık, -30 °C'de depolanmalıdır.

2.2.2. Süt Mikrobiyolojisi

Süt mikrobiyolojisi bölümünde çiğ sütlerde ve içme sütlerinde mikrobiyal bulaşma konuları işlenecektir.

2.2.2.1. Çiğ Süt ve İçme Sütleri

Süt, besin ögelerini yeterli ve dengeli oranlarda bulundurur. Süt aynı zamanda mikroorganizmaların büyük çoğunluğunun kolayca gelişebileceği pH değerlerinde (6,4-6,8 pH) olması nedeniyle mikroorganizmaların gelişimi için ideal bir besiyeri ortamı oluşturmaktadır.

2.2.2.2. Çiğ Süt Ve İçme Sütleri Bulaşma Kaynakları

Aşağıda sıralanan bulaşma kaynakları, çok çeşitli mikroorganizmalarla sütlere bulaşabilmekte ve hızla çoğalarak süt ürünlerinin dayanıklılığını olumsuz etkilemektedir.

Çiğ Sütlerde Bulaşma Kaynakları

a) **Süt Hayvanından Bulaşma:** Mikroorganizmalar süt hayvanının derisinden, memesinden veya bunlara bulaşmış fekal (dışkı kaynaklı) kirliliklerden süte bulaşabilir. En sık karşılaşılan ve hayvanın meme dokusunda görülen **mastitis** adı verilen hastalık etmeni mikroorganizmalar *Streptococcus* türleri, *Stafilokoklar, Streptokoklar ve Eschericia coli*'dir. Tüberküloz (verem) ve bruselloz gibi hastalığı olan hayvanların sütlerinde, bu hastalıkların etmeni olan bakteriler bulunur. İnsanlarda da önemli hastalıklara neden olan bu bakteriler *Mybacterium tuberculosis* ve *Brucella* türleridir.

b) **Yem, Toz-Toprak ve Havadan Bulaşma:** Süte en çok bulaşma, toprak kökenli mikroorganizmalar (*Bacillus subtilis* ve *B. mesentericus*) tarafından olmaktadır. Ayrıca insanlarda enfeksiyona sebep olan çeşitli bakteriler de hava ve yem aracılığı ile bulaşabilmektedir.

c) **Ahır Malzemesi, Kullanılan Kaplar, Sağım Makineleri ve Diğer Alet-Ekipmanlardan Bulaşma:** Kullanılan alet ve ekipmanların dezenfekte edilmemesi, sütte bulaşma riskini artıran önemli bir faktördür. Yeterli temizliği yapılmayan alet-ekipmandan sütlere, hızlı gelişme gösteren laktik Streptokoklar ile koliform bakterileri, *Pseudomonas, Alcaligenes* ve *Flavobacterium* gibi gram negatif bakteriler bulaşmaktadır.

ç) **Sağım Personelinden Bulaşma:** Ahırda çalışan ve özellikle sağımda görev alan kişilerde portörlerin (hastalık etmeni taşıyıcıları) bulunması, sütte sekonder bulaşmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Birçok süt kaynaklı hastalık (tifo, dizanteri, salmonellosis, vb.) taşıyıcılar tarafından bulaştırılan çiğ sütlerin tüketimi ile ortaya çıkmaktadır. Özellikle Stafilokok, Mikrokok ve Streptokoklar elle sağım esnasında süte kolayca bulaşabilmektedir.

İçme Sütlerinde Bulaşma Kaynakları

Pastörize sütlere bulaşan mikroorganizmaların en önemlileri *Pseudomonas, Alcaligenes, Aeromonas, Enterobacter, Flavobacterium ve Acinetobacter* türleridir. Pastörize sütlerde koliform grubu bakterilerin varlığı kontaminasyonun en belirgin kanıtıdır. Ayrıca *Pseudomonas* ve *Aeromonas*'ların bulunması da ikincil bulaşma işaretidir. Pastörize sütlerde ikincil bulaşma; tanklardan, dolum makinelerinden veya ambalaj materyalinden gerçekleşebilmektedir.

Sterilize sütlerde de UHT uygulamasından sonra, özellikle sıcaklık-süre normlarının yetersiz uygulanması nedeniyle *Bacillus* türlerinin bazı suşları canlı kalabilmektedir. Sterilize sütlerde mikrobiyolojik bulaşmanın iki nedeni vardır: Yetersiz sıcaklık-süre normu uygulanması ve sterilizasyondan sonra borular, tanklar ve aseptik paketleme sisteminde oluşan bulaşmalardır.

2.2.2.3. Çiğ Süt ve İçme Sütlerinde Görülen Mikrobiyal Bozulmalar

Çiğ süt ve içme sütlerinde bulunan mikroorganizmalar, bu ürünlerde çok farklı değişimlere ve bozulmalara neden olabilir. Bu bozulmalar aşağıda gösterilmiştir.

a) **Ekşime ve Asit Oluşumu:** Sütte bulunan mikroorganizmaların önemli bir kısmını laktik asit bakterileri oluşturur. Sütte bulunan laktoz; laktik asit bakterileri ve diğer bazı mikroor-

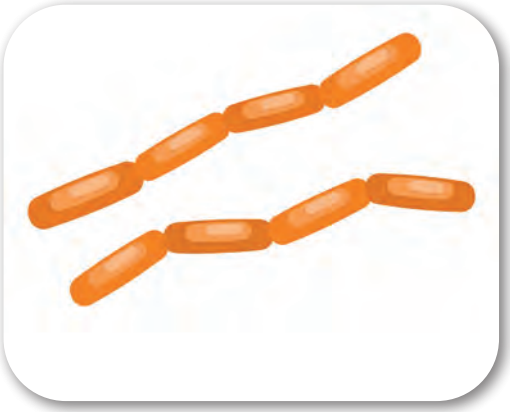
Görsel 2.26: *Lactobacillus bulgaricus*

Görsel 2.27: *Streptococcus thermophilus*

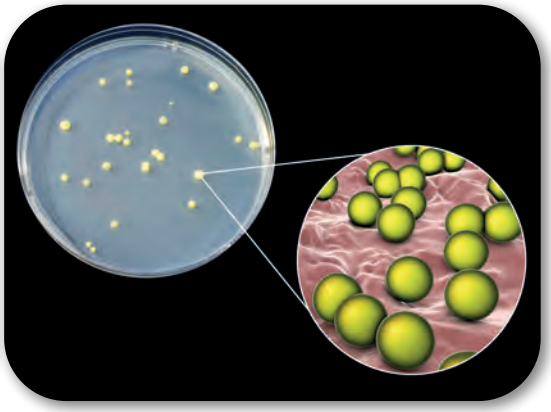
ganizmalar tarafından, laktik asite ve diğer organik asitlere parçalanır. Asit oluşumunun göstergesi, tadındaki ekşilik ve yapısındaki pıhtı oluşumudur. Bu bozulmanın en önemli etmenleri *Streptococcus lactis, S. thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, L. thermophilus*, *Bacillus calidolactis* gibi bakterilerdir. Ancak bunlar kadar etkili olmasa da *Clostridium, Bacillus, Micrococcus ve Mycobacterium* cinsi üyeleri de bu tür bozulmaya yol açar (Görsel 2.26 ve Görsel 2.27).

b) Gaz Oluşumu: Sütte gaz birikimi, asit oluşumu ile meydana gelir. Sütlerde ve çeşitli ürünlerde gaz oluşumu etmeni, özellikle *koliform* grubu bakteriler ve *Clostridium* gaz oluşturan türleridir. *Bacillus* türleri ile heterofermentatif laktik asit bakterileri, hidrojen (H_2) ve karbondioksit (CO_2) üreterek gaz oluşumuna neden olur.

c) Proteinlerin Parçalanması: Proteolitik bakterilerin sütteki proteinleri parçalaması (proteoliz) sonucunda acılaşma olur. Acılaşma, proteoliz sonucu ortaya çıkan bazı peptitler nedeniyle oluşur. Proteoliz olayından sorumlu olan bakteriler çoğunlukla düşük sıcaklıklarda çoğalabilme kabiliyetindedir. En önemlileri *Alcaligenes, Bacillus, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas, Clostridium, Serratia ve Proteus* türleridir (Görsel 2.28 ve Görsel 2.29).



Görsel 2.28: *Bacillus cereus*



Görsel 2.29:*Micrococcus luteus*

ç) Lipolitik Parçalanma: Bu bozulma süt yağının gliserin ve yağ asitlerine parçalanması şeklinde oluşur. Süt yağı çeşitli bakteriler, mayalar ve küfler tarafından parçalanabilir. Bu parçalanmalar sonucunda butirik asit kokusu (ekşi-asidik) ve ransid tat (acı) oluşumu

meydana gelir. En önemli bozulma etmenleri *Pseudomonas, Enterobacter, Alcaligenes, Bacillus, Micrococcus, Clostridium* bakteri türleridir. *Aspergillus, Mucor, Geotricum, Rizopus* küfleri süt yağında bozulma etmenidir.

d) Sünme Olayı: Sütte ve kremada gerçekleşen sünme olayına farklı bakteriler sebep olmaktadır. Bozulma etmeni *Enterobacter, Alcaligenes viscolactis, Streptococcus* türleri ve laktik asit bakterileridir. Özellikle düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen sütlerde görülür. Ayrıca düşük pH değerlerinde sünme oluşumu azalır.

e) Sütün Renginin Değişmesi: Sütlerde bu bozukluk mikroorganizma gelişiminin pigment oluşturmasından ya da enzimler ile sütte çeşitli reaksiyonlar oluşturmasından kaynaklanır. Bu bozulmanın etmeni bakteriler ve oluşturdukları renk değişimi Tablo 2.12'de verilmiştir.

Tablo 2.12: Süt Renginde Değişiklik Meydana Getiren Bakteriler ve Sütte Oluşan Renk Değişiklikleri

Etmen Bakteri	Sütte Oluşan Renk
Pseudomonas aeruginosa	Sarı-yeşil
Pseudomonas syncyaneae	Mavi
Serratia marcescens	Kırmızı
Micrococcus rubens	Kırmızı
Pseudomonas syxantha	Sarı

f) Tat Değişimleri: Maya türlerinden *Torula amora* sütte acı tat oluşumuna neden olmaktadır. *Streptococcus lactis* var. *maltigenes* yanık ve karamelimsi tat, diğer bazı bakteriler de cevizimsi ve sabunumsu tat oluşturabilmektedir.

g) Pastörize sütlerde bozulmaya neden olan mikrooraganizmalar, süte pastörizasyon sonrası bulaşan *Pseudomonas, Flavobacterium, Chromobacterium, Alcaligenes* ve *Koliform* bakterilerdir. Meydana gelen bu bozulmalar pis, kokuşmuş, hoşa gitmeyen ve meyvemsi olarak tanımlanan tat kusurlarıdır.

ğ) Tat kusurlarının ölçümü süt proteini, yağ ve laktozun mikrobiyal enzimlerle parçalanması miktarına bağlıdır.

h) Sterilize (UHT) sütlerde bakterilerin aktif olarak kalan lipolitik ve proteolitik enzimleri tat ve aroma kusurları ile pıhtılaşmaya sebep olur.

2.2.2.4. Çiğ Süt ve İçme Sütlerinde Bozulmanın Önlenmesi

Çiğ sütlerin bozulmasını önlemek için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

a) Sağım işlemi hijyenik koşullarda gerçekleştirilmelidir.

b) Sağımdan sonra süt, günlük toplanacak ise <8 °C'ye, günlük toplanmayacaksa <6 °C'ye soğutulmalıdır.

c) Sütle temas edecek kaplar, taşıyıcılar, tanker gibi alet ve ekipmanlar düzgün ve kolay temizlenebilen, korozyona dirençli ve insan sağlığı açısından tehlike yaratmayacak, sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeyecek malzemeden yapılmış olmalıdır.

ç) Bu kullanılan malzemeler günde en az bir kere temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir.

d) Çiğ süt sağımını ve ilgili işlemleri gerçekleştiren kişilerin uyması gereken bazı kurallar şunlardır:

- Sağım yapanlar, uygun ve temiz sağım kıyafetleri giymeli, sağımdan önce ellerini yıkamalı ve sağım boyunca temizliğe dikkat etmelidir.
- Sağım sırasında sütü kontamine etme ihtimali olan kişiler sağımdan uzaklaştırılmalıdır.
- Sağımda çalışan tüm kişiler böyle bir işte çalışmalarına engel olacak hastalıkları olmadığını, 3 ayda bir portör muayenesi ve 6 ayda bir akciğer kontrollerini yaptırarak belgelemelidirler.

İçme sütlerinin bozulmasını önlemek için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

a) Pastörizasyon işlemi (süre-sıcaklık) güvenli şekilde kontrol edilmelidir.

b) Sütle temas eden tüm yüzeyler kullanılmadan önce temizlenip dezenfekte edilmelidir.

c) İşletme havasından gelecek kontaminasyon önlenmelidir.

ç) Taşıma ve depolama soğukta yapılmalıdır.

2.2.2.5. Çiğ Süt ve İçme Sütleri Mikrobiyolojik Standartları

Isıl işlem görmüş içme sütü, süt ürünleri ve süt bazlı ürünlerin üretiminde kullanılacak çiğ inek sütü, Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği 2000/6'da yer alan aşağıdaki standartlara uymalıdır:

Görsel 2.30: Çiğ süt

Görsel 2.31: Pastörize süt

Somatik hücre sayısı hayvanın meme hastalığı (mastitis) varlığını tespitte kullanıldığı için çiğ sütlerde önemli bir kriterdir.

Somatik hücre sayısı (ml'de) ≤ 500.000 olmalıdır.

Somatik hücre sayısı > 1.000.000 ise hasta meme, 250.000 – 500.000 ise normal meme demektir.

Görsel 2.32: Kesilmiş (ekşimiş) süt örnekleri

Çiğ inek sütü tesadüfi örneklemeyle yapılan kontrollerde;

- Toplam canlı bakteri sayısı 30 °C'de (ml de) ≤ 100.000 adet olmalı,
- *Salmonella* 25 ml'de bulunmamalı,
- Patojen mikroorganizmalar 25 gr'da bulunmamalıdır.

Türk Gıda Kodeksine göre ısıl işlem uygulanan üretim tesisinde tesadüfi örnekleme yöntemiyle gerçekleştirilen son ürün kontrollerinde pastörize sütte;

- 25 gr'da patojen mikroorganizma bulunmamalı,
- *Koliform* (ml'de) 5 kob/ml olmalı,
- 5 günlük inkübasyondan sonra yapılan ekimde 21 °C'de toplam canlı bakteri sayısı 50.000-500.000 kob/ml sınırlarında olmalıdır.

Sterilize UHT sütlerde 30 °C 'de 15 gün inkübasyondan sonraki ekimlerde [toplam canlı bakteri sayısı ≤ 10 (30 °C'de, 0,1 ml'de)] olmalıdır.

2.2.3. Peynir Mikrobiyolojisi

Peynir, sütün çeşitli yollarla pıhtılaştırılması ve pıhtının peynir altı suyundan uzaklaştırılıp şekil verilmesiyle elde edilen bir süt ürünüdür. Sütün peynire dönüşümündeki ana basamaklar; koagulasyon (pıhtılaşma), süzülme ve olgunlaşmadır.

Çiğ sütlerin taşıdığı mikrobiyolojik yük miktarı önemli ölçüde farklılık gösterdiği için çiğ sütten üretilen peynirlerin tüketilmesi, çeşitli enfeksiyon riskleri beraberinde getirmektedir. Gıda güvenliği ve tüketici sağlığı açısından güvenli ürün elde etmek amacıyla, endüstriyel olarak üretilen peynirlerin çoğunda pastörize süt kullanılmaktadır.

Peynire işlenecek sütün pastörize edilmesi (63-65 °C'de 30 dk. ve 65-74 °C'de 15-40 sn.)

sonucunda süt içerisinde bulunan ve ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyecek olan zararlı ve patojen mikroorganizmalar inaktif hâle gelir. Ancak pastörize işlemi sonrası, peynir üretimi sırasında doğal asitlenmeyi ve peynirin olgunlaşmasını sağlayan laktik asit bakterilerinin de büyük bir kısmı inaktif hâle gelmektedir.

Bu durumda istenilen (standart) kalitede peynir üretimi güçleşmektedir. Ayrıca pastörizasyonla inaktive edilemeyen ısıl işleme dirençli mikroorganizma sporları ya da peynir üretimi aşamalarında bulaşabilen mikroorganizmalar, sütte kolaylıkla gelişmekte ve peynirde çeşitli kusurlara yol açmaktadır.

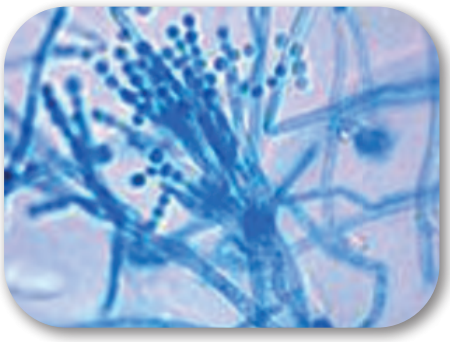
Standart kalitede bir ürün elde edebilmek için pastörizasyon işlemi ile kaybedilen laktik asit bakterilerinin süte starter kültür şeklinde ilave edilmesi, teknolojik bir zorunluluktur. Laktik asit bakterileri; peynir üretimi sırasında laktozu laktik aside metabolize etme kabiliyetleri, olgunlaşma sırasında peynir lezzetinin gelişmesine katkıda bulunmaları ve oluşturdukları metabolitler ile istenmeyen mikroorganizmaların inhibasyonunu sağlamaları nedeniyle peynir üretimi için önemli bir mikroflorayı temsil etmektedir. Ayrıca bu bakterilerin bazıları probiyotik özellik de göstermektedir.

Peynir üretiminde kullanılan starter kültür çeşitleri *S. thermophilus, Lactobacillus bulgarius, L. acidophilus, S. lactis, S. cremoris ve Leuconostoc t*ürleridir. Ayrıca bazı peynir çeşitlerinde propiyonik asit bakterileri kullanılır.

Küflerle olgunlaştırılan rokfor ve kamamber peynirlerinde laktik asit bakterilerine ek olarak *Penicillium roqueforti, Penicillium camemberti* küflerini içeren küf starter kültürleri kullanılır.

Peynirde Mikrobiyolojik Bozulma ve Kusurlar

Peynirler içerdikleri besin ögeleri ile mikroorganizma faaliyeti için uygun olarak gözükse de katılan tuz oranı birçok bakterinin gelişimini sınırlandırmaktadır. Ancak peynirlere katılan tuz



Görsel 2.33: *Penicillium camemberti*

Görsel 2.34: *Penicillium roqueforti*

Görsel 2.35: *Lactobacillus acidophilus*

Görsel 2.36: *Lactococcus lactis*

ile *Streptococcus cremoris, S. lactis, L. lactis* ve *L. helveticus* tarafından oluşturulan asit, birçok mikroorganizmanın gelişimini baskılamaktadır.

Yine de başta maya ve küfler olmak üzere, bazı bakteriler de peynirlerde gelişerek istenmeyen değişimlere yol açar (Görsel 2.37). Peynirlerde görülen istenmeyen değişimler şunlardır:

a) **Renk Hataları:** *Serratia marcescens* ve *Proteus vulgaris* gibi bakteriler peynir yüzeyinde gelişerek, kırmızı ve kahverengi renkli oluşumlara yol açar. *Penicillium casei* ve *Cladosporium herbarum* küfleri, siyah ve koyu kahverengi lekeler oluşumuna; diğer bazı küfler ise beyaz ve yeşil renkli görünümlere neden olmaktadır. *Torula* maya türleri, kabuğun beyaz yağlı bir görünüm almasına neden olmaktadır.

b) **Hatalı Gözenek ve Yarıkların Oluşması:** Genellikle gaz oluşturan mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır. Bu kusur ile yumuşak peynirler süngerimsi şekil alır; sert peynirler de şişerek şekil değiştirir. İlerleyen durumlarda sert peynirlerde çatlamalar ve dağılma görülür.

Olgunlaşmanın ilk günlerinde görülen küçük gözeneklerin sebebi koliform grubu mikroorganizmalardır. Özellikle *Escherichia coli* ve *Enterobacter aerogenes* bu kusura sebep olur; bazı mayalarda çoğalarak bu gözenekli yapıyı oluşturabilir (Görsel 2.37).

Olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde oluşan gözeneklerden ise propiyonik asit bakterileri ve *Clostridium* türleri sorumludur. *Clostridium*'lar az sayıda fakat büyük gözenekler oluşturmaktadır.

c) **Tat Değişimleri:** *Streptococcus* türleri proteinleri parçalayarak acı tat oluşturan peptitler meydana getirmektedir. *Clostridium* türleri, proteinleri hidrojen sülfür (H_2S), indol, skatol gibi kötü kokulu ürünlere parçalayarak bozulmalara neden olmaktadır.

ç) **Sünme Olayı:** B*acillus mesentericus* ile *Proteus, Alcaligenes* ve *Pseudomonas* cinsi üyelerinin çoğalması ile bu tür oluşumlar meydan gelmektedir.

Görsel 2.37: Peynir çeşitlerinde görülen bozulmalar

2.2.4. Yoğurt Mikrobiyolojisi

Yoğurtta starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* (Görsel 2.27) ve *Lactobacillus bulgaricus* (Görsel 2.26) kullanılır. Yoğurt yapımı sırasında süte yüksek ısı uygulanması ve üretim esnasında oluşan düşük pH, yoğurdu güvenilir bir gıda hâline getirir.

Yoğurt, düşük pH değerine sahip olduğundan, bakterilerin çoğu gelişemez. Ancak düşük asitlikte gelişebilen bazı laktik asit bakterileri, aroma bozukluklarına neden olabilir.

Yoğurtta bozulmaya neden olan esas mikroorganizmalar, asitli ortamlarda kolay çoğalan maya ve küflerdir. Bunlar özellikle gaz oluşumu ile meydana gelen bozulmalara sebeptir. Bozulma etmeni mayalar *Candida, Saccharomyces, Rhodotorula, Kluyveromyces* türlerinin cinsleridir.

Yoğurtlarda bozulma etmeni küfler ise *Mucor, Penicillium, Rhizopus ve Aspergillus*'tur. Yoğurtta gelişmeleri sonucu, küf koku ve lezzeti oluşturabilirler (Görsel 2.40).

Yoğurtta ekşi tadın oluşmasında en önemli sebeplerden biri de starter kültür olan *L. bulgaricus'*un aşırı üremesidir.

Görsel 2.38: *Mucor*

Görsel 2.39: *Aspergillus*

Görsel 2.40: Yoğurtta görülen bozulmalar

2.2.5. Tereyağı Mikrobiyolojisi

Tereyağı; önemli miktarda (%82) süt yağı, değişen miktarlarda su (%15) ve diğer besin ögelerini (%0.5 karbonhidrat ve protein) içermektedir. Tereyağında su oranı ne kadar artarsa mikroorganizma çoğalma tehlikesi de o kadar artar.

Tereyağı üretiminde *Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris, Leuconostoc cremoris* ve diğer bazı *Leuconostoc* türleri, starter kültür olarak kullanılır. Sütün içinde bulunan ve uygulanan ısıl işlemden sonra canlı kalan mikroorganizmalar (bazı bakteriler ve küfler) ile sonradan bulaşan mikroorganizmalar, tereyağında çoğalma ortamı oluşturur.

Tereyağında görülen mikrobiyal bozulmaların çoğu, tereyağının yapıldığı kremadan kaynaklanır. Tuzlanmayan tereyağlarında, *Pseudomonas* ve *Enterococcus* gibi koliform bakteriler gelişir ve aromayı bozar. *Pseudumonas* türlerinin protein ve yağı parçalaması sonucu, tereyağında meyvemsi koku, putrit bozulma, ester benzeri lezzet oluşur. Ayrıca tereyağı üzerinde siyah lekeler meydana gelir.

Laktozu fermente edebilen mayalar (Candida türleri) gelişerek gaz üretir. *Bacillus cereus* bakterisi metalimsi tat ve gıda zehirlenmesine; *Mucor stolonifer* küfü lipolitik ve proteolitik parçalanmaya; *Rhodotorula, Candida, Torula* maya cinsleri yüzeyde lekeler ve maya tadına sebep olur.

2.2.6. Dondurma Mikrobiyolojisi

Dondurma; süt, şeker, stabilizatör madde, aroma ve renk verici çeşitli maddelerin bir araya gelerek oluşturduğu karışımın ısıl işlem (pastörize) uygulandıktan sonra dondurulmasıyla elde edilen süt ürünüdür.

Dondurma yapımında süte uygulanan ısıl işlemde bazı mikroorganizmalar canlı kalabilmekte ve dondurma; makine-alet, kullanma suyu, hava, çalışanlar ve ambalaj malzemesinden ikincil bulaşmaya uğrayabilmektedir.

Mikrobiyal bozulmalar genellikle donma öncesi ürünün hazırlanma aşamasında veya çözündürülmeleri sonucu oluşur. Yaygın görülen bozulma, asit oluşturan bakterilerin gelişimi nedeniyle meydana gelen ekşimedir.

Dondurmalarda bulunabilen ve istenmeyen tat değişimlerine yol açan mikroorganizmalar *Clostridium, Micrococcus, Bacillus, Enterococcus ve Corynebacterium* türleridir. Ayrıca çeşitli katkı maddelerinden bulaşan S*almonella*'lar ve küfler de dondurmalarda görülebilmektedir.

2.2.7. Yumurta Mikrobiyolojisi

Yumurta; demir, fosfor ve vitaminler açısından zengin, aynı zamanda akı ve sarısında bulunan biyolojik değeri yüksek protein içeriği nedeniyle süt ve etle karşılaştırılabilecek bir gıda maddesidir. Pişmiş bir yumurtadaki kullanılabilir net protein miktarı %94 e kadar çıkmaktadır. (**Linden ve Lorient,1999**). Olumlu özelliklerine karşın yumurta ve ürünleri, patojen mikroorganizmalar ve kimyasal tehlikeler (aflatoksin, okratoksin A vb.) içerebilmektedir. Ayrıca yumurta proteinleri bazı bünyelerde alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır.

2.2.7.1. Yumurtaya Mikrobiyal Bulaşma Kaynakları

Taze yumurta, kabuk içerisinde mikroorganizma içermez ve steril olarak kabul edilir. Yumurtanın bileşiminde bulunan lizozim ve avidin isimli antimikrobiyal bileşenler de mikrobiyal gelişmeyi engelleyici etkiye sahiptir. Ancak uygun olmayan muhafaza ve işleme şartları, mikroorganizmaların kabuk içine geçmesine sebep olur.

Yumurta; oluşum aşaması sırasında, vücut içerisinde, yumurtlama sırasında ve sonrasında *Salmonella* bakterisi ile bulaşabilir. Ayrıca kabuk yüzeyindeki bakteri, uygun nem ve sıcaklıkta yumurtanın içine geçebilir. Yumurtanın ve ortamın nemli olması hareketli bakterilerin kabuktan

geçmesini kolaylaştırır.

Yumurtaların bozulmasında rol oynayan en önemli bakteri cinsleri *Pseudomonas, Proteus, Acinetobacter, Bacillus, Alcaligenes, Micrococcus, Flavobacterium, Serratia* ve *Streptococcus*'tur.

BİLGİ KUTUSU

Taze yumurta sarısının pH'si 6.8 civarındadır. Gerek pH'si gerekse besin içeriği açısından yumurta sarısı pek çok mikroorganizma için mükemmel bir besi ortamıdır.

Yumurtalar patojen mikroorganizma olarak *Salmonella* ve *Mycobacterium tuberculosis* türleri içermektedir.

Yumurtaların bozulmasında küfler de önemli rol oynar. En önemli bozulma etmeni olan küfler *Penicillium, Cladosporium, Mucor, Thamnidium, Botrytis ve Aspergillus* cinslerine dâhildir (Görsel 2.41).

