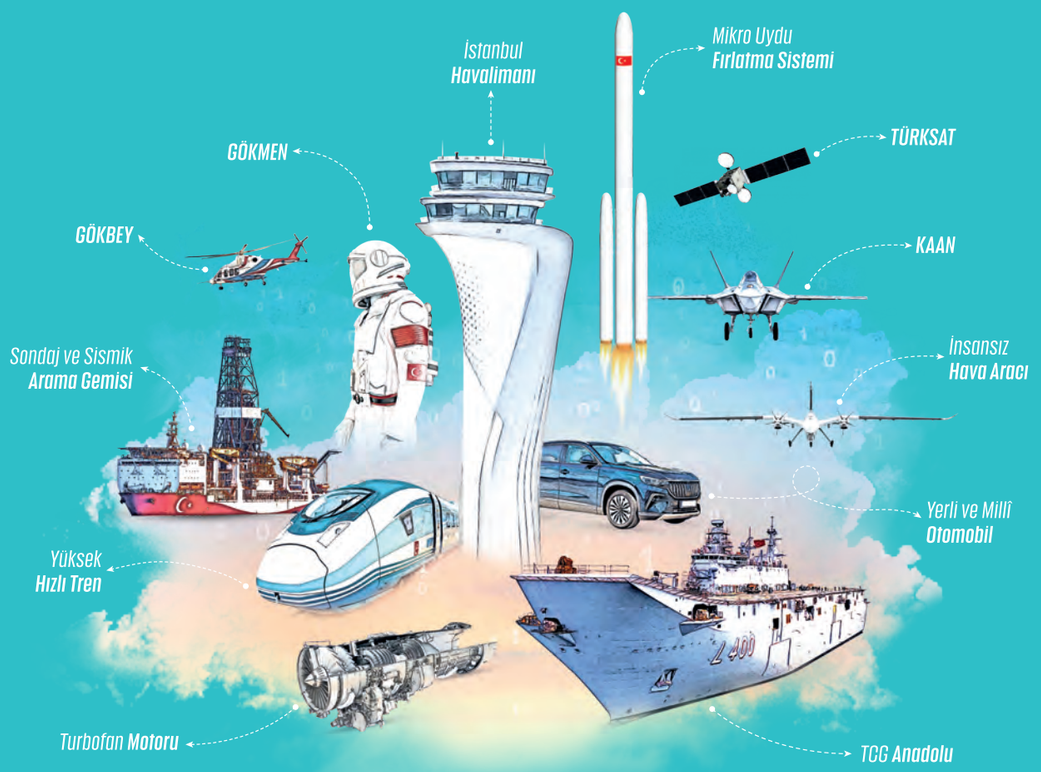
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



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

ISBN: 978-625-5498-83-0

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci 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. SINIF

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ayşe Sena KORKMAZ

Çağla YAZICI DEMİR

Ferihan DENİZ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI .....: 10897
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 3816

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

HAZIRLAYANLAR

Dil Uzmanı	Sevinç ÇİFTGÜMÜŞ
Program Geliştirme Uzmanı	Zeki BİLGİLİ
Rehberlik Uzmanı	Filiz KILIÇ
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı	Serpil DURMUŞ AKGEYİK
Görsel Tasarım Uzmanı	Demet ATMACA

ISBN: 978-625-5498-83-0

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

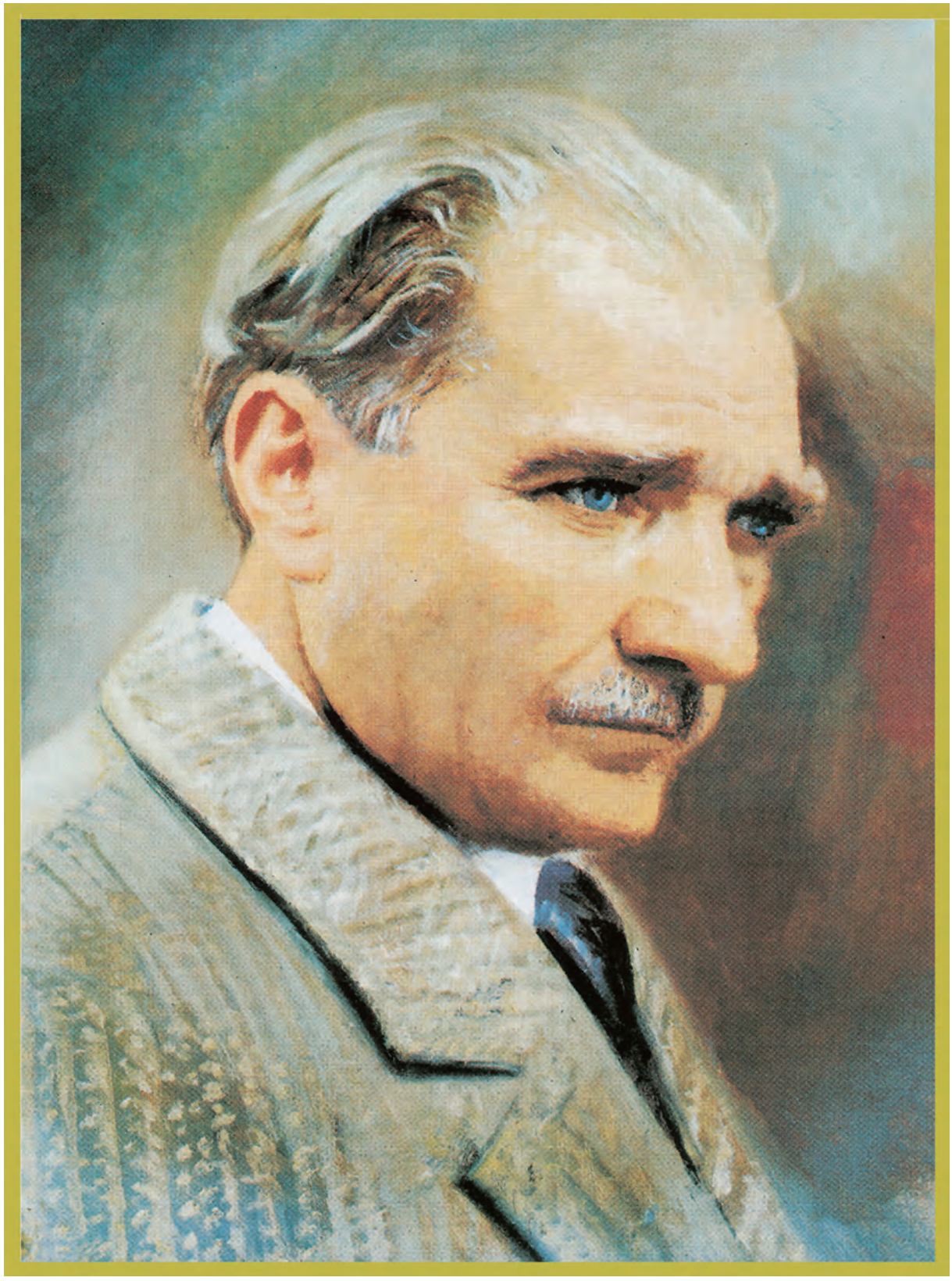
GENÇLİĞE HİTABE

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 materyallerinin dijital kopyalarında İçindekiler sayfasındaki başlıkların üzerine tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda ise öğrenme birimi isimleri veya numaralarının üzerine tıklayarak İçindekiler sayfasına ulaşabilirsiniz.

Ders Materyalinin Tanıtımı 13
Yabancı Kökenli Sözcüklerin Türkçe Okunuşları 15
Laboratuvarlarda Uyulması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Kuralları 19
1. ÖĞRENME BİRİMİ: TEMEL MİKROBİYOLOJİ 20
1.1. GIDA MİKROBİYOLOJİSİ 22
1.1.1. Mikrobiyoloji ve Gıda Mikrobiyolojisi 22
1.1.2. Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi 23
1.1.3. Mikroorganizmaların Sınıflandırılması 23
1.1.3.1. Gıda Endüstrisinde Oynadıkları Role Göre Mikroorganizmaların Sınıflandırılması 23
1.1.3.2. Mikroorganizmaların Bergey'in Taksonomisine Göre Sınıflandırılması 25
1.1.3.3. Mikroorganizmaların Hücre Yapılarına Göre Sınıflandırılması 25
1.2. BAKTERİLER 28
1.2.1. Bakterilerin Genel Özellikleri 28
1.2.2. Bakterilerin Hücre Yapısı 29
1.2.3. Bakterilerde Çoğalma 30
1.2.4. Bakterilerin Sınıflandırılması 34
1.2.4.1. Bakterilerin Gram Boyanma Özelliklerine Göre Sınıflandırılması 34
1.2.4.2. Bakterilerin Sahip Oldukları Şekle Göre Sınıflandırılması 35
1.2.4.3. Bakterilerin Sıcaklık İsteklerine Göre Sınıflandırılması 36
1.2.4.4. Bakterilerin Solunum Şekillerine Göre Sınıflandırılması 37
1.2.4.5. Bakterilerin Beslenme Şekillerine Göre Sınıflandırılması 37
1.2.5. Bakterilerin Gıda Endüstrisindeki Önemi 38
1.2.6. Gıda Endüstrisinde Önemli Bazı Bakteriler 39
1. UYGULAMA: SÜTÜN YOĞURDA DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE FERMANTASYONUN GÖZLEMLENMESİ 47
2. UYGULAMA: MİKROSKOPTA BAKTERİLERİN İNCELENMESİ 48
1.3. MAYALAR 49
1.3.1. Mayaların Genel Özellikleri 49

1.3.2. Mayalarda Çoğalma 50
1.3.2.1. Mayalarda Eşeyli Çoğalma..... 50
1.3.2.2. Mayalarda Eşeysiz Çoğalma..... 51
1.3.3. Mayaların Hücre Yapısı..... 52
1.3.4. Mayaların Gıda Endüstrisindeki Önemi..... 52
3. UYGULAMA: SICAKLIK VE BESİNİN EKMEK MAYASININ METABOLİK AKTİVİTESİNE ETKİSİ..... 55
4. UYGULAMA: MAYA HÜCRELERİNİN MİKROSKOPTA GÖZLEMLENMESİ..... 56
1.4. KÜFLER 57
1.4.1. Küflerin Genel Özellikleri..... 57
1.4.2. Küflerin Hücre Yapısı..... 58
1.4.3. Küflerde Çoğalma 60
1.4.3.1. Küflerde Eşeysiz Üreme..... 60
1.4.3.2. Küflerde Eşeyli Üreme..... 61
1.4.3.3. Vejetatif Üreme..... 62
5. UYGULAMA: NEM, SICAKLIK VE BESİNİN KÜF GELİŞİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ..... 63
1.4.4. Küflerin Gıda Endüstrisindeki Önemi..... 64
6. UYGULAMA: KÜF HÜCRE YAPILARININ İNCELENMESİ 69
1.5. VİRÜSLER, ALGLER VE PROTOZOALAR..... 71
1.5.1. Virüsler 71
1.5.1.1. Virüslerin Genel Özellikleri..... 72
1.5.1.2. Virüslerde Çoğalma..... 72
1.5.1.3. Virüslerin Gıda Endüstrisindeki Önemi 73
1.5.2. Algler 76
1.5.2.1. Alglerin Genel Özellikleri..... 76
1.5.2.2. Alglerin Hücre Yapısı..... 77
1.5.2.3. Alglerde Çoğalma 78
1.5.2.4. Alglerin Gıda Endüstrisindeki Önemi 79
7. UYGULAMA: HAZIR *SPİROGYRA* (YEŞİL ALG) PREPARATININ IŞIK MİKROSKOBUNDA İNCELENMESİ..... 81
1.5.3. Protozoalar 82
1.5.3.1. Protozoaların Genel Özellikleri 82
1.5.3.2. Hücre Yapısı..... 82
1.5.3.3. Protozoalarda Çoğalma..... 83
1.5.3.4. Protozoaların Gıda Endüstrisindeki Önemi 85

8. UYGULAMA: FARKLI PROTOZOA TÜRLERİNİN HAZIR PREPARAT YARDIMIYLA MİKROSKOPTA İNCELENMESİ 88
ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ 89
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 90

2. ÖĞRENME BİRİMİ: GIDA MİKROORGANİZMA İLİŞKİSİ 96

2.1. GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME 98

2.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler 98

2.1.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen İç Faktörler 99
2.1.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Dış Faktörler 109
2.1.1.3. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar 113

2.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri 116

2.1.2.1. Bozulma İndikatörü Mikroorganizmalar 118
2.1.2.2. Bozulma İndikatörü Mikrobiyal Metabolitler 120

2.1.3. Gıdalarda Mikrobiyal Bulaşma Kaynakları 121

2.1.3.1. Toprak 122
2.1.3.2. Su 122
2.1.3.3. Hava 122
2.1.3.4. Personel 122
2.1.3.5. Hayvanlar ve Bitkiler 123
2.1.3.6. Ekipman 123
2.1.3.7. Ham Maddeler ve Katkı Maddeleri 124
2.1.3.8. Ambalaj 124

2.1.4. Mikrobiyolojik Bulaşmayı Engelleyici Önlemler 125

2.1.4.1. Tesis Tasarımı 125
2.1.4.2. Kullanılan Suyun Özellikleri 126
2.1.4.3. Hava Kalitesi 126
2.1.4.4. Personel Hijyeni 126
2.1.4.5. Kullanılan Ekipman 127
2.1.4.6. Gıda İşleme Tesisinin Temizlenmesi ve Dezenfeksiyonu 127

2.2. GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMA KAYNAKLARI 130

2.2.1. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 131

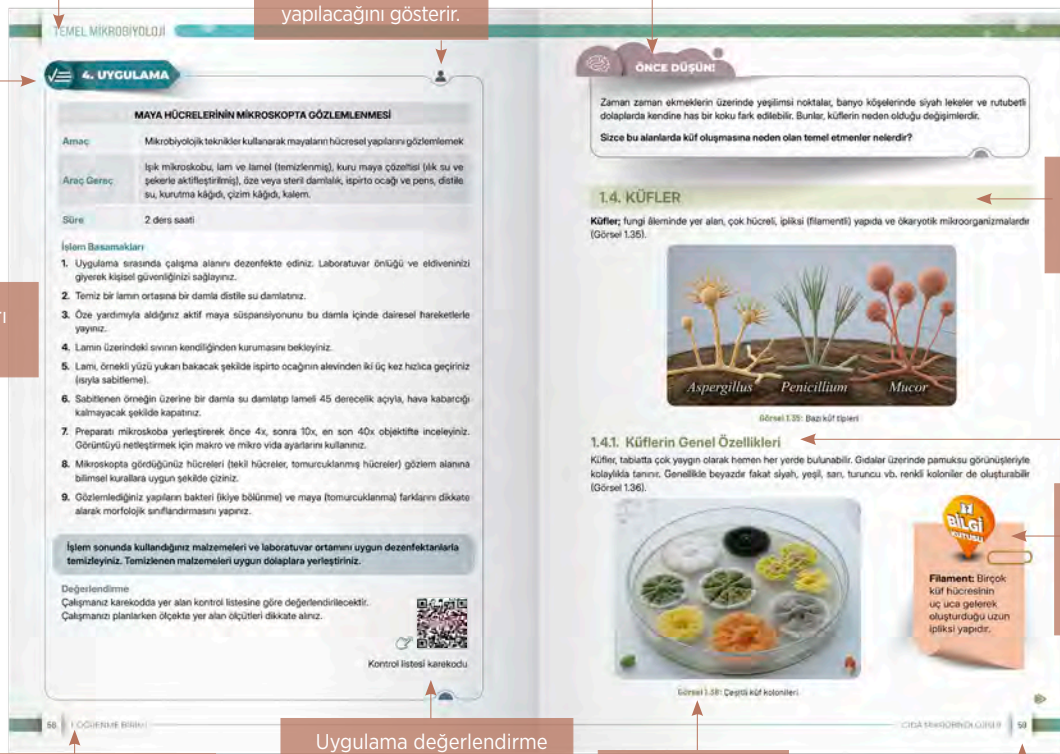
2.2.1.1. Kırmızı Ette Mikrobiyal Bozulmalar 131
2.2.1.2. Fermente Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 134
2.2.1.3. Kanatlı Etlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 135

1. UYGULAMA: ETTE MİKROBİYAL BOZULMA KONTROLÜ 136

2.2.2. Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 138
2.2.2.1. Sütte Mikrobiyal Bozulmalar 138
2. UYGULAMA: FARKLI SÜT ÖRNEKLERİNDE BOZULMA SÜRECİNİN GÖZLEMLENMESİ 143
2.2.2.2. Peynirde Mikrobiyal Bozulmalar 144
2.2.2.3. Yoğurtta Mikrobiyal Bozulmalar 146
2.2.2.4. Tereyağında Mikrobiyal Bozulmalar 147
2.2.2.5. Dondurmada Mikrobiyal Bozulmalar 148
2.2.3. Yumurtada Mikrobiyal Bozulmalar 148
2.2.4. Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulmalar 152
2.2.4.1. Taze Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma 152
2.2.4.2. Dondurulmuş Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma 156
2.2.4.3. Kuru Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma 157
2.2.4.4. Fermente Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma 157
2.2.4.5. İçecekler, Reçeller, Meyve ve Sebze Sularında Mikrobiyal Bozulmalar 158
2.2.4.6. Konservede Mikrobiyal Bozulmalar 159
2.2.5. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 162
2.2.6. Tahıl Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar 164
2.2.6.1. Unda Mikrobiyal Bozulmalar 165
2.2.6.2. Ekmekte Mikrobiyal Bozulmalar 165
3. UYGULAMA: EKMEKTEKİ SÜNME HASTALIĞININ MİKROSKOPTA İNCELENMESİ . 166
2.3. MİKROBİYAL GIDA ZEHİRLENMELERİ 168
2.3.1. Gıda Zehirlenmelerinin Sınıflandırılması 171
2.3.1.1. İntoksikasyon 171
2.3.1.2. Enfeksiyon 177
2.3.1.3. Toksikoenfeksiyon 191
ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ 196
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 197
KAYNAKÇA 205
CEVAP ANAHTARLARI KAREKODU 210
GENEL AĞ, GÖRSEL KAYNAKÇASI KAREKODU 210

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

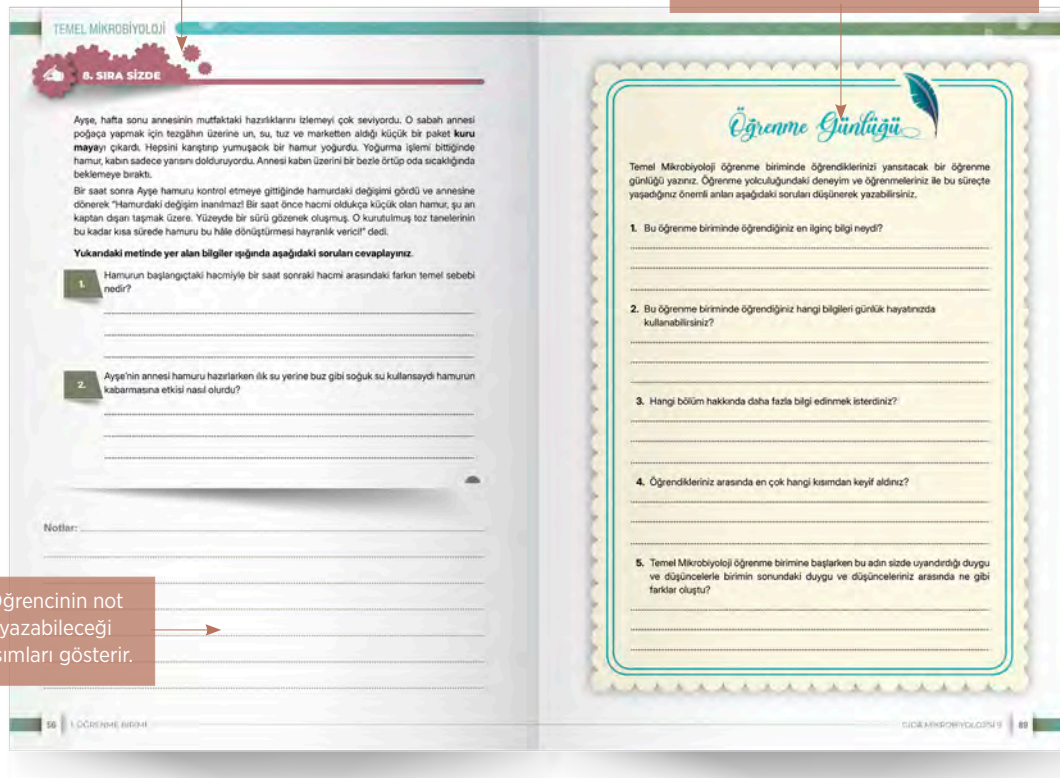




DERS MATERYALİNİN TANITIMI

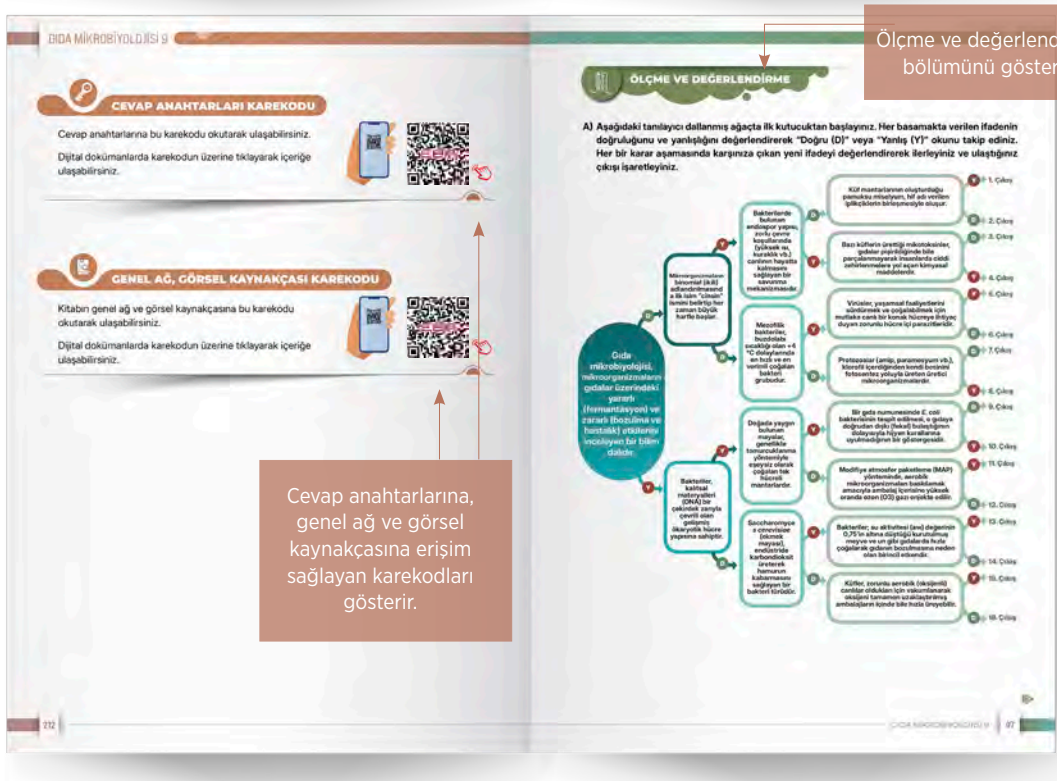
Öğrencinin aktif olarak katıldığı alıştırmaları gösterir.