Görsel 2.41: Küflenmiş yumurta kabuğu

Yumurta akının pH'si başlangıçta 7,6'dır. Depolama sırasında pH 9-10'a kadar yükselir.

Taze yumurtada dışta mikroorganizmaların yumurta içine girişini geciktiren üç yapı vardır:

- Kütikül tabakası (en dışta)
- Kabuk (6000-8000 gözenek içerir.)
- Kabuk zarı

2.2.7.2. Yumurtada Mikrobiyal Bozulmalar

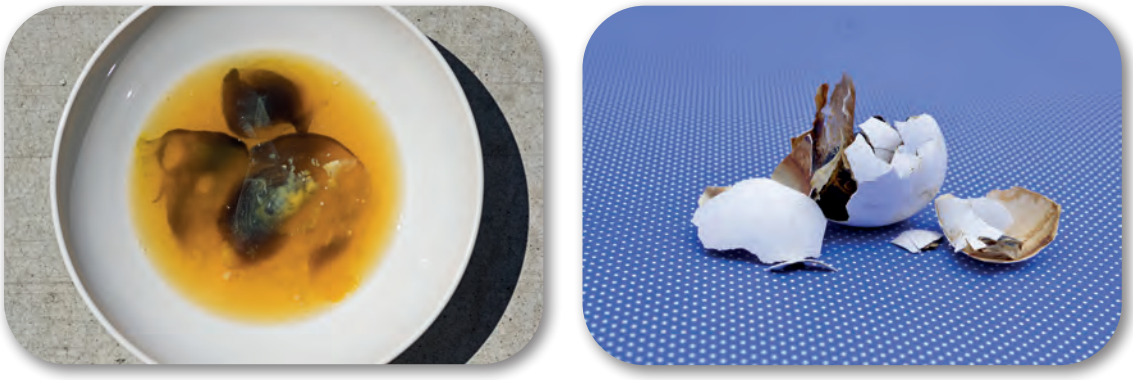
Yumurtada görülen başlıca bozulma çeşitleri ve etmenleri şunlardır:

a) Yeşil Bozulma: Soğukta saklanan yumurtalarda görülür. Bu bozulmadan *Pseudomonas fluorescens* ve *P. aerugenosa* sorumludur. Yumurta beyazında yeşil floresans renk oluşur. Yumurtada amonyak kokusu ile birlikte trimetil amin kokusu hissedilir.

b) Beyaz Bozulma: Psikrofil (soğuk seven) mikroorganizmaların özellikle de *Pseudomonas* türlerinin neden olduğu bozukluktur. *Acinetobacter*'ler de bu bozulmada rol oynamaktadır. Beyaz bozulma sonucunda, yumurta sarısının rengi koyulaşır ve kötü koku hissedilir.

Görsel 2.42: *P. aerugenosa*

c) Siyah Bozulma: Yumurta sarısı, koyu yeşilden siyaha kadar değişen renklerdedir. Bazı *Pseudomonas* türleri ile birlikte *Proteus vulgaris* ve *Aeromonas* cinsi bakteriler tarafından gerçekleşmektedir (Görsel 2.43). Tipik hidrojen sülfür kokusu hissedilir. Yumurta içinde gaz basıncı gelişebilir.



Görsel 2.43: Yumurtada siyah bozulma

ç) Pembe ve Kırmızı Bozulma: Nadir görülen bir bozulmadır. Oluşumunda *Pseudomonas, Serratia* ve *Proteus* türleri rol oynar. Yumurta içeriği kırmızı-kahverengi renk alır. Bu bozulmada yumurta beyazı ve sarısı birbirine karışır; yoğun bir koku oluşmaz (Görsel 2.45).

d) Peynirimsi Kokuşma: *E. coli* ve bazı *Alcaligenes* türlerinin oluşturduğu bozulmadır. Yumurta içi sarıdan yeşile doğru dönüşür. Kokuşmuş peynir kokusu oluşur.

e) Otumsu Kokuşma: Tipik ot kokusu ile hissedilir. Bazı psikrotrof bakteriler ve küfler tarafından meydana gelir. Yumurta beyazı ve sarısı birbirine karışmış şekildedir (Görsel 2.45). Yumurta kırıldığında çok kötü kokar.

Görsel 2.44: Taze yumurta

Görsel 2.45: Bayat yumurta

Yumurtalarda, bahsedilen bu bozulmalara neden olanlara ilaveten, insan sağlığı açısından önemli patojen mikroorganizmalara da rastlanmaktadır. Ayrıca çiğ yumurta tüketiminden sonra *Salmonella*'lardan kaynaklanan gıda zehirlenmelerine de oldukça sık rastlanmaktadır. Yumurtada *Penicillium, Mucor, Botrytis, Cladosporium, Sporotrichum, Alternaria* gibi çeşitli küfler, bozulmalara neden olabilir. Küf gelişmesi arttıkça jelleşme veya renklenmeler görülür; vitellin zarı parçalanarak yumurta sarısı dağılır.

2.2.8. Meyve Ve Sebze Mikrobiyolojisi

İnsanların tüketim için kullandığı meyve ve sebzelerin yaklaşık %20'si mikrobiyolojik bozulmalar nedeniyle tüketilmeden atılmaktadır. Meyve ve sebzelerin kendilerine ait doğal bir mikroflorası bulunmaktadır. Genel olarak sağlıklı meyve ve sebzelerin iç dokularında mikroorganizmalar bulunmaz. Ancak dış yüzeyleri çeşitli yollarla bulaşmaya açıktır. Bulaşma kaynakları şöyle sıralanabilir: Yetiştiği çevre, hasat ve tasniflemede kullanılan alet-ekipman, ambalaj materyali ve depolandığı ortam.

BİLGİ KUTUSU

Yumurtalarınızın taze mi yoksa bayat mı olduğunu çok basit bir testle öğrenebilirsiniz.

Bu test için bir su bardağı ve bir miktar su gerekmektedir.

İçi su dolu bardağa koyduğunuz yumurta, kabın dibine çökerse taze, suyun üzerine çıkarsa yumurta bayat demektir.

Bayat yumurtanın içerisindeki hava boşluğu genişledikçe, buna bağlı olarak yumurtanın içerisinde bulunan gaz miktarı da artmaktadır. Bu sebeple yumurta su yüzeyine çıkar.

Görsel 2.46: Taze yumurta

Görsel 2.47: Bayat yumurta

Taze meyve ve sebzelerin dış yüzeyinde bulunan kütikula tabakası ile doğal olarak bulunabilen mumsu tabaka, mikroorganizmaların iç kısımlara geçmesini engeller. Bu yapıların içerdiği antimikrobiyal maddelerin, mikroorganizmaların gelişme faaliyeti üzerinde etkisi olmaktadır.

Çeşitli fiziksel nedenlerle (olgunlaşması, çarpma, böcekler gibi etmenler) meyvenin kütikula tabakası zarar görür. Hasarlı olan bu bölgelerde mikroorganizmalara karşı direnç azalmakta, meyve ve sebzelerin iç dokularına mikroorganizmaların geçişi kolaylaşmaktadır. Nihayetinde yüksek su miktarı, protein, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeriğine sahip bu ürünlerde mikroorganizmalar gelişerek, üründe bozulmaya sebep olur.

Meyvelerin florası genel olarak maya ve küf mantarları tarafından oluşturulurken sebzelerde buna bakteriler de katılmaktadır.

2.2.8.1. Taze ve Soğukta Depolanan Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi

Mikroorganizmaların sebep olduğu bozulmalar, bulundukları meyve ve sebzelerin çeşidi-

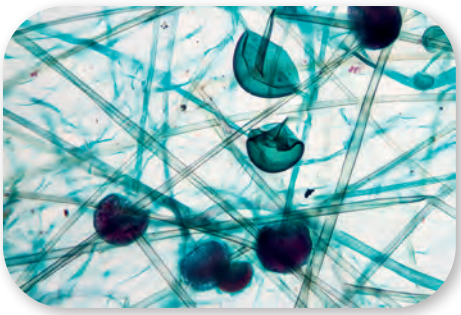
ne göre farklılık gösterir. Genellikle meyve ve sebzelerin yüzeyinde yer alan bitki patojenleri ve saprofit (çürükçül) mikroorganizmalar bozulmada etkilidir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 2.13), meyve sebzelerle bulaşabilen, hastalık oluşturan bazı mikroorganizmalar ve bulaşma kaynakları verilmiştir.

Tablo 2.13: Meyve ve Sebze İle Bulaşabilen Hastalık Etmeni Mikroorganizmalar ve Meydana Gelen Hastalıklar

Mikroorganizma	Hastalık	Kaynak
Salmonella	Salmonellosis	Domates, fasulye, karpuz, pastörize edilmemiş portakal ve elma suyu
Shigella	Shigellosis (basilli dizanteri)	Yeşil marul, sebze salataları, kavun, portakal suyu
Yersinia enterocolitica	Yersinosis	Salata sebzeleri
Listeria monocytogenes	Listeriosis	Yeşil salata, marul, domates, kuşkonmaz, brokoli, karnabahar ve lahana
Clostridium botulinum	Botulizm	Hazır paketli lahana salatası, vakumlu mantarlar
Giardia lamblia	Giardiasis	Çiğ olarak dilimlenmiş sebzeler
Hepatit A	Hepatit A infeksiyonu	Marul, küp hâlinde doğranmış domates, ahududu, çilek

- **Meyvelerdeki Çürümeler ve Çürümelerin Etmenleri**

a) Yumuşak Çürüme: Bu bozulmada meyve dokusunda bulunan pektin parçalanır. Parçalanma sonucu hücre suyu dışarı çıkar. Meyve adeta ezilmiş bir görünüm almaktadır (Görsel 2.49). Bu çeşit bozulmalara en çok *Rhizopus* türleri neden olmaktadır.



Görsel 2.48:*Rhizopus nigricans*

Görsel 2.49: Çürümüş çilekler

b) Çekirdek Evi Çürümesi: Özellikle elma ve armutlarda bu bozulma tipi görülmektedir. Meyvelerin dış yüzeyi normal görünmekte ancak meyve kesildikten sonra meyvenin çekirdek etrafından sap kısmına doğru kahverengileşme ve çekirdek evi boşluklarında beyaz renkli miseller fark edilmektedir (Görsel 2.50).

Görsel 2.50: Elmada çekirdek evi çürümesi

Bozulma etmenlerini *Botrytis, Alterneria, Fusarium, Penicillium, Cladosporium* ve diğer bazı küfler oluşturmaktadır.

c) *Monilia* Çürümesi: Bu bozulmada meyve dokuları yumuşamakta ve kahverengine dönüşmektedir (Görsel 2.51). Bozulma ilerledikçe tüm meyve küflenmekte ve siyah renk almaktadır. Etmeni *Monilia* cinsinin üyeleridir. Çekirdekleri yumuşak ve sert olan meyvelerde görülmektedir.

Görsel 2.51: *Monilia fructigena* etkenli çürümeler

Görsel 2.52: Meyvelerde Monilia (yumuşak) çürümesi

ç) Yeşil Küf Çürümesi: Bozulma meydana gelen meyvelerin dokuları yumuşamaktadır. Meyvenin yüzeyi beyaz, gri ve zamanla yeşil renk alan bir küf tabakası ile kaplanırken aynı süreçte tipik küf kokusu da oluşmaktadır. Etmeni *Penicillium digitatum* veya *P. italicum*'dur. Turunçgillerde etkilidir (Görsel 2.53).

Görsel 2.53: Turunçgillerde yeşil küf çürümesi

d) Gri Küf Çürümesi: Bu çürümede meyve yüzeyi gri renkli küf miselleri ile kaplanmaktadır. İlerleyen süreçte meyve, kahverengimsi bir renk almaktadır. Nemli ve ılık havalarda bozulma teşvik edilmektedir. Bozulma etmeni *Botrytis* türleridir. Üzüm ve çilek başta olmak üzere portakal, şeftali, limon, elma, kayısı gibi meyvelerde görülmektedir (Görsel 2.54).

Görsel 2.54: Meyvelerde gri küf çürümesi

e) *Phytophthora*-Meyve Çürümesi: Bu bozulmada meyve, sarı renkli ise kahverengi; yeşil renkli ise koyu yeşil renkli lekeler oluşmaktadır. Rutubetli yerlerde bu lekelerin üzerinde beyaz miseller görülebilmektedir. Bozulma etmeni *Phytophthora cactorum*'dır.

f) Mayaların Sebep Olduğu Değişimler: Mayalar hasattan önce, yani meyve dalında iken etkili olabilir. Meyve şekerini parçalayarak alkol, CO_2 ve su oluşturur.

- **Sebzelerde Çürümeler ve Çürümelerin Etmenleri**

a) Bakteri Yumuşak Çürümesi: Pektolitik enzime sahip bakteriler, sebzelerin yapılarını parçalar ve yumuşak çürümeye neden olur. En önemli etmenleri *Erwinia caratovora* ve *Pseudomonas marginalis*'tir. Çürüme sonucu, sebze dokusu peltemsi bir kıvam almakta ve sebzede kötü kokular oluşmaktadır (Görsel 2.55). Bakterilerin enzim aktivitesi sonucunda pelte hâline getirilen dokuda, daha sonra diğer bakteriler de gelişir ve sebzeler kullanılamaz hâle gelir. Bu bakteriler buzdolabında saklanan ürünlerde de bozulmaya neden olabilir. Yumuşak çürüme en çok soğan, salatalık, sarmısak, patates, kuşkonmaz, havuç, kereviz, ıspanak, lahana, enginar, karnabahar, domates, biber ve patlıcan gibi sebzelerde görülmektedir.

Görsel 2.55: Sebzelerde görülen yumuşak çürüme

b) Gri Küf Çürümesi: Bu çürümede bozulma etmeni *Botrytis cineria*'dır. Hemen hemen tüm sebzelerde bozulmaya neden olabilmektedir. Bu mikroorganizma sebzeye, üzerinde bulunan yara ve çatlaklardan girmekte ve sonra tüm dokuya yayılmaktadır (Görsel 2.56).

Görsel 2.56: *Botrytis cineria*'nın gıdalarda yaptığı bozulmalar

c) Ekşi Bozulma: Bozulma etmeni, *Geotrichum candidum*'dur. Bozulma (çürüme) ile birlikte asit oluşumu, ekşi tat ve hoş olmayan koku meydana gelmektedir (Görsel 2.57). Domates, havuç, soğan, marul, enginar, lahana ve fasulyelerde sık rastlanır. İlk gelişme için kabukta yara, çatlak gibi zedelenmelerin olması gerekir.

Görsel 2.57: Sebzelerde meydana gelen ekşi bozulma

ç) *Rhizopus* Yumuşak Çürümesi: Bozulma etmeni *Rhizopus stolonifer* türüdür. Sebzelerin üzerinde pamuk yığını şeklinde beyaz-gri renkli miseller gelişmektedir. Genellikle tüm sebzelerde görülür (Görsel 2.58). Yüksek nem bozulmayı ilerletmektedir.

Görsel 2.58: Sebzelerde meydana gelen yumuşak çürüme

d) Antraknos (Anthracnose): Genellikle sebzelerin meyve ve yapraklarında, kahverengi ve kiremit renginde lekeler olarak görülmektedir. Özellikle havaların yağışlı, nemli, ılık olması ile fasulye, salatalık, kabak, domates ve biberde sıkça oluşmaktadır (Görsel 2.59). Etmenleri *Fusarium, Alterneria, Penicillum, Trichothecium ve Sclerotinia* küfleridir.

Görsel 2.59: Biberde antraknos tipi bozulma

2.2.8.2. Dondurulmuş Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi

Dondurulmuş meyve ve sebzelerde, aktif bir mikroorganizma gelişimi görülmez. Meyve ve sebzelerde bulunan su, donma olayı ile inaktif buz hâline gelir. Bu durumda su aktivitesi 0,7 `ye düşer. Böylece mikroorganizmaların gelişimi engellenmiş olur. Dolayısıyla ürünlerde bir bozulma

gerçekleşmez.

Donma olayı esnasında meyve ve sebzelerde bulunan mevcut mikroorganizmaların bir kısmı ölür. Ancak başlangıçtaki mikroorganizma sayısı ile karşılaştırıldığında ciddi bir azalma görülür.

Dondurulmuş ürünlere çok uzun süre çözündürme işlemi uygulanması psikrofil mikroorganizmaların, mayaların ve *Lactobacillus* türlerinin gelişmesine uygun ortam sağlar. Bu durum, dondurulmuş meyve ve sebzelerde fermantasyon ve tat bozukluklarına neden olur.

2.2.8.3. Kuru Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi

Kurutulmuş meyvelerin su oranı %14-15; kurutulmuş sebzelerin su oranı ise %3-5'e kadar düşer. Böylece su oranı azaldıkça bu ürünlerde mikroorganizmaların gelişimi büyük oranda sınırlanır. Kurutma işlemi ile su oranı azaldıkça gıdalarda mikrobiyal bozulma riski azalır.

Kurutulmuş meyve ve sebzeler, mikrobiyolojik bozulmalara duyarlı değildir. Ancak bu ürünlerin su içeriğinin yükselmesi ile mikrobiyal bozulmalara duyarlılıkları artar.

Kuru meyvelerde su oranı %22 ve daha üstüne çıktığında mikrobiyal bozulma başlar. Bozulmaya *Candida* ve *Saccaromyces* türü mayalar, *Aspergillus* ve *Penicillium* türleri küfler neden olur.

Kuru sebzelerde su oranı %10-12'ye çıktığında mikrobiyal bozulma başlar. Genellikle bozulmaya *Lactobacillus, Leuconastoc, Bacillus, Clostridium, Pseudomonas* türleri sebep olur.

2.2.8.4. Fermente Meyve ve Sebzelerin Mikrobiyolojisi

Sebzelerin çoğu fermente edilebilir. Salatalık ve lahana turşusu, zeytin salamurası en çok üretimi ve tüketimi gerçekleşen fermente ürünlerdir.

Meyve ve sebzeler salamuraya konulduğunda, doğal mikrofloranın etkisi ile laktik asit fermantasyonu oluşur. Böylece meyve ve sebzeler, lezzet ve doku yönünden hoşa giden özellikler kazanır.

Salamurada yaklaşık %15 tuz bulunmaktadır. Yüksek tuz oranına sahip bu ortamda yalnızca maya ve halofilik bakteriler gelişebilir. Daha düşük tuz konsantrasyonlarında (≤ %5) laktik asit bakterileri, mayalar (*Saccahoromyces, Torulopsis, Candida*) ve *koliformlar* karbondioksit (CO_2) üreterek üründe şişmeye neden olur. Şeker ya da sirke kullanılarak hazırlanan salamuralarda, laktik asit bakterileri ve mayalar bozulmada rol oynar.

Meydana gelen mikrobiyolojik bozulmalar genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

a) **Yumuşama:** Pektolitik özelliğe sahip mikroorganizmalar tarafından meydana getirilir. Turşularda yumuşama sebebi olan mikroorganizmalar *Bacillus, Fusarium, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Mucor ve Aspergillus* gibileridir. Bu mikroorganizmalardan bir veya birkaçı bozulmaya sebep olabilir.

b) **Şişme:** *Enterobacter, Lactobacillus ve Pediococcus* türleri tarafından üretilen gaz ile meydana gelir.

c) **Siyahlaşma:** Suda çözünebilen koyu renkli pigment üreten *Bacillus nigrificans*, bu tür bozulmaya sebep olur.

Görsel 2.60: Turşuda görülen bozulmalar

2.2.8.5. Meyve Suları, Konsantre Meyve Suları, Gazlı-Gazsız İçecekler, Reçeller ve Sebze Sularında Mikrobiyal Bozulmalar

Bu ürünler düşük pH değerlerine (pH 2,5-4,0) sahip ürünlerdir. Aynı zamanda şeker içerikleri oldukça yüksektir (meyve sularında %5-15, reçellerde %40-60). Konsantre ürünlerde yüksek şeker miktarı, su aktivitesi değerini 0,9'a düşürür. Gazlı içeceklerde redoks potansiyeli (O-R potansiyeli) düşüktür. Bu sebeplerden dolayı mikroorganizmaların gelişimi sınırlıdır.

Uygun saklama koşulları gerçekleşmediği takdirde bu ürünlerde sadece asüdirik küfler, mayalar ve bakteriler (*Lactobacillus, Acetobacter ve Leuconostoc*) bozulmaya sebep olur (Görsel 2.61).

Görsel 2.61: Reçel ve marmelatta görülen bozulmalar

Taze sıkılmış meyve sularında, hiçbir muhafaza yöntemi uygulanmaması hâlinde meydana gelen bozulmalara sebep olan bakteriler genellikle *Saccharomyces, Candida, Hanseniaspora, Crytococcus, Rhodotorula, Penicillium, Mucor, Aspergillus, Geotrichum, Byssochlamys, Lactobacillus, Acetobacter, Bacillus* türleridir.

Meyve sularında oksidatif mayaların ve küflerin (*Penicillium, Mucor* gibi) gelişimi sonucu asitlik düşer; ekşi tat oluşur. Meyve sularında olumsuz bir özellik olan renk açılması, asitliğin düşmesine bağlıdır. Berrak meyve sularında mayaların gelişimi bulanıklığa sebep olur (Görsel 2.62).

Görsel 2.62: Meyve suyunda bozulma

Konsantre meyve suları ve reçellerinde, su aktivitesinin düşmesi (0,82-0,94) ve ısıl işlem (60-82 °C) uygulanması sebebiyle çoğu mikroorganizma gelişemez. Bu ürünlerin bozulmasında *Zygosaccharomyces* türleri etkilidir.

Gazlı içeceklerde *Torulopsis, Candida, Hansenula* ve *Saccharomyces* türleri ürünlerde bulanıklığa neden olur. Gazsız içeceklerde ise mayalar, *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* türleri ürünlerde bulanıklığa neden olur.

Sebze sularının pH değeri meyve sularının pH değerinden (5,0-5,8) daha yüksektir (domates suyu hariç, pH 4,3). Bu durum, laktik asit bakterilerinin gelişmesi ve bozulmaların meydana gelmesine sebep olur. Potansiyel bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların çoğalmasını önlemek için ısıl işlem, soğutma, dondurma ve kimyasal korucuların kullanılması gibi çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır.

2.2.8.6. Konserve Mikrobiyolojisi

Konserve, uygun ham maddenin birtakım ön işlemlerden sonra teneke kutulara veya cam kavanozlara doldurulması, kapların hava almayacak şekilde kapatılması (hermetik) ve ısıl işlemlerle (pastörizasyon ve sterilizasyon) bozulma yapan mikroorganizmaların öldürülmesi işlemleri sonucunda elde edilir. Konservelerde mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel bozulmalar olabilir.

Konserve gıdalarda oluşan bozulmalar; mikroorganizmaların faaliyetlerinden, kutu içeriği ile kutu arasındaki etkileşimden ya da işleme esnasında yapılan hatalardan kaynaklanır.

- **Konservelerde Mikrobiyolojik Bozulmalar**

Konservelerin mikrobiyolojik kalitesi, kullanılan ham madde ve katkı maddelerinin kalite özellikleriyle depolama ve taşıma koşullarına bağlıdır. Meyve ve sebzelerin konserveye işlenmelerinde mikrobiyolojik açıdan iki önemli adım bulunmaktadır. Bunlar ısıl işlemden önceki ve ısıl işlemden sonraki uygulamalardır.

Isıl işlemden önce, doğranmış ve haşlanmış ürünlerin bekletilmesi hâlinde, yani ısıl işlemin gecikmesi durumunda, ürünlerde mikroorganizma yükü artmaktadır. Ayrıca işletmede kullanılan alet ve ekipmanlar ile kullanılan baharat ve katkı maddeleri, işlenen ürün için önemli bulaşma kaynaklarıdır.

Konserve kabının içinde gelişen mikroorganizmalar gaz oluşturarak veya gaz oluşturmadan bozulma yapabilir. Eğer gaz oluşuyor ise oluşan gaz rahatlıkla kutu dışından gözlenebilmektedir. Bu şekilde kutunun şişmesine "bombaj" denir.

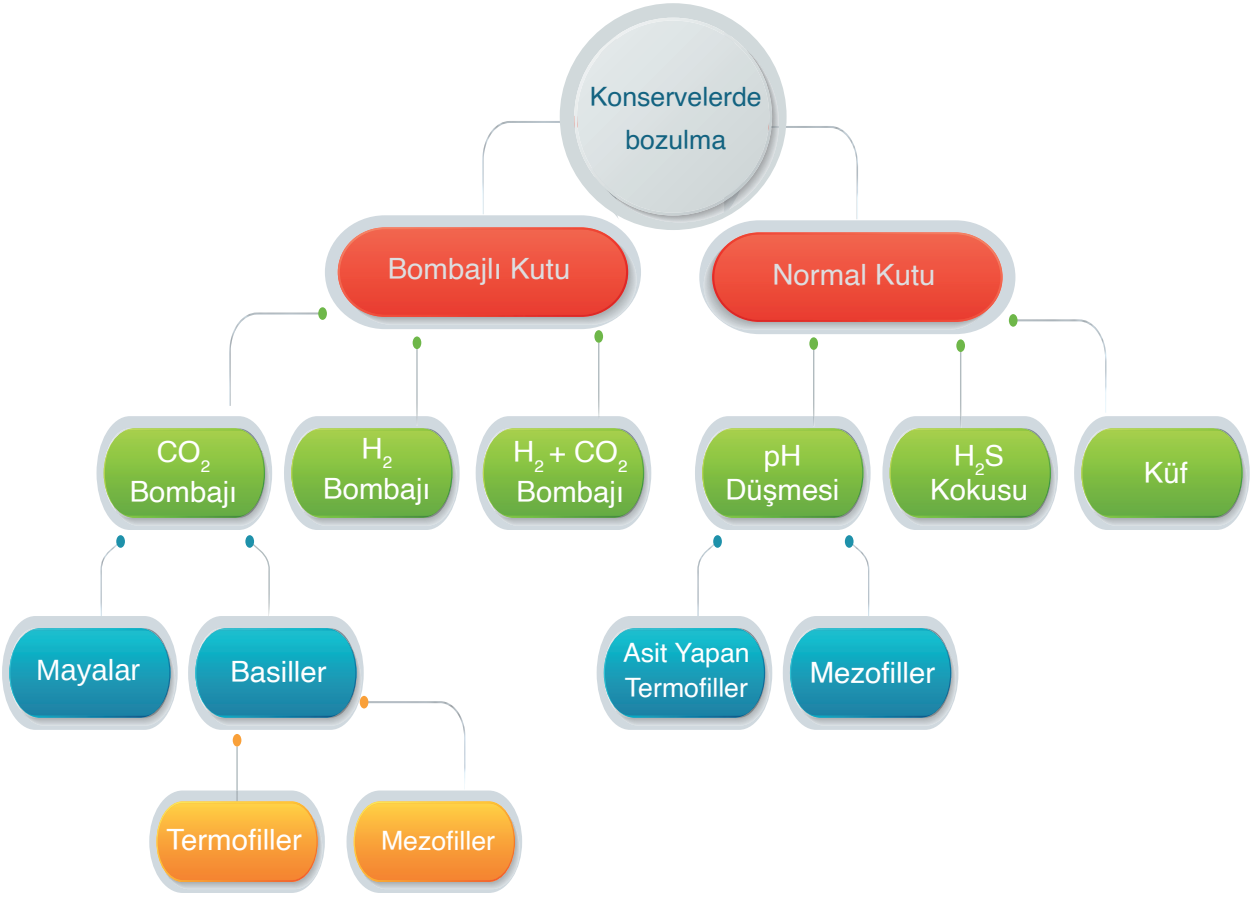
Mikroorganizmalar tarafından meydana getirilen bombaj olayında, kutu içindeki gıda ürünü bozulmuş ve tüketilemeyecek duruma gelmiştir. Bombaj yapmış kutuların satışı yasaktır (Görsel 2.63).

Görsel 2.63: Darbe almış ve satılmaması gereken konserveler

Bazen de oluşan gaz, kutu içindeki dolgu sıvısında çözünmekte ve böylece dışarıdan kutuda bir şişme görülememektedir. Bu tip bozulmalara "düz ekşime" denir.

Konservelerin mikrobiyal bozulma etmenleri maddeler hâlinde sıralanmıştır (Tablo 2.14):

Tablo 2.14: Konservelerde Görülen Mikrobiyal Bozulmalar ve Bunların Sebepleri



Konservelerde Isıl İşlemden Önce Görülen Mikrobiyal Bozulmalar

Konserve edilecek ürün ısıl işlem öncesinde bozulmuş olabilir. Konservelerin ısıl işlemden önce bozulma sebepleri;

- Hasat edilen ürünün elverişli olmayan koşullarda nakliyesi ve bekletilmesi
- Ürünlerin işletmede gereğinden fazla beklemesi
- Alet ve ekipmanlardaki arızalar (yetersiz ısıl işlem, sızıntı vb.)

Konservelerde Sızıntı Nedeniyle Oluşan Bozulmalar

Kutu kapatmada hata yapılmışsa veya kutu gerektiği şekilde kapatılmasına rağmen; otoklav kullanmada yapılan hatalar nedeniyle hermetik kapatma bozulmuş, kenetler aralanmış ve

böylece sızıntı oluşmuşsa kutudaki vakuma bağlı olarak içeriye emilen soğutma suyu veya hava ile enfeksiyon belirebilir. Sızıntı nedeniyle bozulma görülen kutularda, mikrobiyolojik bir analiz yapılınca bozulma nedeni olan mikroorganizmaların daha çok soğutma suyu kökenli oldukları anlaşılır. Ayrıca bu mikroorganizmalar genel olarak ısıya dirençli olmayan türlerdir. Bu bozulma tipinde oluşan gaz sızıntı yerinden çıkıp gideceğinden kutularda bombaj görülmeyebilir.

Konservelerde Yetersiz Isıl İşlem Nedeniyle Oluşan Mikrobiyal Bozulmalar

Bu bozulma tipi çok yaygındır. Yetersiz ısıl işlem sebebiyle çeşitli mikrobiyal bozulmalar görülebilir:

- **Sporlu Termofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar**

Konservelerde en yaygın bozulma tipidir. Bu bozulma tipinde ürünün pH değeri çok önemlidir. Çünkü pH değeri ısıl işlemin etkinliğini gösterir. Ayrıca depolama döneminde mikroorganizma gelişimini etkiler. Termofil bakterilerin neden olduğu bozulmalar şu şekilde sıralanır:

a) Düz Ekşime Yapan Mikroorganizmaların Neden Olduğu Bozulmalar

Bazı bakteriler bombaj yapmadan bozulmaya sebep olur. Konserve kutusunun dış görünüşünde bir değişiklik olmadığı için (bombaj vb.) bozulma kutu açılana kadar anlaşılmaz. Bu bozulmaya özellikle *Bacillus* türleri neden olur. Bu bakteriler gaz oluşturmadan karbonhidratları fermente ederek asit üretir; kötü koku ve bulanık görünüme sebep olur. Düz ekşime bozulması ile meydana gelen asitler, ortamın pH değerini düşürür. Böylece organizmanın kendini geliştirmesi durur. Bu nedenle pH değeri 4,7'nin altına düşmez. Çünkü bakteriler pH 4,7'nin altında çoğalamaz. Ayrıca kutudaki asit oluşumu konserve kutusunun paslanmasına sebep olur.

b) TA (Termofilik Anaerob) Bozulması

Termofilik anaerob *Clostridium thermosaccbarolyticum* bakterisinin düşük ve orta asitli gıdalarda oluşturduğu bozulma tipidir. Bozulma etmeni bakteri karbonhidratlardan asit, hidrojen gazı ve karbondioksit oluşturduğu için kutu içerisinde bombaj görülür.

c) Sülfür Bozulması

Clostridium nigrificans bakterisi ısıl işlemin yetersiz olduğu durumlarda gelişerek kükürt içeren azotlu maddeleri parçalayarak sülfür (H_2S) gazı oluşturur. H_2S gazı suda çözünen bir gaz olduğundan kutuda bombaj oluşturmaz. Sülfür bozulması görülen kutularda kötü bir koku oluşur.

- **Sporlu Mezofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar**

Bacillus ve *Clostridium* cinsi bazı bakterilerin yapmış olduğu bozulma tipidir. *Clostridium botulinum* bakterisinin oluşturduğu nörotoksin özellikli botulin toksini ölümle sonuçlanan vakalara sebep olduğundan bilhassa önemlidir. Aerob bir bakteri olan *Bacillus ekzost* işlemi uygulanmamış konservelerde tehlike oluştururken hermetik kapatılan kutularda bozulma yapamamaktadır.

- **Sporsuz Mezofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar**

Bazı ısıya dirençli, sporsuz bakteriler pastörizasyon sıcaklığında canlılığını koruyarak

konservelerde bozulma yapabilir. Bunlar arasında *Streptococcus thermophilus*, bazı *Micrococcus, Lactobacillus ve Micobacterium* türleri bulunur.

- **Mayaların Neden Olduğu Bozulmalar**

Bu mikroorganizmaların konserve gıdalarda üreyip bozulma yapması, ancak sızıntı veya yetersiz uygulanan pastörizasyon sonucunda ortaya çıkabilir. Fermantasyon sonucunda karbondioksit oluştuğundan mayalarla bozulan bu tip konservelerde daima bombaj görülür.

- **Küflerin Neden Olduğu Bozulmalar**

Küfler genellikle aerobik mikroorganizmalar olduğu için, havası çıkarılmış ve hermetik kapatılmış konserve kaplarında gelişme olanağı bulamaz. Küfler ancak ağızları iyi kapatılmamış ve yetersiz ısıl işlem uygulanmış ev konservelerinde önemli bozulma etmeni olabilmektedir.

- **Otosterilizasyon**

Mikroorganizmalar, özellikle bakteriler, oluşturdukları metabolitlerin (asitlerin) toksik etki yapması sonucu ölür. Kutu dış görünüşü bombajlı veya bombajsız olabildiği hâlde kutu içeriği daima bozulmuş ve tüketilmeyecek bir hâl almıştır. Otosterilizasyon çoğunlukla asitli gıdalarda ve meyve konservelerinde görülmektedir.

2.2.9. Tahıl Ve Tahıl Ürünleri Mikrobiyolojisi

Tahıl, Graminiae familyasının tohumları olan buğday, çavdar, mısır, pirinç, yulaf, darı, arpa gibi danelerin tümünü ifade eder. Tahıl ürünleri de tahıl gruplarından çeşitli işlemlerle elde edilen un, kek, pasta, ekmek, makarna, erişte vb. ürünleri ifade eder.

Tahıl ve tahıl ürünleri çok düşük su oranına sahip olduğu için bu ürünler üzerinde mikrobiyal gelişme sınırlıdır. Ancak bu ürünlerin su oranı arttığı zaman mikroorganizmalar bozulmalara sebep olur.

Tahıl ve tahıl ürünlerinde mikrobiyal bozulma yapan bakterilerin bulaşma yolları şunlardır:

- Toprak
- Kir tabakası
- İlaçlama
- Hastalık
- Hasat
- İşleme
- Depolama
- Ambalajlama

Ürünün su miktarına bağlı olarak önce küfler bozulmada etkili olur. Su miktarının artma-

sıyla maya ve bakteriler de bozulmada etkendir. Yüksek su miktarına sahip tahıl ürünleri (ekmek, soğutulmuş hamur, makarna vb.) mikrobiyolojik bozulmalara duyarlıdır.

Tahıl taneleri %10-12 nem içeriğine kadar kurutulur. Bu durumda aw ≤ 0,60 olacaktır. Bu değerlerde nem içeren tahıl tanelerinde, mikrobiyal bozulma gerçekleşmez. Ancak hasat, işleme, depolama esnasında tahıl tanesinin aw değeri 0,6'nın üstüne çıktığında bazı küfler gelişebilir (Görsel 2.65).

Görsel 2.64: Bozulmuş pirinç

Görsel 2.65: Küflü mısırlar

Nem artışıyla *Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Fusarium* türleri gibi bazı küfler gelişebilir. Ayrıca laktik asit ve koliform bakterileri, nem artışına bağlı olarak asit fermantasyonu gerçekleştirirler. Küf gelişimi sonucu tahıl tanesinin görünüşünde ve duyusal kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Tahıllarda yaygın olarak rastlanan bakteriler *Pseudomonados* ile *Micrococcaceae, Lactobacillaceae* ve *Bacillaceae* ailesine mensup türlerdir.

Tahıllar, uygun olmayan koşullarda ve mevcut mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda istenmeyen değişiklikler gösterebilir. Kızışma, küflenme, çimlenme, çürüme, yanma, mikotoksin oluşumu, ekşime ve alkol kokusu, renk değişimi bu istenmeyen olumsuz özelliklerden bazılarıdır.

2.2.9.1. Unlarda Mikrobiyal Bozulmalar

Tahıl tanesinin temizlenmesi, yıkanması, öğütülmesi ve elenmesi sırasında mikroorganizma içeriği azalır. Tahıl tanesinde olduğu gibi unlarda da nem içeriği (%12) artmadığı sürece mikrobiyal gelişme görülmemektedir.

Ancak unların nem içeriği %15'e ulaştığında *Aspergillus ve Penicillium* küf tipleri bozulmada etkendir. Unda nem içeriği %17 ve üzerinde ise bakteriler ve mayalar da gelişir.

Tahıl tanesindeki gibi ortamda asit üreten bakteriler varsa asit fermantasyonu başlar. Ardından ortamda mayalar varsa bunlar tarafından alkol fermantasyonu meydana gelir. Bunun sonucunda unda acılaşma görülür.

Tahıl unlarında mikrobiyal gelişimi risk faktörü içeren mikroorganizmalar; *aerobik mezofilikler, E. coli, Bacilus cereus, C. perfiringens, Salmonela spp., Rope* sporu ve küflerdir.

Rope hastalığına yol açan, *Bacillus* cinsi mikroorganizmanın bazı türleri toksin üretir ve gıda zehirlenmelerine sebep olur.

2.2.9.2. Ekmeklerde Mikrobiyal Bozulmalar

Ekmek hamurunda mikroorganizmalar tarafından meydana gelen fermantasyon sonucunda arzu edilen değişiklikler oluşmaktadır. Mayalanma sonucu, istenen tekstürel özellikler kazanmış, ağızda kolay çiğnenebilen, topaklanmadan yumuşak kalabilen, kolay hazmedilen, iyi bir tat ve aromaya sahip, ekmek üretimi meydana gelmektedir. Hamurda laktikler ve koliform bakteriler tarafından oluşturulan asit fermantasyonu sonucu ekmekte ekşi lezzet oluşur.

Ekmeğin su aktivitesi değeri normalde bakteri çoğalmasını önleyecek derecede düşüktür (0,75-0,90). Bu nedenle ekmekte iki çeşit mikrobiyal bozulma görülür. Bunlar küflenme ve rop (sünme) oluşumudur.

Küflenme: Ekmekte bozulmaya neden olan küfler; *Rhizopus nigricans, Penicillum, Aspergillus niger, Monilia stophila ile Mucor* ve *Geotrichum* türleridir. Küf gelişimi ekmek yüzeyinden başlayarak ekmeğin içine doğru ilerler (Görsel 2.66).

Görsel 2.66: Küflenmiş ekmekler

✳ Ekmeklerde küf gelişimini arttıran olaylar şunlardır:

- Ekmeklerin pişirme sonrası çok fazla küf sporu içeren ortamda uzun süre soğutmaya bırakılması ve kontamine (bulaşma) olmuş dilimleme makineleri ile temas etmesi
- Dilimleme sırasında ekmeğin daha fazla hava ile temas etmesi
- Paketleme sırasında ekmeğin sıcakken ambalajlanması
- Ekmeğin sıcak ve nemli bir ortamda saklanması

Sünme (Rope Oluşumu): Ekmekte sünme veya ipliklenme şeklinde görülen oluşumdur. Bu bozulmanın nedeni *Bacillus subtilis* (*B. mesentericus*) ve ikinci derecede de *B. lichenifornis* bakterileridir.

Ekmeğin pişirilmesi sırasında verilen sıcaklık *B. subtilis* sporlarını öldürmek için yetersiz kalmaktadır. Ekmeklerde bu bozulma sırasında ekmek hücreleri parçalanır ve yapışkan bir yapı ortaya çıkar (Görsel 2.67).

Görsel 2.67: Ekmeklerde rope hastalığı

Ekmeklerde sık rastlanan ve büyük önem taşıyan bu iki bozulma dışında *Serratia marcescens*'in neden olduğu kırmızı leke (kanayan ekmek) ve *Trichosporan variable*'ın neden olduğu tebeşir hastalığı da görülmektedir (Görsel 2.69). Uygun temizlik ve dezenfeksiyon bu bozulmaların önlenmesi için yeterlidir.

Görsel 2.68: *Serratia marcescens*

Görsel 2.69: *Serratia marcescens* üremiş ekmek

UYGULAMA FAALİYETİ - 6

SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Gıdalarda meydana gelen mikrobiyal bozulmayı gözlemleyerek öğrenilmesi, gözlem sonuçlarının bir sunum şeklinde hazırlanması
ARAÇ-GEREÇ	Et ürünü örneği, süt ürünü örneği, sebze örneği, buzdolabı, beher

İşlem Basamakları

Amaçlanan mikrobiyal bozulmanın gözlenmesi için,

1. Et, süt, sebze örneklerinden ikişer adet temin edilir. Beher içerisine koyulur.
2. Örneklerden birisi buzdolabında diğeri oda şartlarında muhafaza edilir.

Öneriler

I. Hijyen ve sanitasyon kurallarına uyduğunuzdan emin olunuz.

II. Gıda kontaminasyonu ile ilgili araştırma

3. Her gün iki farklı ortamda bulunan gıda örneklerinde meydana gelen değişimler gözlemlenir (Fotoğraflanır ve not edilir.).
4. Bozulmaların başladığı tarihler not edilir.
5. Farklı bozulma tipleri tespit edilerek isimleri not edilir.
6. Gözlem ve araştırma sonuçları power point sunusu hazırlanarak sınıf ortamında paylaşılır.

yapınız.

III. Gıdalardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik yolla bulaşma konularında bilgi toplayınız.

IV. Deney boyunca çapraz kontominasyonu önleyiniz.

V. Sunuyu çeşitli görsel, video vb. efektlerle zenginleştiriniz.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

1. Gıdalarda mikrobiyal bozulma nedenlerini açıklayabiliyor musunuz?
2. Farklı ortamlarda meydana gelen mikrobiyal bozulma tiplerini ve sürelerini nasıl açıklarsınız?
3. Mikroorganizmaların yaşamımızda ne kadar önemli bir yere sahip olduğunu kavradınız mı?

2.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Düz ekşime bozulması ile meydana gelen asitler, ortamın pH değerini düşürür.
2. (.....) Fermente et ürünlerinde, fermantasyon sırasında laktik asit bakterileri nin asit üretimi hızlı olduğunda istenmeyen bakteriler gelişir.
3. (.....) Kurutulmuş meyvelerin su oranı %14-15, kurutulmuş sebzelerin su oranı ise %3-5 tir.
4. (.....) Etin kıyma hâline getirilmesi mikrobiyal gelişimi artırır.
5. (.....) Proteolitik bakterilerin, sütteki proteinleri parçalaması sonucunda butirik asit kokusu oluşur.

2.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

6. (.....) Rope hastalığına yol açan, *Bacillus* cinsi mikroorganizmanın bazı türleri toksin üretir ve gıda zehirlenmelerine sebep olur.

7. (.....) Yumurta tazelik testinde, içi su dolu bardağa konulan yumurta, kabın dibine çökerse yumurtanın bayat olduğunu anlarız.

8. (.....) Yoğurtlarda bozulma etmeni küflerden *Mucor, Rhizopus, Aspergillus* ve *Penicillium* bulunabilir.

9. (.....) Endüstriyel olarak üretilen peynirlerin çoğunda çiğ süt kullanılmaktadır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. Aşağıdakilerden hangisi ekmeklerde meydana gelen küflenmenin neden olduğu mikroorganizmalardan biri değildir?

A) *Rhizopus nigricans*

B) *Bacillus subtilis*

C) *Mucor*

D) *Penicillium*

E) *Aspergillus niger*

11. Meyve florasında daha çok hangi mikroorganizmaların oluşturduğu mikrobiyolojik bozulma görülür?

A) Virüsler

B) Bakteriler

C) Küfler ve mayalar

D) Bakteri ve küfler

E) Bakteri ve mayalar

12. Aşağıdakilerden hangisi çiğ sütlerdeki bulaşma kaynaklarından biri değildir?

A) Süt hayvanından bulaşma

B) Yem, toz-toprak ve havadan bulaşma

C) Ahır malzemesinden bulaşma

D) Sağım personelinden bulaşma

E) Kullanılan ilaçlardan bulaşma

13. Konserve kutularında bombaj oluşturan bakteri türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Acetobacter*

B) *Saccharomyces*

C) *E. coli*

D) *Choromobacter*

E) *Clostridium*

2.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

14. Sütte bulunan laktoz, laktik asit bakteriler ve diğer bazı mikroorganizmalar tarafından başta laktik asit olmak üzere diğer organik asitlere parçalanır. Bu olay, sütte hangi bozulmanın tanımıdır?

A) Sünme

B) Gaz oluşumu

C) Lipolitik parçalanma

D) Ekşime ve asit oluşumu

E) Proteinlerin parçalanması

15. "Otosterilizasyon" nedir?

A) Konservelerde hermetik kapamanın iyi yapılmasıdır.

B) Sterilizasyonun otomatik makinelerde yapılmasıdır.

C) Sterilizasyon işleminde yetersiz süre-sıcaklık uygulaması sonucumikrobiyal bozulmadır.

D) Konservelerde bakteri metabolitlerinin toksik etki yaparak mikroorganizmaları öldürmesidir.

E) Yüksek asitli gıdaların düşük sıcaklıkta sterilize edilmesidir.

16. Peynirlerde olgunlaşma esnasında görülen küçük gözeneklerin sebebi; koliform grubu mikroorganizmalardır. Bunlar aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Enterobacter aerogenes* ve *Salmonella*

B) *E. coli* ve *Clostridium*

C) *E. coli* ve *Enterobacter aerogenes*

D) *Clostridium* ve *Salmonella*

E) *E. coli* ve *Pseudomonas*

17. Çiğ yumurta tüketiminden sonra meydana gelen gıda zehirlenmesi hangi mikroorganizmadan kaynaklanır?

A) *Salmonella*

B) *Clostridium*

C) *Bacillus*

D) *E.coli*

E) *Listeria*

18.

I. Depolama sıcaklığı

II. Etlerin hangi firmaya ait olduğu

III. Besin içeriği

Yukarıdakilerden hangileri etlerde mikroorganizma üremesine etki eden faktörlerdendir?

A) Yalnız I

B) Yalnız II

C) I ve III

D) II ve III

E) I, II ve III

2.ÖĞRENME BİRİMİ 2. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

19. I-Kıyma
II-But
III-Parça et
IV-Kuşbaşı et

Etlerde mikrobiyolojik bozulmaya duyarlılık açısından dayanıklı olandan çabuk bozulana doğru yapılan sıralama hangi seçenekte gösterilmiştir?

A) II-III-IV-I
B) I- III-II-IV
C) II-III-I-IV
D) IV-III-II-I
E) I-IV-II-III

20. Erwinia caratovora hangi gıdalarda hangi bozukluğa neden olur?

A) Süt renginin değişmesine
B) Sebzelerde dokunun yumuşamasına
C) Etlerde kokuşmaya
D) Yumurtada hidrojen sülfür kokusuna
E) Konservelerde gaz oluşumuna

21. I- Kokuşma
II- Ekşime
III- Yapışkanlık
IV-Yağların oksidasyonu

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri et ürünlerinde aerobik bozulma türüdür?

A) Yalnız II
B) Yalnız IV
C) I ve II
D) III ve IV
E) I, II, III ve IV

22. *C. botulinum* içinde bulunduğu konserve ürünlerinde hangi bozulma türüne sebep olmaz?

A) Köpürme
B) Sünme
C) Ekşime
D) Kötü koku
E) Gaz oluşumu

23. Aşağıdakilerden hangisi berrak meyve sularında bulanıklığa sebep olur?

A) Küfler
B) Lipolitik bakteri
C) Protozoalar
D) Laktik asit bakterileri
E) Mayalar

24. Yoğurtta ekşi tadın oluşmasında rol oynayan en önemli mikroorganizma türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Lactobacillus bulgaricus*
B) *Saccharomyces*
C) *Steptococcus thermophilus*
D) *Rhodotorula*
E) *Choromobacter*

25. Unda ve ekmekte sünme (rope) hastalığına hangi mikroorganizma neden olur?

A) *Bacillus subtilis*
B) *Saccaromyces cerevisia*
C) *Serratia marcescens*
D) *Penicillium expansum*
E) *Rhodotorula*

3.BÖLÜM

GIDA ZEHİRLENMELERİ

KONULAR

1. GIDA ZEHİRLENMELERİ
2. GIDA ZEHİRLENMELERİNİN SINIFLANDIRILMASI
   - İNTOKSİKASYONLAR
   - ENFEKSİYONLAR
   - TOKSİKO ENFEKSİYONLAR

BU BÖLÜMDE ;

- Gıda zehirlenmesi kavramını,
- Gıda zehirlenmesi türlerini,
- Gıda zehirlenmesi nedenlerini ve belirtilerini,
- Gıda zehirlenmelerinin nasıl önleneceğini öğreneceksiniz.

TEMEL KAVRAMLAR

- Gıda zehirlenmesi
- İntoksikasyon
- Enfeksiyon
- Toksiko enfeksiyon
- Patojen
- Toksin

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

GIDA ZEHİRLENMELERİ NASIL OLUŞUR?

Gıda zehirlenmelerinin oluşabilmesi için gıdada zehirlenmeye neden olan mikroorganizmanın o gıdada hastalık meydana getirebilecek miktarda bulunması gerekir. Başlangıçta gıdada az miktarda bulunan mikroorganizma, belirli ortam koşullarında hızla çoğalarak hastalık oluşturabilecek seviyeye ulaşabilir. Bakteriler gözle görülemeyecek kadar küçük canlılardır, ikiye bölünerek çoğalır ve uygun koşullarda hızla ürer. Tek bir bakteriden 7 saat içinde 2 milyon, 12 saat içinde 1 milyar bakteri oluşabilir.

Gıdaların çoğunda bakteri bulunur. Ancak gıda üreticiden tüketiciye ulaştırılırken kötü koşullarda yapılan nakil işlemleri, gıdaların iyi olmayan şartlarda pişirilmesi, paketlenmesi, saklanması gibi durumlarda bakteri sayısı artar. Patojen mikroorganizmaları veya toksinlerini yüksek düzeyde içerse bile bir gıda maddesinin tadında, kokusunda ve görünüşünde belirgin bir değişiklik olmayabilir. Bu nedenle tehlikeli miktarda bakteri veya toksin taşıyan gıdalar fark edilmeden tüketilebilir ve zehirlenme olayları meydana gelir. Renksiz, kokusuz ve tatsız olan toksinlerin normal bir pişirme işlemi ile imha edilmesi mümkün değildir, bakteriler yok olmuş olsa bile toksin zehirleyici etkisini sürdürebilir.

Tehlikeli sıcaklık sınırları (5-63 °C) içerisinde bakterilerin çoğalmasına uygun olan, bu nedenle de gıda zehirlenmelerine neden olan besinlere potansiyel riskli gıdalar denir. Potansiyel riskli gıdalar, diğer besinler için bakteriyel tehlike oluşturduğu için mutfakta bu gıdalarla diğer gıdaların ayrı ayrı alan ve tezgâhlarda hazırlanması, bu gıdalarla temas eden ellerin ve yüzeylerin temizliklerinin sağlanması gerekir. Yüksek riskli gıdalar genellikle su ve/veya protein oranı yüksek gıdalardır. Bunlara örnek olarak süt ve süt ürünleri, tavuk mamülleri, mayonezli, yumurtalı yiyecekler, pişirilip uygun koşullarda saklanmayan etler, deniz ürünleri verilebilir. Düşük riskli gıdalara ise kurutulmuş veya salamura edilmiş, yüksek miktarda tuz, şeker, koruyucu katkı maddesi içeren gıdalar örnek verilebilir.

Bilim ve Teknik Dergisi, Ağustos 2009.
Düzenlenmiştir.

- Yukarıdaki metine göre gıda zehirlenmesi nedir?
- Hiç gıda zehirlenmesi geçirdiniz mi? Zehirlenme kaynağını, belirtilerini ve tedavi yöntemini öğretmeninize ve arkadaşlarınız ile paylaşınız.
- Sizce gıda zehirlenmelerini engellemek için neler yapılabilir? Araştırınız.

2.3. GIDA ZEHİRLENMELERİ

Gıda zehirlenmeleri (gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar), patojen mikroorganizmaların gıdalarda gelişerek gıdalar ile vücuda alınması sonucu ortaya çıkmaktadır. Eski çağlardan beri uygulanan gıdaların iyi pişirildikten sonra tüketilmesi, sıcak servis yapılması, bozulmuş gıdaların tüketilmemesi gibi beslenme önerileri insanları mikrobiyal gıda zehirlenmelerinden korumak için geliştirilmiştir.

Pasteur'un gıda ve mikroorganizma ilişkisini keşfetmesiyle mikroorganizmaların gıda zehirlenmelerine yol açabileceği anlaşılmıştır. Böylece gıda zehirlenmelerine neden olduğu düşünülen patojenler, gıdalardan uygun tekniklerle izole edilmiştir. İzole edilen patojenler için ilgili tedavi yöntemleri veya aşılar geliştirilerek gıda zehirlenmelerine karşı çözümler üretilmiştir. Bununla birlikte, var olan patojenleri kontrol etmek için yeni yöntemler geliştirildiği kadar yeni ortaya çıkabilecek patojenlere de her zaman hazırlıklı olmamız gerekir.

Görsel 2.70: Louis Pasteur

BİLGİ KUTUSU

BAKTERİNİN İZOLE EDİLMESİ NASIL OLUR?

Laboratuvar ortamında, aranılan mikroorganizmanın gelişmesi için uygun şartlar oluşturularak ilgili mikroorganizmayı saf hâlde elde etme işlemidir.

Gıda zehirlenmeleri, tüm dünya ülkelerinde meydana gelmekte, sağlık ve ekonomik yönden sorunlara neden olmaktadır. Genel olarak bu hastalıkların nedenleri; zayıf hijyenik koşullar, iyi kalitede olmayan su, eğitimsiz gıda üretici ve tüketicileri, gıda üretiminin büyük çapta yapılması, uluslar arası ticaretin gelişmesi, toplu tüketimin artması ve yemek hazırlamak için kısıtlı vakit olması olarak verilebilir.

Ayrıca gıda zehirlenmelerine neden olan yanlış uygulamalardan bazıları şunlardır:

- Gıdaların depolama koşullarına dikkat etmeme
- Yetersiz pişirme

- Pişmiş gıdaları hızla soğutmama
- Donmuş gıdaları yanlış çözündürme
- Gıdaları tüketime kadar çok bekletme
- Çiğ tüketilmemesi gereken gıdaları çiğ tüketme
- Sıcak servis yapılacak gıdaları 63 °C'den düşük sıcaklıkta bekletme
- Yetersiz hijyen
- Gıdalara pişirme işleminden sonra mikroorganizma bulaşması

Gıda zehirlenmelerinin belirtileri ülkeden ülkeye, kişiden kişiye büyük değişiklikler göstermektedir. Belirtilerin süre ve şiddetindeki farklılıklar şu nedenlere dayanmaktadır:

- Hastalığa neden olan mikroorganizma çeşidi
- Kişilerin duyarlılık, genel direnç durumu
- Tüketilen gıdadaki bakteri veya toksin yoğunluğu

BİLGİ KUTUSU

Toksin (zehir), ağız, solunum veya deri yoluyla alındığında belli bir dozda ve/veya belli bir zaman diliminde biyolojik sistemlere zarar veren bileşiklerdir.