Öğrenme birimi sonunda öğrencinin öz değerlendirmesi için öğrenme günlüğünü gösterir.



Öğrencinin not yazabileceği kısımları gösterir.

Ölçme ve değerlendirme bölümünü gösterir.



Cevap anahtarlarına, genel ağ ve görsel kaynakçasına erişim sağlayan karekodları gösterir.

* Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.

YABANCI KÖKENLİ SÖZCÜKLERİN TÜRKÇE OKUNUŞLARI

YABANCI KELİME	TÜRKÇE OKUNUŞU
Acetobacter aceti	Asetobakter aseti
Acinetobacter baumannii	Asinetobakter bavmani
Aerial	Eriyıl
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 bifidium	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
Campylobacter	Kampilobakter
Candida albicans	Kandida albikans
Candida kefyr	Kandida kefir
Chagas	Şagas
Chlorophyta	Kılorofita
Chromobacterium lividum	Kromobakteriyum lividum

Chrysophyta	Kırizofita
Clostridium botulinum	Kılostridyum botulinum
Clostridium butyricum	Kılostridyum butirikum
Clostridium nigrificans	Klostridyum nigrifikans
Clostridium perfringens	Kılostridyum perfiringens
Clostridium sporogenes	Kılostridyum sıporocenis
Clostridium tetani	Kılostridyum tetani
Corynebacterium	Korinebakteryum
Coxiella burnetii	Koksiella burnetti
Cryptosporidiosis	Kıriptosiporidiyoziz
Cryptosporidium parvum	Kıriptosporidyum parvum
Cyclospora cayetanensis	Saykılospora kayetanensis
Debaryomyces hansenii	Debaryomises hanseni
Entamoeba histolytica	Entemeba histolitika
Enterobacter aerogenes	Enterobakter aerocenes
Enterococcus	Enterokokus
Enterococcus faecalis	Enterokokus fekalis
Erwinia amylovora	Ervinia amilovora
Erwinia carotovora	Ervinia karatovora
Escherichia coli	Eşerişiya koli
Euglenophyta	Öglenofita
fast-food	Festfud
Flavobacterium	Flavobakteryum
Fusarium	Fusaryum
Ghent	Cent
Ciyardiya duodenalis	Cardiya duodenalis
Ciyardiya intestinalis	Cardiya intestinalis
Ciyardiya lamblia	Cardiya lambliya
Guillain-Barre	Giyen-Bare
Hurdle technology	Hardıl teknoloci
Justinus Kerner	Castınıs Körnir
Klebsiella	Kılebsiyella
Kluyveromyces	Kılayveromaysis
Lactobacillus acidophilus	Laktobasilyus asidofilus
Lactobacillus bulgaricus	Laktobasilyus bulgarikus

Lactobacillus curvatus	Laktobasilyus kurvatus
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*	Laktobasilyus delburişki subsp bulgarikus
Lactobacillus helveticus	Laktobasilyus helvetikus
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 sakei	Laktobasilyus sakei
Leuconostoc cremoris	Lökonostok kremoris
Listeria ivanovii	Listerya ivanovi
Listeria monocytogenes	Listeriya monositogenes
Logos	Logos
Louis Pasteur	Lui Pastör
Micrococcus	Mikrokok
Mucor stolonifer	Mukor sitolonifer
Mucor	Mukor
Mycobacterium tuberculosis	Mikobakteryum tuberkülozis
Paramecium	Paramesyum
Penicillium camemberti	Penisilyum kamemberti
Penicillium casei	Penisilyum kaseyi
Penicillium chrysogenum	Penisilyum kirizocenum
Penicillium citrinum	Penisilyum sitrinum
Penicillium expansum	Penisilyum ekspansum
Penicillium nalgiovensis	Penisilyum nalcovensis
Penicillium patulum	Penisilyum patulum
Penicillium roqueforti	Penisilyum rokforti
Penicillium viridicatum	Penisilyum viridikatum
Phaeophyta	Feyofita
Phytophthora cactorum	Faytofora kaktorum
Pichia anomala	Pikiya anomala
Pichia kluyveri	Pikiya kıleyveri
Pichia pastoris	Pikiya pastoris
Proteus vulgaris	Pıroteus vulgaris
Pseudohif	Pösodohif
Pseudomonas fluorescens	Psödomonas floresens

Pseudopodium	Püsoudopodyum
Pyrrophyta	Firofita
Reiter	Rayter
Rhizopus oligosporus	Rizopus oligosporus
Rhizopus oryzae	Rizopus orizai
Rhizopus stolonifer	Rizopus sitolonifer
Rhodophyta	Rodofita
Saccharomyces cerevisiae	Sakharomaysis serevisiya
Salmonella typhi	Salmonella tifi
Sarcina	Sarsina
Serratia marcescens	Seratya masesens
Scoby	Sikobi
Slime layer	Slaym leyır
Spirogyra	Spayrocayra
Staphylococcus aureus	Stafilokokus aureyus
Streptococcus cremoris	Sitreptokokus kıremoris
Streptococcus lactis	Sitreptokokus laktis
Streptococcus pneumoniae	Sitreptokokus pinömonie
Streptococcus pyogenes	Sitreptokokus payojenes
Streptococcus thermophilus	Sitreptokokus termofilus
Submerged	Submörcd
Torula	Torula
Toxoplasma gondii	Toksopilasma gondi
Trichomonas intestinalis	Tirişomonas intestinalis
Trypanosoma cruzi	Tiripanosoma kurutsi
Uncoating	Ankoting
Vibrio parahaemolyticus	Vibriyo parahaemolitikus
Vibrio vulnificus	Vibriyo vulnifikus
Vibrio cholerae	Vibriyo kolera
Volvox	Valvaks
Yersinia enterocolitica	Yersiniya enterokolitika
Yersinia pestis	Yersiniya pestis

LABORATUVARLARDA UYULMASI GEREKEN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ KURALLARI

1. Laboratuvar çalışmalarına öğretmenin veya sorumlu personelin rehberliği ve izni olmadan başlanmamalıdır.
2. Laboratuvarda koşulmamalı, şakalaşılmamalı ve dikkat dağıtıcı davranışlarda bulunulmamalıdır.
3. Açık yara, kesik veya bulaşıcı hastalığı bulunan öğrenciler gerekli koruyucu önlemleri almadan laboratuvar çalışmalarına katılmamalıdır.
4. Laboratuvar çalışmalarında önlük, eldiven, maske, koruyucu gözlük gibi kişisel koruyucu donanım eksiksiz kullanılmalıdır.
5. Uzun saçlar toplanmalı; açık ayakkabı, takı ve bol kıyafet kullanılmamalıdır. Kişisel eşyalar çalışma alanında bırakılmamalıdır.
6. Laboratuvar ortamında yiyecek ve içecek tüketilmemeli, sakız çiğnenmemeli ve kişisel bakım uygulamaları yapılmamalıdır.
7. Laboratuvarda bulunan maddelerin tadına bakılmamalı ve bu maddeler doğrudan koklanmamalıdır.
8. Çalışma alanı, deney öncesinde ve sonrasında uygun dezenfektanlarla temizlenmelidir. Çalışma sonunda eller hijyen kurallarına uygun şekilde yıkanmalıdır.
9. Kimyasal maddelerin ve mikrobiyolojik kültürlerin etiket bilgileriyle güvenlik işaretleri dikkatlice okunmadan işlem yapılmamalıdır.
10. Kimyasal maddeler ağız yoluyla pipetlenmemeli ve uygun depolama koşullarında saklanmalıdır. Yanıcı ve uçucu maddeler açık alev kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
11. Kimyasal madde dökülmelerinde uygun temizlik ve güvenlik prosedürleri uygulanmalıdır. Gerektiğinde çeker ocak kullanılmalıdır.
12. Mikrobiyolojik analizlerde aseptik teknik kurallarına uyulmalı ve steril malzemeler dikkatli kullanılmalıdır.
13. Mikrobiyolojik kültür kapları gereksiz yere açılmamalı ve kontaminasyona neden olabilecek davranışlardan kaçınılmalıdır.
14. Kültürlerle temas eden malzemeler sterilizasyon işlemi uygulanmadan ortamdan uzaklaştırılmamalıdır.
15. Temiz ve kirli malzemeler ayrı alanlarda bulundurulmalı, çapraz kontaminasyonu önlemek amacıyla araç gereç farklı numunelerde kullanılmadan önce dezenfekte edilmelidir.
16. Deneylerde kullanılan gıda numunelerinin son kullanma tarihleri ve saklama koşulları kontrol edilmelidir. Kullanım sonrası numuneler uygun şekilde imha edilmelidir.
17. Sıcak yüzeylere ve ısıtılmış laboratuvar malzemelerine çıplak elle dokunulmamalı, gerekli durumlarda maşa veya ısıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.
18. Kesici ve delici araç gereç dikkatli kullanılmalı, kullanım sonrasında uygun atık kutularına bırakılmalıdır.
19. Elektrikli cihazlar ıslak elle kullanılmamalı ve kullanım talimatlarına uygun şekilde çalıştırılmalıdır.
20. Cam, kimyasal ve biyolojik atıklar birbirine karıştırılmadan uygun atık toplama kaplarına atılmalıdır.
21. Deney sırasında oluşan yaralanma, dökülme veya cihaz arızaları derhâl öğretmene bildirilmelidir.
22. Acil çıkış yolları, yangın söndürme ekipmanı, ilk yardım setleri ve toplanma alanlarının yerleri öğrenilmelidir.
23. Deney süreçleri ve sonuçları laboratuvar defterine düzenli olarak kaydedilmelidir.
24. Çalışma tamamlandıktan sonra kullanılan araç gereç temizlenmeli, cihazlar güvenli şekilde kapatılmalı ve laboratuvar düzenli bırakılmalıdır.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

TEMEL MİKROBİYOLOJİ



Öğrenme Birimi Karekodu

KONULAR

1.1. GIDA MİKROBİYOLOJİSİ
1.2. BAKTERİLER
1.3. MAYALAR
1.4. KÜFLER
1.5. VİRÜSLER, ALGLER VE PROTOZOALAR

ANAHTAR KAVRAMLAR

- bakteriler
- gıda mikrobiyolojisi
- ikili adlandırma
- küfler
- mayalar
- mikrobiyal sınıflandırma
- mikrobiyoloji

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- mikrobiyoloji ve gıda mikrobiyolojisinin temel kavramlarını, mikroorganizmaların adlandırılmasını, çoğalma şekillerini ve sınıflandırılmasını açıklamanız
- bakteri, maya, küf, virüs, alg ve protozoaların genel özelliklerini, hücre yapılarını, çoğalma şekillerini, sınıflandırılmalarını ve gıda endüstrisindeki önemlerini açıklamanız

beklenmektedir.



ÖNCE DÜŞÜN!

Görsel 1.1'i inceleyiniz. Görselde yer alan gıdaların neden farklı raf ömrüne sahip olduğunu tuzlama, dondurma, kurutma işlemlerini dikkate alarak yorumlayınız.



Görsel 1.1: Bazı muhafaza yöntemleri

1.1. GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

Gıda mikrobiyolojisi; gıdaların üretim, işleme ve muhafaza süreçlerinde rol oynayan, mikroorganizmaların faydalı ve zararlı faaliyetlerini inceleyen, gıda güvenliğiyle halk sağlığının korunmasında kritik öneme sahip dinamik bir bilim dalıdır.

1.1.1. Mikrobiyoloji ve Gıda Mikrobiyolojisi

Mikrobiyoloji; mikros, bios ve logos kelimelerinin birleşiminden oluşan bir sözcüktür. 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, mikroskopla görülebilen canlılardır (Görsel 1.2).



Görsel 1.2: Çeşitli mikroorganizmalar

Gıda, insanların yaşamını devam ettirebilmeleri için gerekli olan besin ögelerinin (yağ, karbonhidrat, vitamin vb.) kaynağını oluşturur. İlaç ve tütün hariç yenebilen ya da içilebilen; ham, işlenmiş veya yarı işlenmiş besinlerin tamamıdır. Başka bir deyişle canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri, büyümeleri ve enerji üretmeleri için dışarıdan aldıkları her türlü yiyecek ve içecektir.

Gıda mikrobiyolojisi; gıdalarda mikrobiyal üremeyi kontrol altında tutmak amacıyla sıcaklık, pH, su aktivitesi ve koruyucuların birlikte kullanıldığı engeller teknolojisi (hurdle technology) başta olmak üzere modern muhafaza yöntemlerinin bilimsel temelini oluşturur. Bu sayede gıdaların besin değerini kaybetmeden, minimum işlem uygulanarak raf ömrünün uzatılması ve biyogüvenlik risklerine karşı korunması sağlanır. Mikroorganizmalar; gıda endüstrisinde hem yararlı hem de zararlı etkiye sahiptir (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Mikroorganizmaların yararlı (a) ve zararlı (b) etkileri

1.1.2. Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi

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

1.1.3. Mikroorganizmaların Sınıflandırılması

Mikroorganizmalar; gıda endüstrisinde oynadıkları role, Bergey'in taksonomisine ve hücre yapılarına göre üç grupta incelenmektedir.

1.1.3.1. Gıda Endüstrisinde Oynadıkları Role Göre Mikroorganizmaların Sınıflandırılması

Mikroorganizmalar gıda endüstrisinde oynadıkları role göre patojen, bozulmaya neden olan, yararlı ve indikatör olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır (Görsel 1.4).

a) **Patojen Mikroorganizmalar:** Bulunduğu ortamdaki enfeksiyon ve intoksikasyonun kaynağı olan mikroorganizmalardır.



Görsel 1.4: Mikroorganizmaların gıda endüstrisinde rolü

b) Bozulma Yapan Mikroorganizmalar: Gıdalar üzerinde çoğalarak gıdanın renk ve yapısında bozulmalara, gıdalarda hoş olmayan kokuların oluşumuna ve gıdaların besin değerinde kayıplara neden olan mikroorganizmalardır.

c) Yararlı Mikroorganizmalar: Laktoz, maltoz gibi organik bileşiklerin parçalanmasında; kefir, yoğurt, sucuk gibi fermente ürünlerin üretiminde; protein, antibiyotik gibi bileşiklerin elde edilmesinde kullanılan mikroorganizmalardır.

ç) İndikatör Mikroorganizmalar: Ortamda bulunan bu mikroorganizmalar, ürünlerin muhafaza edildiği hijyen koşullarının yetersiz olduğunu ve bulaşmanın gerçekleştiğini gösterir.

1. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde mikroorganizmaların gıda endüstrisindeki rolü, etkisi ve örnekleri harflendirilerek verilmiştir. Bu kavramların griddeki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Doğru kutucuk harflerini ilgili boşluklara yazınız (Bir maddenin birden fazla karşılığı olabilir.).

a) indikatör mikroorganizmalar	**b)** gıdanın doku ve kokusunda değişim	**c)** yoğurt ve kefir üretimi
ç) enfeksiyon ve zehirlenme	**d)** hijyen şartlarının yetersizliği	**e)** bozulma yapan mikroorganizmalar
f) patojen mikroorganizmalar	**g)** antibiyotik ve protein eldesi	**ğ)** yararlı mikroorganizmalar

1. Gıda endüstrisinde kullanılan mikroorganizma sınıflandırmasına ait isimler: .....
2. Gıdaların üretiminde veya gıdanın endüstriyel değer kazanmasında rol oynayan yararlı mikroorganizmalar: .....
3. Bir gıdanın tüketilmesinin sağlık açısından riskli (hastalık yapıcı) olduğunu doğrudan ifade eden sınıf ve etkisi: .....
4. İşletme sahibi, deposundaki ürünleri kontrol ederken ürünlerin hijyenik olmayan koşullarda saklandığını fark etmiştir. Bu durumu bilimsel olarak kanıtlayan ifadeler: .....
5. Gıdanın besin değerinin kaybolmasına ve fiziksel yapısının (renk, yapı) istenmeyen şekilde değişmesine neden olan gruplar: .....

2. SIRA SİZDE

Pazartesi sabahı Kerem, mutfaktaki masada iki farklı mikrobiyolojik olayla karşılaşır. Bir yanda açıkta kaldığı için grileşmiş ve kokusu değişmiş bir **ekmek dilimi**, diğer yanda ise annesinin ılık ortamda bekleterek sütten dönüştürdüğü **taze yoğurt** vardır. Kerem, her iki olayın da **bekleme ve sıcaklık** etkisiyle gerçekleştiğini fark eder ancak sonuçların neden bu kadar farklı olduğunu merak eder.

Kerem'in gözlemlerinden hareketle aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

1. Ekmeğin üzerindeki gri tüylenmeyle sütün yoğurda dönüşmesini sağlayan mikroorganizmaları, gıda endüstrisindeki rollerine göre (patojen, bozulma yapan, yararlı, indikatör) nasıl sınıflandırırsınız?

   Ekmekteki Değişim: .....

   Yoğurttaki Değişim: .....

2. Kerem'in annesi küflenmiş ekmeği çöpe atarken yoğurdu sofraya koymaktadır. Bu durumu; besin değeri kaybı, hoş olmayan koku ve tat oluşumu, organik bileşiklerin parçalanması kavramlarını kullanarak açıklayınız.

.....

.....

1.1.3.2. Mikroorganizmaların Bergey'in Taksonomisine Göre Sınıflandırılması

Mikroorganizmaların sınıflandırılmasında morfolojik (yapı bilimsel), biyokimyasal, kültürel ve patolojik özellikler göz önünde bulundurulur. Sınıflandırma, Bergey'in (Börciy) taksonomisine göre canlılar arasındaki akrabalık ilişkileri dikkate alınarak Şema 1.1'de gösterildiği gibi yapılır.

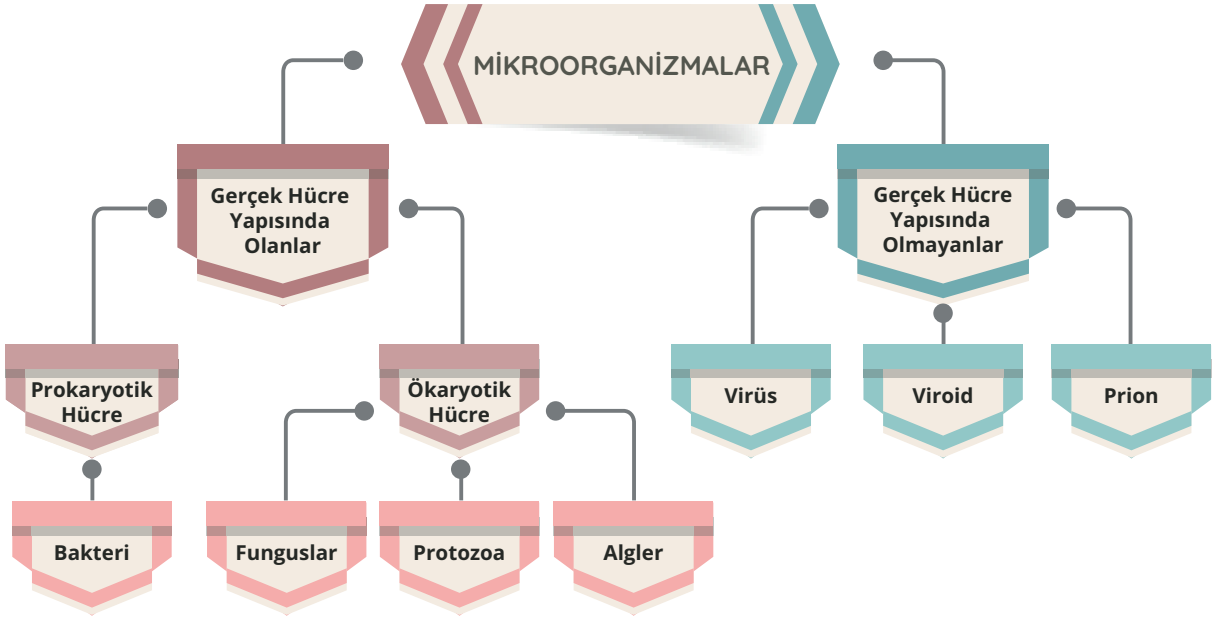


Şema 1.1: Taksonomik kategorilerin âlemden türe sıralanışı

1.1.3.3. Mikroorganizmaların Hücre Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Mikroorganizmalar, gerçek hücre yapısında olanlar ve gerçek hücre yapısında olmayanlar şeklinde ikiye ayrılır. Buradaki **gerçek hücre** terimi, kalıtsal materyalin (DNA) bir zarla çevrelenerek **belirgin bir çekirdek** oluşturduğu yapıları ifade eder.

Mikroorganizmaların sahip oldukları hücre yapısına göre sınıflandırması Şema 1.2'de verilmiştir.



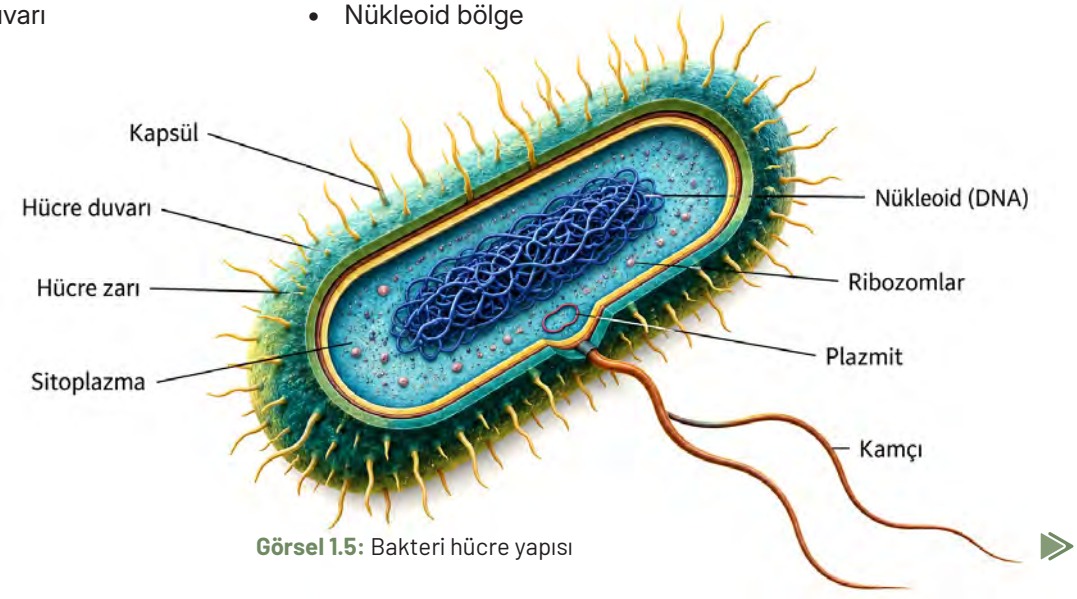
Şema 1.2: Mikroorganizmaların hücre yapısına göre sınıflandırılması

Gerçek hücre yapısında olan mikroorganizmalar prokaryotik ve ökaryotik hücreler olmak üzere iki grupta incelenir.

a) Prokaryotik Hücreler: Belirgin bir zarla çevrili çekirdeği ve zarla çevrili organelleri bulunmayan hücrelere **prokaryot** (Pro, ilkel ve basit; karyot, çekirdek anlamına gelir.) hücre denir. Kalıtım materyali sitoplazma içinde dağılmış olarak bulunur. Prokaryot canlıların tümü **tek hücreli**dir. En tipik örnek **bakteriler**dir (Görsel 1.5).