Risk grubu yüksek olan kişilerde (hamileler, yaşlılar, bebekler, immünolojik hastalar) gıda zehirlenmeleri daha çok görülmektedir.

Görsel 2.71: Gıda zehirlenmesinin bazı belirtileri

ETKİNLİK - 1

Gıda Zehirlenmelerine Neden Olan Uygulamalar

Görsel 2.72: Kıymalı patates yemeği

Ece, akşam yemeği için kıymalı patates yemeği yapmaya karar vermiştir. Bunun için marketten gerekli malzemelerini almış, dondurucuda olan kıymayı çözündürmeye bırakmış ve mutfakta gerekli hazırlıklarını yapmıştır. Ece yemek yaparken aşağıdaki uygulamaları yapmıştır.

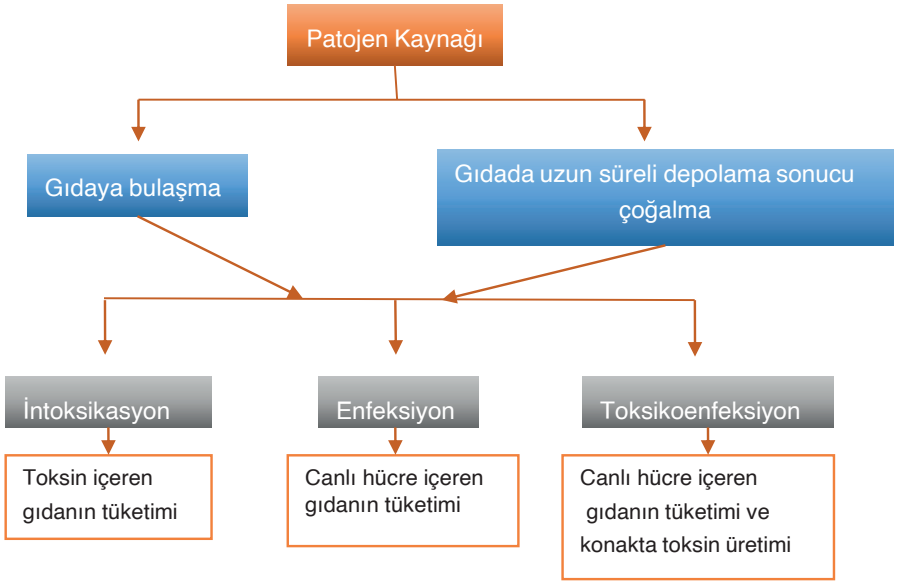
Bu uygulamalardan, gıda zehirlenmesine neden olacakları YANLIŞ (✗), neden olmayacakları DOĞRU (✓) olarak işaretleyiniz.

UYGULAMA	YANLIŞ	DOĞRU
1. Markette patates, sivri biber ve domateslerin en iyisini seçmiştir.		
2. Paketli ürünlerin son tüketim tarihlerini kontrol etmiştir.		
3. Eve gelince ellerini yıkamayı unutmuştur.		
4. Yemekte kullanacağı kıymayı dondurucudan çıkarıp mutfak tezgâhında çözündürmeye bırakmıştır.		
5. Sebzeleri doğrarken yüzündeki sivilceyi kaşımıştır.		
6. Yemek yaparken kıymayı iyice kavurmuş, sebzeleri ekledikten sonra 30 dakika pişirmiştir.		
7. Yemeği servis edene kadar oda sıcaklığında bekletmiştir.		

2.3.1. Gıda Zehirlenmelerinin Sınıflandırılması

Patojen bir mikroorganizma veya onun ürettiği toksini içeren gıdanın vücuda alınması sonucu iki veya daha fazla kişide ortaya çıkan hastalıklara **gıda zehirlenmeleri (gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar)** denir (1). Kısaca bir gıdanın tüketilmesi sonrasında ortaya çıkan enfeksiyon ya da intoksikasyon durumuna verilen genel kavramdır. Bu tip hastalıklar üç gruba ayrılır. Bunlar; intoksikasyon, enfeksiyon ve toksikoenfeksiyondur. Tablo 2.15'te gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık grupları verilmiştir.

Tablo 2.15: Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık grupları (2)



2.3.1.1. İntoksikasyonlar

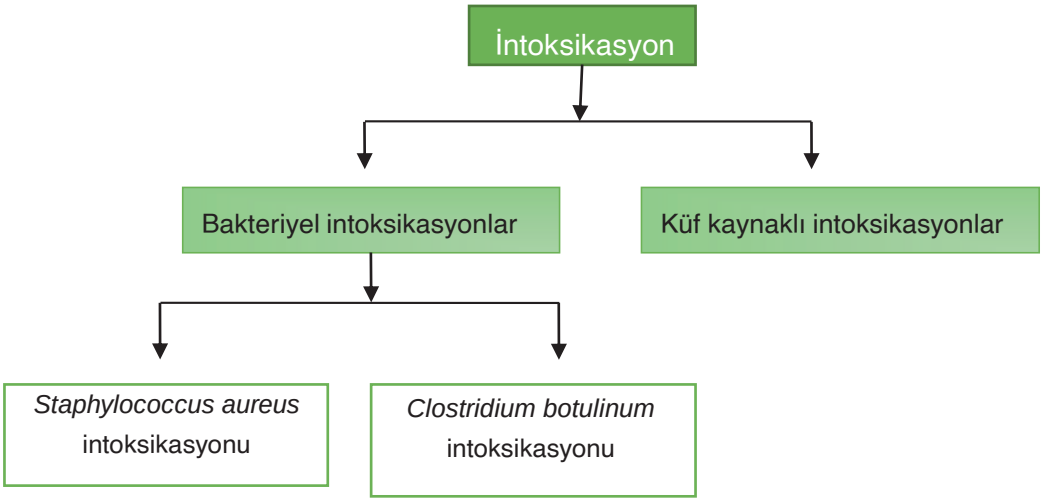
Patojen mikroorganizmaların gıdada gelişerek ürettikleri toksinlerin gıdaların tüketilmesi sonucu insanda oluşturdukları zehirlenmelere gıda intoksikasyonu denir. Tanımda da belirtildiği gibi intoksikasyon oluşumu için patojen mikroorganizmaların değil, bunların gıdalarda oluşturdukları toksinlerin tüketilmesi gerekmektedir.

- İntoksikasyonlarda görülen bazı genel özellikler şunlardır:
- Toksin, patojenin gıdada çoğalması sırasında oluşur.
- Toksin ısıya dirençli ya da dirençsiz olabilir.
- Genel olarak zehirlenmenin olması için toksinin gıdayla birlikte alınması gerekir.
- Hastalık belirtileri gıda tüketiminden kısa süre sonra (30 dk.) görülmeye başlar.
- Toksin tipine göre hastalık belirtileri değişiklik gösterir.
- Vücut sıcaklığında bir değişiklik gözlenmez (3).

(1) Osman Erkmen, Gıda Mikrobiyolojisi, s.125
(2) Osman Erkmen, Gıda Mikrobiyolojisi, s.123, düzenlenmiştir.
(3) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s. 323

İntoksikasyonlar, bakteri veya küf kaynaklı olabilir. İntoksikasyon tipleri Tablo 2.16'da verilmiştir.

Tablo 2.16: İntoksikasyon tipleri



a) Bakteriyel İntoksikasyonlar

Bakteriyel intoksikasyonlara *Clostridium botulinum* ve *Staphylacoccus aureus* isimli bakteriler neden olmaktadır. Bahsedilen bakterilerin ürettiği toksinlerin vücuda alınması ile oluşur.

1. *Staphylococcus* İntoksikasyonu

Stafilakok gıda zehirlenmesi, dünyada en sık görülen gıda zehirlenmelerinden biridir ve *Staphylococcus aureus* tarafından meydana getirilir. Görsel 2.73'te *S. aureus*'un mikroskop görüntüleri verilmiştir.

a) Gram boyama yapılmamış b) Gram boyama yapılmış

Görsel 2.73: *S.aureus*'un mikroskop görüntüleri (a ve b)

- **Özellikleri**

S. aureus hareketsiz, gram pozitif, yuvarlak şekilli, fakültatif anaerob ve mezofil bir bakteridir. *Staphylococcus* üzüm salkımı, *aureus* altın sarısı demektir. Kolonilerinin üzüm salkımına benzemesi ve altın sarısı renkte olması nedeniyle bu isim verilmiştir.

Bakterinin optimum (en uygun) çoğalma sıcaklığı 37 °C'dir. Bununla birlikte ortam şartları uygun olduğunda 7-48 °C arasında gelişebilir. Düşük pH (4,8), yüksek tuz ve şeker konsantrasyonlarında gelişebilme özelliği çok değişik gıdada çoğalabilmesine olanak verir.

- **Toksinleri ve Patojenitesi**

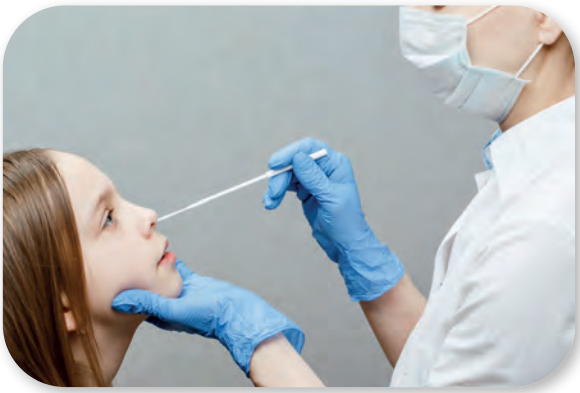
S. aureus intoksikasyonunun görülebilmesi için bir gıdada *S. aureus*'un çoğalması ve toksin üretmesi gerekir. Toksinler, uzun süre oda sıcaklığında bırakılan ve proteince zengin olan gıdalarda üretilir. Üretilen toksinin gıda ile vücuda alınması sonrasında intoksikasyon ortaya çıkar. Stafilakok zehirlenmesinin ortaya çıkması için en az 1 μg (mikrogram) toksinin vücuda alınması gerekir. *S. aureus* toksinleri ısıya dayanıklıdır. Yapılan çalışmalarda 100 °C'de 1 saat sonunda hâlâ aktif oldukları gözlenmiştir.

Görsel 2.74: Proteince zengin gıdalar

- **Kaynakları**

S. aureus, doğal olarak insan ve hayvanların en çok burun ve boğaz mukozasında bulunur. Ayrıca insan ve hayvan dışkısında, apseli yaralarda ve sivilcelerde de bulunmaktadır. *S. aureus*, gıdalara genellikle bu kaynaklardan bulaşır.

Stafilakok zehirlenmesi, gıda işlem gördükten sonra işletme personeli ya da alet-ekipmanlardan kaynaklı tekrar *S. aureus* bulaşan gıdalardan kaynaklanmaktadır.



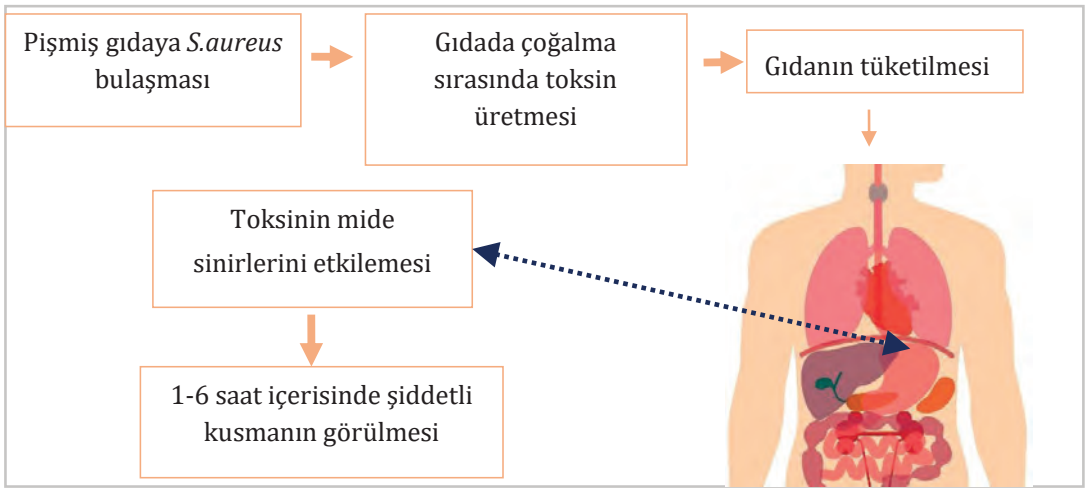
Görsel 2.75: *S.aureus* tespiti için burundan örnek alınması

S. aureus zehirlenmesi açısından özellikle et ve et ürünleri (salam, sosis, sucuk vb.), tavuk eti, balık, kremalı pastalar, peynirler, yumurta, patates ve bu gıdalardan yapılan yiyecekler riskli gıdalardır. Vakaların %51,6'sını gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda bekletilmesi, %23,4'ünü kişisel hijyene dikkat edilmemesi, %17,2'sini de bakteri bulaşmış ekipmanlar oluşturmaktadır (4).

- **Belirtileri**

Stafilokok toksini sindirim sistemi üzerinde etkilidir. Toksin vücuda alındıktan sonra midedeki sinirleri uyararak şiddetli kusmaya neden olur. Toksinin sinir sistemini uyarması ile ağızda sulanma, mide bulantısı ve kusma, karında kramplar ve ishal ilk belirtiler olarak görülür. Devamında ise terleme, baş ağrısı ve su kaybı ortaya çıkar. Tablo 2.17'de *S. aureus*'un intoksikasyon mekanizması verilmiştir.

Tablo 2.17: *S.aureus*'un İntoksikasyon Mekanizması (5)



Stafilokok zehirlenmesinin belirtileri yarım saat ile sekiz saat arasında başlar. Bu süre tüketilen toksin miktarına, etki derecesine ve kişinin direncine göre değişir. Belirtiler 1-2 gün içerinde sona erer, genellikle ölümcül değildir.

- **Önlenmesi**

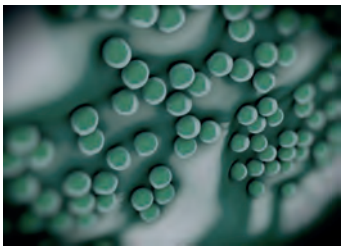
Stafilokok zehirlenmesinin önlemesi için aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

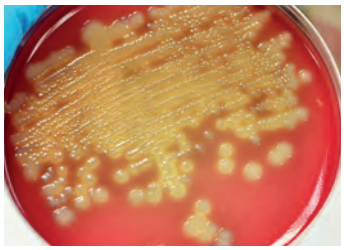
- Gıda ürünleri hazırlamada kaliteli ham madde kullanılmalıdır.
- Gıda hazırlama alanının temizliğine dikkat edilmelidir.
- Gıdaları hazırlayan kişiler hijyene önem vermelidir. Solunum yolu hastalıkları, yüzünde ileri derecede sivilce, elinde yara ve iltihap olan kişiler gıdalara çıplak elle dokunmamalıdır.
- Gıdalar pişirildikten sonra hızla soğutulmalı ve buzdolabı sıcaklığında (4 °C) saklanmalıdır.

(4,5) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s.326

ETKİNLİK - 2

STAPHYLOCOCCUS AUREUS'UN KEŞFİ





Alexander Ogston, 1844-1929 yılları arasında yaşayan İskoç cerrahtır. Ogston, 1880 yılında ameliyatlardan sonra irin (iltihap) kaynaklı ölüm oranının çok yüksek olması nedeniyle araştırmalara başladı. Ogston, ölümü ameliyatın muhtemel sonucu olarak kabul etmek istemiyordu. Önce ameliyat sonrası irinlere havanın neden olduğunu düşündü. Yarayla hava temasını kesen özel yara örtüsü hazırladı. Fakat bunun işe yaramadığını gördü. Sonra irinlere özel bir mikrobun sebep olduğunu düşünmeye başladı. Bir hastasının irinli yarasından örnek alarak mikroskop altında inceledi.

Ogston gördüklerini şu cümlelerle açıklıyordu:

"İrinli hücrelerin enkazı arasında, güzel tutamlar hâlinde çok sayıda yuvarlak organizma zinciri açıkça görünüyordu." (Görsel 2.76).

Bunun üzerine Ogston, irinlerin mikrokoklardan kaynaklandığını varsaydı. Sonra farelere bu irinlerden enjekte ederek deneyler yaptı. Farelerde de yeni irinlerin oluşup, bunu hastalık belirtilerinin takip ettiğini gözlemledi. Aynı deneyi, irini fareye enjekte etmeden önce ısıl işleme tabii tutarak tekrarladı. Bu durumda irin oluşmuyordu.

Ogston ilk gördüğünde mikrokok (micrococci) olarak isimlendirdiği mikroorganizmayı, 1882'de Yunanca'da "üzüm salkımı" anlamına gelen *Staphylococcus* olarak isimlendirdi.

1884 yılında Alman cerrah Anton J. Rosenbach, bir besiyeri hazırlayarak Staphylococcus'ü bir petri kabında gözlemledi. *Staphylococcus*, sarı parlak zincirler hâlinde görünüyordu. Bu nedenle Latince de "altın sarısı" anlamına gelen "*aureus*" adını ekledi (Görsel 2.77).

www.antimicrobe.org sitesinden çeviridir.
Düzenlenmiştir.(Görseller temsilidir.)

Sizce Ogston ve Rosenbach'ın S.aureus'u kısmen farklı görmesinin nedeni nedir? Sınıfınızda tartışınız.

BİLGİ KUTUSU

PETRİ KUTUSU NEDİR?

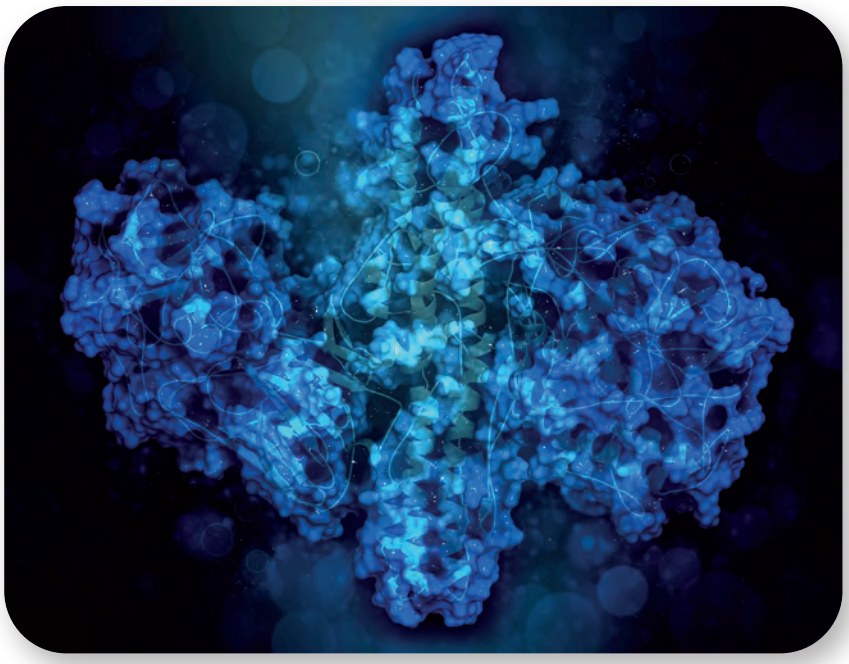
- İç içe geçmiş iki kapaktan oluşan, içerisinde mikroorganizmanın çoğalacağı ortam hazırlanarak mikroorganizma sayım ve ayrımlarında kullanılan malzemedir.

BESİYERİ NEDİR?

- Mikroorganizmaların geliştirilip gözle görülür hâle getirilmesi için formüle edilmiş besin ortamlarıdır.

1. *Clostridium botulinum* İntoksikasyonu

Clostridium botulinum zehirlenmesi, bu mikroorganizmanın ölümcül toksinini içeren gıdaların tüketilmesi sonucu oluşur. Bu zehirlenme sonucu etkin bir tedavi yapılmazsa ölümle sonuçlanır. Görsel 2.78'de *C. botulinum* toksinleri verilmiştir.



Görsel 2.78: *C. botulinum* toksinleri

- **Özellikleri**

C. botulinum; gram pozitif, sporlu, zorunlu anaerobik, hareketli, çubuk şekilli ve en önemlisi patojen bir bakteridir. Sporları ısıya oldukça dayanıklıdır (115 °C'nin üzerinde yok edilebilir.). Mikroorganizmanın sporlu olması, onu çevresel faktörlere karşı daha dirençli hâle getirmektedir. *C. botulinum* hücreleri, pastörizasyon sıcaklıklarında yok edilebilir. Toksinleri hücrelerin gıdada çoğalması sırasında üretilir.

- **Toksinleri ve Patojenitesi**

C. botulinum toksinleri sinir sistemi üzerinde etkilidir. Toksin büyük bir yapı hâlindedir (Görsel 2.78). Pasif olan bu yapı, gıdanın tüketimi ile mideye alındığında aktif hâle geçer. *C. botulinum* dünyadaki en güçlü toksini üretir ve 0,1 μg'ı bir insanı öldürmek için yeterlidir.

- **Kaynakları**

C. botulinum, toprak kökenli bir bakteri olduğu için birçok meyve ve sebzede doğal olarak bulunmaktadır. Ayrıca ev yapımı konserveler, düşük asitli sebze konserveleri (mısır, fasulye vb.), balık, bal, et ve et ürünleri en önemli kaynaklarıdır.

Görsel 2.79: Çeşitli konserve gıdalar

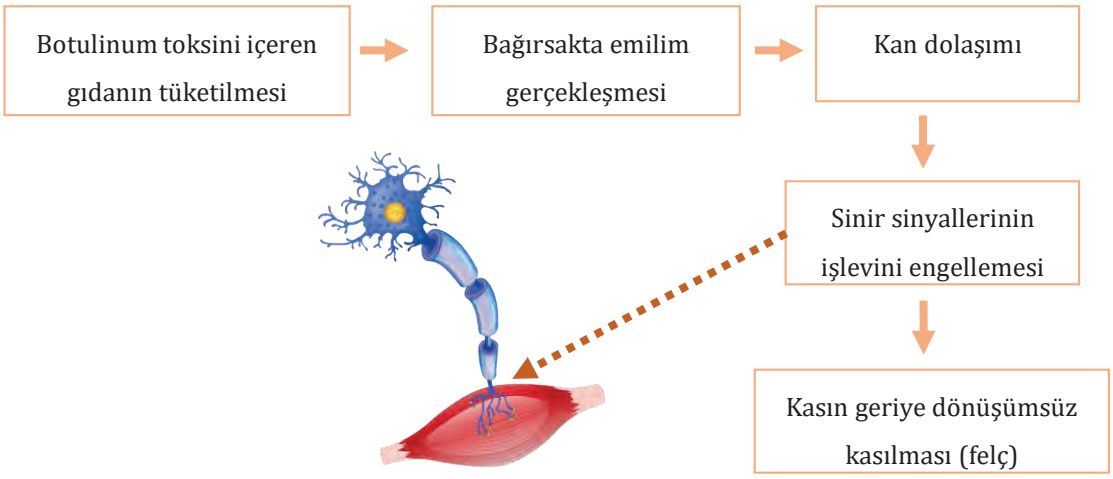
- **Hastalık ve Hastalığın Belirtileri**

C. botulinum toksinlerinin sebep olduğu hastalığa **botulizm** denir. Gıdalardan kaynaklanan botulizm ikiye ayrılır:

Bebek Botulizmi: Bağırsak florası gelişmemiş olan bebeklerde (1 yaş altı) görülür. Bebek botulizmi, bebek tarafından bal gibi gıdalarla ya da çevreden (su ile) alınan *C. botulinum* toksinlerinin bebek bağırsaklarında çoğalıp toksin oluşturması sonucu ortaya çıkar. Bu durumda bebekte genel bir hâlsizlik, iştahsızlık, refleks kaybı, kabızlık gibi durumlar görülür.

Gıda Kaynaklı Botulizm: *C. botulinum* tarafından üretilen toksinleri içeren gıdanın tüketilmesi ile ortaya çıkan hastalıktır. *C. botulinum* toksinleri, vücuda sindirim sistemi ile alındıktan sonra bağırsaklarda emilim sağlanır. Toksinler kan dolaşımı ile sinir sistemine ulaşır ve sinir sinyallerinin (nöronların) işlevini engeller. Bunun sonucunda ilk olarak yüzde ve hastalık ilerledikçe tüm vücuda yayılan bir kas kasılması (felç) meydana gelir (Tablo 2.18). Bu felç, solunum kaslarında oluşursa solunum yetmezliği sonucu ölümler gerçekleşmektedir.

Tablo 2.18: Gıda kaynaklı botulizmin mekanizması (6)



Botulizm, toksinin vücuda alımından yaklaşık 12-72 saat sonra belirtilerini göstermektedir. Toksin tipine göre bulantı, kusma, bulanık görme, konuşma güçlüğü, yutkunma güçlüğü ve solunum güçlüğüdür.

- **Önlenmesi**

Botulizm'i önlemek için aşağıda verilen uygulamalar gerçekleştirilmelidir:

- Gıdalara ve özellikle ev tipi konservelere çok iyi ısıl işlem uygulanmalıdır (80 °C'de 10-30 dk. ya da 100 °C'de 10 dk. toksini, 116 °C ise sporları yok etmek için yeterlidir.).
- Konserve gıdaların bombaj oluşturup oluşturmadığı kontrol edilmelidir. Bombaj oluşmuşsa konserve tüketilmemelidir.
- Her zaman kişisel hijyene ve ortam hijyenine dikkat edilmelidir.

BİLGİ KUTUSU

BOMBAJ: *C. botulinum*'un toksin oluşturması sonucu konserve kutularının alt ya da üst kapaklarında oluşan şişkinliğe denir.

NOT: Gıda kaynaklı *C. botulinum* intoksikasyonu, sık görülen bir zehirlenme değildir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre; özellikle ev yapımı konserveler nedeniyle dünyada her yıl 1000 kişi botulizme yakalanmaktadır. Ülkemizde ise 1983-2017 yılları arasında gıda kaynaklı botulizm vaka sayısı 95'tir.

(6) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s. 330, düzenlenmiştir.

ETKİNLİK - 3

ZEHİRDEN İLACA

Gıda kaynaklı ilk botulizm olayı 1793 yılında Almanya'daki Württemberg krallığında meydana geldi. İlk botulizm vakalarının nedeni, çiğ et ve sosis tüketilmesiydi. O dönemde bölgenin sağlık bakanı olan Justius Kerner'in bu durum dikkatini çekmişti. Kerner, 1817-1822 yılları arasında hastalığın belirtilerini ve seyrini ayrıntılı olarak belgeledi. Hastalık genellikle sosis tüketimi ardından ortaya çıktığı için Latince'de sosis anlamına gelen "*botulus*" kelimesinden yola çıkarak "*botulizm*" adını verdi. Kerner, hastalığa neden olan şüpheliyi ise sosis zehiri olarak adlandırdı ama hastalığın sebebini tam olarak bulamadı.

Görsel 2.80: Tedavi amaçlı kullanılan botulinum toksini

Kerner'in çalışmasından yaklaşık seksen yıl sonra 1895'te Belçika'da bir cenaze yemeğinde ikram edilen tütsülenmiş jambon, 13 kişinin ciddi şekilde felç olmasına, 3 kişinin de ölümüne neden olmuştu. Bunun üzerine Ghent Üniversitesi'nde Bakterioyoloji profesörü olan Dr. Emile Pierre van Ermengem bu zehirlenmeleri derinlemesine araştırdı. Zehirlenmeye neden olan jambondan örnek alarak bir bakteri izole etti. Bu bakteriyi, sağlıklı hayvanlara enjekte ettiğinde, bu hayvanların botulizm benzeri belirtiler gösterdiklerini fark edince, yıllarca sayısız insanın ölümüne neden olan suçluyu da bulmuş oldu: Clostridium botulinum.

1973 yılına gelindiğinde Dr. Scott, Botulinum toksinin kas kasılmasına neden olduğunu düşünerek, şaşılık ve göz kapağı düşmelerinde tedavi amaçlı kullanılabileceğini belirtti. 1994 yılında, aşırı terlemesi olan kişilere botulizm toksini enjekte edildiğinde şikâyetlerinin azaldığı gözlendi.

Günümüzde botulizm toksini migrenden, ağrılı boyun tutulmalarına, şaşılıktan el ve koltuk altı terlemelerine kadar tıpta pek çok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca bu öldürücü toksinin en yaygın kullanıldığı alan "botox" ile kırışıklık giderme tedavisidir.

Frank J. Erbguth, Historical DEĞERLENDİRMEes on Botulism, 2004
O.P. Kreyden, Botulinumtoxin:Vom Gift zum Medikament, 2000
makalelerinden çeviridir, düzenlenmiştir.

Sizce dünyadaki en kuvvetli zehir olarak bilinen *C. botulinum* toksini nasıl ilaç olarak kullanılabiliyor? Sınıfınızda tartışınız.

b) Küf Kaynaklı İntoksikasyonlar

Küfler oksijen, su ve ısının varlığında birçok gıdada çoğalabilir. Su oranı %14-15 olan gıdalarda bile çoğalma gösterir. Küflerin çoğu oda sıcaklığında (22-28 °C), bir kısmı da 35-37 °C'de çoğalabilir. Küfler gıdalar üzerinde çoğaldığında pamuk görünümünde gözlenebilmektedir.

Küflerin kendileri değil, ürettikleri **mikotoksinler** tehlikelidir. Mikotoksinler, küfler tarafından uygun çevresel şartlarda sentezlenen zehirli maddelerdir. Mikotoksin bulaşmış gıda maddelerini tüketen insanlarda görülen zehirlenme olgularına **mikotoksikozis** denir. Mikotoksin üreten küflerin başında *Aspergillus, Penicillium, Fusarium ve Alternaria* gelmektedir.

Mikotoksinler yüksek dozlarda tüketildiğinde, hızlı başlayan ve kısa süren (akut) etkileri deride dökülme ve kusmadır. Uzun süren ve kalıcı (kronik) etkileri ise kanser, doğum kusurları, böbrek hasarları, beyin kanaması ve ölümdür.

Mikotoksikozisi önlemek için aşağıdakiler yapılmalıdır:

- En önemlisi gıdalarda mikotoksin oluşumu engellenmelidir. Bunun için gıdaların küflerle bulaşmaları azaltılmalıdır.
- Gıdalarda uygun paketleme yöntemi kullanılarak küf oluşumunun önüne geçilebilir.
- Küf oluşumuna elverişli ortam şartları değiştirilebilir (ortam sıcaklığı, su oranı gibi).
- Isıl işlem uygulaması, gıdada küf oluşumunu engelleyebilir (pişirme, fırınlama gibi).
- Küflü gıdalar tüketilmemelidir. Gıdaların küflü kısmının ayrılıp diğer kısmının tüketilmesi de risklidir. Çünkü kalan kısımda mikotoksin olmadığının garantisi yoktur.

ETKİNLİK - 4

S. aureus intoksikasyonu, *C. botulinum* intoksikasyonu ve küf kaynaklı intoksikasyonlar arasındaki 5 farkı tabloda verilen bölüme yazınız.

S. aureus İntoksikasyonu	*C. botulinum* İntoksikasyonu	Küf kaynaklı intoksikasyonlar
Toksini sindirim sistemini etkiler	Toksini sinir sistemini etkiler	Toksini sindirim, sinir, boşaltım gibi birçok sistemi birden etkiler
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

2.3.1.2. ENFEKSİYONLAR

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar, patojen bakteri veya virüsün bulaştığı gıdaların tüketilmesi sonucu mikroorganizmaların vücutta çoğalarak oluşturduğu hastalıklardır.

Gıda kaynaklı enfeksiyonların genel özellikleri şunlardır:

- Bakteri veya virüslerin canlı hücreleri gıda ile vücuda alınır.
- Hücreler bağırsaklarda çoğalır.
- Belirtiler patojenin özelliğine göre 24 saat içinde ortaya çıkar.

Görsel 2.81: Patojenlerin gıda ile tüketilmesi enfeksiyona neden olur.

a) Bakterilerin Neden Olduğu Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar

Bakteriyel enfeksiyonlara neden olan mikroorganizmalar; *Salmonella, Listeria monocytogenes, Escherichia coli, Shigella, Camplobacter, Yersinia enterocolitica, Vibrio*'dur.

1. *Salmonella* Enfeksiyonu

Salmonella, Avrupa ülkelerinde yapılan araştırmada gıda kaynaklı hastalık vakalarında birinci sıradadır. *Salmonella*'nın insanlarda *salmonelloza* yol açma özelliğine sahip yaklaşık 2600 türü bulunmaktadır. *Salmonella* türleri hakkında yapılan araştırmalar ile çoğalması ve bulaşmasını önleme yöntemleri belirlenmiştir. Buna rağmen her yıl artan rakamlarla hastalık etmeni olmaya devam etmektedir. Bunun nedeni olarak *Salmonella* türlerinin çok sayıda alt türünün olması, çok fazla canlıda bulunması ve ilaçlara dirençli yeni türlerinin ortaya çıkması belirtilmektedir.

- **Özellikleri**

Salmonella gram negatif, çubuk şeklinde, sporsuz, hareketli ve fakültatif anaerob bir bakteridir. 35-37 °C optimum gelişme sıcaklıklığıdır. Çok fazla gıdada kalite özelliklerini etkilemeden gelişebilir. Donmuş ve kuru ortamlarda uzun süre canlı kalabilir. Isıya karşı duyarlıdır, bu nedenle 60 °C üzerinde yok edilebilir.

- **Kaynakları**

Salmonella, evcil ve vahşi hayvan, kuş ve böceklerin sindirim sisteminde doğal olarak bulunur. Bu hayvanlar (hastalık taşıyıcı) aracılığı ile insanlara taşınmaktadır.

Salmonella gıdalara üç yolla bulaşır:

- Taşıyıcı hayvanların et ve süt üretiminde kullanılması
- Çevreye ve sulara dışkı, mezbaha atıkları gibi atıklar ile bulaşma olması
- Çiğ gıdalardan pişmiş ve işlem görmüş gıdalara bulaşma olması

BİLGİ KUTUSU

Taşıyıcı: Kendisinde bir hastalık belirtisi olmayan fakat mikroorganizmayı başka kişilere bulaştırarak hasta olmasına neden olan kişidir.

Et ve tavuk ürünleri, meyve ve sebzeler, süt ve süt ürünleri, hazır yiyecekler Salmonella'nın başlıca bulaşma kaynaklarıdır.

- **Belirtileri**

Gıda kaynaklı *salmonelloz*, ishal ve karın ağrısı şikâyetleri ile başlar. Daha sonra ateş, üşüme, kusma ve hâlsizlik görülür. Bakteriler, bağırsak hücrelerini yıkıma uğratırsa bu dokularda iltihap ve şiddetli ödem oluşabilir.

Belirtiler 8-48 saat arasında görülmeye başlar. Hastalık 2-7 gün sürebilir. İyileştikten aylar sonra bile taşıyıcı durumda olan bireyler gözlenmiştir.

Görsel 2.82: Salmonelloz zehirlenme belirtileri

BİLGİ KUTUSU

Dünyada her yıl 155 bin insanın ölümüyle sonuçlanan yaklaşık 94 milyon *Salmonella* vakası görülmekte ve bunların %85'inin gıda kaynaklı olduğu bildirilmektedir. DSÖ verilerine göre gıda kaynaklı enfeksiyonların %25'i yetersiz hijyen, mikroorganizma bulaşmış ekipman, gıda, personel gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır. Salmonellozis yaşlılar, bebekler ve bağışıklık sistemi zayıf kişilerde can kaybına neden olabilir.

- **Önlenmesi**
  - Salmonellozis'in önlenmesi için şunlar yapılmalıdır:
  - Öncelikle tarladan sofraya gıda güvenliği anlayışı prensip hâline getirilmelidir.
  - Gıda üretiminde kullanılacak hayvanların sağlıklı olmasına dikkat edilmelidir.

- Hijyene önem verilmelidir.
- Başta et ve et ürünleri olmak üzere gıdalar pişirilirken merkez sıcaklığı 75 °C olacak şekilde pişirilmelidir. Sonrasında hızla soğutulmalı ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmelidir.
- İnsanların gıda güvenliği, kişisel hijyen, mutfak hijyeni konularında bilinçlendirilmesi gerekmektedir.
- İşletmelerde HACCP kuralları çerçevesinde uygulamalar yapılmalıdır.

BİLGİ KUTUSU

HACCP NEDİR?

Sağlıklı gıda üretimi için gerekli hijyen kurallarını belirleyen, tüketici sağlığını riske atacak nedenleri saptayarak bunların ortadan kaldırılmasını esas alan bir gıda güvenirlik sistemidir.

2. *Listeria monocytogenes* Enfeksiyonu

Listeria cinsi bakterilerin neden olduğu hastalığa **listerioz** denir. İnsanlarda listerioza neden olan en önemli tür *Listeria monocytogenes*'tir.

- **Özellikleri**

L. monocytogenes gram pozitif, fakültatif anaerob, hareketli, spor oluşturmayan, kısa çubuk şeklinde bir bakteridir. Bakterinin optimum gelişme sıcaklığı 37 °C'dir. *L. monocytogenes* aside dayanıklıdır. Bu nedenle mide asidinde canlı kalmaktadır. Hücreleri 72 °C sıcaklıkta 15 saniyede yok edilebilir. Ancak soğuğa dayanıklı bir bakteri olduğu için buzdolabında gelişebilir.

- **Kaynakları**

L. monocytogenes, doğada yaygın olarak bulunan bir bakteridir. Toprak, su, çürümüş bitkiler, gübre ve yeşil sebzelerde bulunur. Listerioza en çok neden olan gıdalar; süt ve süt ürünleri, et, tavuk, balık ve sebze salatalarıdır. *Listeria* açısından risk taşıyan gıda grupları Tablo 2.19'da verilmiştir.

Tablo 2.19: *Listeria* açısından gıdaların risk grupları (7)

Risk Durumu	Gıdalar
Çok yüksek	Şarküteri reyonlarındaki et ve sosisler
Yüksek	Yağlı süt ürünleri, patörize ve pastörize olmamış süt, yumuşak taze peynir, köfte
Orta	Hazır salatalar, hazır su ürünleri, fermente sosis
Düşük	Salamura balık, çiğ deniz ürünleri
Çok düşük	Fermente süt ürünleri, sert peynir, dondurma

(7) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s.350, düzenlenmiştir.

- **Belirtileri**

Gıda tüketiminden 12 saat sonra ateş, karın ağrıları, ishal, yorgunluk, baş ağrısı ve kusma görülmektedir. Menenjit, beyin iltihabı, gebelerde düşük gibi ileri belirtiler, ancak günler veya haftalar sonra ortaya çıkmaktadır.

- **Önleme**

L. monocytogenes, soğuk koşullara dayanıklı olduğu için Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) tarafından tüketime hazır gıdalarda bulunmasına izin verilmemektedir. Gıda kaynaklı listeriozun önlenmesi için şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Hayvansal kaynaklı çiğ gıdalar iyice pişirilmelidir.
- Çiğ sebze ve meyveler tüketilmeden önce iyice yıkanmalıdır.
- Çiğ et ve sebzeler; pişmiş gıda ve tüketime hazır gıdalardan ayrı saklanmalıdır.
- Çiğ süt ve çiğ süt ile üretilmiş gıdalar tüketilmemelidir.
- Çiğ gıdalarla temastan sonra eller, bıçak ve kesme tahtası yıkanmalıdır.

BİLGİ KUTUSU

Tarihteki en büyük et imhası listerioz salgını nedeniyle Ekim 2002'de olmuştur. ABD'nin birçok eyaletinde görülen salgından sonra 12.400 ton taze ve dondurulmuş hindi ve tavuk eti imha edilmiştir. Salgında 8 eyalette 53 vaka bildirilmiştir.

3. Patojen *Escherichia coli* Enfeksiyonu

Escherichia coli olarak adlandırılan bakterinin patojen olan alt türlerinin sebep olduğu enfeksiyondur.

- **Özellikleri**

E. coli gram negatif, kısa çubuk şeklinde, sporsuz, fakültatif anaerob ve hareketli bir bakteridir. Optimum çoğalma sıcaklığı 37 °C'dir. Ancak bazı alt türleri 4 °C'de de çoğalabilmektedir. *E.coli*'nin bazı alt türleri -20 °C'de çoğalamazken bu sıcaklıkta canlı kalabilir. 64 °C'de 10 saniyede canlılığını yitirir.

- **Kaynakları**

E. coli insanların, sıcakkanlı hayvanların ve kuşların bağırsağında doğal olarak bulunur. Bu hâliyle insana zarar vermez. Ancak gıda ve sulara fekal kaynaklı bulaşmalar sonucunda pa-

tojen özellik gösterir.

E. coli'ye en çok hayvansal kaynaklı gıdalardan çiğ et ve sütte rastlanır. Ayrıca fekal bulaşma olmuş su ve sebzelerde de görülmektedir.

- **Belirtileri**

E. coli bulaşmış besinin tüketiminden 8-24 saat sonra belirtiler ortaya çıkar. İlk belirtisi ishal olmakla birlikte ateş, kusma, üşüme ve baş ağrısı görülür. *E. coli* insanda dizanteri benzeri bir hastalık yapar. Dizanteriden farkı, hastalık yapan mikroorganizma sayısının çok yüksek olmasıdır. Belirtiler 7-12 gün sürmesine rağmen patojenin vücuttan atılması uzun süre devam edebilir.

- **Önleme**

E. coli enfeksiyonunu önlemek için aşağıdaki maddelere uyulması gerekir:

- *E. coli* ısıya duyarlı bir bakteridir. Bu nedenle her zaman iyi bir pişirme ve ısıtma işlemi gerçekleştirilmelidir.
- Gıdalar hemen tüketilmeyecekse hazırlandıktan kısa süre sonra buzdolabına konulmalıdır.

Görsel 2.83: Tuvaletten sonra eller çok iyi yıkanmalıdır.

- Donmuş gıdaların çözündürülmesinde ilgili kurallara uyulmalıdır. (Buzdolabında ya da mikrodalgada çözündürme işlemi yapılmalıdır.)
- Gıda hazırlama sürecinin her aşamasında hijyen kurallarına dikkat edilmelidir. (Mikroorganizma fekal kaynaklı olduğu için özellikle tuvaletten sonra eller çok iyi yıkanmalıdır (Görsel 2.83).
- Taşıyıcı olan kişilerin gıda işletmelerinde ve hazırlığında çalıştırılmaması gerekmektedir.

4. *Shigella* Enfeksiyonu

Shigella türü bakteriler tarafından meydana getirilen enfeksiyona **shigellozis** veya **basilli dizanteri** denir. Shigellozis, gıda kaynaklı hastalıkların %10'unu oluşturmaktadır. Yılda ortalama 400 bin kişi bu hastalığı geçirmektedir.

- **Özellikleri**

Shigella gram negatif, hareketsiz, sporsuz, fakültatif anaerob, çubuk şeklinde ve insanlar için patojen bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 37 °C olmakla birlikte 7-46 °C arasında gelişebilir. Gelişme sıcaklıkları arasında birçok gıdada çoğalabilir. pH 4,5'in altında ve 72 °C'de 15 saniyede canlılığını yitirir.

BİLGİ KUTUSU

Mayıs 2011'de Almanya'da 1169 kişinin *E. coli* salgınından etkilenmesi üzerine *E. coli* kaynağı araştırılmaya başlanıldı. Yetkililer önce durumun İspanya'dan ithal edilen salatalıklardan kaynaklandığını söyledi. Fakat salatalıklar üzerinde yapılan analizlerde her hangi bir *E. coli* bulgusuna rastlanmadı.

Bunun üzerine araştırmalarına devam eden sağlık kuruluşları, salgının bölgede yetiştirilen fasulyelerden kaynaklandığını tespit etmiş ve vatandaşlara çiğ fasulye ve filizlerinin tüketilmemesini, pişirme işleminin çok iyi yapılması gerektiğini duyurmuştur. Salgın seyahat yoluyla diğer ülkelere de sıçramıştır. Dünya genelinde 3241 vaka 17 can kaybı görülmüştür.

- **Kaynakları**

Shigella'nın ana kaynağı hastalığı geçirmiş veya taşıyıcı kişilerdir. Gıda ve su mikroorganizmanın taşınmasında aracı olmaktadır. Mikroorganizmanın en sık görüldüğü gıdalar sebzeler ve deniz ürünleri gelmektedir. Gıdaların hazırlanması ve servisi sırasında gerçekleşen bulaşmalar sonrası kavun, makarna, fasulye, unlu mamuller ve tavuk etinde de görülmüştür.

- **Belirtileri**

Bakteri vücuda girdikten sonra 1-2 gün sonra belirtiler başlar. Hastalık oluşması için 10-100 hücre yeterlidir. Hastalığın en önemli belirtileri; karın ağrısı, ateş, kusma ve kanlı ishaldir. Hastalık belirtileri 3-14 gün sürebilir. Bazı *Shigella* türleri %10-15 oranında can kayıplarına neden olabilmektedir. Belirtiler sona erdikten sonra hücreler uzun süre dışkı yoluyla vücuttan atılmaya devam edilir.

- **Önlenmesi**

Shigellozisi önlemek için şunların yapılması gerekmektedir:

- Hazır gıdalara bulaşma sonucu yayılan bir hastalık olduğu için hijyene çok dikkat edilmesi gerekir.
- Kanalizasyon sularının tarımda kullanılması önlenmelidir.
- Kirli sularda yetişmiş deniz ürünlerinin tüketilmesi önlenmelidir.

5. *Campylobacter* Enfeksiyonları

Campylobacter, günümüzde birçok ülkede görülen bağırsak iltihabının nedenidir. Antibiyotiklere karşı direnç kazanması nedeniyle enfeksiyon artışı gözlenmektedir. *Campylobacter*'in

16 türü ve alt türü olduğu bilinmektedir. Bunlardan gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olan türler *C. jejuni* ve *C. coli*'dir.

- **Özellikleri**

Campylobacter gram-negatif, sporsuz, hareketli, spiral şekilli bir bakteridir. Flagellaları çok hızlı hareket etmelerine olanak sağlar. Bu özellik bakterinin patojenitesini artıcı etki gösterir. *C. jejuni* ve *C. coli*'nin optimum çoğalma sıcaklığı 42-45 °C'dir. *C. jejuni*, 48 °C'de canlılık özelliğini yitirir. *Campylobacter* türleri oda sıcaklığında gelişemez. Genellikle yavaş gelişir, diğer mikroorganizmalarla rekabet edemez ve pek çok gıdada iyi gelişme performansı gösteremez.

BİLGİ KUTUSU

Dünyada görülen tüm dizanteri vakalarının % 30-50'sinin *Shigella* kaynaklı olduğu ve shigellozisten yılda yaklaşık 600 bin can kaybı meydana geldiği tahmin edilmektedir.

- **Kaynakları**

En önemli kaynağı hayvanların sindirim sistemidir. Kemirgenler, kuşlar, kediler, sığırlar ve tavuklar *Campylobacter* taşıyıcısıdır. Ayrıca taşıyıcı bireyler de bakteriyi gıdalara bulaştırabilir. Taşıyıcı hayvan ve insanların dışkılarından yayılabilir.

Çiğ ya da yetersiz pişirilmiş et, kanatlı eti, kıyma, hamburger, yumurta ve süt *Campylobacter* enfeksiyonuna neden olan başlıca gıdalardır. Enfeksiyona en çok ne den olan gıda kanatlı etleridir. Salgınların çoğu su ve süt kaynaklıdır. Bulaşmış sular ile sulanmış sebzeler de enfeksiyon kaynağıdır.

- **Belirtileri**

Campylobacter enfeksiyonu için 500 canlı hücre yeterlidir. Hastalığın ilk belirtileri 2-5 gün arasında ortaya çıkar. Enfeksiyonun sık görülen belirtileri ishal, karın ağrısı, ateş, baş ağrısı, bulantı ve kusmadır. Can kaybı nadir görülür.

Enfeksiyon sonrası birkaç ay sürebilen ağrılı eklem iltihabı olabilir. Ayrıca **Guillain-Barre sendromu** olarak bilinen solunum ve sinir sisteminde işlev bozukluğuna neden olan bir felç türü görülebilir.

- **Önlenmesi**

C. jejuni'nin hayvansal kaynaklı çiğ gıdalardan uzaklaştırılması çok mümkün değildir. Bu nedenle;

- Gıda üretim, işleme ve hazırlığı sırasında hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.
- Hayvansal kaynaklı gıdalar çiğ tüketilmemelidir.
- Gıdalara iyi ısıl işlem uygulanmalıdır.
- Sebzeler kanalizasyon karışmış sular ile sulanmamalı, tüketime hazır sebzeler ise temiz sularla iyice yıkanmalıdır.

BİLGİ KUTUSU

Avrupa Birliği Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 2018 yılında Campylobacteriosisi 214.779 vaka ile gıda kaynaklı enfeksiyonlar arasında birinci sırada göstermiştir. Hastalıkların tümünün %25'ini teşkil eden *Campylobacteriosis* vakalarının %33'ünden ise tavuk eti sorumludur.

6. *Yersinia enterocolitica* Enfeksiyonu

Günümüzde *Yersinia cinsine* ait 17 tür bulunmaktadır. Bu türlerden insanlar için patojen olanları; *Y. pestis, Y. pseudotuberculosis* ve *Y. enterocolitica*'dır. *Y. pestis* **veba hastalığı**na neden olurken *Y. pseudotuberculosis* çoğunlukla **sindirim sistemi hastalıkları**na neden olmaktadır. Gıda kaynaklı salgınlara sebep olan tür ise *Y. enterocolitica*'dır. *Y. enterocolitica*'nın neden olduğu hastalığa **yersinioz** denir.

- **Özellikleri**

Y. enterocolitica gram negatif, sporsuz, kısa çubuk şeklinde ve fakültatif anaerob bir mikroorganizmadır. *Y.enterocolitica* 37 °C'nin altında hareketli, üstünde hareketsizdir. 4-42 °C arasında gelişebilmesine rağmen, optimum çoğalma sıcaklığı 22-28 °C'dir. Ayrıca çiğ sütte 1 °C'de yavaş bir şekilde çoğalabilir. *Y. enterocolitica*, pastörizasyon sıcaklığında (72 °C'de 10 saniyede) canlılığını yitirir.

- **Kaynakları**

Y. enterocolitica'nın insanlara bulaşmasında en büyük rolü gıda maddeleri oynar. *Y. enterocolitica* süt, peynir, dondurma, et, deniz ürünleri, hamburger, sos, mantar salatası, puding gibi besinlerden ve ayrıca havuç, domates, yeşil salata, mantar gibi sebzelerde tespit edilmiştir.

Görsel 2.84: *Y. enterocolitica* özellikle kontamine süt ve süt ürünleri ile sebzelerden insanlara bulaşır.

Bazı araştırmacılar *Y.enterocolitica*'nın bir gıdada çok yüksek sayılara ulaştığında pastörizasyon işlemiyle yok edilemediğini savunmaktadır. *Y. enterocolitica*, ister pastörizasyonda canlı kalsın isterse yanlış ve yetersiz pastörizasyon sonucu ya da pastörizasyon sonrası bulaşma sonucu süte bulaşmış olsun, pastörize sütte çok çabuk ve çok kolay bir şekilde ürer. Çünkü *Y. enterocolitica*'nın üremesini engelleyen birçok mikroorganizma (rekabetçi mikroorganizmalar) pastörizasyon işlemiyle yok edilmektedir.

- **Belirtileri**

Yersinioz her yaş grubundan insanda görülmekle birlikte enfeksiyonların %60'ı, 7 yaşın altındaki çocuklarda olmaktadır. Yersinioza neden olduğu belirlenen gıdalar, genellikle buzdolabında soğutulmuş gıdalardır. Hastalığın oluşması için yüksek miktarda bakteri (en az 10.000 hücre) gerekmektedir.

- **Önlenmesi**

Y. enterocolitica'nın önlenmesi için şunlara dikkat edilmelidir:

- Hayvanların kesim, işleme ve taşınması sırasında hijyenik koşullara dikkat edilmelidir. Hayvanın ağız boşluğu ve bağırsakları eti ile temas ettirilmemelidir.
- Riskli gıdalar tüketim öncesi çok iyi pişirilmelidir.
- Pastörizasyon koşulları çok iyi ayarlanmalı ve sütün pastörizasyonu sonrası hijyenik koşullarda muhafazası sağlanmalıdır.
- Üretimde kullanılan suyun içme suyu kalitesinde olmasına dikkat edilmelidir.
- *Y. enterocolitica*'nın buzdolabı sıcaklığında çoğalabildiği unutulmamalıdır. Bu nedenle hijyen koşullarına her zaman önem verilmelidir.

BİLGİ KUTUSU

Gıda kaynaklı ilk **Yersinioz salgını**, 1976 yılında New York'ta görülmüştür. Salgın, *Y. enterocolitica* bulaşmış çikolatalı sütten kaynaklanmıştır. Bu salgının ardından *Y. enterocolitica*, gıda kaynaklı önemli bir patojen olarak tanımlanmıştır.

7. *Vibrio* Enfeksiyonu

Vibrio cinsine ait 30 tür bakteri bulunmaktadır. Bunlardan *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olmaktadır. Bu enfeksiyonlara **vibriosis** denir.

- **Özellikleri**

Vibrio gram negatif, kısa düz veya sarmal şekilli, hareketli, sporsuz ve fakültatif anaerob bir bakteridir. *V. parahaemolyticus* ve *V.vulnificus*'un optimum gelişme sıcaklıkları 37 °C'dir.

V. parahaemolyticus kurutma, ısıtma ve dondurmaya aşırı duyarlıdır. *V. vulnificus* ise don-

muş gıdalarda uzun süre canlı kalabilir. Her iki türe ait hücreler 60 °C'de 15 dakikada canlılığını yitirir.

- **Kaynakları**

Her iki türün de doğal kaynağı deniz suyu ve deniz ürünleridir. Salgınlar uygun şekilde pişirilmemiş balık, yengeç, karides, midye ve ıstakoz gibi deniz ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Çiğ tüketilen deniz ürünleri (balık, midye gibi) de enfeksiyonun kaynağını oluşturmaktadır.

V. parahaemolyticus, çiğ deniz ürünlerinde 20-30 °C'de hızla çoğalır. Bu nedenle çiğ ürünlerin pişirilene kadar buzdolabı sıcaklığında saklanması gerekir.

Görsel 2.85: *Vibrio* çiğ deniz ürünlerinde bulunur.

- **Belirtileri**

V. parahaemolyticus'un belirtilerinin ortaya çıkma süresi ortalama 15 saattir. Belirtileri mide bulantısı, kusma, ishal, ateş, baş ağrısı ve üşümedir. Hastalık 2-5 gün sürer. Hastalık normalde ölümcül olmamakla birlikte mikroorganizmanın kanda yayılma göstermesi bağışıklığı zayıf kişilerde organ yetmezliği, şok ve ani ölümlere neden olabilir.

V. vulnificus'un belirtileri ise 20-40 saatte ortaya çıkmaktadır. Ateş, üşüme, bulantı ve tansiyon düşüklüğü görülür. Karaciğer ve sindirim sistemi hastalıkları olan kişilerde bu enfeksiyonun ölüm oranı %40-60'tır.