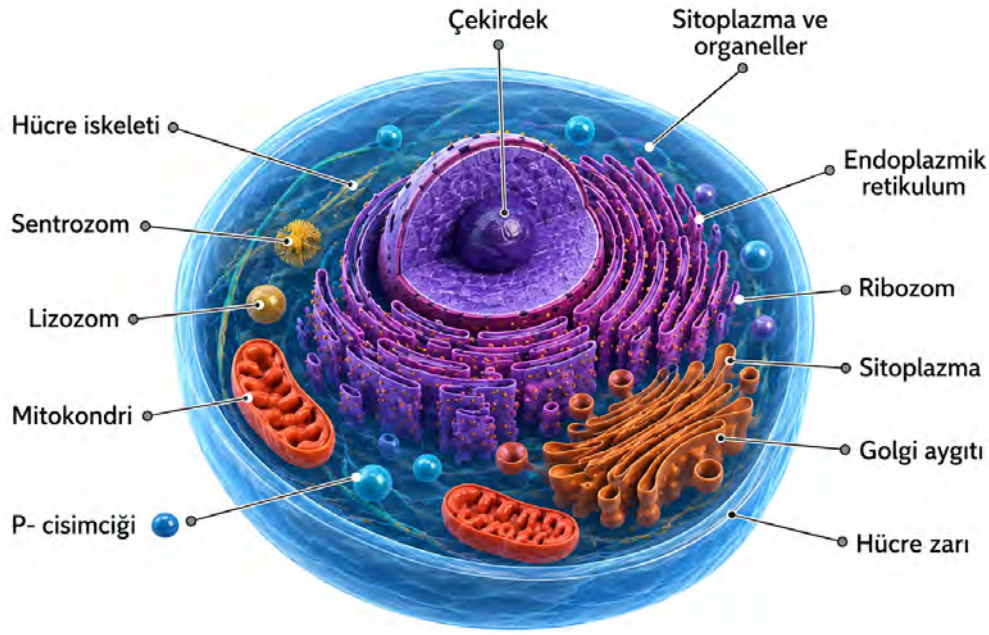
Prokaryotik hücrelerin ışık mikroskobu altında gözlenen kısımları şunlardır:

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



Görsel 1.5: Bakteri hücre yapısı

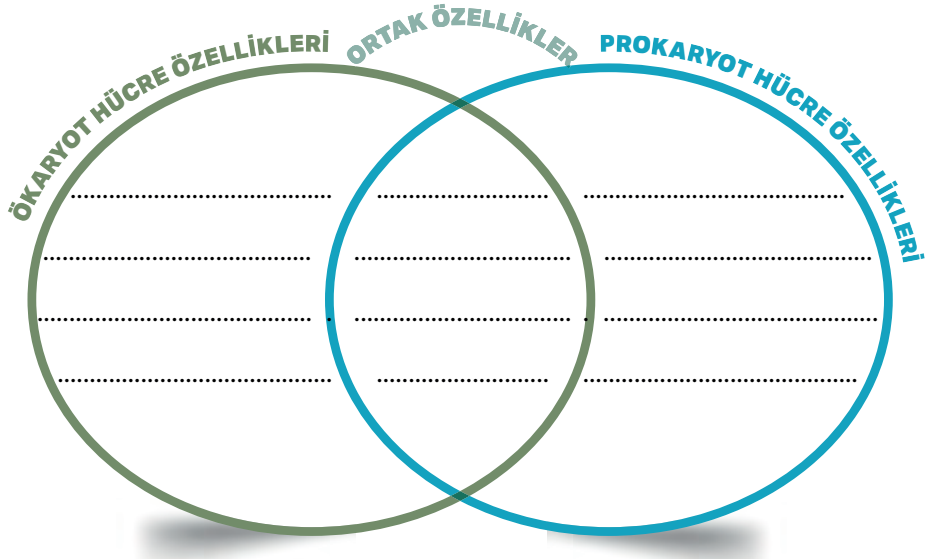
b) Ökaryotik Hücreler: Zarla çevrili bir çekirdeği ve zarlı organelleri bulunan hücrelere **ökaryot** (Eu, iyi ve gelişmiş; karyot, çekirdek anlamına gelir.) hücre denir (Görsel 1.6). Mayalar, küfler, algler, protozoalar ökaryotik hücre yapısına sahip canlılardır.



Görsel 1.6: Ökaryotik hücre yapısı

3. SIRA SİZDE

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin karşılaştırılmasına yönelik Şema 1.3'te verilen boşlukları doldurunuz.



Şema 1.3: Ökaryotik ve prokaryotik hücrelerin karşılaştırılması

ÖNCE DÜŞÜN!

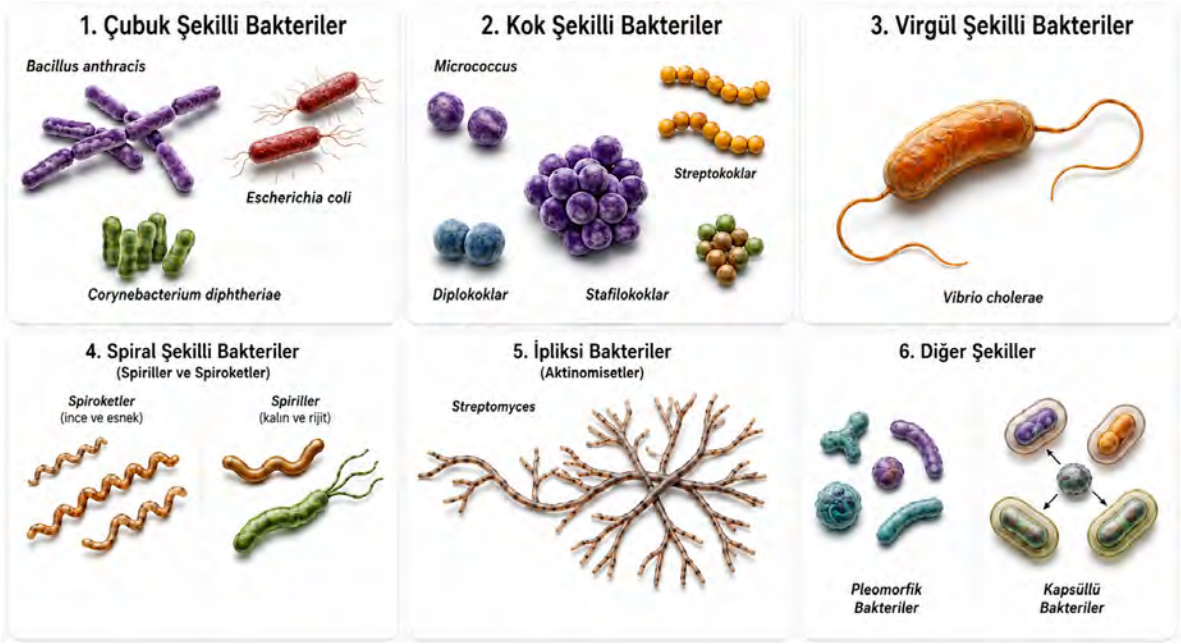
Görsel 1.7'deki gibi çürümüş bir armudu, içinde taze ve sağlam meyvelerin olduğu bir sepete koysaydınız birkaç gün sonra diğer meyvelerde ne gibi bir değişim gözlemlerdiniz? Sizce bu durumun sebebi ne olabilir?



Görsel 1.7: Bakterilerin meyvelere verdiği zarar

1.2. BAKTERİLER

Bakteriler; prokaryotik hücre yapısında farklı şekillere sahip, tek hücreli canlılardır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Çeşitli bakteriler

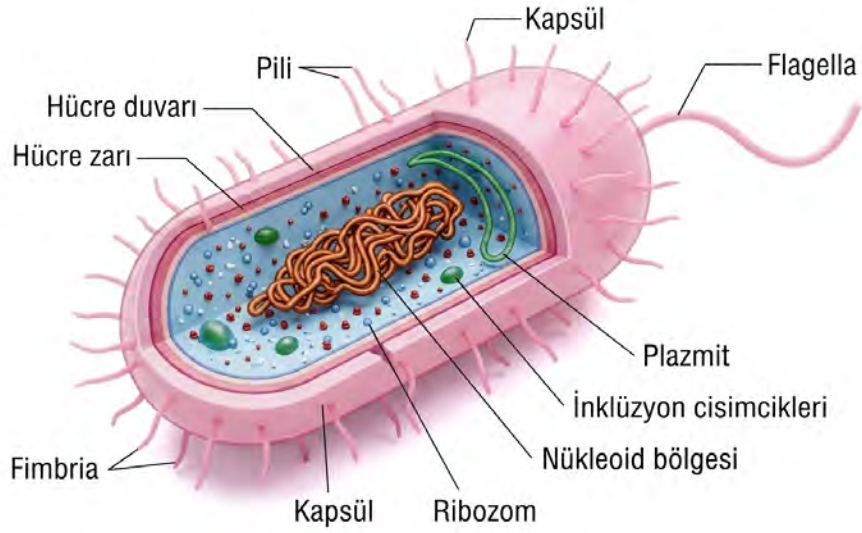
1.2.1. Bakterilerin Genel Özellikleri

Bakterilerin genel özellikleri şunlardır:

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

1.2.2. Bakterilerin Hücre Yapısı

Bakteriyel hücre yapısı, organizmanın dış ortamla etkileşiminden genetik bilgi aktarımına kadar hiyerarşik bir düzen içinde incelenir. Hücreyi oluşturan bu yapılar; dıştan içe doğru hücre zarı, yüzey eklentileri ve sitoplazmik içerik olmak üzere üç grupta toplanır (Görsel 1.9).



Görsel 1.9: Bakterilerin hücre yapısı

Şema 1.4'te görüldüğü gibi bakterilerin anatomik yapısı iç ve dış yapı olmak üzere başlıca iki bölümde incelenir.



Şema 1.4: Bakteri anatomik yapısına ait kısımlar

Bakterilerin Dış Yapısı

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

- **Hücre Duvarı:** Kalınlığı bakteri türleri arasında farklılık gösteren hücre duvarı, bakterileri çevresel faktörlerin olumsuz etkilerinden korur ve osmoz olayında görev alır.
- **Kamçı:** Bakterilerin hareket etmesini sağlayan, protein yapısındaki organeldir.
- **Pilus:** Bakteri hücre zarından çıkan basit pilus ve seks pilusu olarak isimlendirilen organeldir. Bakterinin tutunmasında görev alır.
- **Kapsül:** Bazı bakteri hücrelerinde bulunan, jel kıvamındaki en dış tabakadır. Dış etkilere karşı koruma sağlamanın yanı sıra bakterilerin hastalık yapma yeteneğini de artıran bir organeldir.

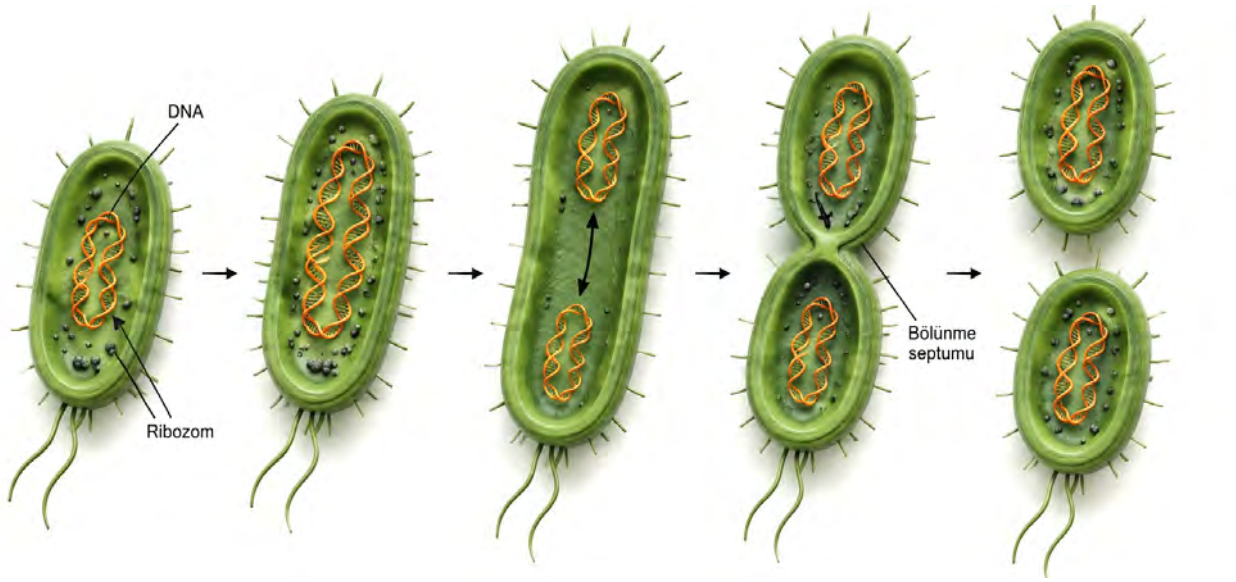
Bakterilerin İç Yapısı

Sitoplazmik membran (zar), mesozom, nükleoid, ribozom, plazmidden oluşur.

- **Sitoplazmik Membran:** Hücre duvarının altında bulunan ve sitoplazmayı saran iki katmanlı bir zardır.
- **Mesozom:** Görevleri tam olarak açıklanamayan, sitoplazmik zarın sitoplazma içine doğru kıvrılmasıyla oluşan yapılardır.
- **Nükleoid:** Bakteri hücresinin orta kısmında bulunan, uzun ve kıvrımlı bir DNA molekülünden oluşan genetik materyaldir. Tek kromozomdan oluşur ve yumağa benzer bir yapı gösterir.
- **Ribozom:** Bakteri hücresinde protein sentezinin yapıldığı organeldir.
- **Plazmid:** Prokaryotik hücrelerde kromozomlardan ayrı olarak bulunan, ek kromozomal DNA parçalarıdır. Plazmidler, olumsuz koşullar altında bakteri kromozomuyla birleşerek bakteriye yeni özellikler kazandırabilir.

1.2.3. Bakterilerde Çoğalma

Bakteriler ve tüm mikroorganizmalar, uygun ortamda bulunduklarında gelişerek çoğalır. Canlıların nesillerinin devamını sağlamak için kendilerine benzer yapıda yeni canlılar meydana getirmelerine **üreme** adı verilir. Bakteriler, **vejetatif** bir çoğalma şekli olan **ikiye bölünme** yoluyla çoğalmaktadır (Görsel 1.10).



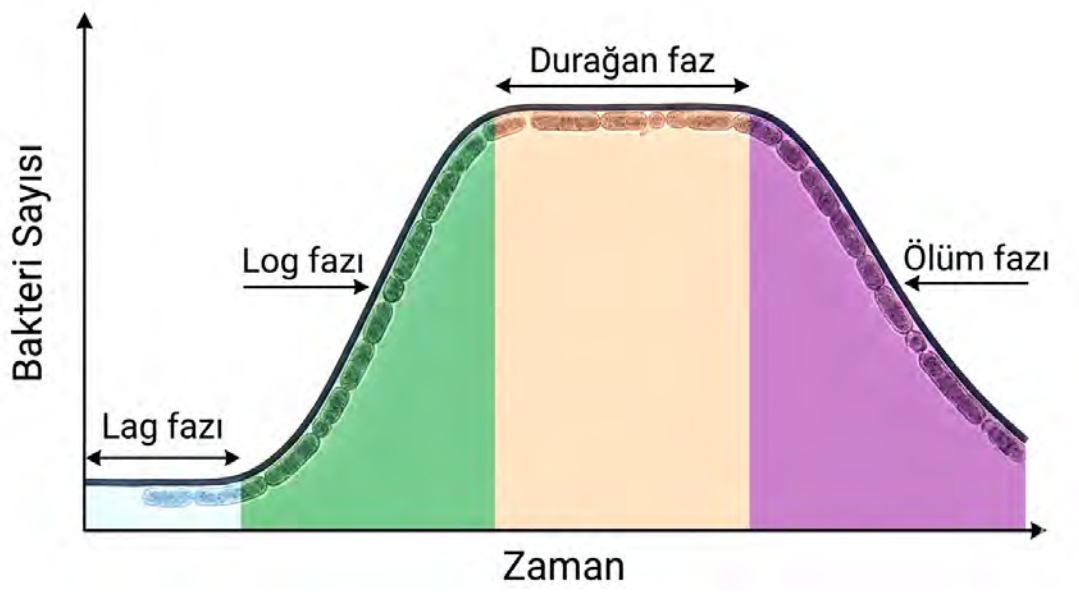
Görsel 1.10: Bakterilerde bölünerek çoğalma

Bakteriler ikiye bölünerek çoğalırken ilk hücrenin genetik olarak gerçek bir kopyası olan yeni iki hücre meydana gelir. Bu çoğalmanın aşamaları şunlardır:

1. Genetik materyalin (DNA'nın) kopyalanması
2. DNA'nın parçalara bölünerek ayrılması
3. Hücre zarının sitoplazma içine doğru ilerleyerek hücre duvarları arasında septum (bölme) oluşturması
4. Hücrenin septum oluşan kısımlardan ikiye ayrılması

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 dakikayken *V. parahaemolyticus* cinsi 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 (Grafik 1.1).



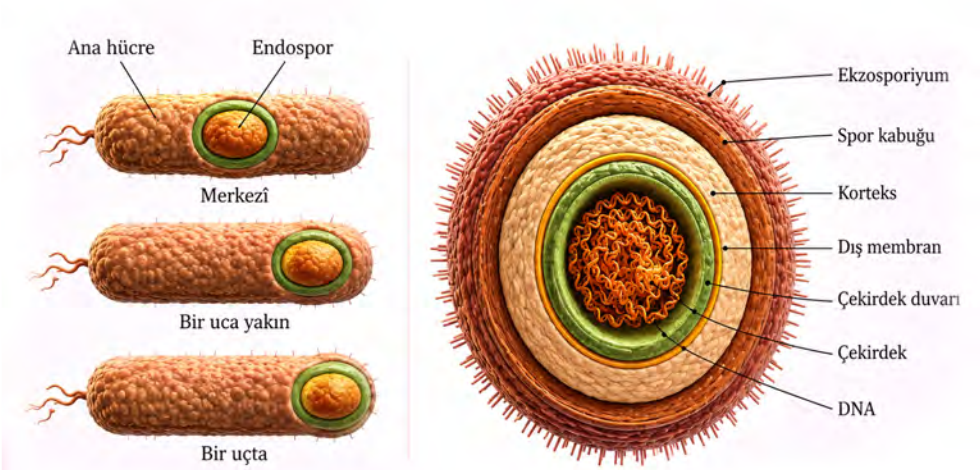
Grafik 1.1: Bakterilerin çoğalma eğrisi

Bakterilerin kültür ortamındaki gelişme dönemleri sırasıyla şöyledir:

1. **Lag Fazı:** Popülasyonun değişmediği, hücrelerin büyüdüğü, bakteri kütlesinin arttığı dönemdir.
2. **Logaritmik Çoğalma Fazı:** Popülasyondaki hücrelerin bölünerek çoğalmasıyla popülasyon sayısının arttığı dönemdir.
3. **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.
4. **Ölüm Fazı:** Durağan faz sonrasında hücrelerin ölüm hızı çoğalma hızından daha yüksek olur. Bu yüzden hücre sayısında belirgin bir azalma görülür.

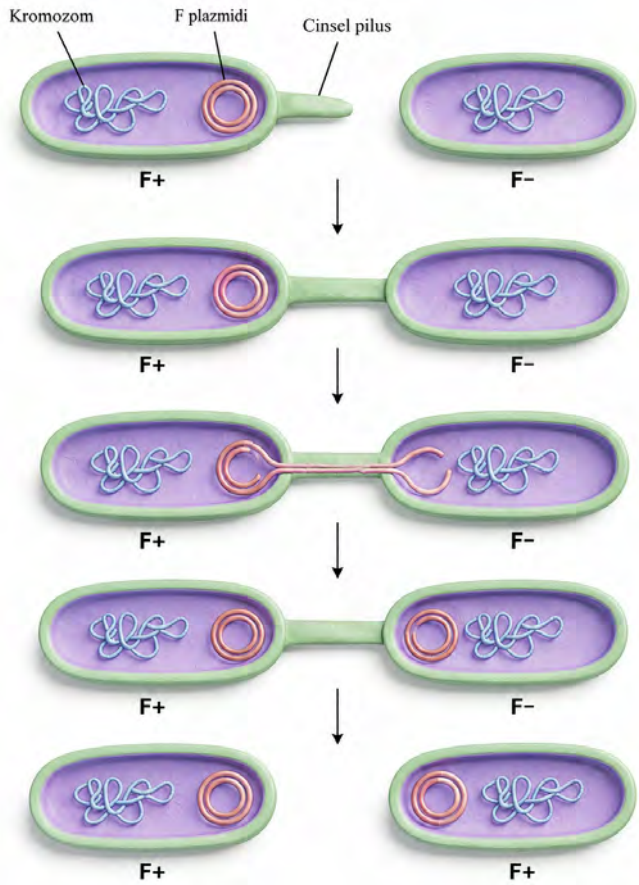
Bacillus, Clostridium gibi bazı bakteriler, bulundukları ortam koşulları zorlaştığında dahi hayatta kalmaya çalışır. Bakteri; ısı, ışık, don, kuruma, radyasyon gibi ortam koşullarına karşı vejetatif formuna kıyasla çok daha dayanıklı, kalın duvarlı ve dirençli yuvarlak bir cisim oluşturur. Bu cisim, çoğu zaman **endospor** veya yalnızca **spor** olarak adlandırılır. Spor ya da endospor, bakterinin canlı ancak uykuda olan formudur. Ortam koşulları iyileştiğinde endospor, çimlenme yoluyla vejetatif forma dönüşebilir.

Endospor, çoğunlukla bakterinin uç kısımlarında olmak üzere hücrenin farklı bölgelerinde oluşabilir. Başka bir deyişle bakterinin **ortasında (santral), ucuna yakın (sub-terminal)** veya **uç kısmında (terminal)** yer alır (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Endosporun hücre yapısı ve hücre içindeki çeşitli yerleri

İki farklı bakteri türü, birbirine yaklaşarak aralarında sitoplazma köprüsü kurabilir ve bu sitoplazmik köprü vasıtasıyla gen alışverişi gerçekleştirebilir. Bu olaya **konjugasyon** adı verilir (Şema 1.5).



Şema 1.5: Bakterilerde konjugasyon

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

4. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde harflendirilmiş kutucuklarda bakteriyel gelişim ve üremeyle ilgili kavramlar verilmiştir. Bu kavramların griddeki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Doğru kutucuk harflerini ilgili boşluklara yazınız.

a) lag fazı	**b)** ikiye bölünme	**c)** endospor
ç) konjugasyon	**d)** jenerasyon zamanı	**e)** ölüm fazı
f) logaritmik faz	**g)** septum	**ğ)** durma fazı

1. Bakterilerin sayıca artışını sağlayan üreme biçimi: .....

2. Bir üreme çeşidi olmayıp iki bakteri arasında genetik çeşitlilik sağlayan olay: .....

3. Bakterilerin olumsuz ortam koşullarına (ısı, ışık, radyasyon vb.) karşı oluşturduğu dayanıklı ve uykuda olan form: .....

4. Bakteri popülasyonunun hızla ikiye katlanarak arttığı gelişim dönemi: .....

5. Bakteri bölünmesi sırasında hücre zarının içeri doğru ilerleyerek oluşturduğu bölmenin adı: .....

.....

6. Hücrelerin ölme hızının çoğalma hızından daha yüksek olduğu evre: .....

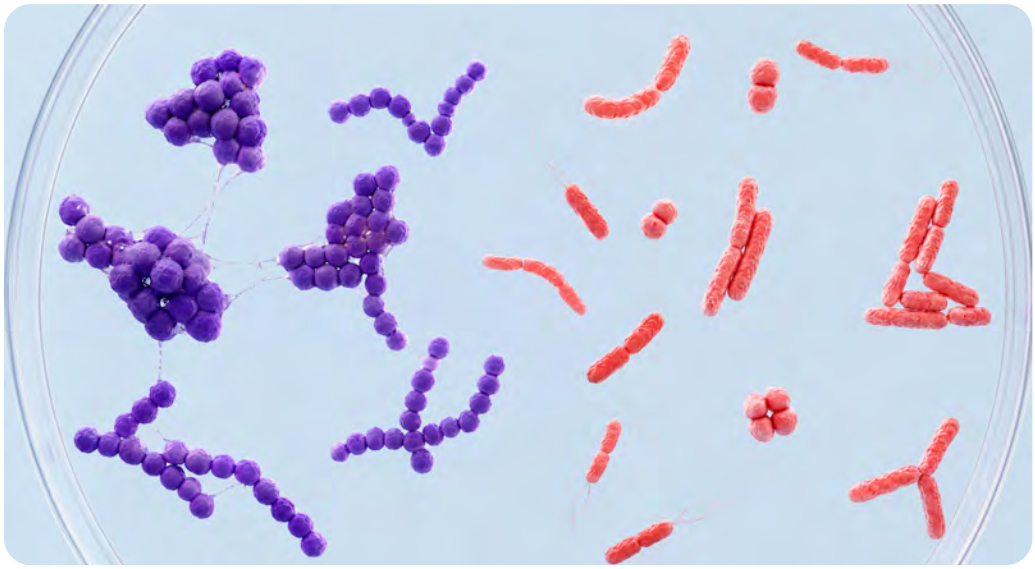
7. Bakteri hücresinin bölünmesi için geçen süreye verilen ad: .....

1.2.4. Bakterilerin Sınıflandırılması

Bakterilerin sınıflandırılmasında sahip oldukları özellikler dikkate alınır. Gram boyanma özellikleri, şekilleri, sıcaklık istekleri, beslenme biçimleri, solunum tipleri sınıflandırmada kullanılmaktadır.

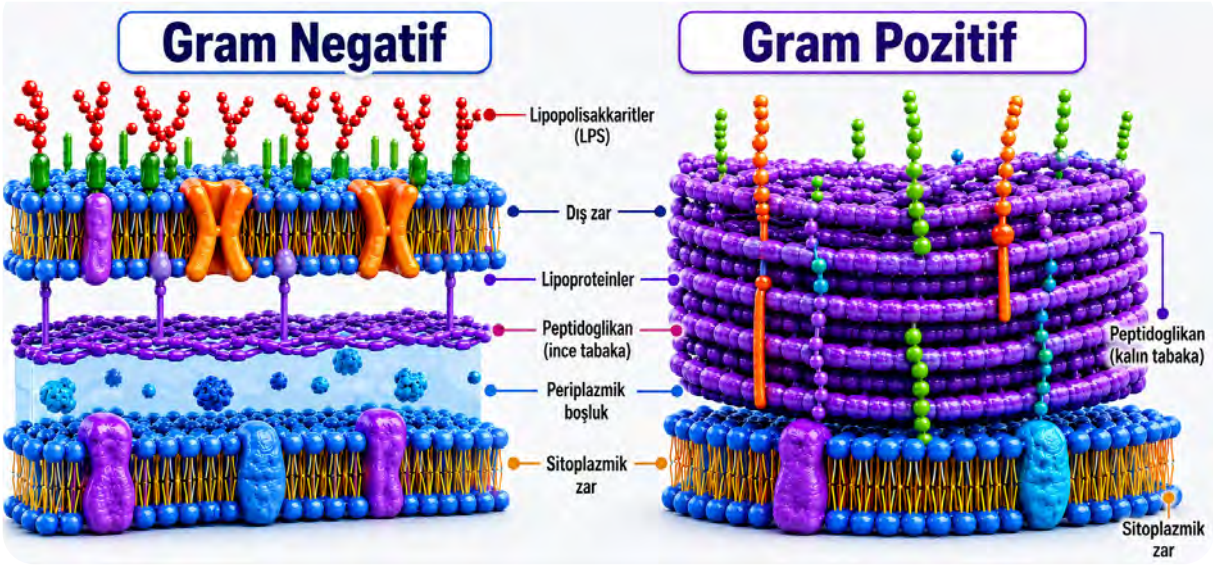
1.2.4.1. Bakterilerin Gram Boyanma Özelliklerine Göre Sınıflandırılması

Gram boyanma işleminde mikroskop altında **mavi-mor** renk alan bakteriler **gram-pozitif**, **kırmızı-pembe** renk alan bakterilerse **gram-negatif** olarak isimlendirilir (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Gram-pozitif ve gram-negatif bakteri örnekleri

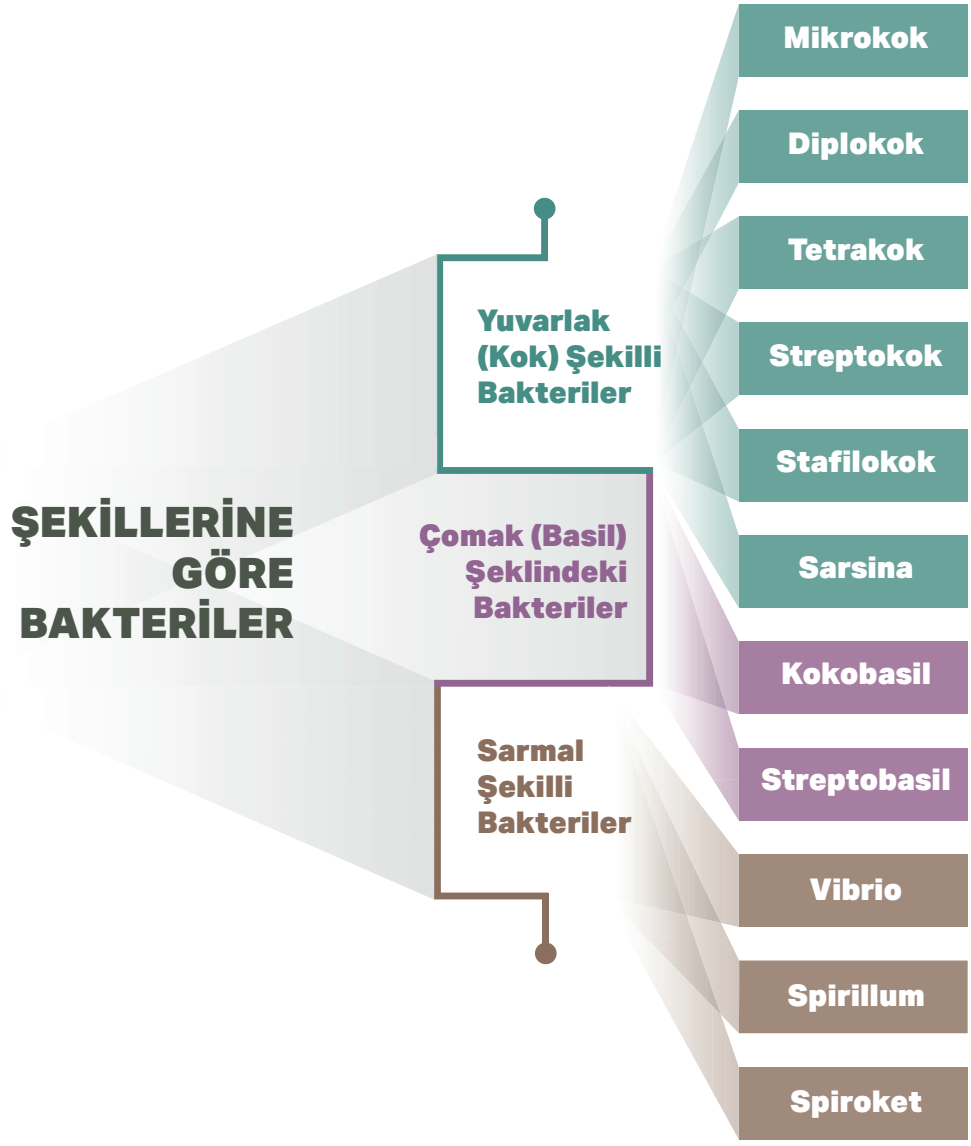
Bakterilerin boyanma işlemi sonucunda farklı renk alması, gram-pozitif bakterilerin hücre duvarında bulunup gram-negatif bakterilerde bulunmayan **peptidoglikan** isimli maddeden kaynaklanmaktadır (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: Gram-negatif ve gram-pozitif bakterilerin hücre yapısındaki farklılıklar

1.2.4.2. Bakterilerin Sahip Oldukları Şekle Göre Sınıflandırılması

Bakteriler; yuvarlak, sarmal ve çomak şekilli olmak üzere üç farklı morfolojik yapıya sahiptir (Şema 1.6).



Şema 1.6: Şekillerine göre bakterilerin sınıflandırılması

Küre şeklinde olan bakterilere **kok** adı verilir (Görsel 1.14). Kok çeşitleri şunlardır:

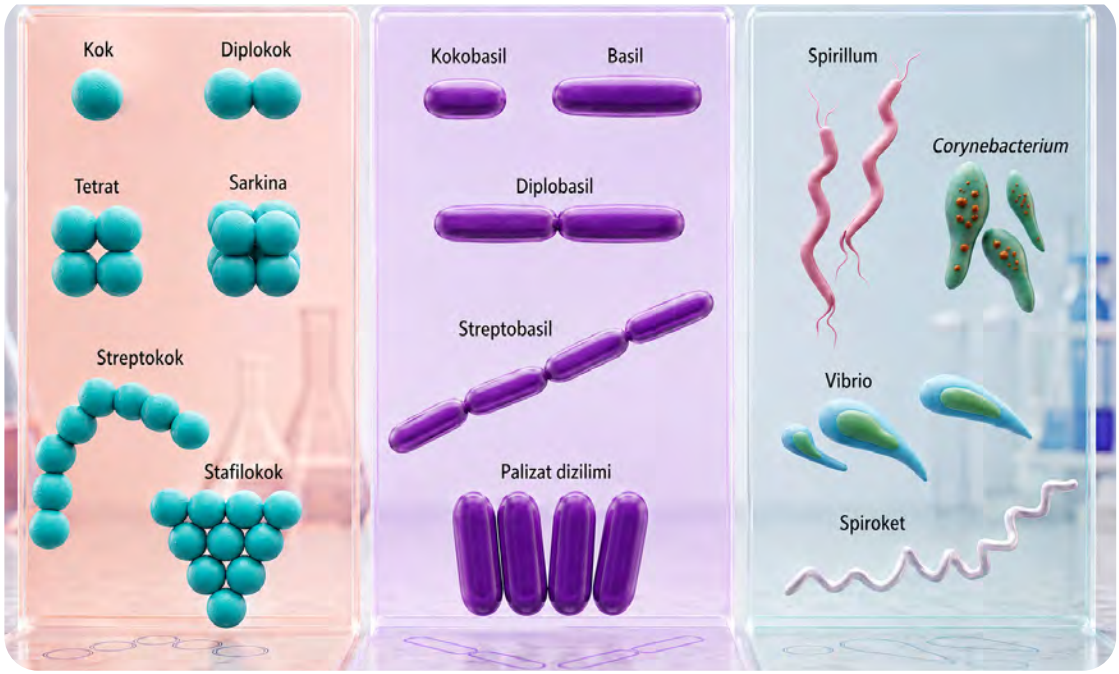
- **Mikrokok:** Bölünme sonucunda hücrelerin ayrılmasıyla oluşan şekildir.
- **Diplokok:** Bölünme sonucunda hücrelerin ikili hâlde bitişik kalmasıyla oluşan şekildir.
- **Tetrakok:** Bölünme sonucunda dörtlü yapılar hâlinde oluşan şekildir.
- **Sarsina:** Bölünme sonucunda sekizli yapılar hâlinde oluşan şekildir.
- **Streptokok:** Bölünme sonucunda yan yana zincir şeklinde oluşan şekildir.
- **Stafilokok:** Bölünme sonucunda salkıma benzeyen yığınlar hâlinde oluşan şekildir.

Çomak şeklindeki bakterilere **basil** adı verilir (Görsel 1.14). Basil çeşitleri şunlardır:

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

Yalnızca tek bir kıvrımı olabileceği gibi, 10-15 kıvrıma da sahip olabilen bakterilere **sarmal bakteriler** adı verilir. (Görsel 1.14). Sarmal bakteri çeşitleri şunlardır:

- **Vibrio:** Virgül şeklindeki bakterilerdir.
- **Spiroket:** Esnek ve bükülebilir kıvrımlı bir yapıya sahip bakterilerdir.
- **Spirillum:** Sert ve bükülemeyen kıvrımlı bir yapıya sahip bakterilerdir.



Görsel 1.14: Çeşitli bakteri şekilleri

1.2.4.3. Bakterilerin Sıcaklık İsteklerine Göre Sınıflandırılması

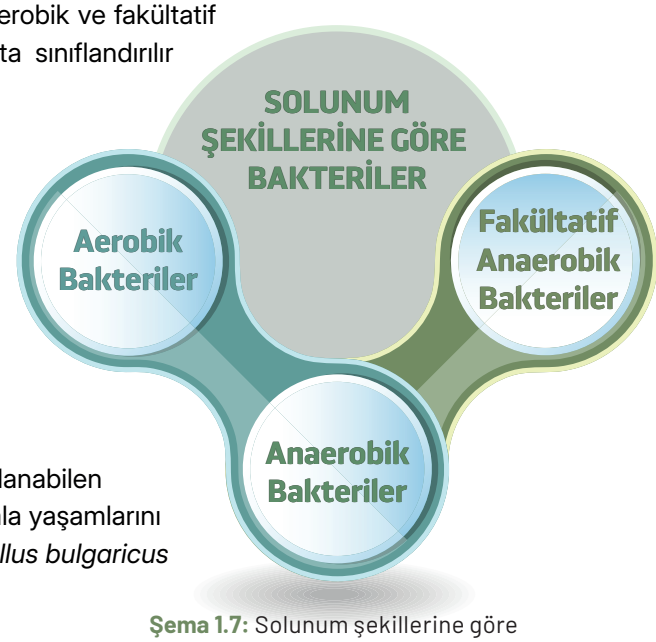
Bakteriler, sıcaklık isteklerine göre psikrofilik, mezofilik ve termofilik olmak üzere üç grupta incelenir.

- **Psikrofilik Bakteriler:** Bu grupta yer alan bakteriler, soğuk seven bakteriler olarak adlandırılır. En düşük 0 °C, optimum 15 °C ve en yüksek 20 °C'ta gelişir. *Listeria monocytogenes, Pseudomonas fluorescens* bakterileri örnek verilebilir.
- **Mezofilik Bakteriler:** Optimum gelişme sıcaklığı 25-45 °C'ta değişen bakteri grubudur. Doğadaki bitki veya hayvan kalıntılarını basit bileşenlere parçalayan çürükçül (saprofit) bakterilerle gıda endüstrisinde önemli rol oynayan birçok bakteri türü bu grupta yer alır. *Escherichia coli, Staphylococcus* bakterileri örnek verilebilir.
- **Termofilik Bakteriler:** Çoğunlukla yüksek sıcaklık koşullarına dayanarak yaşamını devam ettirebilen bakteri grubudur. En az 35-45 °C, optimum 55 °C, en fazla 60-90 °C'ta gelişim gösterir. *Bacillus, Clostridium* bakterileri örnek verilebilir.

1.2.4.4. Bakterilerin Solunum Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Bakteriler, solunum şekillerine göre aerobik, anaerobik ve fakültatif anaerobik bakteriler olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılır (Şema 1.7).

- **Aerobik Bakteriler:** Yaşamlarını devam ettirebilmek, üreyebilmek ve gelişebilmek için oksijene ihtiyaç duyan bakterilerdir. *M. tuberculosis, B. subtilis* örnek verilebilir.
- **Anaerobik Bakteriler:** Oksijensiz ortamda gelişen bakterilerdir. Oksijen, anaerobik bakteriler üzerinde toksik etkiye sahiptir. *Clostridium* sp. örnek verilebilir.
- **Fakültatif Anaerobik Bakteriler:** Oksijeni kullanabilen ancak fermantasyon veya anaerobik solunumla yaşamlarını sürdürebilen mikroorganizmalardır. *Lactobacillus bulgaricus* örnek verilebilir.



Şema 1.7: Solunum şekillerine göre bakterilerin sınıflandırılması

1.2.4.5. Bakterilerin Beslenme Şekillerine Göre Sınıflandırılması

Bakteriler, beslenme şekillerine göre kendi besinini üretebilen **ototrof bakteriler** ve besinlerini bulundukları ortamdan hazır olarak alan **heterotrof bakteriler** olmak üzere iki gruba ayrılır (Tablo 1.1).

Tablo 1.1: Bakterilerin Beslenme Şekillerine Göre Sınıflandırılması

ANA GRUP	ALT GRUP	TEMEL MEKANİZMA
Ototrof (üretici)	Fotoototrof	Fotosentez
	Kemoototrof	Kemosentez
Heterotrof (tüketici)	Saprofit	Çürükçül beslenme
	Parazit	Konakçıya bağımlı

Ototrof bakteriler, fotosentetik bakteriler ve kemosentetik bakteriler olarak iki grupta incelenir.

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

- **Saprofit Bakteriler**: Dış ortama salgıladıkları enzimlerle bitki ve hayvan ölülerini daha basit maddelere parçalayarak çürümelerini sağlar. Madde döngüsünü sağladıklarından doğada önemli rol üstlenir. Bakterilerin çoğu bu grupta yer alır.

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

5. SIRA SİZDE

Bir gıda laboratuvarında çalışan araştırmacı olduğunuzu düşününüz. Elinizde A, B ve C örnekleri olmak üzere üç farklı bakteri örneği bulunmaktadır.

A Örneği Mikroskopta mavi-mor renkte görünen, 37 °C sıcaklıkta (insan vücut ısısı) en iyi gelişen, bitki ve hayvan atıklarının çürümesini sağlayan, oksijenli ortamda yaşayabilen bir bakteridir.

B Örneği Mikroskopta pembe-kırmızı renkte görünen, inorganik bileşiklerden enerji üreten, oksijensiz ortamda yaşayabilen ve 55 °C sıcaklıktaki kaplıca sularında çoğalabilen bir bakteridir.

C Örneği Mikroskopta mavi-mor renkte görünen, klorofili sayesinde kendi besinini üretebilen, hem oksijenli hem oksijensiz ortamda yaşayabilen ve 15 °C sıcaklıkta gelişebilen bir bakteridir.

Bu bilgiler ışığında A, B ve C bakterilerinin aşağıdaki sınıflandırma özelliklerini kullanarak kimlik kartlarını oluşturunuz.

ÖZELLİKLER	A ÖRNEĞİ	B ÖRNEĞİ	C ÖRNEĞİ
Gram Boyanma Grubu			
Beslenme Şekli			
Solunum Tipi			
Sıcaklık İsteği Grubu			

1.2.5. Bakterilerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Bakteriler; çeşitli gıdaların üretiminde (fermantasyon süreçlerinde olduğu gibi) kullanılması, bazı gıdaların bozulmasına neden olması ve gıdaların kalite özelliklerini (görünüm, lezzet, tekstür vb.) etkilemesi nedeniyle gıda endüstrisinde büyük öneme sahiptir. Bu sebeple gıda endüstrisi açısından önemli olan bazı bakterilerin bilinmesi gerekir.

1.2.6. Gıda Endüstrisinde Önemli Bazı Bakteriler

Acetobacter: Alkollü içeceklerle meyve sularında ekşimeye ve bazı meyvelerin çürüme yoluyla bozulmasına neden olur. Alkollü içecek üretiminde istenmeyen sirkeleşme hastalığına neden olur. *Acetobacter aceti,* sirke ve kombuça çayı üretiminde görev alan önemli bir türüdür (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Kombuça çayı üretim aşamaları

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

Aeromonas: Bazı balıklarda **furunkulozis** (Görsel 1.16) adı verilen; balık vücudunun çeşitli yerlerinde **furunkeller** (kabarcıklar), kanamalar, apse gibi oluşumlarla karakterize olan bulaşıcı bir hastalığa neden olur.



Görsel 1.16: Balıklarda furunkulozis

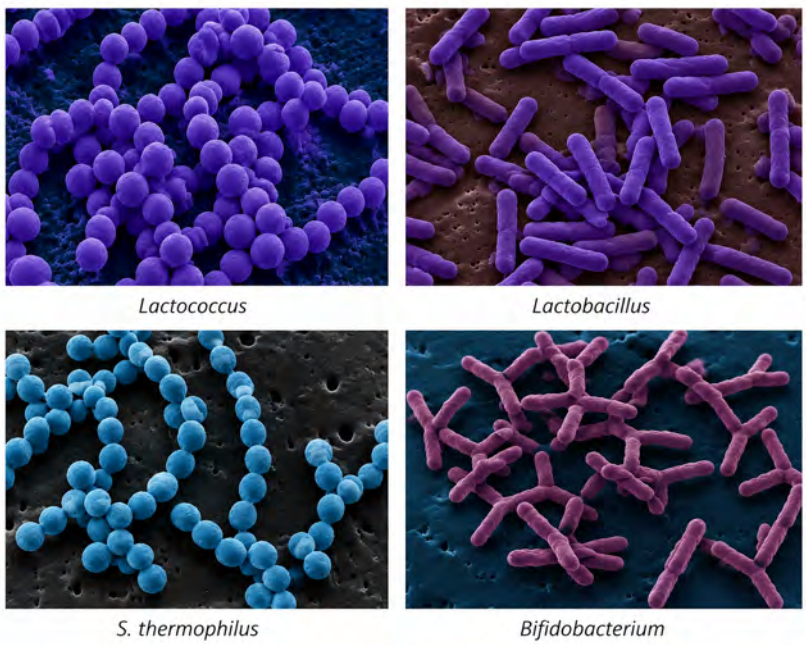
Sığırlarda abortus (yavru atma, düşük) ve mastitise (Görsel 1.17), memeli hayvanlarda septisemiye (kan zehirlenmesi), insan ve domuzlarda ise ishale neden olur. Proteinli gıdaların anaerobik ortamda depolanması sırasında gelişir.



Görsel 1.17: Mastitis hastalığı

Bacillus: Toprakta ve bitkisel ürünlerde (özellikle baharatlarda) yaygın olarak bulunur. Çoğu, mezofil olmakla birlikte psikrofil ve termofil türleri de vardır. ***Bacillus cereus***, 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. subtilis***, enzim ve subtilin antibiyotiğinin üretiminde kullanılır.

Bifidobacterium: İnsan, hayvan ve kuşların kalın bağırsağında bulunur. ***B. bifidum***, ***B. infantis*** vb. türleri probiyotik (yararlı) özellik gösterir (Görsel 1.18).