- **Önleme**

Vibriosisin önlenmesi için şunlara dikkat edilmelidir:

- Öncelikle balık, midye, istiridye, yengeç gibi deniz ürünlerinin çiğ tüketilmemesi gerekmektedir. Bu ürünlere yeterli pişirme işlemi uygulanmalıdır.
- Çiğ deniz ürünleri buzdolabında muhafaza edilmelidir.
- Çiğ ve pişmiş ürünler bir arada bulundurulmamalıdır.
- Kabuklu deniz ürünleri kabukları açılıncaya kadar kaynatılmalıdır. Kabukları açıldıktan sonra da iyice pişirilmelidir. Gıda hazırlığında çalışan kişiler hijyen kurallarına uymalıdır

BİLGİ KUTUSU

Görsel 2.86: Shirasu

V. parahaemolyticus ilk olarak 1950 yılında Japonya'da Tusunesaburo Fujino tarafından büyük bir salgın sonrası keşfedilmiştir. Bir Japon yemeği olan shirasunun toplu tüketiminden sonra ortaya çıkan salgında 20 can kaybı ve toplamda 272 vaka kaydedilmiştir.

b) Hayvansal Kaynaklı Bakteriyel Enfeksiyonlar

1. Bruselloz

Bruselloz, yılda beş yüz bin yeni vaka ile dünyada en yaygın hayvansal kaynaklı hastalıktır. Brucella türü bakteriler neden olmaktadır. İnsanlar için patojen olan türleri *B. abortus, B. suis* ve *B. melitensis*'tir. Brucella insanlara hasta hayvanlardan geçebilir. Bu hayvanlarla ilgilenen yetiştiriciler ve kasaplarda görülebilir. Gıda yoluyla bulaşma kaynağı ise bu hasta hayvanların sütleridir. Ayrıca çiğ sütten yapılan süt ürünleri (peynir vb.) de önemli bulaşma kaynaklarıdır. Pastörizasyon işlemi ile *Brucella* türü bakteriler yok edilebilir. Brusellozun en yaygın belirtileri ateş, terleme, eklem ağrıları ve iltihaplanmaları ile yorgunluktur. Gıda kaynaklı brusellozun önlenmesi için çiğ sütün tüketilmemesi ve işlenmemesi gerekmektedir. Pastörize süt ve bu sütten yapılmış süt ürünleri tüketilmelidir. Ayrıca, süt pastörize edildikten sonra tekrar bulaşma olmaması için hijyen kurallarına uyulmalıdır.

2. Tüberküloz

Mycobacterium tuberculosis isimli bakterinin neden olduğu **tüberküloz**, hayvan kaynaklı bir hastalıktır. Normalde solunum yoluyla bulaşan hastalık, gıdalar aracılığıyla da insanlara bulaşmaktadır. Tüberküloz hastalığı için dikkat edilmesi gereken en önemli gıda süttür. Hasta hayvandan süte geçen *M. tuberculosis*, pastörizasyon işlemi ile yok edilebilir. Hastalığının en belirgin belirtileri şiddetli öksürük, ateş, hızlı kilo kaybı, göğüs ağrısı, yorgunluk ve ilerleyen günlerde kanlı balgam olmasıdır. Tüberküloz kronik bir hastalıktır. 1-2 yıl süren ilaç tedavisi gerektirir. Hastalıktan korunmak için pastörize süt tüketmeye ve hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.

3. Q Ateşi

Q ateşi, *Coxiella burnetii*'nin neden olduğu hayvansal kaynaklı bir hastalıktır. Hasta hayvanla temas ya da sütünün tüketilmesi ile bulaşır. Bakteri, yüksek pastörizasyon sıcaklıkları ile yok edilebilir.

Ateş, bulantı, kusma, baş ağrısı, üşüme ve hâlsizlik hastalığın belirtileri arasındadır. Hastalıktan korunmak için pastörize süt tüketimine ve hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.

4. Antraks (Şarbon)

Antraks, *Bacillus anthracis* isimli bakterinin neden olduğu hayvansal kaynaklı bir hastalıktır. *B. anthracis,* toprakta doğal olarak bulunur. Bu nedenle hayvanlara daha kolay bulaşır. İnsanlara hasta hayvanların etlerinden bulaşır. Süt ile bulaşma ihtimali çok düşüktür. Çünkü *B. anthracis*, bulaştığı sütte renk değişikliği yapar ve kolayca fark edilerek pastörizasyon işlemi ile yok edilebilir. Belirtileri ateş, titreme, boğaz ağrısı, ses kısıklığı, yüz ve gözlerde kızarma,

Görsel 2.87: Petri kutusunda *B. anthracis*

baş ağrısı, ishal, bulantı ve kusmadır. Hastalıktan korunmak için etlerin çok iyi pişirilmesi gerekir. Ayrıca hayvan yetiştiricileri hayvanların aşılama ve düzenli kontrollerini yaptırmalıdır.

5. *Streptococcus* Enfeksiyonu

Streptococcus türünde yer alan *S. pyogenes*, hayvan sütlerinden insana geçebilir. Belirtileri faranjit, ateş, üşüme, iştah kaybı, yutma zorluğu ve baş ağrısıdır. Ayrıca özellikle 5-15 yaş grubu çocuklarda **kızıl hastalığı** denilen bir deri döküntüsü görülebilir. Bu enfeksiyondan korunma yolları; çiğ sütün pastörize edilmesi, hastalığı taşıyan kişilerin gıda hazırlama işlemlerinde çalışmaması ve hijyen kurallarına dikkat edilmesidir.

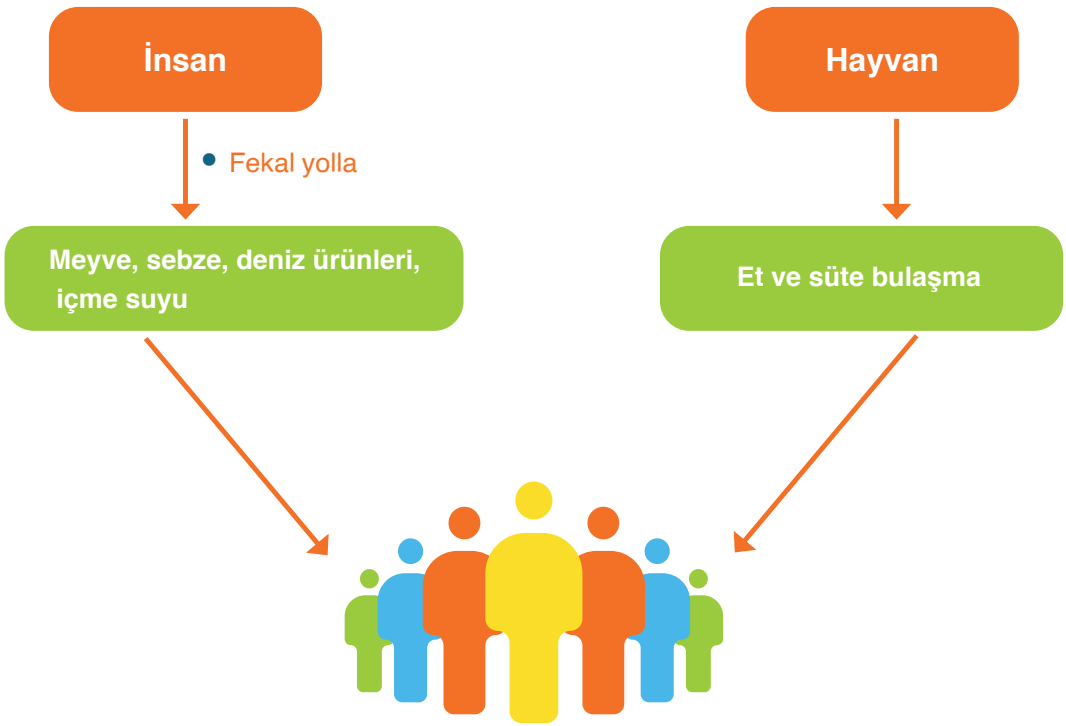
BİLGİ KUTUSU

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünyada her yıl 10 kişiden 1'i yani 33 milyon kişi gıda kaynaklı hastalıklar nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Dünyada her yıl gıda kaynaklı hastalıklar nedeniyle 550 milyon vaka görülmektedir. Bu vakaların 220 milyonunu 5 yaşın altındaki çocuklar oluşturmaktadır.

c) Virüslerin Neden Olduğu Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar

Virüslerin çok azı gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olur. Virüsler, gıdalarda gelişemezler. Gıdaları sadece bir bulaşma aracı olarak kullanırlar ve gıdalar aracılığıyla insanlara bulaşırlar. Görsel 2.20'de virüslerin gıdalar aracılığıyla insanlara bulaşma mekanizması verilmiştir.

Tablo 2.20: Virüslerin Gıdalarla İnsanlara Geçmesi



Virüslerin neden olduğu gıda kaynaklı enfeksiyonlardan en sık karşılaşılanları norovirüs (NoV), hepatit A (HAV) ve kuş gribidir.

1. Norovirüs (NoV)

Norovirüs, bütün dünyadaki ishal şikâyetli vakaların %20'sinden sorumlu olan virüstür. Genellikle kış aylarında olmak üzere bütün yıl boyunca görülebilir. NoV, dışkı kaynaklı bir virüstür. NoV bulaşmış gıda, su ve hasta insanlar aracılığıyla kişiden kişiye geçer. Salgınlar kabuklu deniz ürünleri, salatalar, kremalı ürünler, sandviç, dondurma gibi gıdalardan kaynaklanmaktadır. Belirtiler 24-48 saat içerisinde ortaya çıkar. En önemli belirtileri ishal ve kusmadır. Bu belirtileri ateş, eklem ağrıları ve baş ağrısı takip edebilir. NoV salgınlarını önlemenin en etkili yolu gıda hijyeni ve kişisel hijyene dikkat etmektir.

2. Hepatit A (HAV)

Hepatit A virüsü karaciğeri etkileyerek sarılık hastalığına neden olur. HAV virüsü dışkı kaynaklıdır. Kirlenmiş su ve gıdalar yoluyla insanlara bulaşır. Yetersiz pişirilmiş et ve süt ürünleri ile kirli sularda yetişen deniz ürünleri virüsün en önemli kaynaklarıdır. Ayrıca hasta ve taşıyıcı kişilerin temas ettiği malzemeler yoluyla da bulaşır. Hastalık virüs ile temas ettikten sonra ortalama 28 gün içerisinde ortaya çıkar. Belirtileri hâlsizlik, ateş, ishal, kusma, kilo kaybı, koyu renkli idrar ve açık renkli dışkıdır. HAV bulaşmalarını önlemek için şunlar uygulanmalıdır:

- Temizlik kurallarına dikkat edilmelidir.
- Eller su ve sabunla yıkanmalıdır.
- Gıda sektöründe çalışan kişilere ilgili testler yapılmalıdır.
- Gıdaların temiz ve iyi pişmiş olduğu kontrol edilmelidir.
- Kuyu ya da depo suyu kullanılıyorsa klorlama işlemi yapılmalıdır.

HAV virüsünden korunmanın diğer bir yolu da aşılanmadır. HAV aşısı, ülkemizde 2012 yılında çocukluk dönemi aşı takvimine girmiştir.

3. Kuş Gribi

Halk dilinde kuş gribi olarak bilinen **avian influenza**, influenza A virüsünün neden olduğu bir hastalıktır. İnfluenza A virüsü kanatlı hayvanları etkileyen bir virüstür. İnsanlara kanatlı hayvanlar ve virüs bulaşmış yüzeyler aracılığı ile geçmektedir.

Görsel 2.88: Kuş gribi, kanatlı hayvanlardan insanlara bulaşır.

Az pişmiş kanatlı ürünlerinin tüketimi, canlı kanatlı hayvan pazarlarını ziyaret etme gibi yollarla bulaşır. İnfluenza A insandan insana geçmez. Bu nedenle insanlar arasında büyük salgınlar oluşturmaz. Genellikle kümes hayvancılığı yapan kişilerde

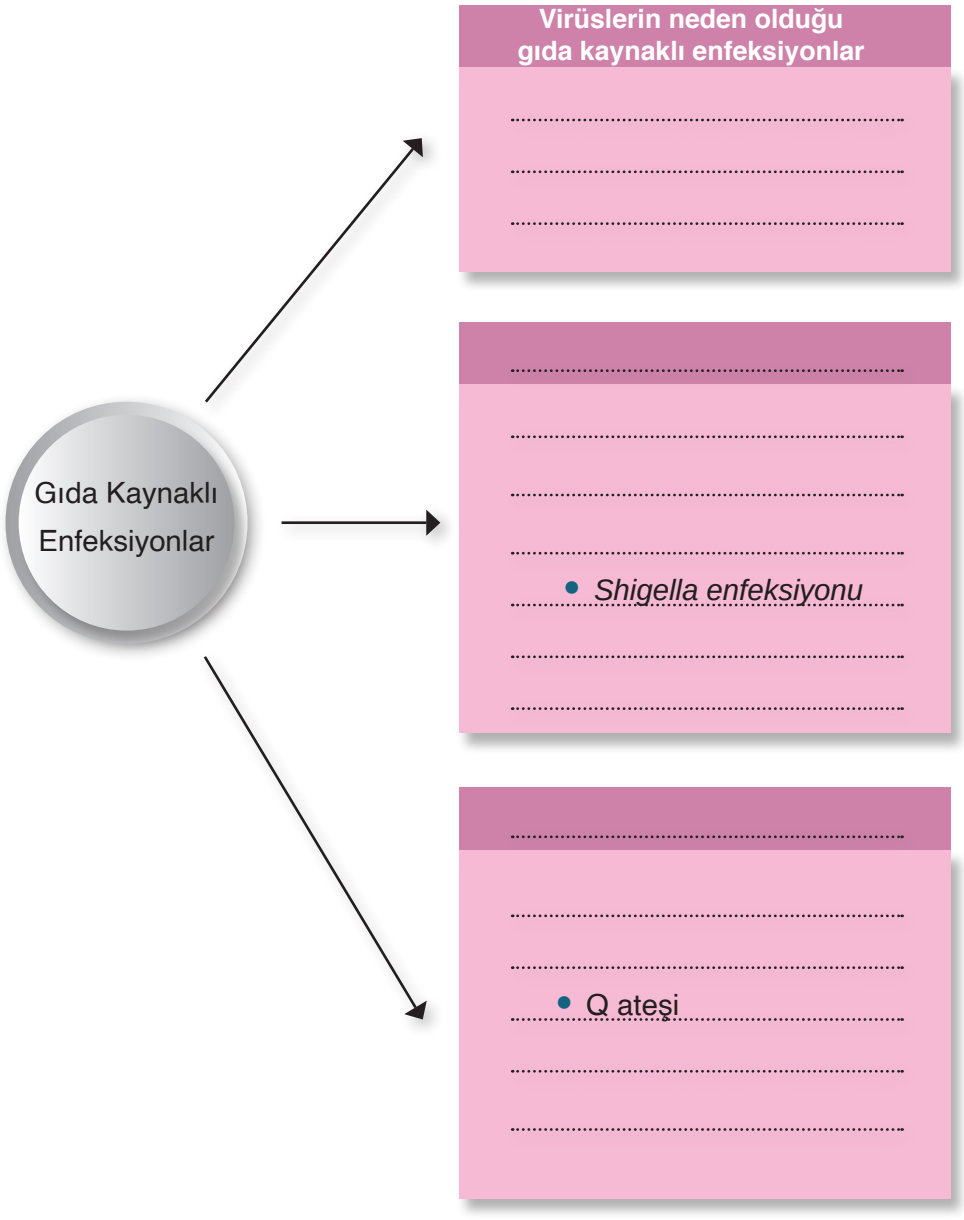
ve ailelerde, kanatlı imhasında görev yapan personelde görülmüştür. Belirtileri 38 °C'nin üzerinde ateş, hâlsizlik, öksürük, boğaz ağrısı ve ishaldir. Kuluçka süresi 2-5 gündür.

Kuş gribini önlemek için şunlara dikkat edilmelidir:

- Kanatlı et ve yumurtaları çok iyi pişirildikten sonra tüketilmelidir. İnfluenza A virüsü, kanatlı etlerinde 60 °C sıcaklıkta 30 dakikada yok edilebilir.
- Hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.

ETKİNLİK - 5

- Öğrenmiş olduğunuz gıda kaynaklı enfeksiyonlar konusuna göre aşağıdaki kavram haritasını doldurunuz.



2.3.1.3. Toksikoenfeksiyonlar

Canlı mikroorganizma içeren gıdanın tüketimiyle ilgili mikroorganizmanın insan vücudunda toksin üretmesi sonucu ortaya çıkan hastalığa **toksikoenfeksiyon** denir.

- Gıda kaynaklı toksikoenfeksiyonun özellikleri şunlardır:
- Bakteri, sporlu ise çok sayıda hücrenin tüketilmesi gerekir. Sporlu bakterilerin hücreleri, sindirim sisteminde çoğalmaz ama toksin oluşturur.
- Gram negatif bakteriler için çok sayıda hücre gerekmez. Çünkü az sayıda hücre, sindirim sisteminde hızla çoğalır ve toksin salgılar.
- Alınan hücreler ölü hücre bile olsa toksin salgılar. (8)

a) *Clostridium perfringens*

C. perfringens'in gıda yoluyla tüketiminden sonra oluşturduğu hastalığa **perfringens gıda zehirlenmesi** denir. *Perfringens* gıda zehirlenmesinin belirtileri hafif olmakta ve hastalık hızlı geçmektedir. Hastalık genellikle doktor kayıtlarına geçmediği için resmî kayıtlarda vaka sayıları olduğundan az görünmektedir.

- **Özellikleri**

C. perfringens gram pozitif, anaerobik, çubuk şeklinde, hareketsiz ve sporlu bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 45 °C'dir. 37 °C, sporlanma ve toksin üretimi için en uygun sıcaklıktır. Buzdolabı sıcaklığında gelişemez. Bakteri hücreleri ısıya duyarlıdır. Pastörizasyon sıcaklığında yok edilebilir. Ancak sporları ısıya dirençlidir. 100 °C'de saatlerce canlı kalabilir.

- **Kaynakları**

C. perfringens, insanların ve hayvanların bağırsaklarında doğal olarak bulunur. Kanalizasyon, insan ve hayvan dışkısı aracılığıyla gıdalara bulaşır. Bu zehirlenmeye proteinli gıdalar neden olmaktadır. Et ve et ürünleri, et suyu içeren çorbalar, kıymalı börekler ve salatalar zehirlenmeye neden olan gıda ürünleri arasındadır. C. perfiringens, anaerobik bir bakteri olduğu için pişirme sırasında azalan oksijen nedeniyle çoğalabilmektedir.

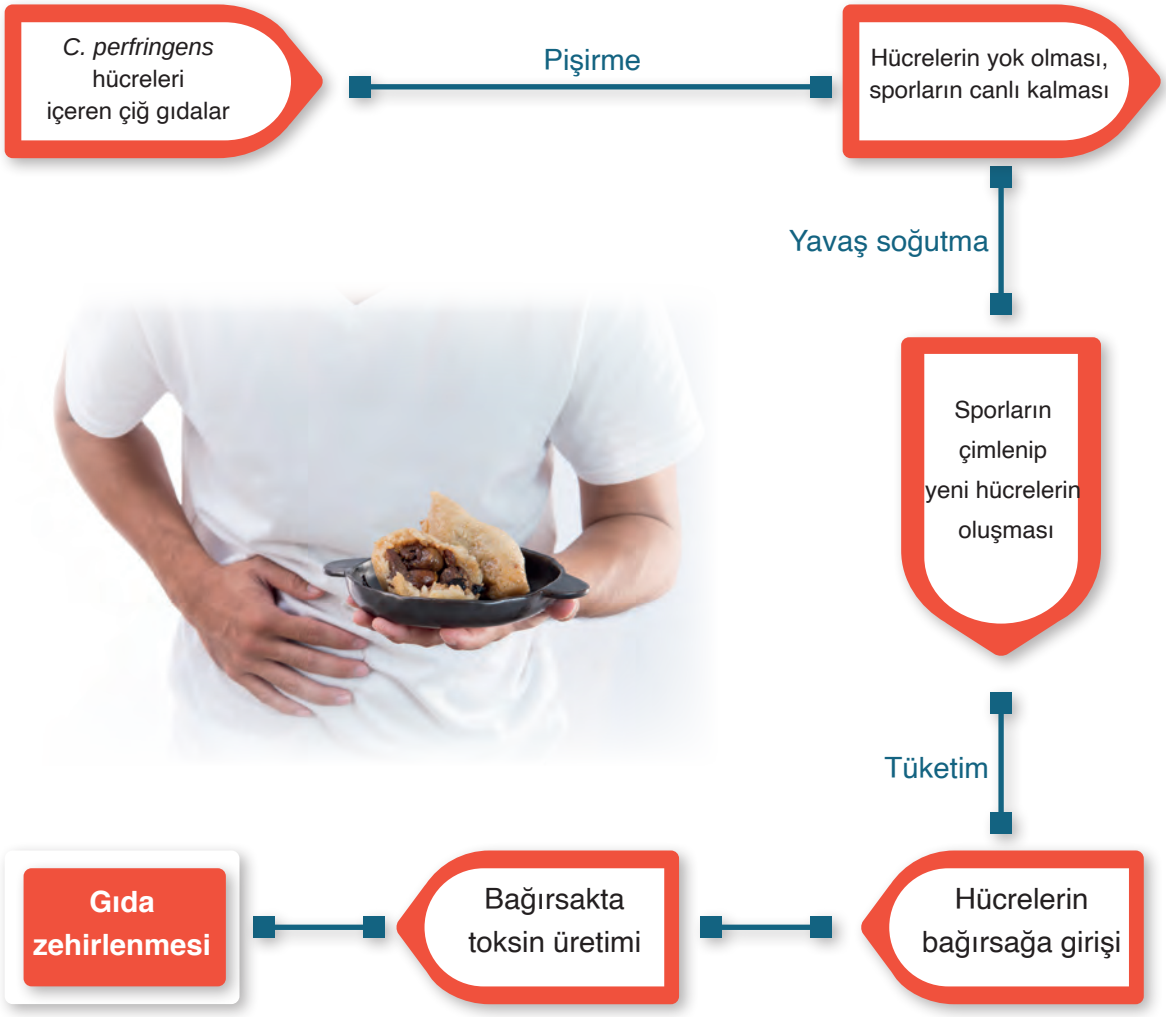
Zehirlenmeler genellikle 1-2 gün önce pişirilip buzdolabında bekletilmiş ve yeniden ısıtılarak tüketilen yemeklerden sonra olmaktadır (9). Ayrıca fazla miktarlarda üretilip yavaş soğutulmaya bırakılan gıdalar ve servise kadar bekletilip yetersiz ısıtma yapılan gıdalar risklidir.

- **Belirtileri**

Hastalığın belirtileri, gıdaların tüketimini takip eden 8-15 saat içerisinde başlar. Karın ağrısı, ishal ve hâlsizlik görülür. 24 saat içerisinde hastalık kendiliğinden sona erer. Hafif bir hastalıktır. Bu nedenle nadiren doktora başvurulur. Tablo 2.21'de perfringens zehirlenmesinin nasıl ortaya çıktığı anlatılmıştır.

(8) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s. 371, düzenlenmiştir.
(9) A.Kadir Halkman, Gıda Mikrobiyolojisi-2 Ders notları, s. 53, düzenlenmiştir.

Tablo 2.21: C. *perfringens* Zehirlenmesinin Mekanizması (10)



- **Önlenmesi**

Perfringens zehirlenmesini önlemek için şunlara dikkat edilmelidir:

- Gıdalar çok iyi pişirilmeli ve bekletmeden tüketilmelidir.
- Gıda, pişirme işleminden sonra hemen tüketilmeyecekse buzdolabında muhafaza edilmelidir.
- Buzdolabındaki yemekler çok iyi ısıtıldıktan sonra tüketilmelidir. Hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.

(10) Bibek Ray, Temel Gıda Mikrobiyolojisi, s.373, düzenlenmiştir.

BİLGİ KUTUSU

C. perfringens zehirlenmesi vakalarında ilgili gıda ve dışkıda analizler yapılarak teşhis konulur. Ancak gıda özel önlemler alınmadan uzun süre buzdolabında tutulmuşsa hücreler %90 oranında canlılığını yitirir. Dondurma işlemi ile de hücrelerin %99'u yok olur. Bu nedenle şüpheli gıda hemen analiz edilmelidir. Aksi takdirde şüpheli gıdanın hastalık ile ilişkilendirilmesi zorlaşmaktadır.

b) *Bacillus cereus*

B. cereus ile ilişkili gıda zehirlenmelerinin bildirimi çoğu ülkede yapılmadığı için hastalıkla ilgili veriler oldukça sınırlıdır. *B. cereus* zehirlenmesine, genellikle oda sıcaklığında beklemiş pirinç yemekleri neden olduğu için **pirinç sendromu** olarak da anılmaktadır.

- **Özellikleri**

B. cereus gram pozitif, spor oluşturan, hareketli ve aerobik bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 35-40 °C'dir. Pastörizasyon sıcaklığında hücreler yok edilebilir. Ancak sporları yüksek sıcaklıklarda da canlı kalır.

- **Kaynakları**

B. cereus, toprak kökenli bir bakteridir. Bu nedenle sebze ve meyvelerde yaygın olarak bulunur. Salata, et, süt ve süt ürünleri, soslar, tahıllar, kuru baklagiller, makarna ve pirinç riskli gıdalardır.

- **Belirtileri**

B. cereus zehirlenmesinin belirtileri, ilgili gıdanın tüketimini takip eden 8-24 saat içerisinde ortaya çıkar. Hızlı bir iyileşme görülür. En önemli belirtileri ishal, karın ağrısı ve mide bulantısıdır. Belirtileri, perfringens hastalığının belirtileri ile çok benzerdir.

- **Önleme**

B. cereus zehirlenmesini önlemek için şunlara dikkat edilmelidir:

- Tahıl ve kuru baklagiller asla nemli ve sıcak bir ortamda muhafaza edilmemelidir.
- Pirinçli yemekler günlük tüketilecek miktarlarda pişirilmelidir. Bir kereden fazla tekrar ısıtma yapılmamalıdır.
- Yemekleri çok iyi pişirmeye özen gösterilmelidir.
- Yemekler pişirme işleminden sonra bekletilecekse ya buzdolabı sıcaklığında ya da 60 °C'nin üzerinde tutulmalıdır.
- *B. cereus* hücreleri buzdolabı sıcaklığında da çoğalabilir. Bu nedenle, yemekler uzun süre buzdolabında da bekletilmemelidir.
- Kişisel hijyene ve mutfak hijyenine dikkat edilmelidir.

BİLGİ KUTUSU

Kızarmış Çin pilavı, yüksek oranlarda *B. cereus* zehirlenmesinin nedenleri arasında yer almaktadır. Araştırmalar, pilav hazırlanırken pirinç haşlandıktan sonra uzun süre oda sıcaklığında bekletildiğini göstermiştir. Servise kadar bekletilen pilavda canlı kalan sporlar çimlenip hücreler çoğalmaktadır. Pilavın tüketimini takip eden 24 saat içerisinde *B. cereus* zehirlenmesi ortaya çıkmaktadır.

Görsel 2.89: Çin pilavı

C. *Vibrio cholerae*

V. cholera, **kolera** hastalığına neden olmaktadır ve ölüm oranı yüksek olan salgınlara neden olabilir. 1814'ten 1992'ye kadar dünyada yedi büyük kolera salgını görülmüştür. Günümüzde kolera vakaları görülmeye devam etmektedir.

- **Özellikleri**

V. cholerae gram negatif, sporsuz, hareketli, fakültatif anaerob veya aerob, S şeklinde bir bakteridir.

Isıya duyarlı, soğuğa dirençlidir. Optimum gelişme sıcaklığı 30-37 °C'dir. Asitli gıdalarda gelişme gösteremezken alkali gıdalar gelişmesi için çok uygundur. Pastörizasyon sıcaklıklarında yok edilebilir. Pişmiş gıdalarda 5-10 °C'de canlılığını koruyabilir (11).