Görsel 1.18: Bazı probiyotik bakteriler

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

BİLGİ KUTUSU

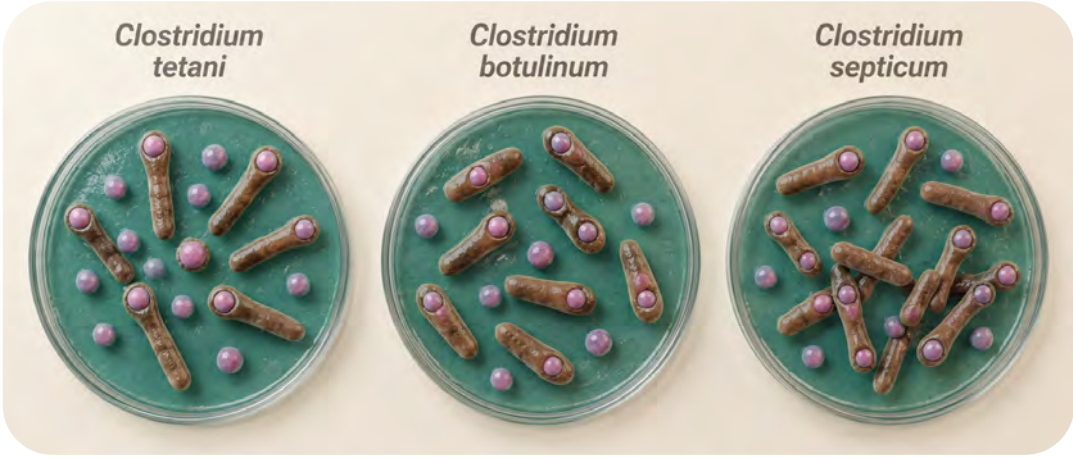
Probiyotikler: Yeterli miktarda alındığında insanın sindirim sistemi (mikrobiyota) sağlığını olumlu yönde etkileyen canlı mikroorganizmalardır. Bağışıklığı güçlendirir, sindirim dostudur, B ve K vitaminlerinin üretiminde görev alır ve gıdaların biyokimyasal süreçlerini yöneterek yeni gıdaların oluşumunu (örneğin sütten yoğurt üretimi gibi) sağlar.

Brucella: Hayvanlarda hastalık yapan bir bakteridir (Görsel 1.19). **Bruselloz** adı verilen; üşüme, hâlsizlik, baş ağrısı, eklem ağrısı ve dalgalı seyreden ateşle kendini gösteren bir hastalığa neden olur. Hastalık insana koyun, keçi, inek ve domuzlardan bulaşır. Bulaşma; hayvanların eti, süt ve süt ürünleri, hasta hayvan atıkları vb. yoluyla olur. *B. melitensis*, *B. abortus*, *B. suis* gibi **patojen** (hastalık yapıcı) türleri bulunur.



Görsel 1.19: *Brucella* cinsi bakteri

Clostridium: Anaerob ortamlarda yaşayabilen ve spor oluşturabilen bakteri grubudur (Görsel 1.20). Sporları sıcaklığa dayanıklıdır.



Görsel 1.20: *Clostridium* cinsi bazı bakteriler

C. butyricum türü, peynirlerde geç şişmeye ve konserve gıdalarda bombaja neden olur. ***C. botulinum,*** botulinum adı verilen öldürücü bir toksin üreterek botulizm zehirlenmesine neden olur. Bu zehirlenme merkezî sinir sistemini etkiler. Belli kaslarda felç oluşmasına, ağır seyreden vakalarda nefes darlığına ve kalbin durmasına yol açabilir hatta ölümle sonuçlanabilir. ***C. perfringens***, sporları ısıya dayanıklı olduğundan 100 °C'un altında inhibe olmaz. Gazlı kangren hastalığına neden olur. ***C. tetani***, insan ve hayvanlarda tetanos hastalığı yapar.

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

Enterobacter: Gram-negatif olup çubuk şeklindedir (Görsel 1.21)**.** En önemli üyesi *E. aerogenes*'tir. Sanitasyon göstergesinde kullanılan indikatör bakterilerdendir. Gıdalarda gaz oluşumuna neden olarak bozulmalara yol açar. Sıklıkla bağırsak florasından izole edilir.



Görsel 1.21: *Enterobacter*

Enterococcus: Sanitasyon göstergesi olarak kullanılan indikatör bakterilerdendir (Görsel 1.22). İnsan, kuş, hayvan bağırsağında ve doğada bulunur. Gıdaların bozulmasına neden olur. ***E. faecalis***, bağırsak hastalığına neden olan önemli bir türüdür.



Görsel 1.22: *Enterococcus* bakteri hücresi

Erwinia*:* Çoğunlukla bitki patojenidir. Pektinolitik enzim salgıladığından bitkilerde **yumuşak çürüklük** hastalığına neden olur. ***E. carotovora*** türü, yüksek enzim aktivitesine sahip olduğundan **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 1.23).



Görsel 1.23: Elmada yumuşak çürüklük ve ateş yanığı hastalığı

Escherichia: İnsanların, kuşların ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak içeriklerinde bulunur. Patojenik *E. coli* suşları, gıda kaynaklı gastroenterite (mide-bağırsak iltihabı) neden olur (Görsel 1.24). Hastalık, kusma ve ishalle kendini gösterir. *E. coli* suşlarının gıdalarda tespit edilmesi sanitasyonun yeterli olmadığını ve fekal (dışkı) kökenli bir bulaşmanın olduğunu gösterir.



Görsel 1.24: *Escherichia coli* bakterisi

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

Lactobacillus: Birçoğu anaerobik veya fakültatif anaerobiktir. Optimal gelişme sıcaklıkları genellikle 25-30 ºC'tur. 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 1.25), yoğurt üretiminde; *L. helveticus* ve *L. plantarum* türleri peynir, kefir üretiminde; bazı türleri de (*L. acidophilus, L. reuteri, L. casei)* probiyotik olarak kullanılır. Bazı türleriyse (*L. sakei, L. curvatus*) soğukta depolanan ürünlerde gelişerek risk oluşturabilir. **Bakteriyosin** adı verilen ve gıda koruyucu olarak kullanılabilen bir madde üretir.



Görsel 1.25: *Lactobacillus bulgaricus*

BİLGİ KUTUSU

***Koliform* Bakteriler:** Sıcakkanlı hayvanların sindirim sisteminde bulunan, gıdalarda genel hijyen kalitesinin göstergesi olarak kabul edilen bakterilerdir. Gıdalarda koliform grubu bakterilere rastlanması, sanitasyon ve ısıl işlemin yetersiz veya yanlış uygulandığını gösterir. *Escherichia, Klebsiella, Citrobacter, Enterobacter, Yersinia* vb. koliform bakterilerdir.

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*, süt endüstrisinde (tereyağı üretimi gibi) kullanılan önemli iki laktik asit bakterisi (LAB) türüdür. Birçok *Lactococcus* türü bakteriyosin üretir. Bakteriyosin üretmesi nedeniyle **antifungal** özellik gösterir.

6. SIRA SİZDE

Emre, yürüttüğü "Probiyotiklerin Biyolojik ve Psikolojik Fonksiyonları" isimli araştırma projesi kapsamında, vücudumuzda yaşayan ve sağlığımız üzerinde çok yönlü etkileri olan özel bir mikroorganizma grubunu keşfeder. Bu mikroorganizmalar sadece sindirim sistemine destek olmakla kalmaz, aynı zamanda bağırsak duvarında koruyucu bir bariyer oluşturarak zararlı patojenlerin (hastalık yapıcı mikroorganizmaların) kana karışmasını engeller. Emre'nin literatür taramasında ulaştığı en dikkat çekici bilgilerden biri, bağışıklık sistemi hücrelerinin büyük bir kısmının bu canlılarla komşu olmasıdır. Bu yakın ilişki sayesinde savunma mekanizmaları sürekli eğitilmektedir. Ayrıca vücudun sentezleyemediği bazı vitaminlerin bu canlılar tarafından üretilmesi ve bağırsak-beyin ekseni üzerinden duygu durumunu (stres ve kaygı gibi) etkilemesi, sağlıklı bir yaşam için bu **görünmez ortaklarla** iş birliği yapmanın önemini ortaya koymaktadır.

Verilen metinden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. NE? Vücudun iç güvenlik ve lojistik birimi olarak tanımlanan bu canlıların, insan sağlığını korumak adına üstlendiği temel biyolojik görevleri nedir?

.....

2. NEDEN? Bağışıklık sistemi hücrelerinin bu dost mikroorganizmalarla komşu olması neden hayati bir öneme sahiptir?

.....

3. NASIL? Probiyotik organizmalar, bağırsak duvarında nasıl bir koruyucu bariyer oluşturur?

.....

4. NEREDE? Metinde ifade edilen ve bireyin ruhsal sağlığını (stres ve kaygı düzeyini) şekillendiren bu stratejik iletişim hattı, insan vücudunun hangi iki temel sistemi arasında kurulmuştur?

.....

5. NE ZAMAN? Vücudun kendi başına sentezleyemediği vitaminlerin eksikliği ne zaman hissedilmeye başlanır?

.....

6. KİM? Metinde anlatılan ve sağlıklı bir yaşamın görünmez ortakları olarak nitelendirilen bu aktörler, biyolojik sınıflandırma içinde hangi canlı grubunu temsil etmektedir?

.....

Listeria: Doğada (toprak, atık su, hayvan yemi, yumurta, et ve et ürünleri, balık, sebze, meyve, süt ve süt ürünleri) yaygın olarak bulunur. *L. monocytogenes* ve *L. ivanovii* önemli gıda patojeni türleridir. Isıya duyarlı olduklarından pastörizasyon işlemiyle etkisiz hâle getirilir. *Listeria* bakterisiyle kontamine olan gıdaların tüketilmesi sonucu **listerioz** adı verilen enfeksiyöz hastalık ortaya çıkar. Listeriozun önlenmesi için başlangıçta ham madde kontaminasyonu önlenmeli; sonrasında gıdaların hazırlanması, işlenmesi sırasında hijyenik önlemler alınmalıdır.

Salmonella*:** Cinsin tüm türleri insan ve hayvanlar için patojeniktir (Görsel 1.26). Mezofilik bakteri olduğundan ısıl işleme dayanıksızdır ancak dondurulmuş gıdalarda uzun süre canlı kalabilir. Yetersiz ısıl işlem görmüş et, süt, yumurta gibi hayvansal gıdaların tüketilmesiyle insanlara bulaşır ve salmonelloz adı verilen hastalığa neden olur. ***Salmonella typhi; ateş, kusma, ishal vb. belirtilerle kendini gösteren **tifo** hastalığına neden olur.

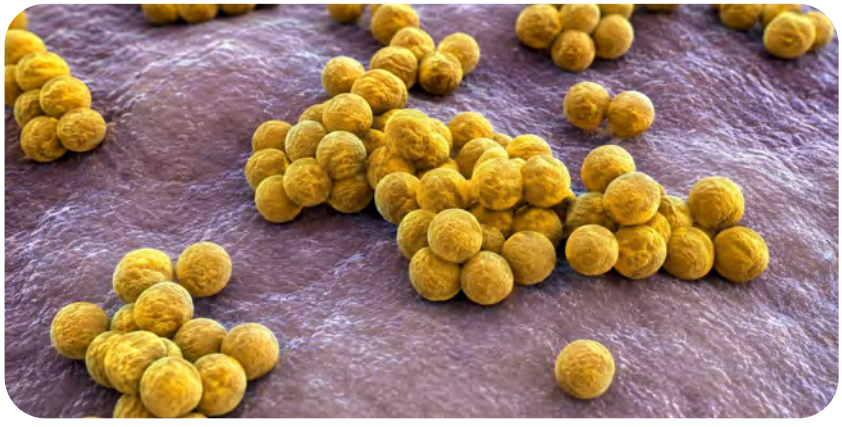
BİLGİ KUTUSU

Kontaminasyon: Bir ortamın, nesnenin ya da organizmanın istenmeyen yabancı maddeler, mikro-organizmalar veya diğer kirleticilerle temas ederek saflığını yitirmesi ve işlevsel özelliklerinin bozulması durumudur.



Görsel 1.26: *Salmonella* bakterisi

***Staphylococcus*:** Yuvarlak şekilli (üzüm salkımı görünümünde), gram-pozitif, mezofilik ve fakültatif anaerobik bakterilerdir (Görsel 1.27). Bu bakteri, %10'luk tuz çözeltisi içinde çoğalabilir. S. *aureus* türleri, gıdalarda gelişimleri sırasında toksin üretir ve bu toksinlerin vücuda girmesiyle yaygın gıda zehirlenmelerine neden olur. Zehirlenmenin ilk belirtileri olan kusma ve ishal, gıda tüketiminden 2-4 saat sonra görülmeye başlar. Belirtiler ağır vakalarda şok şeklinde kendini gösterir. Bu mikroorganizma kolaylıkla yayılabilir, insanın derisinde ve ellerinde yaşamını sürdürebilir.



Görsel 1.27: *Staphylococcus aureus*

Streptococcus: Küresel yapıda, zincir oluşturan gram-pozitif bakterileridir. ***S. pyogenes*** ve ***S. pneumoniae*** türleri patojendir. ***S. thermophilus*** türü yoğurt yapımında laktozdan laktik asit üreten **starter kültür** olarak görev alır (Görsel 1.28).

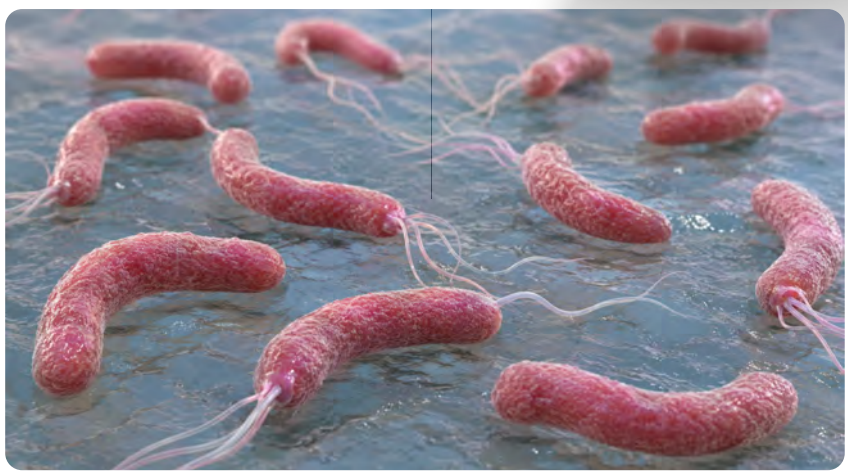


Görsel 1.28: *Streptococcus thermophilus*

Vibrio: Gram-negatif bir bakteri olup virgül veya S şeklindedir. ***V. cholerae*** türü, kolera salgınlarının etmenidir. Hastalık, mikrobun vücuda alınmasından 2-3 gün sonra kusma, şiddetli ve sulu ishalle başlar. Kolera, hastalıklı kişilerin dışkılarıyla bulaşmış gıda ve suların tüketilmesiyle ortaya çıkar. Deniz ürünleri, çiğ sebze ve meyveler, çiğ etler bu bakterinin sıkça bulunduğu gıdalardır. Mezofilik bir bakteri olduğundan etkili bir pastörizasyonla inhibe edilebilir (Görsel 1.29).

BİLGİ KUTUSU

Starter Kültür: Belirli koşullar altında yoğurt, peynir, kefir, turşu, sucuk gibi gıdaların üretiminde aroma geliştirmek, tekstür oluşumuna katkıda bulunmak ve asit oluşumunu sağlamak amaçlarıyla kullanılan mikroorganizmalardır.



Görsel 1.29: *Vibrio cholerae*

1. UYGULAMA

SÜTÜN YOĞURDA DÖNÜŞÜM SÜRECİNDE FERMANTASYONUN GÖZLEMLENMESİ	
Amaç	Bakterilerin uygun yaşam koşullarını (sıcaklık ve besin) deneysel olarak belirleyerek laktik asit fermantasyonu sürecini gözlemlemek
Araç Gereç	1 litre süt, 1 yemek kaşığı taze yoğurt (maya), tencere, termometre (yoksa serçe parmak testi), battaniye veya örtü, cam kavanoz.
Süre	Ders içi 80 dk., ders dışı 24 saat

İşlem Basamakları

1. Sütü tencereye alıp kaynatınız. Kaynadıktan sonra altını kapatıp ılınmaya bırakınız.
2. Sütü 42-45 °C'a kadar ılıtınız.
3. Mayalama için küçük bir kapta bir miktar ılık sütle ezdiğiniz yoğurt mayasını tencereye ekleyip yavaşça karıştırınız.
4. İnkübasyon (kuluçka) için karışımı cam kavanoza boşaltınız.
5. Karışımı etüvde 43 °C'ta 4-6 saat sarsmadan bekletiniz.
6. Süre sonunda yoğurdu buzdolabına kaldırıp en az 8 saat dinlendiriniz.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Yaptığınız çalışmayı değerlendirmek için öz değerlendirme formunu doldurunuz.

Kontrol listesi karekodu

Öz değerlendirme formu karekodu

2. UYGULAMA

MİKROSKOPTA BAKTERİLERİN İNCELENMESİ	
Amaç	Preparat hazırlama tekniklerini kullanarak mikroskopta bakteri morfolojisini gözlemlemek
Araç Gereç	ışık mikroskobu, lam ve lamel (temizlenmiş), öze veya damlalık, distile su, yoğurt suyu (veya saman infüzyonu), pens, kurutma kâğıdı, ispirto ocağı, çizim kâğıdı, kalem.
Süre	2 ders saati

İşlem Basamakları

1. Uygulama sırasında laboratuvar önlüğü ve eldiven kullanınız. İspirto ocağını kullanırken dikkatli olunuz.
2. Preparat hazırlama aşamasında temiz bir lamın tam ortasına bir damla distile su damlatınız.
3. Öze yardımıyla az miktarda yoğurt suyunu bu damlanın içinde dairesel hareketlerle yayınız.
4. Lamın üzerindeki sıvının kendiliğinden kurumasını bekleyiniz.
5. Lamı, örnekli yüzü yukarı bakacak şekilde ispirto ocağının alevinden iki üç kez hızlıca geçiriniz (ısıyla sabitleme).
6. Lameli lamın üzerine 45 derecelik açıyla kapatırken hava kabarcığı kalmamasına dikkat ediniz.
7. Hazırladığınız preparatı sırasıyla 4x, 10x ve 40x objektifinde inceleyiniz. Ardından 100x immersiyon objektifi ile görüntüyü netleştiriniz.
8. Mikroskopta gördüğünüz bakteri şekillerini (çubuk, yuvarlak veya virgül) çiziniz.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

ÖNCE DÜŞÜN!

Yediğimiz ekmekten içtiğimiz şalgama kadar neredeyse tüm geleneksel lezzetlerimizi gözle göremediğimiz mayaların biyokimyasal faaliyetlerine borçluyuz.

Bu durumu insanla mikroskobik canlılar arasındaki ortaklık ve iş birliği yönünden yorumlayınız.

1.3. MAYALAR

Mayalar; elips veya oval şekilli, biyolojik sınıflandırmada heterotrof organizmalar olup şekerli ortamlarda gerçekleştirdikleri fermantasyon süreciyle gıda endüstrisinin temel taşlarını oluşturur (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Elips (sarı renkli) ve oval (mavi renkli) şekilli maya çeşitleri

1.3.1. Mayaların Genel Özellikleri

Ökaryotik hücre yapısına sahip mayalar, filamentsiz ve fotosentez yapamayan mantar sınıfıdır (Görsel 1.31). Aerobik koşullarda çok iyi gelişme gösterir. Tabiatta yaygın olarak bulunur. Küflerden ayrılan en önemli özelliği tek hücreli olmasıdır. Mayaları bakterilerden ayıran önemli özellikler şunlardır:

- Maya hücre şekillerinin (elips, oval gibi) bakterilerden farklı olması
- Maya hücrelerinin bakteri hücrelerinden daha büyük olması
- Mayaların daha çok tomurcuklanma yöntemiyle çoğalması



Görsel 1.31: Ticari *S. cerevisiae* mayası çeşitleri (kuru, yaş ve instant maya)

Mayaların bazı özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Gıda endüstrisinde hamurun mayalanmasında, bazı vitaminle enzimlerin sentezlenmesinde önemli rol oynar. Ancak gıda maddelerinin bozulmasına da neden olabildiğinden ürün ve maliyet kaybı gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir.
- Gıda üretiminde starter kültür olarak kullanılır.
- Tek hücrelidir.
- Hücrelerinde zarla çevrili organelleri bulunur.
- Bazı maya türleri patojendir.
- pH gelişim aralığı geniş olup bazıları pH 1,5 gibi yüksek asidik koşullarda yaşamını sürdürebilir.
- Bazı maya türleri %18 gibi yüksek alkol yoğunluğunda, bazı ozmofilik türler ise %55-60 gibi yüksek şeker yoğunluğunda gelişebilir.
- Enerji kaynağı olarak çoğunlukla karbonhidratları kullanır.
- Mayalar genel olarak 0-40 °C'ta gelişir. Bu aralık patojen türler için 25-37 °C'tur.
- Katı besiyerinde krem renkli koloniler oluşturur.

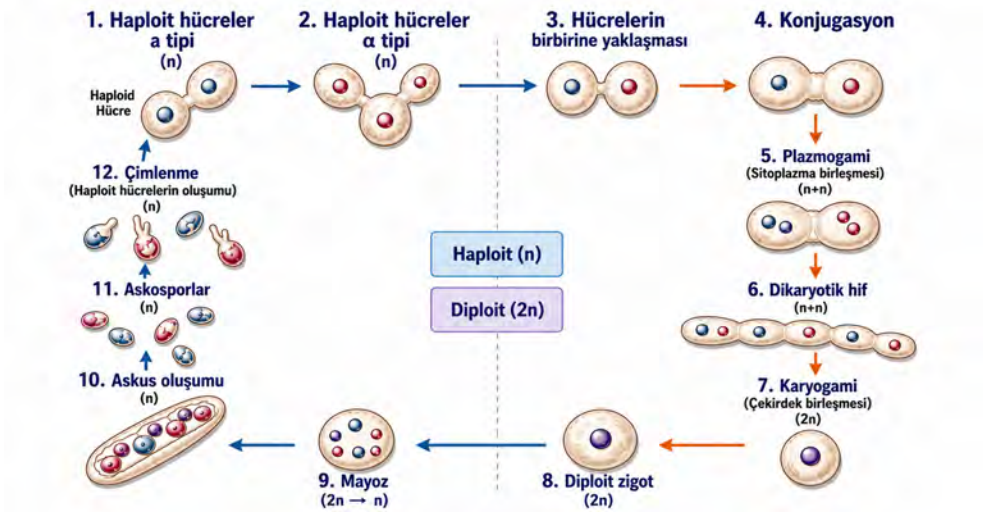
1.3.2. Mayalarda Çoğalma

Mayalar hem eşeyli hem de eşeysiz çoğalabilmektedir. Çoğalma şekilleri çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

1.3.2.1. Mayalarda Eşeyli Çoğalma

Şema 1.8'de yer alan eşeyli çoğalmanın aşamaları şunlardır:

1. İki farklı haploit (n sayıda kromozom) maya hücresi bir araya gelir ve sitoplazmaları birleşir (plazmogami).
2. Farklı hücrelerden gelen çekirdekler birleşir (karyogami).
3. Birleşme sonucunda iki katına çıkan kromozom sayısı (2n sayıda kromozom) mayoz bölünmeyle tekrar yarıya iner.
4. Hücre sayısı iki katına çıkar.
5. Eşeyli üremeyle başlangıç aşamasında birleşen haploit hücrelerden farklı genetik özelliklere sahip yavru hücreler oluşur.



Şema 1.8: Mayalarda eşeyli çoğalma döngüsü

1.3.2.2. Mayalarda Eşeysiz Çoğalma

Mayalarda eşeysiz çoğalma; bölünme, tomurcuklanma ve sporla çoğalma olmak üzere üç farklı şekilde meydana gelir.

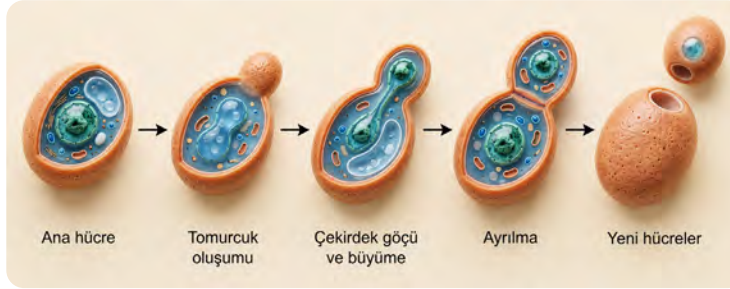
a) Bölünme Yoluyla Çoğalma

Maya hücrelerinin ikiye bölünmesiyle yeni yavru hücrelerin oluşmasıdır. Bölünerek çoğalma aşamaları şunlardır:

1. Öncelikle hücre çekirdeği ikiye bölünür ve oluşan parçalar birbirinden uzaklaşır.
2. Hücrenin orta yerinde enine bir zar ve septum (ara bölme) denilen yapı oluşur.
3. Hücre ara bölme üzerinden ikiye bölünür.

b) Tomurcuklanma Yoluyla Çoğalma

Tomurcuklanma yoluyla çoğalma daha çok 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 (Şema 1.9). Tomurcuklanma uçtaysa **apikal**, yanda veya yakınındaysa **lateral**, iki uçtaysa **bipolar,** tüm yüzeye dağılmışsa **multipolar tomurcuklanma** olarak adlandırılır. Ana hücre duvarı onarılmasına rağmen tomurcuğun koptuğu yerde kalan ize **tomurcuklanma izi** [bud scar (bad skar)] denir. Oluşan tomurcukların ana hücreden ayrılarak yeni maya hücrelerini meydana getirmesiyle çoğalma gerçekleşir.



Şema 1.9: Tomurcuklanma yoluyla çoğalma

c) Sporla Çoğalma

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

7. SIRA SİZDE

Bir gıda firması, ekmek mayası üretmek amacıyla fermantasyon tanklarında *Saccharomyces cerevisiae* kültürü yetiştirmektedir. Fabrika yönetimi; minimum sürede maksimum miktarda maya hücresi elde etmeyi, böylece ürün kaybı ve gereksiz maliyetleri önlenmeyi hedeflemektedir.

Metinde verilen bilgilere göre mayaların çoğalma mekanizmalarını dikkate alarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

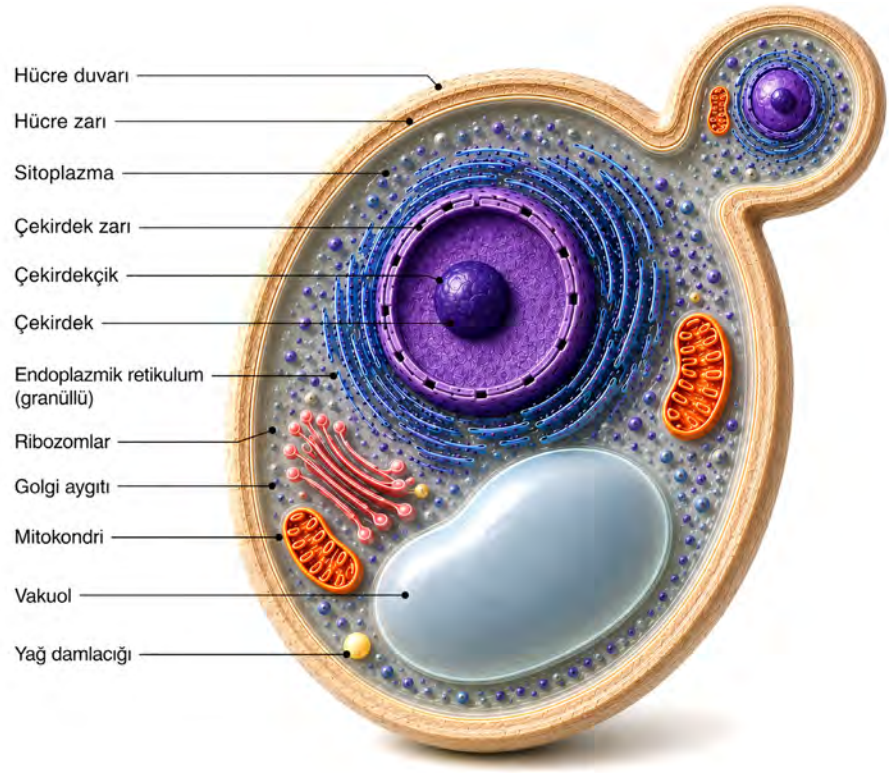
1. **Fabrika yönetimine en kısa sürede en yüksek üretimi yapmak için bir tavsiye verecek olsaydınız hangi çoğalma türünü seçerdiniz? Hücrelerin nasıl bölündüğünü düşünerek kararınızı gerekçesiyle yazınız.**
2. **Üretim sürecinde genetik çeşitlilik kazanmak ve olası bir patojen saldırısına karşı dirençli yeni maya soyları geliştirmek isteseydiniz eşeyli çoğalma döngüsündeki hangi evreleri (plazmogami, karyogami, mayoz) teşvik etmeniz gerekirdi?**

1.3.3. Mayaların Hücre Yapısı

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

Hücrelerin boyutu türlere ve ortam koşullarına göre farklılık gösterir. Hücreler yuvarlak, oval veya silindir şeklinde olabilir. Maya hücresinin hücresel yapıları (Görsel 1.32) içten dışa doğru şu şekilde sıralanır:

1. **Çekirdek**: Etrafında zar, içinde çekirdekçik ve kromozomlar bulunan hücresel yapıdır.
2. **Sitoplazma ve Organeller**: Bir maya hücresinin sitoplazmasında endoplazmik retikulum, vakuoller, granüller, mitokondri, golgi aygıtı ve çok sayıda ribozom yer alır.
3. **Hücre Zarı**: Maya hücresinde hücre duvarının altında sterol yapıda, geçirgen özelliğe sahip hücre zarı bulunur. Zar, enzim içeriği yönünden zengindir.
4. **Hücre Duvarı**: Polisakkarit ve kitinden oluşan hücre duvarı maya hücresine şeklini verir.
5. **Kapsül**: Bazı mayalarda hücrenin en dışında bulunan, polisakkarit yapılı ve hücreyi koruyan tabakadır.



Görsel 1.32: Maya hücresi

1.3.4. Mayaların Gıda Endüstrisindeki Önemi

Mayalar, gıda endüstrisinde yararlı etkilerinin yanı sıra zararlı etkilere de sahiptir. Ekmek gibi bazı gıdaların, besin takviyelerinin ve katkı maddelerinin üretiminde önemli rol oynayan bu organizmalar, probiyotik etkileriyle fayda sağlarken aynı zamanda gıdaların bozulmasına da yol açabilmektedir. Gıda endüstrisinde önemli bazı maya cinsleri *Candida*, *Debaryomyces, Kluyveromyces, Pichia ve Saccharomyces'tir.*

Candida: Cinse ait iki yüz kadar tür vardır. Asit ve tuz oranı yüksek ortamlarda gelişebilir. Gıdalarda beyaz renkli koloni oluşturur. Taze kıyma ve kanatlı etlerinde rastlanan türleri vardır. Bu cinsin bazı üyeleri

(örneğin *C. kefyr*); kefir, kakao çekirdeği, bira ve meyve sularının fermantasyonunda görev alır. ***C. albicans***, insan vücudunda ağız ve sindirim kanalında doğal olarak bulunabilmektedir ancak bağışıklığı zayıflayan kişilerde fırsatçı patojen olarak enfeksiyona neden olabilir (Görsel 1.33). **Kandidiazis** adı verilen deri ve mukozalarda ortaya çıkan enfeksiyonu meydana getirir. *Candida* türü mayalar, meyve ve sebzelerin doğal florasında bulunduğundan meyve sularının bozulmasına neden olabilir.



Görsel 1.33: *Candida albicans*

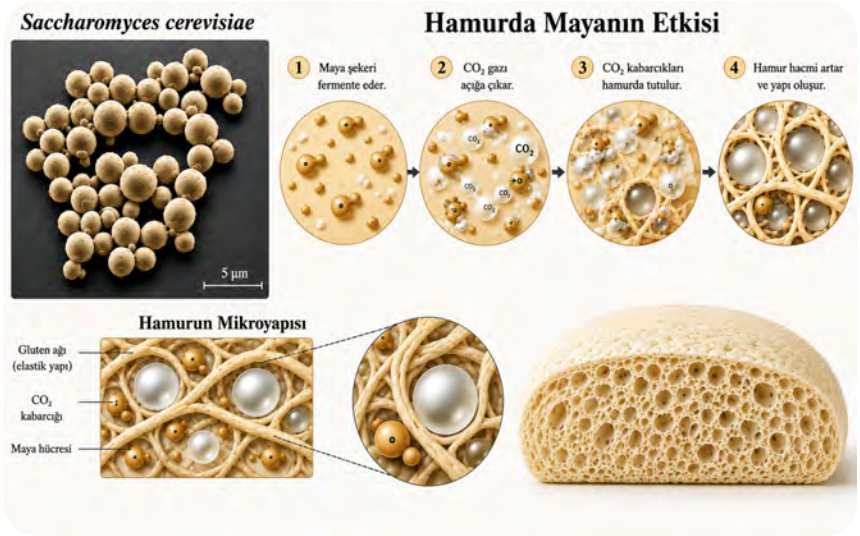
Debaryomyces: Tuz oranı %24 ve su aktivitesi 0,65 a_w olan ortamlarda yaşayabildiğinden salamura ürünlerde (peynir, zeytin, bezelye gibi) tehlike oluşturur. Şarapta sünmeye, portakal suyu ve yoğurtta bozulmaya neden olur. ***Debaryomyces hansenii,*** gıdalarda yaygın bilinen türüdür.

Kluyveromyces: Fermente ürünlerin ve düşük laktozlu süt ürünlerinin üretiminde kullanılır. Peynir altı suyundan laktaz üretebilir. Bununla birlikte bazı peynirlerde bozulmalara da neden olur.

Pichia: Bazı türleri zeytin salamurası, taze balık, 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 tomurcuklanmayla çoğalır. Laktozu fermente edemez. Bu cinsin en bilinen türü, ekmek mayası da denilen ***Saccharomyces cerevisiae***'dır (Görsel 1.34). ***S. cerevisiae;*** ekmek üretiminde hamurun kabarmasında (Görsel 1.34), invertaz enziminin üretiminde, alkollü içecek endüstrisinde (bira, şarap, şampanya gibi) gerekli olan etanol ve gliserol üretiminde önemli rol oynar. Bu tür, kefir danelerinde de bulunur. Tek hücre proteini kaynağı olması nedeniyle önemli bir starter kültürdür.

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. Mayanın ürettiği etil alkol ise hamurun pişmesi esnasında buharlaşarak ortamdan uzaklaşır.



Görsel 1.34: *Saccharomyces cerevisiae* mayası ve hamur oluşumundaki etkisi

8. SIRA SİZDE

Ayşe, hafta sonu annesinin mutfaktaki hazırlıklarını izlemeyi çok seviyordu. O sabah annesi poğaça yapmak için tezgâhın üzerine un, su, tuz ve marketten aldığı küçük bir paket **kuru maya**yı çıkardı. Hepsini karıştırıp yumuşacık bir hamur yoğurdu. Yoğurma işlemi bittiğinde hamur, kabın sadece yarısını dolduruyordu. Annesi kabın üzerini bir bezle örtüp oda sıcaklığında beklemeye bıraktı.

Bir saat sonra Ayşe hamuru kontrol etmeye gittiğinde hamurdaki değişimi gördü ve annesine dönerek "Hamurdaki değişim inanılmaz! Bir saat önce hacmi oldukça küçük olan hamur, şu an kaptan dışarı taşmak üzere. Yüzeyde bir sürü gözenek oluşmuş. O kurutulmuş toz tanelerinin bu kadar kısa sürede hamuru bu hâle dönüştürmesi hayranlık verici!" dedi.

Metinde yer alan bilgiler ışığında aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Hamurun başlangıçtaki hacmiyle bir saat sonraki hacmi arasındaki farkın temel sebebi nedir?

.....

.....

.....

2. Ayşe'nin annesi hamuru hazırlarken ılık su yerine buz gibi soğuk su kullansaydı hamurun kabarmasına etkisi nasıl olurdu?

.....

.....

.....

Notlar: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. UYGULAMA

SICAKLIK VE BESİNİN EKMEK MAYASININ METABOLİK AKTİVİTESİNE ETKİSİ	
Amaç	Ekmek mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) uygun çevre koşullarında (besin ve sıcaklık) nasıl aktifleştiğini ve metabolik faaliyetleri sonucu açığa çıkan gazı gözlemlemek
Araç Gereç	1 paket kuru maya (granül), 4 adet 200 mL'lik şeffaf cam bardak, ılık su (yaklaşık 35-40 °C), 0 °C ve 85 °C sıcaklığında su, toz şeker (glikoz kaynağı), karıştırma çubuğu veya kaşık.
Süre	2 ders saati

İşlem Basamakları

1. Uygulama sırasında laboratuvar önlüğü ve eldiven kullanınız.
2. Çalışma tezgâhına dört bardak yerleştiriniz.
3. Sınıf mevcudunuza göre gruplara ayrılınız.
4. Tezgâhtaki bardakların birincisine ve ikincisine 100 mL ılık su, üçüncüsüne 100 mL sıcak su, dördüncüsüne 100 mL soğuk su ekleyiniz.
5. Birinci bardağa yalnızca 1 tatlı kaşığı kuru maya ekleyiniz.
6. İkinci, üçüncü ve dördüncü bardaklara 1 tatlı kaşığı kuru maya ile 2 tatlı kaşığı şeker ekleyip tüm bardakları karıştırınız.
7. Düzenekleri 15-20 dakika boyunca ılık bir ortamda bekletiniz.
8. Şeker eklenmeyen birinci bardak ile şeker eklenen ılık, sıcak ve soğuk su içeren sırasıyla ikinci, üçüncü ve dördüncü bardaklardaki değişimleri inceleyiniz.
9. Her bir bardaktaki köpürme miktarını karşılaştırarak büyükten küçüğe doğru sıralayınız, şeker ve sıcaklığın maya gelişimi üzerindeki etkisini sonuçlar bağlamında yorumlayınız.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Yaptığınız çalışmayı değerlendirmek için grup değerlendirme formunu doldurunuz.

Kontrol listesi karekodu

Grup değerlendirme formu karekodu

4. UYGULAMA

MAYA HÜCRELERİNİN MİKROSKOPTA GÖZLEMLENMESİ	
Amaç	Mikrobiyolojik teknikler kullanarak mayaların hücresel yapılarını gözlemlemek
Araç Gereç	ışık mikroskobu, lam ve lamel (temizlenmiş), kuru maya çözeltisi (ılık su ve şekerle aktifleştirilmiş), öze veya steril damlalık, ispirto ocağı ve pens, distile su, kurutma kâğıdı, çizim kâğıdı, kalem.
Süre	2 ders saati

İşlem Basamakları

1. Uygulama sırasında çalışma alanını dezenfekte ediniz. Laboratuvar önlüğü ve eldiveninizi giyerek kişisel güvenliğinizi sağlayınız.
2. Temiz bir lamın ortasına bir damla distile su damlatınız.
3. Öze yardımıyla aldığınız aktif maya süspansiyonunu bu damla içinde dairesel hareketlerle yayınız.
4. Lamın üzerindeki sıvının kendiliğinden kurumasını bekleyiniz.
5. Lamı, örnekli yüzü yukarı bakacak şekilde ispirto ocağının alevinden iki üç kez hızlıca geçiriniz (ısıyla sabitleme).
6. Sabitlenen örneğin üzerine bir damla su damlatıp lameli 45 derecelik açıyla, hava kabarcığı kalmayacak şekilde kapatınız.
7. Preparatı mikroskoba yerleştirerek önce 4x, sonra 10x, en son 40x objektifte inceleyiniz. Görüntüyü netleştirmek için makro ve mikro vida ayarlarını kullanınız.
8. Mikroskopta gördüğünüz hücreleri (tekil hücreler, tomurcuklanmış hücreler) gözlem alanına bilimsel kurallara uygun şekilde çiziniz.
9. Gözlemlediğiniz yapıların bakteri (ikiye bölünme) ve maya (tomurcuklanma) farklarını dikkate alarak morfolojik sınıflandırmasını yapınız.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

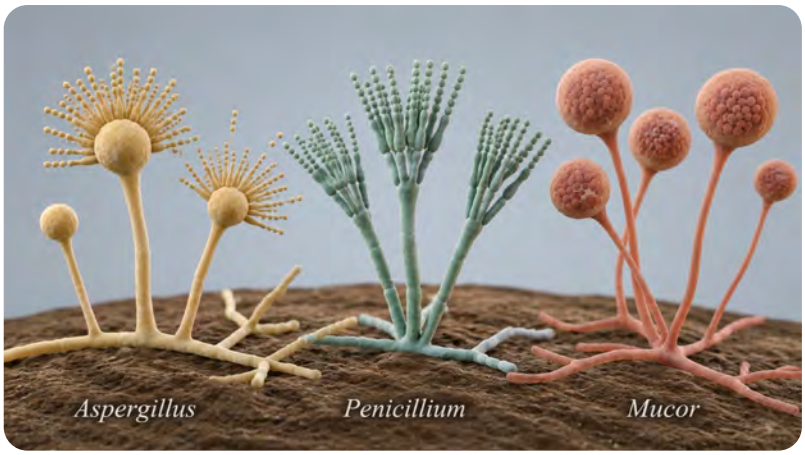
ÖNCE DÜŞÜN!

Zaman zaman ekmeklerin üzerinde yeşilimsi noktalar, banyo köşelerinde siyah lekeler ve rutubetli dolaplarda kendine has bir koku fark edilebilir. Bunlar, küflerin neden olduğu değişimlerdir.

Sizce bu alanlarda küf oluşmasına neden olan temel etmenler nelerdir?

1.4. KÜFLER

Küfler; fungi âleminde yer alan, çok hücreli, ipliksi (filamentli) yapıda ve ökaryotik mikroorganizmalardır (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Bazı küf tipleri

1.4.1. 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 1.36).



Görsel 1.36: Çeşitli küf kolonileri

Küfler aerobik mikroorganizmalar olup 0-60 °C gibi oldukça geniş bir sıcaklık aralığında gelişebilmelerine rağmen çoğunlukla mezofiliktir. Optimum sıcaklık istekleri 22-32 °C'tur. Küflerin optimum pH istekleri 5-6 olmakla beraber pH 2,5 gibi yüksek asidik ortamlarda da çoğalabilen türleri bulunmaktadır. Küfler, zengin enzim sistemine sahip olduklarından difüzyon yoluyla beslenir. Gıdalarda meydana getirdikleri olumlu ve olumsuz değişimler nedeniyle endüstriyel açıdan önemli bir yere sahiptir. Küflerin faydaları şu şekilde sıralanabilir:

- Kültür mantarı canlılar tarafından besin olarak tüketilir.
- Topraktaki organik maddeleri parçalayarak toprak verimliliğini artırır.
- Antibiyotik üretiminde (penisilin) kullanılır.
- Bazı vitamin, enzim, pigment, etil alkol, gliserin üretiminde küflerden yararlanılır.
- Rokfor, kamembert gibi bazı peynirlerin üretiminde tat, koku ve yapının gelişimini sağlar (Görsel 1.37).

Küflerin birçok faydasının yanında zararlı yönleri de vardır. Bu zararlar 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 (Görsel 1.38).
- Nemli ortamlarda ahşap, kumaş, deri gibi organik maddelerin yapılarına zarar verir.



Görsel 1.37: Rokfor peyniri ve *Penicillium roqueforti* küfü



Görsel 1.38: Küf zararı örneği

1.4.2. Küflerin Hücre Yapısı

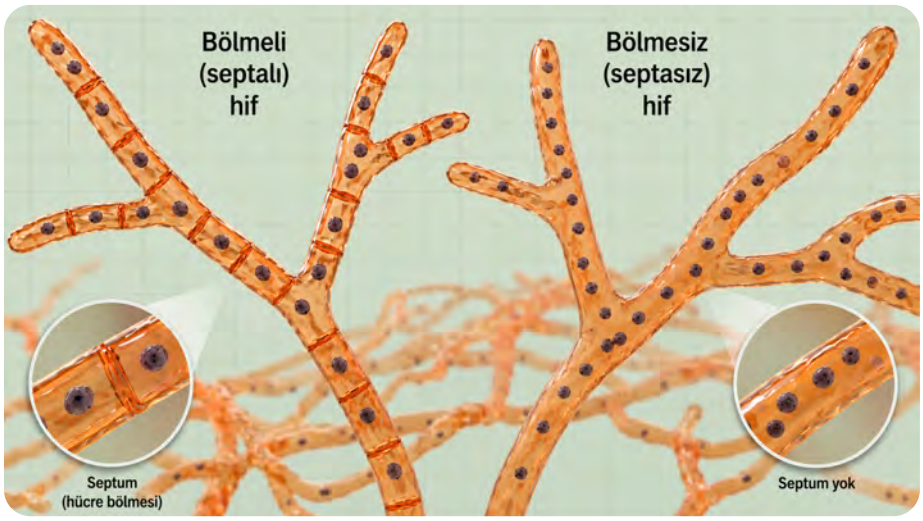
Küfler, ökaryotik hücre yapısına sahip filamentli mantarlardır. Filamentlerin her birine **hif** denir. Hiflerin bir araya gelerek oluşturduğu saç benzeri kitleye **miselyum** adı verilir.

Hifler, birkaç şekilde sınıflandırılır: Besiyerinin üzerinde gelişen hiflere **havai (aerial)**, besiyeri içine 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.