- **Kaynakları**

Bütün Vibrio türlerinde olduğu gibi *V. cholerae* da deniz suyu ve deniz ürünleri ile ilişkilendirilmektedir. Ancak kolera hastalığının ana kaynağı, çoğunlukla hasta kişilerin dışkısı bulaşmış su ve gıda aracılığıyla olmaktadır. Az pişmiş balık, istiridye, yengeç ve karides riskli gıdalardır.

- **Belirtileri**

V. cholerae bulaşmış su veya gıda alındıktan 12 saat ile 5 gün arasında belirtiler ortaya çıkmaktadır. En önemli belirtisi sulu ishaldir. Bununla birlikte kusma, hâlsizlik, kas krampları ve zihin karışıklığı görülür.

Kolera geçiren birçok insan taşıyıcı durumundadır. Kendisi hastalıktan etkilenmez, herhangi bir belirti göstermez. Ancak dışkı yoluyla çevreyi enfekte eder ve diğer insanlara bulaştırır.

(11) Osman Erkmen, Gıda Mikrobiyolojisi, s.164, düzenlenmiştir.

- **Önleme**

Kolera hastalığını önlemek için aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir:

- Kolera hijyen kurallarına özen gösterilerek engellenebilir.
- Salgınların çoğu su kaynaklı olduğu için suların temizliğine özen gösterilmelidir.
- Gıdaları iyi pişirilmesine dikkat etmek gerekmektedir.
- Deniz ürünleri çiğ tüketilmemelidir.
- Gıdalar buzdolabında muhafaza edilmelidir. Ayrıca, dondurma işlemi gıdadaki *V. cholerae* sayısını azaltmaktadır.

BİLGİ KUTUSU

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre her yıl dünya çapında 1,3-4.0 milyon arası **kolera** vakası görülmektedir. Yine her yıl kolera nedeniyle dünya çapında 21-143 bin arası can kaybı olduğu tahmin edilmektedir.

d) Enterotoksijenik *Escherichia coli* (ETEC)

ETEC'in patojenik *E. coli*'den farkı, vücuda alındıktan sonra hücrelerin çoğalarak toksin üretmesidir. ETEC, seyahat ishallerinin en önemli nedenidir. Halk arasında **"turist hastalığı"** olarak adlandırılmaktadır. Hastalığın belirtileri koleraya benzemektedir.

- **Özellikleri**

ETEC gram negatif, sporsuz, hareketli, fakültatif anaerob, kısa çubuk şeklinde bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 30-37 °C'dir. Hücreleri pastörizasyon sıcaklığında yok edilebilir.

- **Kaynakları**

ETEC ile bulaşmış su ve gıdalar bu hastalığa neden olmaktadır. Sebzeler, salatalar, patates, peynir, balık, et ve et ürünleri riskli gıdalardır. ETEC, yetersiz hijyen nedeniyle dışkı aracılığıyla su ve gıdalara bulaşmaktadır. Ayrıca yetersiz pişirme ve uygun olmayan muhafaza koşulları hastalığın en önemli nedenleri arasındadır.

Görsel 2.90: ETEC bir seyahat hastalığıdır.

- **Belirtileri**

Belirtiler, ilgili gıdanın tüketiminden sonra 1-3 gün

içinde başlar. Aşırı sulu ishal ve kusma hastalığın en belirgin belirtileridir. Şikâyetler 3-4 gün sürebilir. Ciddi vakalarda ishal ile birlikte su kaybı ve şok görülebilir.

- **Önleme**

ETEC enfeksiyonunu önlemek için şu kurallara dikkat edilmelidir:

- En önemli kural, hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun davranmaktır.
- Gıdalar çok iyi pişirilmelidir. Pişmiş gıdalar uygun sıcaklıklarda muhafaza edilmelidir.

BİLGİ KUTUSU

Dünyada ETEC salgınları en çok ABD'de görülmüştür. Eylül 1983'de ABD Washington D.C.'de 45 kişinin Fransa'dan ithal edilen "brie" peynirinden kaynaklanan sulu ishal (%91) ve karın krampları (%80) belirtileri göstermesi üzerine yapılan çalışmalarda hastalık etkeninin ETEC olduğu saptanmıştır.

Benzer hastalıklar kısa bir süre sonra ve yine peynirden kaynaklanmak üzere ABD'nin dört eyaletinde daha görülmüştür. ABD'de görülen ve ETEC türlerinin neden olduğu en büyük salgınlar;

- Meksika restoranında taşıyıcı işçi tarafından hazırlanan yemeği yiyen 415 kişinin hastalanması,
- Miami'den kalkan bir yolcu gemisinde yengeç salatasının neden olduğu ve gemideki yolcuların 1/3'ünün hastalanması,
- Texas'ta bir hastanedeki yemeği yiyen 3000 kişiden 282'sinin hastalanması şeklindedir.(12)

(12) A.Kadir Halkman, Gıda Mikrobiyolojisi-2 Ders notları, s.6, düzenlenmiştir.

OKUMA PARÇASI

"Şüphesiz tarih tekerrürden ibarettir ve büyük başarılar birçok insanın ortak mücadelesi ile gelir."

TARİHTE KOLERA MÜCADELESİ

Dünyada geçmişten günümüze birçok salgın ve bu salgına bağlı binlerce can kaybı olmuştur. Bu süreçte devletler ve önemli bilim adamları, salgınlardan korunmak ve kurtulmak için insanlık adına büyük çalışmalar ve uygulamalar yapmıştır.

Gıda kaynaklı bir toksikoenfeksiyon olan kolera, ilk olarak 16. yy.da kanalizasyon sistemlerinin olmaması, temizlik ve dinî ayinlerin topluluk hâlinde Ganj nehrinde yapılması gibi nedenlerle Hindistan'da ortaya çıkmıştır. Yıllarca Hindistan'a özgü bir hastalık olan kolera, 1817 yılında İngilizlerin bu bölgeye düzenlediği askerî harekât ile Afganistan'a buradan ticaret gemileri ile Çin'e ulaşmıştır. Devam eden ticaret ve seyahat hareketlilikleri ile bütün dünya koleradan etkilenmiştir.

Kolera, 1831 yılında bir ticaret gemisi ile İstanbul'a gelmiştir ve Osmanlı devletinde ilk karantina uygulaması Sultan 2. Mahmut tarafından başlatılmıştır. İlk sistemli karantina ise 1838'de uygulanmıştır. Karantina uygulamaları şehir merkezlerinde değil, sınırlarda ve limanlarda yapılmıştır. Bu bölgelere kurulan karantinahanelerde tüccar ve yolcular 5 gün süreyle gözetim altında tutulmuştur. Şüpheli ve hasta olanlar ise basit dezenfeksiyon işlemleri (suda bekletme, tütsüleme, yakma vb.) uygulandığı tahaffuzhanelere gönderilmiştir. Fakat hastalığın tedavisi olmadığı için ilk salgında yaklaşık 6000 can kaybı olmuştur.

Görsel 2.91: Sultan II. Mahmud

Osmanlı devletindeki ikinci kolera salgını 1847'de Trabzon'da başlamıştır. Yine gemiler aracılığıyla İstanbul'a gelmiştir. İkinci salgında İstanbul'da yaklaşık 10 bin kişi hastalanmış ve bu vakaların yarısı yaşamını yitirmiştir. Aynı zamanda hastalık bütün Anadolu'ya yayılmış, yetersiz hijyen koşulları nedeniyle can kayıpları artarak devam etmiştir. Salgının en çok etkilediği yerlerden biri de Hicaz bölgesinde 15 bin kişi hayatını kaybetmiştir. Ülkenin dört bir yanında etkili olan salgın 1849 yılında etkisini yitirmeye başlamıştır.

19. yy.ın ortalarına gelindiğinde mikrobiyoloji alanında pek ilerleme olmamıştı. İnsanlar koleranın hava yoluyla bulaştığını düşünüyor, hiç kimse kolera etke-

ninin *V. cholerae* olduğunu bilmiyordu. Osmanlı Devleti'nde kolera etkisini yitirirken 1854'te İngiltere'de ikinci salgın yaşanıyordu. O dönemde Londra'da yaşayan Dr. John Snow, salgının hava kaynaklı olmadığını düşündüğünden yaşadığı mahallede bir çalışma yaptı.

Çalışmasında mahalledeki su tulumbasına kanalizasyon karıştığını tespit etti ve koleranın enfekte içme suyu ile yayıldığını açıkladı. Dr. John Snow, hastalığın su kaynaklı olduğunu bilmişti fakat asıl nedenin V. chlorea olduğunu hâlâ kimse bilmiyordu.

1854 yılında İtalyan bilim adamı Filippo Pacini, *V. cholerae*'yı izole etmeyi başardı. Fakat insanlar bunu çok önemsemediği için dünyada yankı uyandırmadı. Pacini'den yaklaşık 30 yıl sonra Alman bilim adamı Robert Koch, *V. cholerae*'yı izole ederek bunun kolera nedeni bakteri olduğunu açıkladı.

Görsel 2.92: Waldemar Haffkine

Yüzyıllar sonra kolera hastalığının nedeninin keşfedilmesi üzerine, hastalığın tedavisi için aşı çalışmaları başlamıştır. 1892 yılında Rus bilim adamı Waldemar Haffkine, kolera aşısını geliştirmiştir. Aşının ilk denemeleri Hindistan'da başlamıştır. 2,5 yıl içerisinde 42 bin kişi aşılanmış, kolera kaynaklı can kayıpları 10 kat azalmıştır. Haffkine'in geliştirdiği aşı, günümüzde hâlâ kullanılmaktadır.

Toplumsal Tarih Dergisi- Ağustos 2018
Düzenlenmiştir.

UYGULAMA FAALİYETİ - 7

SÜRE: 40 dk.

AMAÇ	Gıda zehirlenmelerini önlemek için dikkat edilmesi gereken hijyen ve sanitasyon kurallarını öğrenmek

İşlem Basamakları

Gıda zehirlenmelerini önlemek için dikkat edilmesi gereken hijyen ve sanitasyon kuralları ile ilgili bir broşür hazırlamak için dikkat edilecek hususlar şunlardır:

1. Broşürde gıda kaynaklı zehirlenmelere neden olan yetersiz hijyen ve sanitasyon uygulamalarına yer veriniz. Uygulamaları kişisel hijyen, mutfak hijyeni ve gıda hijyeni başlıkları altında tek tek ele alınız.
2. Broşürde yazı, resim, tablo, grafik, şekil, fotoğraf vb. en az dört farklı materyal kullanınız. Kullandığınız materyallerin farklı ve dikkat çekici olmasına özen gösteriniz.
3. Broşürünüzü bilgisayar ortamında hazırlayınız.
4. Tasarımınızın güzel görünmesi için renk uyumuna, yazı stili ve puntoya dikkat ediniz.
5. Broşürde gıda zehirlenmelerini önlemek için uygulanması gereken hijyen ve sanitasyon kurallarını açıkça anlatınız.
6. Broşür için bir A4 kâğıdının iki yüzünü de kullanınız.

Sonuç ve Değerlendirme Ölçeği

	4 puan	3 puan	2 puan	1 puan
	Sunulan bilgiler doğru ve konu ile ilgili tüm kapsamı içermektedir.	Sunulan bilgiler doğru ancak kapsam yeterli derecede yansıtılmamıştır.	Sunulan bilgilerde kısmen yanlışlıklar vardır.	Sunulan bilgilerde önemli ölçüde yanlışlıklar vardır.
	Broşür dört farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür üç farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür iki farklı materyal ile desteklenmiştir.	Broşür sadece yazılı materyalden oluşmaktadır.
	Kâğıdın iki yüzü de etkili ve dengeli bir şekilde kullanılmıştır.	Yazılar etkili kullanılmış ancak görseller dengeli kullanılmamıştır.	Yazılar etkili kullanılmamış ancak görseller dengeli kullanılmıştır.	Hem yazılar hem de görseller etkili ve dengeli kullanılmamıştır.

2.ÖĞRENME BİRİMİ 3. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

A. Aşağıdaki parantezlere cümlelerde verilen bilgiler doğru ise (D) yanlış ise (Y) yazınız.

1. (.....) Botulizm belirtileri arasında istemsiz kas kasılmaları (felç) vardır.

2. (.....) Yapılan araştırmalar göre yersinioz, dünyada birinci sıradaki enfeksiyondur.

3. (.....) Streptokok enfeksiyonu, halk arasında pirinç sendromu olarak bilinir.

4. (.....) Canlı mikroorganizma içeren gıdanın tüketimi sonucunda mikroorganizma nın insan vücudunda toksin üretmesi sonucu ortaya çıkan hastalığa toksikoenfeksiyon denir.

5. (.....) *S. aureus* toksini dünyadaki en kuvvetli zehirdir.

B. Aşağıdaki boşluklara gelmesi gereken doğru sözcük/sözcükleri yazınız.

6. Patojen bir mikroorganizma veya onun ürettiği toksini içeren gıdanın vücuda alınması sonucu iki veya daha fazla kişide ortaya çıkan hastalıklara …….. denir.

7. Gıda zehirlenmeleri ……. gruba ayrılır. Bunlar ……
……..……..’dır.

8. *C.botulinum* tarafından üretilen toksinleri içeren gıdanın tüketilmesi ile ortaya çıkan hastalığa …… denir.

9. Mikotoksin bulaşmış gıda maddelerini tüketen insanlarda görülen zehirlenme olgularına …… denir. Mikotoksin üreten küflerin başında ……. gelmektedir.

10. ……’i önlemek için öncelikle tarladan sofraya gıda güvenliği anlayışı prensip hâline getirilmelidir.

11. Çiğ tüketilen deniz ürünleri (balık, midye gibi) de …… enfeksiyonun kaynağını oluşturmaktadır.

12. Havyansal kaynaklı bir enfeksiyon olan ……, çiğ süt ve çiğ sütten yapılan süt ürünlerinin tüketimiyle ortaya çıkabilir.

13. …… virüsü karaciğeri etkileyerek sarılık hastalığına neden olur.

14. Az pişmiş kanatlı ürünlerinin tüketimi, canlı kanatlı hayvan pazarlarını ziyaret etme gibi yollarla bulaşan virüs kaynaklı enfeksiyon ……’dir.

15. Enterotoksijenik *E. coli*’nin neden olduğu enfeksiyon ……. olarak da bilinir.

2.ÖĞRENME BİRİMİ 3. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

C. Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

16. Aşağıda verilen maddelerden hangisi gıda zehirlenmelerine neden olan yanlış uygulamalardan birisi değildir?

A)Hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat etmeme.
B)Yetersiz pişirme işlemi.
C)Gıdaları tüketiminden uzun süre önce hazırlama.
D)Gıdaları servis öncesinde 65 °C'de bekletme.
E)Pişmiş gıdaları oda sıcaklığında bekletme.

17. Patojen mikroorganizmaların gıdalarda gelişerek ürettikleri toksinlerin gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan zehirlenmelere ne ad verilir?

A)Toksin B)İntoksik C)Enfeksiyon
D)Patojen E)Toksikoenfeksiyon

18. Aşağıdakilerden hangisi *S.aureus* zehirlenmesine neden olan gıdalardan biri değildir?

A)Et ve et ürünleri
B)Yumurta
C)Konserveler
D)Patates
E)Kremalı ürünler

19. Aşağıdakilerden hangisi gıda kaynaklı intoksikasyona neden olan bakterilerdendir?

A)*Vibrio*
B)*Salmonella*
C)*Shigella*
D)*Bacillus cereus*
E)*Clostridium botulinum*

20. İleri düzeydeki zehirlenme vakalarında menenjit, beyin iltihabı ve gebelerde düşüklere neden olan bakteri aşağıdakilerden hangisidir?

A)*Listeria monocytogenes*
B)*Salmonella*
C)*Campylobacter*
D)*Vibrio cholerae*
E)*Staphylococcus aureus*

2.ÖĞRENME BİRİMİ 3. BÖLÜM

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME SORULARI

21. Aşağıdakilerden hangisi gıda tüketimiyle enfeksiyona neden olan fekal kaynaklı bakterilerden biridir?

A)*Staphyloccus aureus*
B)*Salmonella*
C)*Clostridium botulinum*
D)*Escherichia coli*
E)*Campylobacter*

22. *Campylobacter* enfeksiyonunun ileri vakalarında aşağıdakilerden hangisi görülebilir?

A)Turist sendromu
B)Vibriosis
C)Guillain-Barre Sendromu
D)Yüz felci
E)Avian influenza

23. İbrahim, 3 gündür buzdolabında muhafaza ettiği pirinç pilavı ve nohut yemeğini tükettikten bir süre sonra, mide bulantısı ve karın ağrısı yaşamaya başlamıştır. Belirtiler kısa süre içerisinde doktor kontrolü gerektirmeden geçmiştir. Sizce İbrahim'in yaşadığı gıda zehirlenmesi aşağıdakilerden hangisidir?

A)Botulizm
B)Shigellosis
C)*Salmonella* enfeksiyonu
D)Listerioz
E) *B. cereus* enfeksiyonu

24. Aşağıdakilerden hangisi hayvansal kaynaklı bakteriyel enfeksiyonlardan biri değildir?

A)Antraks B)Kuş gribi C)Tüberküloz
D)Bruselloz E)Q ateşi

25. Genellikle kabuklu deniz ürünleri, salatalar, kremalı ürünler, sandviç, dondurma gibi gıdaların neden olduğu, virüs kaynaklı enfeksiyon aşağıdakilerden hangisidir?

A)NoV enfeksiyonu B)Bruselloz C) Listerioz
D)Botulizm E)Perfringens hastalığı

SÖZLÜK

B

Bombaj: Konserve kutusunun alt ve üst kapaklarının içindeki mikrobiyal faaliyet sebebiyle şişmesidir.

Bulaşıcı hastalık: Patojen mikroorganizmalarca oluşturulan insandan insana ya da hayvandan insana geçebilen hastalıktır.

E

Enfeksiyon: Patojen bakteri veya virüsün bulaştığı gıdaların tüketilmesi sonucu mikroorganizmaların vücutta çoğalarak oluşturduğu hastalıklardır.

Fekal kaynaklı mikroorganizma: Dışkıda bulunan ya da dışkı kaynaklı mikroorganizmalardır.

G

Gıda güvenliği: Tüketici sağlığı için tehlike oluşturabilecek kimyasal, fiziksel ve biyolojik şartlara karşı ürün güvenirliliğidir.

Gıda hijyeni: Sağlıklı bir gıda üretimi için alınması gereken temizlik tedbirleridir.

Gıda veya su kaynaklı hastalık: Gıda veya suyun tüketimi ile oluşan hastalıktır.

H

HACCP (Tehlike analizi ve kritik kontrol noktası): Gıda güvenliğinin sağlanabilmesi amacıyla tüm olası risklerin belirlenip, değerlendirildiği ve kontrol altına alındığı sistem

Hijyen: Birey ve toplumlarda sağlığın korunması ve devam ettirilmesi için gerekli bilgi ve uygulamaları kapsayan sağlık koruma uygulamalarının tümüdür.

I

Isıl işlem: Çiğ gıdalara uygulanan haşlama, pişirme, kavurma, kızartma, ısıtma ve soğutma, pastörizasyon gibi işlemlerin tümüdür.

İ

İçme suyu: İnsanların tüketim amaçlı ve gıda hazırlığında kullanabileceği arıtılmış ya da doğal hâliyle patojen mikroorganizma barındırmayan sular

İntoksikasyon: Patojen mikroorganizmaların gıdada gelişerek ürettikleri toksinlerin gıdaların tüketilmesi sonucu insanda oluşturdukları zehirlenmelerdir.

K

Kişisel hijyen: Kişilerin kendi sağlığını koruyup devam ettirdikleri öz bakım uygulamalarıdır.

P

Pastörizasyon: Gıda maddesi içerisindeki mikroorganizmaların büyük bir kısmının yok edildiği 100 °C'nin altındaki ısıl işlemdir.

Patojen: Hastalığa sebep olan mikroorganizmalara denir.

S

Salgın: Bir bölgede veya bir grupta belirli zaman diliminde beklenenden daha fazla vaka olmasıdır.

T

Toksikoenfeksiyon: Canlı mikroorganizma içeren gıdanın tüketimi sonucunda mikroorganizmanın insan vücudunda toksin üretmesi sonucu ortaya çıkan hastalık

Toksin: Bazı mikroorganizmaların ürettiği hastalık yapıcı zehirdir.

DİZİN

A

Acetobacter, 35

Acinetobacter, 35

Aerobik, 32, 49, 59, 75, 83

Aeromonas, 35, 47

ALGLER, 71, 74

Alternaria, 13, 62, 68, 193, 227

Amipli Dizanteri, 79, 226

Anaerobik, 32

Aspergillus, 63, 69, 193, 227

Aşı, 209

B

Bacillus, 28, 31, 35

Bacillus Anthracis, 207

Bacillus Cereus, 213, 221

Bakteri, 23, 27, 33, 34, 42, 180, 184, 186, 190, 194, 197, 203, 204, 211, 221, 229

Bakterilerin Sınıflandırılması, 29, 31

Bakteriyosin, 40, 42

Basil, 30

Bebek Botulizmi, 190

Bifidobacterium, 36

Bombaj, 191

Botulizm, 190

Brucella, 36, 47, 206

Bruselloz, 36

Buzdolabı, 187, 196, 203, 204, 213

C

C. Botulinum, 189, 190, 223, 227

Camplobacter, 195

Candida, 13, 52, 53, 55, 56

Chagas Hastalığı, 80

Clostridium, 15, 28, 31, 32, 36, 37, 47

Clostridium botulinum, 184, 189, 221, 237

Clostridium perfringens, 211

Coxiella burnetii, 206

Ç

Çiğ, 180, 197, 198, 202, 204, 205, 206, 207, 215, 223

Çözündürme, 179, 199

E

Endospor, 28, 82

Enfeksiyon, 183, 201, 211, 221, 222, 223, 224

Escherichia, 31, 38, 39, 47

Escherichia coli, 194, 198, 215, 221, 238

F

Fakültatif anaerob, 185, 195, 197, 198, 200, 202, 204, 214, 215

Fekal kaynaklı, 198, 199, 221

Fotosentetik, 32

Fumonisin, 64

Fusarium, 193, 227

G

Gıda zehirlenmeleri, 179, 223

Giardia, 16, 78, 79, 80, 82, 83

Giardiazis, 79

Gram boyanma, 29

Gram negatif, 195, 198, 200, 202, 204, 214, 215

Gram pozitif, 185, 189, 197, 211, 213

H

HACCP, 196

Hepatit A, 208

Heterotrof, 32

Hif, 60, 61

Hijyen, 180, 196, 199, 202, 203, 205, 206, 207, 215, 216, 227

Hücre duvarı, 23, 33, 52, 61

İ

İntoksikasyon, 183, 185, 186

İzole, 179

J

Jenerasyon, 27

K

Kamçı, 23, 33, 46, 78

Kandidiazis, 52

Kapsid, 71, 84, 226

Kapsomer, 71

Kapsül, 23, 34, 52

Kemosentetik, 33

Kist, 77, 82

Kok, 30

Kolera, 215

Koliform, 39

Konjugasyon, 28

Kontaminasyon, 42

Kontraktil koful, 76

Kuş Gribi, 72, 82, 209

Küf, 184, 193

Küfler, 58

L

Lactobacillus, 14, 15, 32, 39, 40, 234

Listeria, 15, 31, 42

Listeria monocytogenes, 194, 197, 221, 237

Listerioz, 197

M

Mayalar, 49

Mezofilik, 31, 42, 44, 47

Mikotoksikozis, 193

Mikotoksinler, 193

Mikrobiyoloji, 20, 225, 234, 235

Mikroorganizma, 179, 180, 183, 199, 203, 211, 223, 224, 230

Miselyum, 60

Mozaik virüs hastalığı, 73

Mucor, 64, 65

Mycobacterium tuberculosis, 206

N

Norovirüs, 208

Nükleoid, 23, 34

O

Optimum gelişme sıcaklığı, 200, 211, 213, 214, 215

Ototrof, 32

Ö

Ökaryotik, 23, 49, 74, 77

P

Parazit, 33, 79, 80

Pastörizasyon, 203, 206, 211, 213, 214

Patojen, 35, 36, 49, 52, 179, 183, 189, 194, 198, 200, 202, 206, 229

Penicillium, 15, 60, 65, 68, 193, 225, 227, 235

Pilus, 33

Pirinç sendromu, 213, 224

Pişirme, 179, 180, 193, 199, 205, 211, 212, 213, 216, 221, 227

Plankton, 75, 82

Plazmid, 34

Por, 61, 69

Prokaryot, 23, 24

Psikrofilik, 31

R

Rhizopus, 66, 68

S

S. aureus, 184, 185, 186, 221, 224, 227

S. pyogenes, 207

Saccharomyces, 53, 55, 234

Salmonella, 42, 46, 47, 194, 195, 221

Salmonellozis, 42

Saprofit, 33

Sarılık hastalığına, 74

Sarmal, 29, 31, 46

Septum, 61

Shigella, 194, 200, 221

Shigellozis, 200

Sindirim sistemi, 186, 190, 202, 205

Sinir sistemi, 186, 190

Solunum, 31, 187

Staphylococcus, 16, 21, 31, 42, 43

Staphylococcus aureus, 16, 21, 43, 184

Starter, 23, 24, 43, 49, 50, 52, 55, 56, 82

Streptococcus, 43

Ş

Şap Hastalığı, 73

T

Termofilik, 31

Toksin, 180, 185, 186, 190, 211, 215, 224, 230

Tomurcuklanma, 46, 50, 51

Toxoplasma gondii, 78, 80, 81, 82

Toxoplasmolis, 80

Turist hastalığı, 215

Ü

Üreme, 26, 28, 50, 55, 79

V

V. cholera, 214

V. parahaemolyticus, 204

V. vulnificus, 204, 205

Vejetatif, 26, 28, 46, 50, 51, 60

Vibrio, 195, 204, 214, 221

Viral genom, 71, 84

Viröz, 72, 83

Virüsler, 71

Y

Yalancı ayak, 78

Yalancı hifler, 51, 225

Yersinia enterocolitica, 195, 202, 236, 237

Yersinioz, 202, 224

Z

Zararlı alg patlamasına, 77

Zarf, 71

KAYNAKÇA

BİLİMSEL YAYIN KAYNAKÇASI

- *Gıda Teknolojisi Alanı 2020 yılı çerçeve öğretim programı.
- Acar, J., Gökmen, V. (2005). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt 2, Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Aktaş, D. Ve ark. (2014). Q Ateşi Salgını/Yalova-2013, "Bulaşıcı Hastalıkların Sürveyansı ve Kontrolü" Projesi Ulusal Toplantısı ve II. Ulusal Saha Epidemiyolojisi Konferansı, Ankara.
- Alpsoy, L., Yalvac, M.E. (2011). Vitamins & Hormones, Key Roles of Vitamins A, C, and E in Aflatoxin B1-Induced Oxidative Stress, Chapter twelve - Volume 86. Pages 287-305. Erişim adresi: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123869609000125?via%3Dihub
- Aran, N. vd. (2010). *Gıda Biyoteknolojisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ayhan, K., (2000/ 2. Baskı). *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Ankara: Sim Matbaası.
- Babić, O. B., Kovač, D. J., Milovanović, I. Lj., Mišan, A. Č., Simeunović, J. B. (2013). Algae in food and feed, Food & Feed Resesarch, Journal of the Institute of Food Technology in Novi Sad, Volume 40 (1), pages 21-32. Erişim adresi: http://fins.uns.ac.rs/e-journal/uploads/Magazines/magazine_123/Algae-in-food-and-feed.pdf
- Baylan, O., Abaslı, H.E. (2005). *Yersinia enterocolitica İnfeksiyonları*. Türk Mikrobiyal Cem. Derg., 35, 232-247.
- Bibek, R. ve Bhunia, A. (2016). *Fundamental Food Microbiology*. Çev. Ed. Dilek Heperkan, Ankara: Nobel yayıncılık.
- Bilici, S. ve ark. (2008). *Besin Zehirlenmeleri, Nedenleri Ve Korunma Yolları*. Sağlık Bakanlığı Yayını, 727, Ankara.
- Cemeroğlu, B.S. (2013/ 6. Baskı). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 1*. Cilt. Ankara: Bizim Grup Basımevi.
- Coton, E., Jany, J.L., Coton, M. (2020). Reference Module in Food Science, Yeasts and Molds: *Penicillium roqueforti*.
- Erişim adresi: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123744074003630
- Çakıcı, N., Demirel Zorba, N.N., Akçalı, A. (2015). *Gıda endüstrisi çalışanları ve stafilokokal gıda zehirlenmeleri*. Türk Hijyen veDen. Biyol. Dergisi, 72:4, 337 – 350.
- Çelik, İ. (Ekim 2014). Bilim ve Teknik Dergisi, *Bakterilerimiz de "Söz Sahibi"*. Sayı 563. Sayfa 37.
- Çelik, İ. (Mart 2013). Bilim ve Teknik Dergisi, *Küf Mantarının Gizli Kalmış "Özel Hayatı"*.