BİLGİ KUTUSU

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

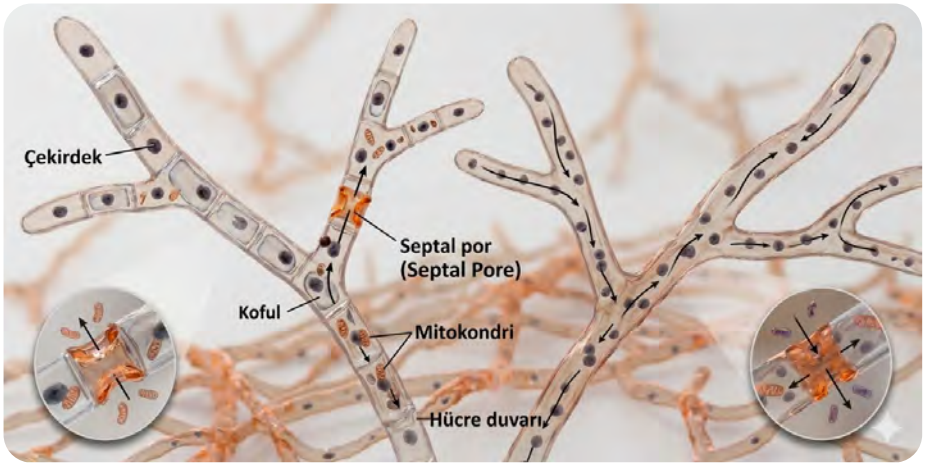
Bazı hiflerde hücrelerin birleşmesi sırasında hücreler arasındaki hücre zarı eriyerek kaybolur ve hif **boru** şeklini (**septasız**) alır. Bazı hiflerde ise hücre zarı erimeyerek **bölmeli** (**septalı**) bir yapı meydana gelir (Görsel 1.39).



Görsel 1.39: Bölmeli (septalı) ve bölmesiz (septasız) hif

Küf hücresinin yapısını oluşturan unsurlar şunlardır:

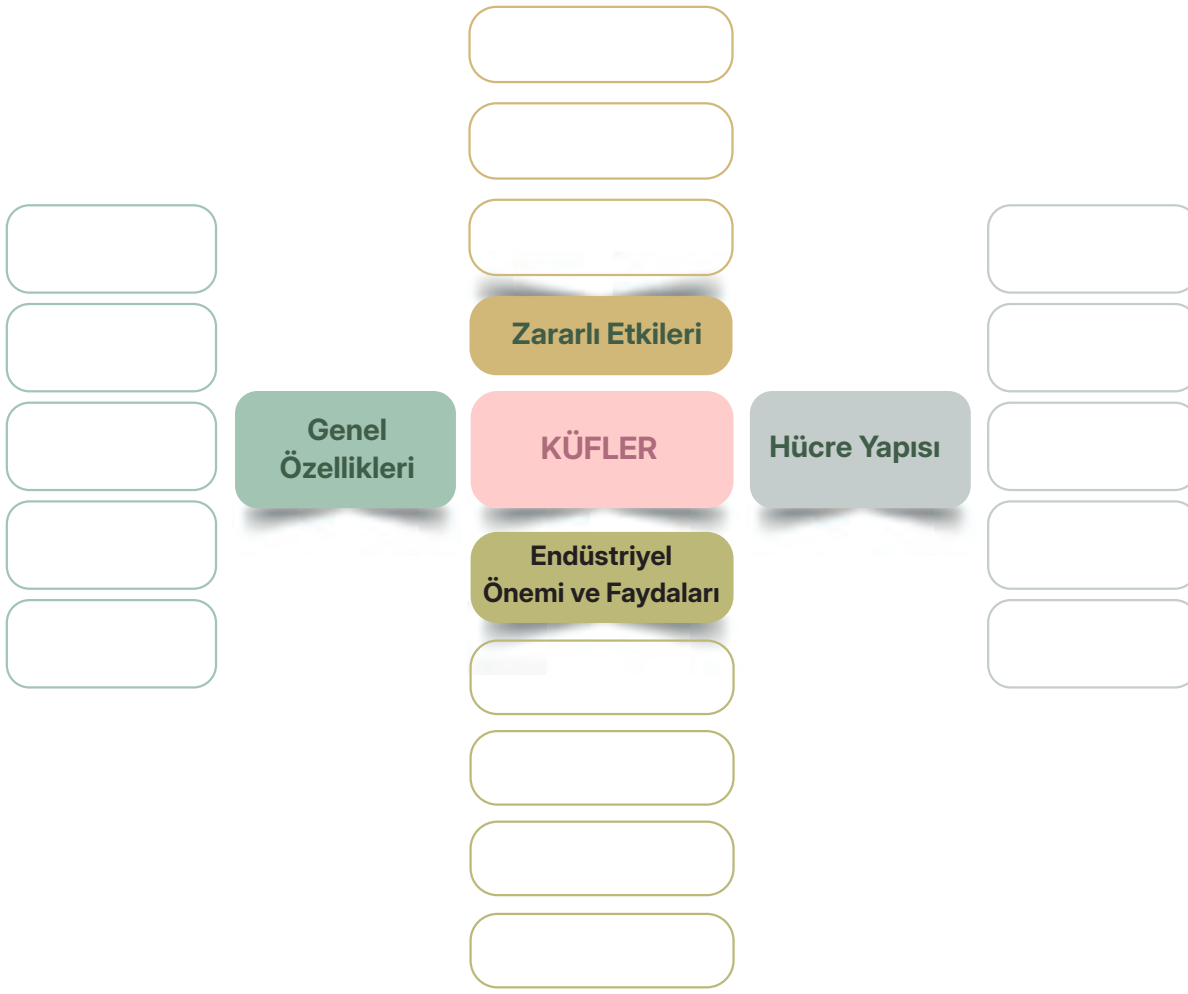
- **Hücre Duvarı:** Küf hücresinin etrafında selüloz, kitin veya selüloz-kitin karışımı bir yapıda olan hücre duvarı bulunur. Hücre duvarının esas yapı maddesi kitindir. Bu duvar, küf hücresinin farklı çevre koşullarında yaşamasını sağlar.
- **Hücre Zarı:** Küflerde çift katlı bir hücre zarı bulunur. Hücre zarı seçici geçirgen yapısıyla besin alışverişinde ve madde taşınmasında görev alır. Sitoplazmayı sararak hücre bütünlüğünü sağlar.
- **Sitoplazma ve Organeller:** Sitoplazma akışkan bir yapıya sahiptir ve içinde mitokondri, golgi cisimciği, ribozom gibi ökaryotik hücre organelleri bulunur. Septasız hiflerde sitoplazma bir bütündür. Septalı hiflerde septumlar üzerinde madde geçişini sağlayan porlar bulunur.
- **Çekirdek:** İçten dışa doğru kromozom, çekirdekçik ve çekirdek zarından oluşur.
- **Por:** Septalı hiflerde bir veya birden fazla por bulunur. Por; nukleus, organeller ve sitoplazmanın bir hücreden diğerine geçişini sağlar (Görsel 1.40).



Görsel 1.40: Fungus hücresinde septa ve porun yapısı

9. SIRA SİZDE

Şema 1.10'da küflerle ilgili verilen konu başlıklarına ait boşlukları uygun şekilde doldurunuz.



Şema 1.10: Küflerin bazı özellikleri

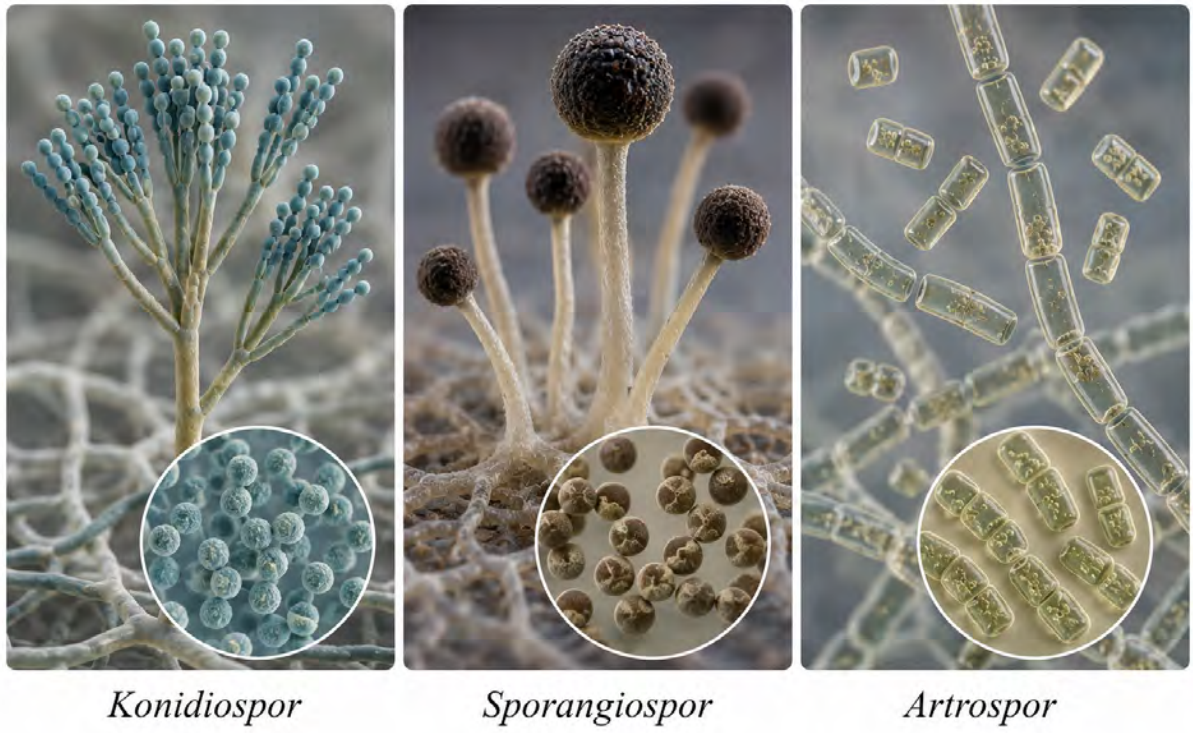
1.4.3. Küflerde Çoğalma

Küflerin çoğalması, esas olarak **sporlar** aracılığıyla gerçekleşen hem eşeysiz hem de eşeyli aşamaları içerebilen biyolojik bir süreçtir.

1.4.3.1. Küflerde Eşeysiz Üreme

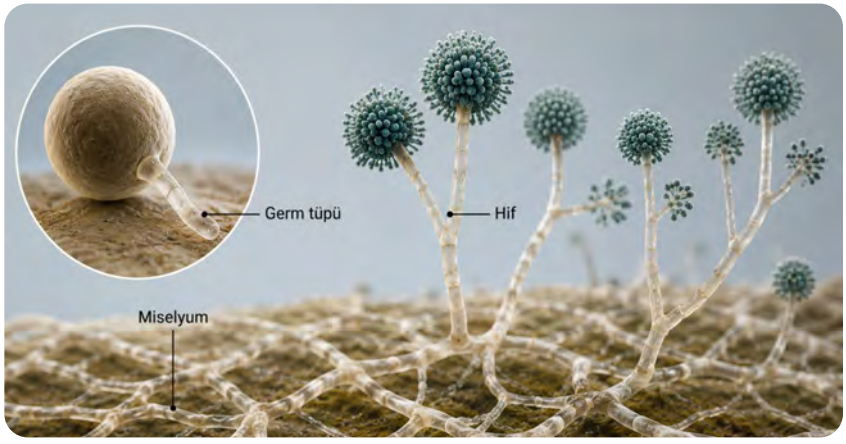
Küflerde görülen en yaygın çoğalma şeklidir. Eşeysiz (aseksüel) çoğalmada genetik olarak ana canlıyla aynı olan milyonlarca sporun hızla üretilmesi sağlanır. İşlemin aşamaları şu şekildedir:

1. **Spor Oluşumu:** Küfler; **konidiosporlar** (açıkta zincir şeklinde oluşan), **sporangiosporlar** (bir kese içinde oluşan) veya **artrosporlar** (hiflerin parçalanmasıyla oluşan) gibi farklı tipte eşeysiz sporlar üretir (Görsel 1.41).



Görsel 1.41: Küflerde eşeysiz spor tipleri

2. **Yayılma:** Sporlar çok hafif ve dayanıklıdır; hava akımları, su veya temas yoluyla çevreye yayılır.
3. **Çimlenme:** Uygun sıcaklık, nem ve besin kaynağı bulan bir spor suyu emerek şişer ve **germ tüpü** adı verilen bir uzantı çıkarır. Bu tüp gelişerek **hif**leri, hiflerin birleşimiyse **miselyum** (küf tabakası) yapısını oluşturur (Görsel 1.42).

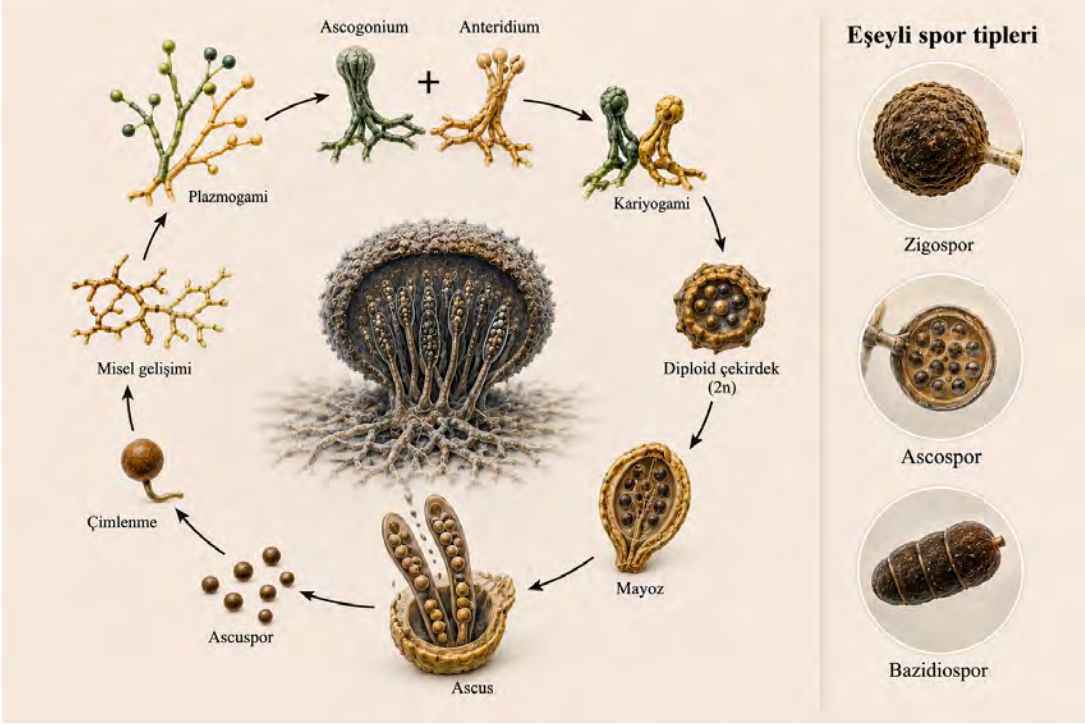


Görsel 1.42: Küfün germ tüpü, hif ve miselyum kısımları

1.4.3.2. Küflerde Eşeyli Üreme

Nadir görülen, genellikle çevresel koşullar zorlaştığında genetik çeşitliliği artırmak için gerçekleşen üreme şeklidir. Farklı eşleşme tipindeki iki hifin birleşmesi (plazmogami ve karyogami) sonucunda **askospor**,

zygospor, **oospor** gibi eşeyli sporlar meydana gelir (Şema 1.11). Bu sporlar olumsuz koşullara (kuraklık, aşırı sıcaklık) eşeysiz sporlardan çok daha dayanıklıdır.

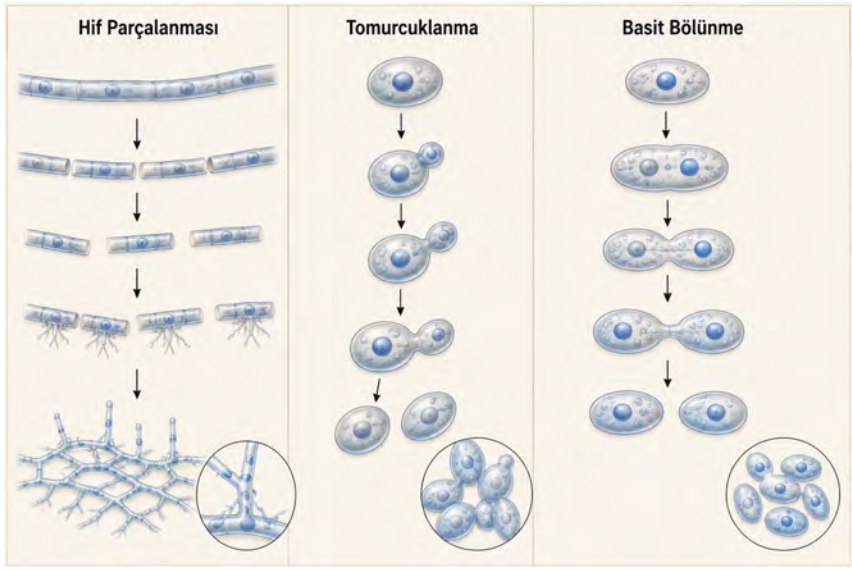


Şema 1.11: Küflerde eşeyli üreme ve eşeyli spor tipleri

1.4.3.3. Vejetatif Üreme

Gamet (eşey hücresi) oluşumu, plazmogami ve karyogami gerçekleşmez. Yeni bireyler, ana bireyle genetik olarak aynıdır. Küflerde vejetatif çoğalma; hif parçalanması, tomurcuklanma ve basit bölünme şeklinde meydana gelir (Şema 1.12).

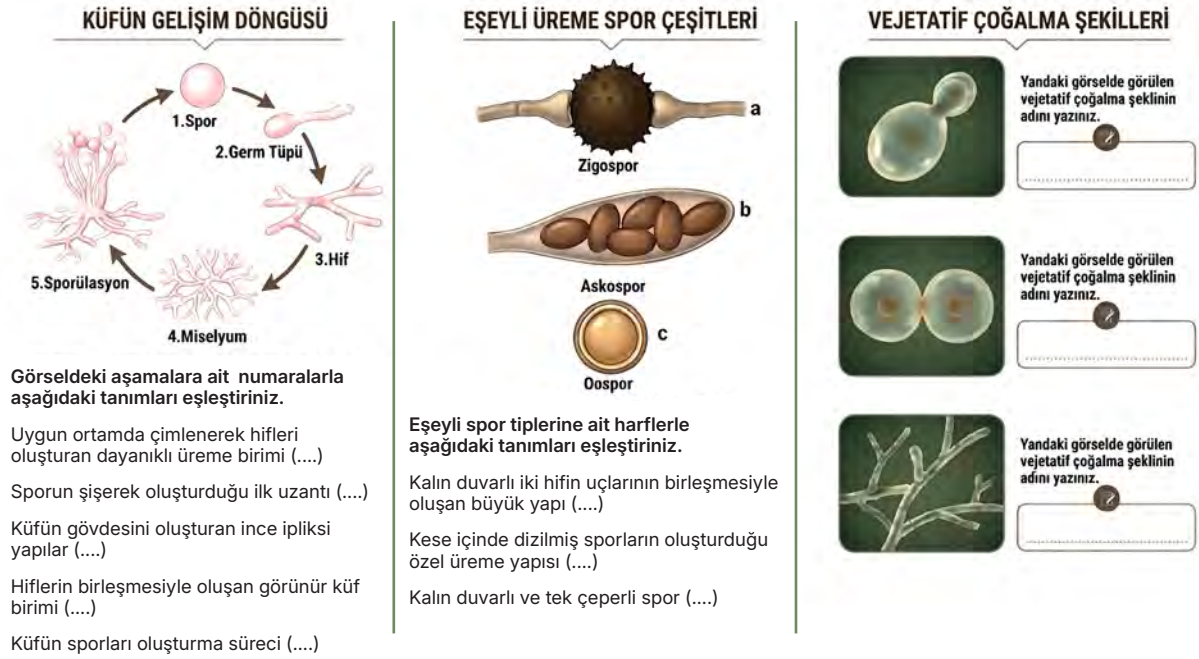
- **Hif Parçalanması (Fragmantasyon)**: Kopan parça yeni miselyum oluşturur.
- **Tomurcuklanma**: Özellikle maya benzeri mantarlarda (*Schizosaccharomyces pombe* türü gibi) görülen çoğalma tipidir.
- **Basit Bölünme (Fisyon)**: Hücre önce uzar, ardından çekirdek materyali mitozla ikiye bölünür. Daha sonra hücrenin ortasında septum (bölme) oluşur. Böylelikle iki yeni yavru hücre meydana gelir.



Şema 1.12: Küflerde vejetatif üreme tipleri

10. SIRA SİZDE

Şema 1.13'te verilen küf gelişim evrelerini, eşeyli üreme spor tiplerini ve vejetatif çoğalma yöntemlerini dikkatlice inceleyiniz. Sol ve orta sütunlarda yer alan yapıları ilgili tanımlarla eşleştiriniz. Sağ sütunda yer alan mikroskobik görünümlerin hangi vejetatif çoğalma yöntemini temsil ettiğini altlarındaki boşluklara yazınız.



Görseldeki aşamalara ait numaralarla aşağıdaki tanımları eşleştiriniz.

Uygun ortamda çimlenerek hifleri oluşturan dayanıklı üreme birimi (....)

Sporun şişerek oluşturduğu ilk uzantı (....)

Küfün gövdesini oluşturan ince ipliksi yapılar (....)

Hiflerin birleşmesiyle oluşan görünür küf birimi (....)

Küfün sporları oluşturma süreci (....)

Eşeyli spor tiplerine ait harflerle aşağıdaki tanımları eşleştiriniz.

Kalın duvarlı iki hifin uçlarının birleşmesiyle oluşan büyük yapı (....)

Kese içinde dizilmiş sporların oluşturduğu özel üreme yapısı (....)

Kalın duvarlı ve tek çeperli spor (....)

Şema 1.13: Küflerde üreme yapıları

5. UYGULAMA

NEM, SICAKLIK VE BESİNİN KÜF GELİŞİMİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ	
Amaç	Küflerin gelişimini etkileyen faktörleri (nem, sıcaklık, besin) gözlemlemek
Araç Gereç	4 dilim ekmek, kilitli poşetler, su, şeker, fısfıs şişe (sprey şişe).
Süre	Ders içi 40 dk., ders dışı 7 gün

İşlem Basamakları

1. Öğretmen gözetiminde dört gruba ayrılınız.
2. Dört adet özdeş ekmek dilimini hazırlayıp her birini ayrı poşetlere yerleştiriniz.
3. Grupların koşullarını aşağıdaki şekilde düzenleyiniz.
   - Ekmeği kuru bırakınız, poşeti kapatarak oda sıcaklığında karanlık bir dolaba koyunuz [1. grup (kontrol)].

- Ekmeği suyla fısfıslayarak nemlendiriniz, oda sıcaklığında karanlık bir dolaba koyunuz [2. grup (nem)].
- Ekmeği nemlendiriniz ve buzdolabına (+4 °C) koyunuz [3. grup (sıcaklık)].
- Ekmeği şekerli suyla nemlendiriniz, oda sıcaklığında karanlık bir dolaba koyunuz [4. grup (besin)].

4. Örnekleri yedi gün boyunca bekletiniz. 1, 3, 5 ve 7. günlerde poşetlerin üzerinden küfün kapladığı alanı (% olarak) tahmin ederek aşağıdaki çizelgeye kaydediniz.

KÜF GELİŞİMİ TAKİP ÇİZELGESİ

Gözlem Günü	1. Grup (Kontrol) Küf Oranı (%)	2. Grup (Nem) Küf Oranı (%)	3. Grup (Sıcaklık) Küf Oranı (%)	4. Grup (Besin) Küf Oranı (%)	Günlük Gözlem Notları (Renk, yapı vb.)
1. Gün	%0	%0	%0	%0	Deney düzeneği kuruldu.
3. Gün					
5. Gün					
7. Gün					Final ölçümleri yapıldı.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

1.4.4. Küflerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Küflerin gıdalar üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Gıda endüstrisinde önemli bazı küf cinsleri *Alternaria, Aspergillus, Fusarium, Mucor, Penicillium ve Rhizopus*'tur.