Sayı 544. Sayfa 40.

- Demirci, M. (2006/ 3. Baskı). *Gıda Kimyası*. Tekirdağ: Kelebek Matbaacılık.
- Doyle M.P., Buchanan, R.L. (2013). *Food Microbiology*:Fundamentals and Frontiers. ASM Press, Herndon, USA.
- Durlu Özkaya, F. ve Cömert, M. (2008). Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 65:3, 149-158.
- Erbguth, F.J. (2004). Historical notes on Botulism, *Clostridium botulinum*, Botulinum Toxin, and the Idea of the Therapeutic Use of the Toxin. Movement Disorders, 19:8, 2-6. Erişim adresi: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mds.20003.
- Erkmen, O. vd. (2010, 2017). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Ankara: Efil yayınevi.
- Erkmen, O. (2011, 2017). Gıda Mikrobiyolojisi. Ankara: Efil yayınevi, 3.Baskı.
- Erol, İ. (2016). *Yeni Ve Yeniden Önem Kazanan Gıda Kaynaklı Bakteriyel Zoonozların Epidemiyolojisi*. Veteriner Hekim Derneği Dergisi, 87:2, 63-76.
- Franco, M.P. ve ark. (2007). Human brucellosis. Lancet Infect Dis 7,775–860.
- Gıda Işınlama Yönetmeliği EK – 1. (2019,13 Ekim). Resmî Gazete (Sayı: 30907). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/10/20191003-1-1.pdf.
- Gönen, İ. (2013). *Türkıye'de Kırsal Kesımde Norovirüs Ve Campylobacter jejuni'ye Bağlı Gelişen Büyük Çaplı Bir Salgın Ve Yönetimi*. Nobel Med 2013, 9:2, 47-51.
- Güran, H.Ş., Öksüztepe, G. (2012). *Gıda Kaynaklı Botulizm ve Önemi*. F.Ü.Sağ.Bil.Vet. Derg., 26:3, 191 – 195.
- Halkman, A.K. (2019). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Ankara: Başak Matbaacılık.
- Heperkan, D. (2006). Gıda Mikrobiyolojisi Ders notları. İ.T.Ü. Kimya Metalurji Fak. Gıda Müh. Böl. Maslak/ İstanbul.
- Jolly, N.P., Augustyn, O.P.H. and Pretorius, I.S. (2006). The Role and Use of Non-Saccharomyces Yeasts in Wine Production, ARC Infruitec-Nietvoorbij, Institute for Wine Biotechnology, Department of Viticulture & Oenology.
- Erişim adresi: https://www.academia.edu/17671816/The_role_and_use_of_non-Saccharomyces_yeasts_in_wine_production
- Karsen, H. ve ark. (2018). *Foodborne botulism in Turkey*, *1983 to 2007*. Journal of Infectious Diseases, 1-6.
- Knop, M. (2011). Yeast cell morphology and sexual reproduction – A short overviewand some considerations, C.R. Biologies 334, 599-606, European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Heidelberg, Germany.

- Koçan, D. ve Halkman, A.K. (2006). *Listeria monocytogenes ve Listeriozis*. Gıda Dergisi, 31:3, 133-140.
- Kreyden, O.P. ve Ark (2000). Botulinumtoxin: Vom Gift zum Medikament: Ein historischer Rückblick. Hautarzt 51, 733–737.
- Linden, G. ve Lorient, D. (1999). Egg products. In:New Ingridients in Food Processing. Woodhead Publishing, England.
- Olstorpe, M., Passoth, V. (2011). *Pichia anomala* in grain biopreservation, Antonie van Leeuwenhoek. 99:57–62. Erişim adresi: https://www.academia.edu/13303679/Pichia_anomala_in_grain_biopreservation
- Özçelik, S. (2009, 3. Baskı). *Genel Mikrobiyoloji*. Isparta: Filiz Matbaacılık.
- Reis, R., Zeray, C. ve Sipahi, H. (2019). *Clostridium Botulinum* Kaynaklı Gıda Zehirlenmeleri: Botulizm. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, 39: 1, 58-63.
- Round, F. E. (1973). The Biology of Algea, 2 nd. Ed. Edward Arnold, London.
- Roy, U.; Batish, V.K.; Grover, S.; Neelakantan, S. (1996). Production of Antifungal Substance by L. lactis subsp. Lactis CHD-28,3. International Journal of Food Microbiology, 32 (1/2): 27-34.
- Sağun, E., Ergün, Ö. (1996). *Gıdalarda Yersinia enterocolitica ve Önemi*. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Dergisi, ,7 (1-2): 117-120.
- Sert, S. (2000). *Genel Mikrobiyoloji*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Ders yay. No:195.
- Sert, S. (2000/ 3.Baskı). *Genel Mikrobiyoloji Laboratuvar notları*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Ders yayınevi. No:138.
- Sharma, O. P. (2007).*Text Book of Algea*, 395 s., New Delhi.
- Stanbury, P. F., Whitaker, A., Hall, S. J. (2017). Principles of Fermentation Technology (Third Edition). Chapter 2 - Microbial growth kinetics, Pages 21-74, Elsevier Ltd.
- Şahin, İ., Başoğlu, F. (2014/ 2. Baskı) *Gıda Mikrobiyolojisi*. Bursa: Dora Basım Yayıncılık.
- Şenel, F. (Mart 2013). Bilim ve Teknik Dergisi, *Virüsler*, Sayı 516. Sayfa 9.
- Tayar, M., (2015/ 4. Baskı). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Tayar, M., Hecer, C., (2010). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Tayar, M., Kılıç, V., (2014). *Gıda Endüstrisinde Hijyen ve Sanitasyon*. Bursa: Dora Yayıncılık.
- TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü,

Bitki Hastalıkları ve Yabancı Ot Zirai Mücadele Teknik Talimatları, (2009-2020), Ankara.

- Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/BitkiSagligi/Bitki%20Hastal%C4%B1klar%C4%B1%20ve%20Yabanc%C4%B1%20Ot%20Zirai%20M%C3%BCcadele%20Teknik%20Talimatlar%C4%B1.pdf
- Temiz, A., (2014). *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri*. Ankara: Hatipoğlu Yayıncılık.
- Terzi, G. (2008). *Deniz Ürünlerine Bağlı Zehirlenmeler ve Etkileri*. Türk Hijyen ve Den. Biyo.Dergisi, 65:1, 51-60.
- Toit,M., Engelbrecht, L., Lerm, E., and Krieger-Weber, S. (2011). *Lactobacillus* : the Next Generation of Malolactic Fermentation Starter Cultures: An overview, Food Bioprocess Technol. 4:876 -906.
- Erişim adresi: https://www.academia.edu/9686158/Lactobacillus_the_Next_Generation_of_Malolactic_Fermentation_Starter_Cultures_an_Overview
- Turgay, Ö. (2017). *Gıda Mikrobiyolojisi*. İzmir: Sidas yayınevi.
- Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği. (29.11. 2011). Resmî Gazete (Sayı: 28157 (Mükerrer 3)).
- Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-7.htm.
- Uçar, G., Yörük, N.G. ve Güner, A. (2015). *Escherichia coli Enfeksiyonları*. Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics 1:3, 22-29.
- Vesonder, R.F., Goliński, P. (1989). *Fusarium* Mycotoxins, Taxonomy, Pathogenicity, Volume 2, Topics in Secondary Metabolism, Pages 1-39, Chapter 1 - Metabolıtes of Fusarıum,, Chapter 2 - Fusarın C.

GENEL AĞ KAYNAKÇASI

- http://blog.yalova.edu.tr/oyairmaksahin/wp-content/uploads/sites/27/2013/11/S%C3%BCt-ve-s%C3%BCt-%C3%BCr%C3%BCnlerinde-mikrobiyolojik-bozulmalar.pdf, (02.05.2020, 16:44)
- http://docs.neu.edu.tr/staff/serdar.susever/15%20ET%20ve%20Et%20%C3%BCr%C3%BCnleri%20[Uyumluluk%20Modu]_13.pdf, 18.07.2020, 12:00
- http://fins.uns.ac.rs/e-journal/uploads/Magazines/magazine_123/Algae-in-food-and-feed.pdf 18.07.2020, 12:07
- http://static.dergipark.org.tr:8080/article ownload/imported/5000096986/5000090310.pdf?
- http://www.dunyagida.com.tr/haber/mikotoksinlerin-gida-guvenligi-ve-yemler-acisindan-onemi/3789, 18.07.2020, 12:01

- https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/122791/mod_resource/content/0/9.%20Haf-ta_Konserve%20Mikrobiyolojisi.pdf, 18.07.2020, 12:09
- https://akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Meyve-Sebze%20I (1).pdf, 18.07.2020, 11:46
- https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/ahmeth.con/70643/B%C3%96L%-C3%9CM%205.pdf, 18.07.2020, 12:00
- https://sozluk.gov.tr/, 18.07.2020, 11:49
- https://www.academia.edu/13303679/Pichia_anomala_in_grain_biopreservation 18.07.2020, 12:06
- https://www.academia.edu/17671816/The_role_and_use_of_non-Saccharomyces_ye-asts_in_wine_production 18.07.2020, 12:27
- https://www.academia.edu/9686158/Lactobacillus_the_Next_Generation_of_Malolactic_Fermentation_Starter_Cultures_an_Overview 18.07.2020, 12:01
- https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-7.htm 118.07.2020, 11:51
- https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/10/20191003-1-1.pdf 18.07.2020, 11:50
- https://www.termoment.com/?newUrun=1&Id=1350904&CatId=bs609241&Fstate= 18.07.2020, 11:50
- www.antimicrobe.org/h04c.files/history/S_aureus.pdf 10.05.2020, 10:57
- www.bbc.com/turkce/haberler/2011/06/110601_e-coli
- www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/tumsayı-pdf/2009_8.pdf 18.07.2020, 11:47
- www.cdc.gov. 18.07.2020, 11:47
- www.food.eng.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/256/2015/Halkman_gıda-mik-2_gdm310.pdf 18.07.2020, 11:47
- www.gida.erciyes.edu.tr/upload/28JPKP6gram-boyama.pdf 18.07.2020, 11:48
- www.health.gov.on.ca/en/public/publications/discase/botulism.aspx 18.07.2020, 11:48
- www.mikrobiyoloji.org 18.07.2020, 11:49
- www.seyahatsagligi.gov.tr 18.07.2020, 11:48
- www.who.int 18.07.2020, 11:49

*Kaynakça APA 6 sürümüne göre oluşturulmuştur.

1.ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇASI

SHUTTERSTOCK SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

Kitap Kapağı Görselleri (1401540137, 559007371 düzenlenmiştir.)
Bölüm 1 Kapak Görseli (250375243)
Bölüm 2 Kapak Görseli (1175332759)
Bölüm 3 kapak görseli (373698793)
Bölüm 4 kapak görseli (1353424817)
Bölüm 5 kapak görseli (1642467388, 590729858, 1060346828 düzenlenmiştir.)

Görsel 1.1 (648119311)	Görsel 1. 17 (1698252577 düzenlenmiştir.)
Görsel 1.3 (1522904069 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.18 (1254152962)
Görsel 1.4 (1117954718 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.19 (1618799185 düzenlenmiştir.)
Görsel 1.5 (703823635)	Görsel 1.20 (1022265202)
Görsel 1 .7 (1699808656 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.21 (389522521)
Görsel 1.8 (1665431065 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.22 (1030961158, 1210340968 düzenlenmiştir.)
Görsel 1.9 (1008020524, 589837361 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.23 (307349156)
Görsel 1.10 (222020344 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.24 (1226096788)
Görsel 1.11 (541889974 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.25 (1332704183)
Görsel 1. 12 (107374295 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.26 (1181713012)
Görsel 1. 13 (670338505)	Görsel 1.28 (1342243070 düzenlenmiştir.)
Görsel 1. 15 (1119488888 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.30 (302212394)
Görsel 1. 16 (431694817)	Görsel 1.34 (1323732425)

Görsel 1. 35 (1489687358)	Görsel 1.49 (1027556911, 1030542832)
Görsel 1. 36 (256750369)	Görsel 1.51 (1151761106)
Görsel 1. 37 (250764838)	Görsel 1.53 (1229898403, 1113658424, 1151344550 düzenlenmiştir.)
Görsel 1. 39 (1459625264 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.54 (1266578737)
Görsel 1. 40 (1116896219, 180637667 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.55 (1031695183)
Görsel 1. 41 (1471807289)	Görsel 1.56 (1387808339)
Görsel 1.42 (1330853798, 1685812822)	Görsel 1.57 (1332704711, 1392542249 düzenlenmiştir.)
Görsel 1.48 (1395946604)	Görsel 1.58 (744140392, 1285217734 düzenlenmiştir.)
123RF SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER	
1.Öğrenme Birimi Kapak Görseli (52848975) Görsel 1.2 (1181709031, 1541911604 düzenlenmiştir	
Görsel 1.25 (1332704183)	Görsel 1.42 (1330853798, 1685812822)
Görsel 1.26 (1181713012)	Görsel 1.48 (1395946604)
Görsel 1.28 (1342243070 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.49 (1027556911, 1030542832)
Görsel 1.31 (112725174, 17006464)	Görsel 1.51 (1151761106)
Görsel 1.34 (1323732425)	Görsel 1.53 (1229898403, 1113658424, 1151344550 düzenlenmiştir.)
Görsel 1. 35 (1489687358)	Görsel 1.54 (1266578737)
Görsel 1. 36 (256750369)	Görsel 1.55 (1031695183)
Görsel 1. 37 (250764838)	Görsel 1.56 (1387808339)
Görsel 1. 39 (1459625264 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.57 (1332704711, 1392542249 düzenlenmiştir.)
Görsel 1. 40 (1116896219, 180637667 düzenlenmiştir.)	Görsel 1.58 (744140392, 1285217734 düzenlenmiştir.)
Görsel 1. 41 (1471807289)	

2.ÖĞRENME BİRİMİ GÖRSEL KAYNAKÇASI

"SHUTTERSTOCK" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

1. BÖLÜM İÇİN GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel 2.1: (346048733)	Görsel 2.11: (723711229)
Görsel 2.2: (458055349, 585933137, 1397683223, 480907063 düzenlenmiştir)	Görsel 2.12: (1011452395)
Görsel 2.3: (1111537571)	Görsel 2.13: (376614853)
Görsel 2.4: (547553083)	Görsel 2.14: (1064739128)
Görsel 2.5: (418078837, 254938384, 323440727, 1022952694)	Görsel 2.15: (448075252)
Görsel 2.6: (47836255, 77325445, 633974042, 522227728 düzenlenmiştir.)	Görsel 2.16: (14882644, 237616009)
Görsel 2.7: (240090676, 464501663 düzenlenmiştir.)	Görsel 2.17: (1668027136)
Görsel 2.8: (1019018422)	Görsel 2.18: (1674630247)
Görsel 2.9: (1517690216)	Görsel 2.19: (351830189)
Görsel 2.10: (748687882)	

"123RF" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

Bölüm kapak görseli: (123201105 düzenlenmiştir.)

2.BÖLÜM İÇİN GÖRSEL KAYNAKÇA

"SHUTTERSTOCK" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER

Görsel 2. 24: (1035482458)	Görsel 2.29: (1362309113)
Görsel 2. 25: (10363937327)	Görsel 2.34: (1375796243)
Görsel 2.26: (285560897)	Görsel 2.35: (1357144532)
Görsel 2.27: (1226096785)	Görsel 2.36: (1271699074)
Görsel 2.28: (1008323875 düzenlenmiştir.)	Görsel 2.38: (1571284066)

Görsel 2.40: (1012198150)	Görsel 2.46: (1110022175)
Görsel 2.41: (1576968514)	Görsel 2.47: (1110021743)
Görsel 2.44: (1538945033)	Görsel 2.68: (1038065014)
"123RF" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER 2.Öğrenme Birimi Kapak Görseli (80499942)	
Bölüm Kapak Görselleri: (116684793, 95127060 düzenlenmiştir.)	Görsel 2.54: (97066514, 120422372)
Görsel 2.23: (114633792)	Görsel 2.55: (64117153, 139663115)
Görsel 2.30: (129881578)	Görsel 2.56: (24843999)
Görsel 2.31: (46689070)	Görsel 2.57: (144410016, 117908882)
Görsel 2.37: (143506143, 54500867, 5054994, 52186441, 51313591, 14524698)	Görsel 2.58: (43670466)
Görsel 2.39: (36228181)	Görsel 2.59: (131947382, 90535216)
Görsel 2.40: (122220965)	Görsel 2.60: (104318551, 75105685, 90462398, 97133984)
Görsel 2.41: (135839677)	Görsel 2.61: (15117572, 72529302, 26300418, 115153754)
Görsel 2.42: (108611054)	Görsel 2.62: (96328190, 55458791, 86322656, 112919778)
Görsel 2.43: (79068695, 131186052)	Görsel 2.63: (141378930, 124509544, 127877661, 139033216)
Görsel 2.45: (42984081)	Görsel 2.64: (138774958, 7265805)
Görsel 2.48: (118494453)	Görsel 2.65: (114659724)
Görsel 2.49: (88560261)	Görsel 2.66: (17172144, 14124222)
Görsel 2.50: (84010686)	Görsel 2.67: (116705218, 34504501)
Görsel 2.51: (140040779, 69459710)	Görsel 2.69: (90937046)
Görsel 2.52: (99795410, 24148051)	
Görsel 2.53: (143880577)	
Görsel 2. 20 ve Görsel 2. 21: Göller Bölgesi Aylık Hakemli Ekonomi ve Kültür Dergisi Ayrıntı /Cilt 4, Sayı 47 (2017) www.dergiayrinti.com/index.php/ayr/article/view/844. 17.07.2020, 12:02	
Görsel 2.22: acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/69172/mod_resource/content/1/GDM406%285%29%20Taze%20et%20kalitesi.pdf. 17.07. 2020,12:03	
Görsel 2.32: akademik.adu.edu.tr/myo/cine/webfolders/File/ders%20notlari/Sut%20ve%20Urunleri%20Analizleri.pdf. 18.07.2020, 12:05	

Görsel 2.33: www.diark.org/diark/species_list/Penicillium_camemberti. 18.07.2020, 12:06	
3. BÖLÜM İÇİN GÖRSEL KAYNAKÇA	
"SHUTTERSTOCK" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER	
Bölüm kapak görseli: (157146362)	Görsel 2.81: (1048781147)
Görsel 2.70: (242815735)	Görsel 2.82: (1415284286)
Görsel 2.71: (789899656)	Görsel 2.83: (1699493242)
Görsel 2.74: (668839825)	Görsel 2.85: (403995229)
Görsel 2.79: (1012197685)	Görsel 2.86: (1385298515)
"123RF" SİTESİNDEN TELİF HAKKI ÖDENEREK ALINAN GÖRSELLER	
Görsel 2.73: (a- 34064459 b- 69636547)	Görsel 2.88: (127762660)
Görsel 2.75: (146029280)	Görsel 2.89: (32441353)
Görsel 2.76: (41125621)	Görsel 2.90: (123278061)
Görsel 2.77: (49886321 düzenlenmiştir.)	Görsel 2.92: (14904997)
Görsel 2.78: (66278741)	Tablo 2.17 görseli: (39184843)
Görsel 2.84: (31050833, 10931160)	Tablo 2.18 görseli: (105060297)
Görsel 2.80: (107032795)	Tablo 2.20 görseli: (89966293)
Görsel 2.87: (48216198)	Tablo 2.21 görseli: (102809070)
Görsel 2.72: www.yemektekeyifvar.com/et-tarifleri/kiymali-patates 19.07.2020, 16:08	
Görsel 2.91: www.peramüzesi.org.tr/Eser/Sultan-II-Mahmud/44/1 15.06.2020 - 16.18	

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME BİRİMİ - 1

BÖLÜM-1

1. Doğru	2. Yanlış	3. Yanlış	4. Doğru	5. Doğru	6. Doğru	7. Yanlış
8. Doğru	9. Yanlış	10. Yanlış	11. Mikrobiyoloji	12. İkili	13. Prokaryotik	14. Ökaryot
15. İndikatör	16. E	17.B	18.D	19.D		

BÖLÜM-2

1.Doğru	2.Doğru	3. Doğru	4.Yanlış	5.Doğru	6.Apikal, lateral, Bipolar, multipolar
7.Plazmo-gami	8. Kandidi-azis	9.Yalancı hifleri	10. B	11.E	12.C

BÖLÜM-3

1. Yanlış	2.Doğru	3.Doğru	4.Yanlış	5.Doğ-ru	6.Doğ-ru	7.Yanlış
8.Doğru	9. Doğru	10. *Penicil-lium*	11. Aflotok-sin	12.C	13. D	14. B

BÖLÜM-4

1. Doğru	2. Yanlış	3. Yanlış	4. Doğru	5. Yan-lış	6.Doğru	7.Yanlış
8.Doğru	9. Doğru	10. Yanlış	11.Doğru	12.Yan-lış	13.Amipli dizanteri hastalığına	14. Virüs-ler
15. Kap-sid	16. D	17. C	18. B	19.C	20.E	21. D

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME BİRİMİ - 2

BÖLÜM-1

1. Güvenli gıda	2. Antimikrobiyal maddeler	3.İndikatör mikroorganizmalar	4. Sanitasyon	5. D	6. E
7. B	8. B	9.A	10. E	11C	12.A

BÖLÜM-2

1. Doğru	2. Yanlış	3. Doğru	4. Doğru	5. Yanlış	6. Doğru	
7. Yanlış	8. Doğru	9. Yanlış	10. B	11.C	12.E	13.E
14.D	15.D	16.C	17.A	18.C	19.A	
20.B	21.D	22.B	23. E	24. A	25.A	

BÖLÜM-3

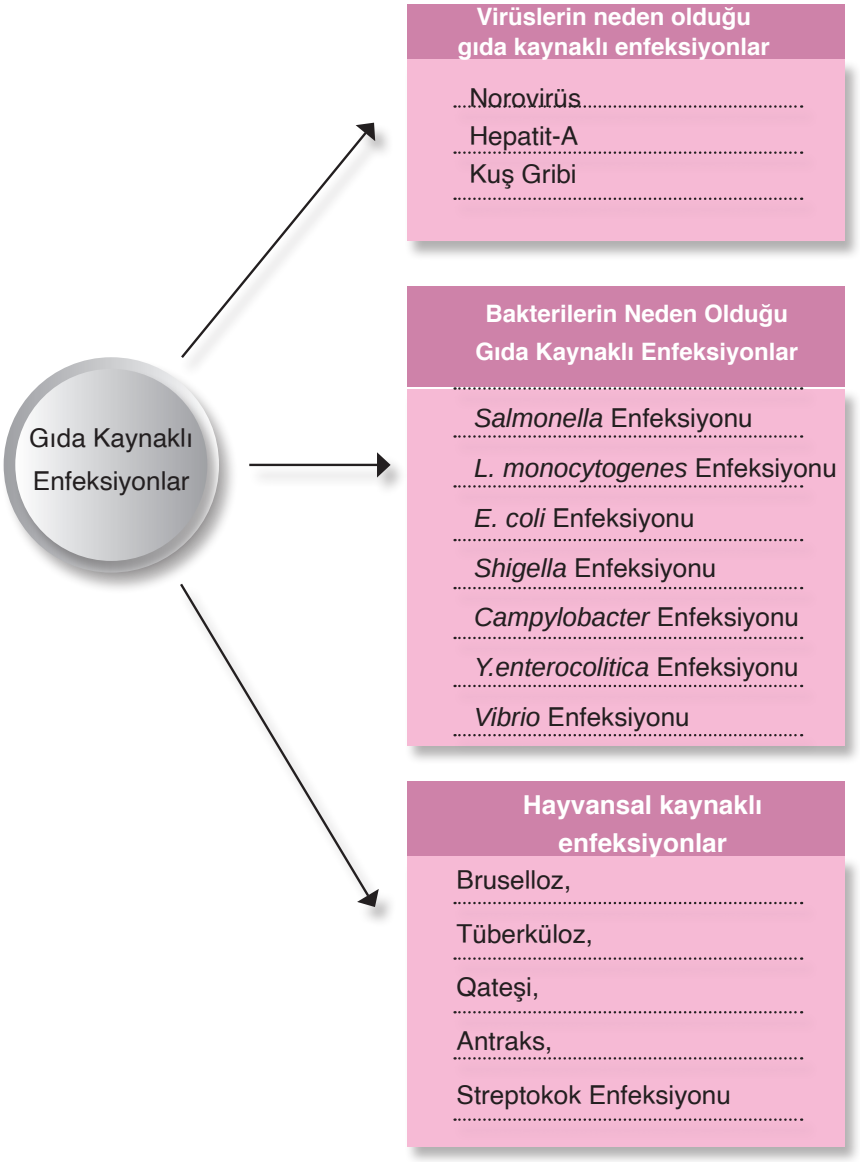
Etkinlik-1

1. Doğru	2. Doğru	3. Yanlış	4. Yanlış	5. Yanlış	6. Doğru	7. Yanlış

Etkinlik-4

S.aureus İntoksikasyonu	*C.botulinum* İntoksikasyonu	Küf kaynaklı intoksikasyonlar
Toksini sindirim sistemini etkiler	Toksini sinir sistemini etkiler.	Toksini sindirim, sinir, boşaltım gibibirçok sistemi birden etkiler.
1.*S. aureus* neden olur.	*C. botulinum* neden olur.	*Aspergillus, Penicillium, Fusarium* ve *Alterna*ria neden olur.
2.Burun ve boğaz mukozasında, sivilcelerde, irinli yaralarda bulunur.	Toprak kökenlidir. Meyve ve sebzeler ile bunlardan yapılan konservelerde bulunabilir.	Uygun ortam şartlarında kendiliğinden çoğalır.
3.En sık görülen zehirlenmelerdendir.	Çok sık görülmez.	Ortam şartlarına dikkat edilmediğinde sık görülür.
4.Kusma, ishal, baş ağrısı ve terleme görülür.	Hâlsizlik, iştahsızlık, felç ve ölüm görülebilir.	Kusma, deride dökülme, böbrek hasarları, kanser, ölüm görülebilir.
5.Önlenmesi için en önemli işlemler; iyi pişirme, hijyen kurallarına uyma ve muhafaza sıcaklıklarına dikkat etmektir.	Konservelere iyi ısıl işlem uygulanmalı, bombajlı konserveler tüketilmemeli ve hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.	Küf oluşumunun ve başka kaynaktan bulaşmasının önlenmelidir.

CEVAP ANAHTARI



BÖLÜM-3

1. Doğru	2. Yanlış	3. Yanlış	4. Doğru	5. Yanlış	6.Gıda zehirlenmesi
7. üç/intoksikasyon, enfeksiyon ve toksikoenfeksiyon	8. Botulizm	9. Mikotoksikozis/*Aspergillus, Alternaria, Penicillium, Fusarium*	10. Salmonellozis	11. *Vibrio*	12. Bruselloz
13. Hepatit-A	14. Kuş gribi	15.Turist hastalığı		16. D	17.B
18.C	19. E	20.A		21. D	22. C
23. E	24. B			25. A	