Alternaria: 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 patateslerde ***Alternaria solani*** türü bitkinin yaprak, sap ve meyvesinde koyu kahve-siyah renkli lekelerle kendini gösteren **erken yaprak yanıklığı** adı verilen hastalığa neden olur (Görsel 1.43).

A. alternata türü mikotoksin üretir ve üzerinde geliştiği tahıl, ayçiçeği tohumu, zeytin ile çeşitli sebze ve meyveleri toksinleriyle bulaştırabilir (Görsel 1.44). Toksinin zehirleyici etkisi çok yüksek olmamakla beraber mutajenik (DNA veya RNA molekül yapısını değiştiren) etkisi önemlidir.



Görsel 1.43: Domateste erken yaprak yanıklığı hastalığı



Görsel 1.44: *A. alternata* türüyle enfekte olmuş sebze ve meyveler

Aspergillus: Doğada yayılım alanı çok geniş olan bir küf cinsidir. *Aspergillus* türleri sarıdan yeşile ve siyaha kadar değişen renklerde bulunabilir. Bölmeli hiflere sahiptir. Meyve ve sebze, et ile tahıl ürünleri başta olmak üzere birçok gıdada bozulmalara sebep olur. Erik, incir 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 1.45).

Aspergillus flavus ve ***A. parasiticus*** türleri **aflatoksin** olarak bilinen küresel çapta sağlık sorunlarına yol açan öldürücü mikotoksini üretir. Aflatoksin; karaciğer kanseri, sindirim kanalı ve bağışıklık sistemi rahatsızlıklarıyla mutajenik değişimlere yol açar. Söz konusu toksin kuruyemiş ve kuru gıdalar (mısır, tahıl vb.) başta olmak üzere birçok gıdada tehlike oluşturur (Görsel 1.46).



Görsel 1.45: *Aspergillus niger*



Görsel 1.46: *Aspergillus flavus* ve *A. parasiticus* ile enfekte olmuş mısır

Fusarium: Genellikle açık pembe, beyaz, sarı renkte ve 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 ve çürüklüğe neden olur. Ayrıca incir, turunçgil, muz, ananas, nar, patates gibi meyve ve sebzelerde *Fusarium* solgunluğu veya çürüklüğüne neden olur (Görsel 1.47).

Birçok *Fusarium* türü, bitki ve hayvanlarda fizyolojik ve farmakolojik etkilere yol açabilen çeşitli ikincil metabolitler (mikotoksinler gibi) 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'ta optimum gelişim göstererek hızla çoğalır. Başlangıçta beyaz, ilerleyen zamanlarda griye dönen pamuk şekerine benzer koloni oluşturur (Görsel 1.48).



Görsel 1.47: *Fusarium* türünün bitkiye zararı



Görsel 1.48: *Mucor* küfü

Mucor **küfü** toprakta, bitkilerde, çürüyen meyve ve sebzelerde bolca bulunur. Çilek, elma gibi meyvelerde bozulmaya neden olur (Görsel 1.49). İnsan ve hayvanlarda enfeksiyonlara neden olur. Lipaz ve proteaz enzimlerinin üretiminde kullanılan türleri mevcuttur. Fermente gıda üretiminde peynirlerin olgunlaştırılmasında kullanılır.

Penicillium: Gıdalarda (turunçgil gibi) maviden mavi-yeşile değişen renklerde koloni oluşturur (Görsel 1.50).



Görsel 1.49: *Mucor* küfünün çilekte oluşturduğu hastalık



Görsel 1.50: *Penicillium* küfünün farklı meyvelerde oluşturduğu zarar

P. roqueforti ve ***P. camemberti*** türleri, sahip oldukları proteolitik ve lipolitik enzimlerin etkisiyle sırasıyla mavi damarlı rokfor ve kamembert peynirlerinin üretiminde olgunlaşma ve lezzet gelişimini sağlamak amacıyla kullanılır (Görsel 1.51).

P. camemberti ve ***P. nalgiovensis*** türleri sucuk kürlemesinde istenmeyen küf gelişimini önlemede potasyum sorbata göre daha başarılıdır. *Penicillium* cinsine ait bazı türler ise citrinin (***P. citrinum***), okratoksin (***P. viridicatum***) gibi mikotoksinler oluşturur. Ekmek, sucuk başta olmak üzere muz, şeftali ve elma suyunda görülen **patulin** mikotoksinini üreten türleri (***P. expansum, P. patulum***) vardır.

Rhizopus: Septasız hiflere sahiptir. Küflü ekmeklerden izole edilen ***R. stolonifer***, gıdalarda yaygın rastlanan bol nemli ortamlarda görülen türüdür (Görsel 1.52). Tempeh (prebiyotik ve probiyotik içerikli fermente soya fasulyesi ürünü) üretiminde ***R. stolonifer***, ***R. oryzae*** ve ***R. oligosporus*** türleri kullanılır. ***R. oryzae*** türü, lipaz enzimi üretiminde kullanılır. Bazı türleri elma, erik, şeftali gibi meyvelerde sulu yumuşak çürümeye sebep olur.



Görsel 1.51: *Rokfor* ve *kamembert* peynirleri



Görsel 1.52: Gıdalarda *R. stolonifer* küfü zararı

11. SIRA SİZDE

Küflerle ilgili aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

1. Laboratuvarda incelediğiniz iki farklı küf örneğinden birinin hiflerinin septalı diğerininse septasız olduğu saptanmıştır. **Bu iki farklı yapısal özelliğe sahip küf cinslerine birer örnek veriniz.**

.....

2. Bir arkadaşınız "Küfler gıdalar için her zaman zararlıdır ve görüldüğü yerde gıda imha edilmelidir." iddiasında bulunuyor. **Rokfor, kamembert ve tempeh gibi ürünlerin üretim süreçleri dikkate alındığında küflerin yararlanılan özellikleri üzerinden bu düşüncedeki eksikliği açıklayınız.**

.....

3. ***Aspergillus flavus*** **türünün uygun koşullarda kuruyemiş ve tahıllarda ürettiği aflatoksin maddesinin insan sağlığı üzerindeki temel risklerini belirtiniz. Bu tür gıdaların görünürde küflü olmasa bile neden risk taşıyabileceğini tartışınız.**

.....

ETKİNLİK

Görev: Bu çalışmada sizden gıda endüstrisinde ve günlük yaşamda gıdaları en çok etkileyen iki temel mikroorganizma grubunu (bakteriler ve küfler); hücre yapıları, çoğalma şekilleri, gıdalardaki etkileri ve gıda etiği yönüyle karşılaştıran bir sunum hazırlayarak sınıfta sunmanız beklenmektedir.

İşlem Basamakları

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
2. Grup içinde görev paylaşımı (araştırma, slayt tasarımı, konuşma metni yazımı ve sunum anlatımı) yapınız.
3. Doğru kaynaklardan bakteri ve küflerle ilgili araştırma yapınız.
4. Araştırmanız sonucunda elde ettiğiniz bilgileri sınıflandırarak sunumda kullanacağınız kısa, net, etkileyici ve akılda kalıcı cümleler belirleyiniz.
5. Hazırlayacağınız sunumda aşağıdaki konulara yer veriniz.
   - Bakterilerin prokaryot yapıda olup bölünerek çoğalması ile küf mantarlarının ökaryot, çok hücreli yapıda olup sporla çoğalmasının görsel ve metinsel karşılaştırması
   - Bakteri ve küflerin gıda endüstrisindeki olumlu etkileri
   - Bakteri ve küflerin gıda endüstrisinde neden olduğu zararlar (bozulma ve toksin üretimi)
   - Mikroorganizmalardan kaynaklı bozulmaları çeşitli işlemlerle gizleyerek gıdaların taze gibi satılmasının Ahilikteki dürüst ticaret kuralları, hakkaniyet ve gıda etiği açısından doğurduğu olumsuz sonuçlar
5. Hazırladığınız sunumu arkadaşlarınızla paylaşarak arkadaşlarınızdan gelen soruları yanıtlayınız.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız. Arkadaşınızın yaptığı çalışmayı değerlendirmek için akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeği karekodu

Akran değerlendirme formu karekodu

6. UYGULAMA

KÜF HÜCRE YAPILARININ İNCELENMESİ	
Amaç	Küf mantarlarının temel birimi olan hif ve hifin oluşturduğu miselyumu, septum ve sporangium yapılarını gözlemlemek
Araç Gereç	küflenmiş örnekler (ekmek, portakal, limon veya çilek), ışık mikroskobu, lam, lamel, damlalık ve su, iğne ucu veya penset, kalem, kâğıt.
Süre	40 dk.

İşlem Basamakları

1. Temiz bir lamın merkezine damlalık yardımıyla bir damla su damlatınız.
2. Küflü gıdanın üzerindeki pamuksu yapıdan (havai hifler) iğne ucuyla çok küçük, adeta tüy kadar ince bir parça alınız.
3. Örneği lam üzerindeki suyun içine yavaşça bırakıp iğne ucuyla hafifçe dağıtınız.
4. Lameli 45 derecelik açıyla tutarak hava kabarcığı kalmayacak şekilde lamın üzerine kapatınız.
5. Önce en küçük objektifte (4x) genel yapıyı bulunuz. Ardından 10x ve 40x objektiflere geçerek hiflerin iç yapısını inceleyiniz.
6. Mikroskopta gördüğünüz küf kısımlarını (septum, hif, miselyum, sporangium) çiziniz.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

OKUMA PARÇASI

Sekiz Bin Yıldır Vazgeçilmeyen Lezzet: Peynir

Süt nasıl oluyor da birbirinden farklı binlerce peynir çeşidine dönüşebiliyor? Süt peynire dönüşürken temel protein olan **kazeinin** büyük bölümü pıhtıda kalırken **süt şekeri (laktoz)** ve peyniraltı suyu proteinlerinin önemli bir kısmı peyniraltı suyuna geçer. Laktik asit bakterileri, laktozu kullanarak laktik asit oluşturur ve pH seviyesinin düşmesine katkı sağlar. Olgunlaşma sırasında proteinlerin parçalanmasıyla peynirin kendine özgü yapı ve aroması gelişir. Böylece süt; mikroorganizmalar, üretim koşulları ve zamanın etkisiyle birbirinden farklı peynirlere dönüşür.

Bazı peynirler neden çok pahalıdır? Bunun sırrı çoğu zaman ham maddenin sınırlı olması, üretimin güçlüğü ve özel olgunlaştırma koşullarında saklıdır. Sırbistan'da üretilen **pule peyniri**; üretiminde eşek ve keçi sütü kullanılması ve sınırlı miktarda üretilmesi nedeniyle yüksek fiyatlı peynirler arasında yer alır. İspanya'nın Asturias bölgesinde üretilen ve mağaralarda olgunlaştırılan **cabrales** peynirinin yaklaşık 2,3 kilogramlık bir parçasıysa 2024 yılında açık artırmada 36.000 avroya satılarak rekor kırmıştır. Bu örnekler peynirin değerini yalnızca lezzetinin değil; ham maddesinin, üretim yönteminin, üretim miktarı ve olgunlaştırma koşullarının da belirleyebildiğinin göstergesidir.

Peynir dünyasına dair bu sıra dışı bilgilerden haberiniz var mı? Peynirdeki **kazein** proteinin sindirimi sırasında **kasomorfin** adı verilen ve morfin benzeri etki gösterebilen bileşikler oluşabilir. Bu bileşiklerin bazı kişilerde peynir tüketme isteğini etkileyebileceği düşünülmektedir. Yatmadan önce tüketilen az miktarda peynir, içerdiği yüksek **triptofan** aminoasidi sayesinde uyku hormonu (melatonin) üretimini destekleyerek uyku kalitesini artırır. Keskin kokulu bazı peynirlerin olgunlaşmasını sağlayan ***Brevibacterium linens*** bakterisi insan cildinde, özellikle ayak parmaklarında, üreyen koku bakterileriyle doğrudan akrabadır. Çizgi filmlerin aksine fareler güçlü koku duyuları nedeniyle keskin kokulu peynirlerden kaçınır; doğal tercihleri her zaman tatlı meyveler, tahıllar ve tohumlardır. **Çedar, mozarella** gibi bazı peynirlerse tükürük salgısını artırarak ağızdaki asitleri nötralize eder, içerdiği kalsiyum ve fosfat sayesinde diş minesini güçlendirip çürükleri önler.

Peki ya Türkiye? Tarım ve Orman Bakanlığının yayımladığı *Süt Sektör Politika Belgesi 2023-2027*'de yer alan araştırmaya göre Türkiye'de **193 çeşit peynir** üretilmektedir. Beyaz peynirden kaşara, tulum peynirinden otlu peynirlere kadar bu çeşitlilik Anadolu'nun farklı iklimlerinin, hayvancılık geleneklerinin ve yöresel üretim yöntemlerinin izlerini taşır. Kars'ın Boğatepe köyünde kurulan **Ekomüze Zavot** da (Türkiye'nin ilk tematik peynir müzesi) geleneksel peynir üretim kültürünün korunmasına ve gelecek kuşaklara aktarılmasına katkı sağlamaktadır.

Bir dahaki sefere bir parça peynire baktığınızda onu yalnızca bir süt ürünü olarak düşünmeyin. O küçük parçada mikroorganizmaların faaliyetleri, üretim teknolojisi, zaman ve yüzyılların kültürel birikimi bir araya gelir. Peynir çeşitliliğinin sırrı tam olarak burada saklıdır.

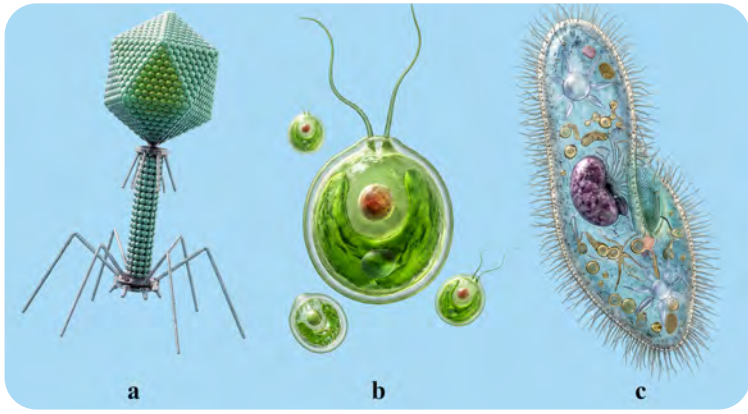
ÖNCE DÜŞÜN!

Sıcak bir yaz gününde deniz kıyısına gittiğinizi düşününüz. Su yüzeyinde veya kayaların üzerinde yeşil, ipliksi yapıda su yosunları (alg) biriktiğini görebilirsiniz. Çoğu zaman sadece su kirliliğinin bir göstergesi ya da ayağa dolanan otlar olarak düşünülen bu yapılar, aslında denizlerin oksijen kaynağı olmaları sebebiyle hayati bir rol üstlenir.

Günlük hayatta çöp veya kirlilik olarak görülen başka hangi doğal oluşumlar, ekosistem için benzer şekilde gizli kahramanlık rolü üstleniyor olabilir?

1.5. VİRÜSLER, ALGLER VE PROTOZOALAR

Hücre yapılarıyla birbirinden farklılık gösteren virüs, alg ve protozoalar (Görsel 1.53) gıda endüstrisinde birçok fayda sağlamalarının yanı sıra önemli düzeyde zararlara da neden olmaktadır.



Görsel 1.53: Virüs (a), alg (b) ve protozoa (c) örnekleri

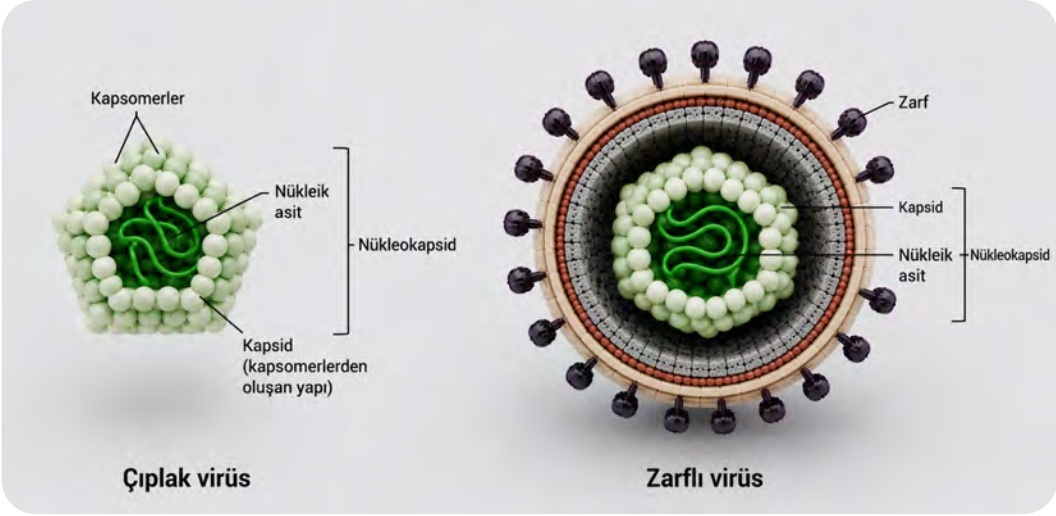
1.5.1. Virüsler

Gerçek bir hücre yapısına sahip olmayan virüsler, prokaryotik ve ökaryotik mikroorganizmalardan farklı bir yapıya sahiptir. Sitoplazma ve sitoplazma içi organelleri yoktur. Virüslerin ribozomları olmadığından protein sentezleyemez, enerji üretemez ve depolayamaz; ayrıca kendi başlarına 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. Bu kısımlar şu şekildedir:

- **Kapsomer ve Kapsid**: Viral genomu çevreleyen protein yapısındaki kılıfa kapsid denir. Kapsidi oluşturan her bir alt birime de kapsomer denir. Kapsid; virüse şekil verir, virüsü korur ve viral genomun hücre içine girmesine yardım eder.
- **Zarf:** Bazı virüslerde viral nükleokapsidi çevreleyen viral membran (zarf) bulunur. Zarf; lipit, protein ve karbonhidratın bileşkesinden oluşur.

- **Nükleik Asitler (Viral Genom, DNA ve RNA):** Virüslerin genetik yapılarını oluşturan nükleik asitler, DNA veya RNA'nın sadece birinden oluşur ve buna viral genom denir (Görsel 1.54).



Görsel 1.54: Virüsün hücre yapısına ait kapsid, nükleik asit ve zarf kısımları

1.5.1.1. Virüslerin Genel Özellikleri

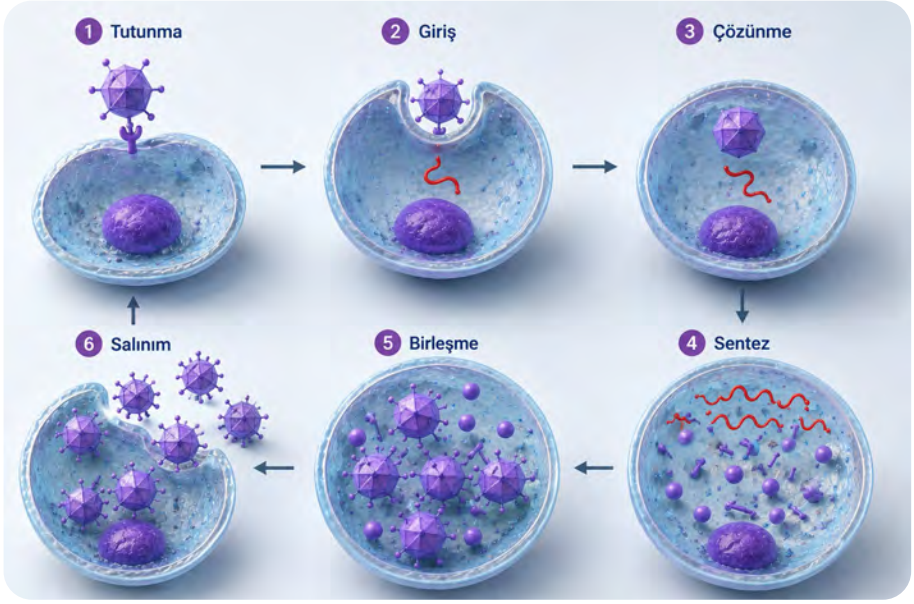
Virüsler; hücresel yapıya sahip olmamaları, canlı ve cansız özellikleri bir arada göstermeleri nedeniyle diğer mikroorganizmalardan farklı özellikler taşır. Virüslerin genel özellikleri şunlardır:

- Zorunlu hücre içi paraziti olduklarından enerji üretebilmek, çoğalabilmek, protein sentezleyebilmek için canlı bir hücreye (konakçı hücreye) ihtiyaç duyar.
- Birkaç virüs (herpesvirüs, poxvirüs) haricinde ışık mikroskobuyla görülemez ancak elektron mikroskobuyla incelenebilir.
- 20-300 nm büyüklüğünde olduklarından bakterilerin geçemediği özel filtrelerden geçebilir (1 µm = 1000 nm).
- Kötü çevre koşullarına ve kimyasal maddelere karşı bakterilerden daha dayanıklıdır.

1.5.1.2. Virüslerde Çoğalma

Virüsler zorunlu hücre içi parazit olup kendi başlarına çoğalamaz. Çoğalabilmek için bir ana hücreyi (konak) ele geçirerek onun kopyalama mekanizmalarını kullanır. Bu süreç **replikasyon** olarak adlandırılır ve genelde altı aşamada gerçekleşir (Şema 1.14). Bu aşamalar şunlardır:

1. **Adsorpsiyon (Tutunma):** Virüs, konak hücre yüzeyindeki reseptörlere bağlanır.
2. **Penetrasyon (Giriş):** Virüs veya genetik materyali hücre içine girer.
3. **Kılıfın Soyulması (Uncoating):** Virüsün koruyucu kılıfı (kapsid) parçalanır, DNA veya RNA serbest kalır.
4. **Biyosentez:** Hücrenin protein sentez sistemleri, virüsün genetik kopyalarını ve protein kılıflarını üretmeye başlar.
5. **Olgunlaşma (Montaj):** Üretilen parçalar bir araya gelerek yeni virüs parçacıklarını oluşturur.
6. **Salınım:** Yeni virüsler hücreyi patlatarak veya tomurcuklanma yoluyla hücreden dışarı çıkar.



Şema 1.14: Virüsün çoğalma aşamaları

1.5.1.3. Virüslerin Gıda Endüstrisindeki Önemi

Virüsler, tehlikeli **viröz hastalıklara** neden olur. Doğada virüslerin yayılması doğrudan temas yoluyla gerçekleşebildiği gibi canlı ve cansız taşıyıcılar (**vektörler**) aracılığıyla da olabilir. Böcekler, yaprak bitleri, keneler, sinekler vb. canlılar önemli vektörler arasında yer alır.

Virüsler gıdalarda çoğalamaz ancak canlılıklarını sürdürebilir. Gıdalar ve su, virüsler için taşıyıcı görevi görür.

Virüsler ve Virüslerin Neden Olduğu Bazı Hastalıklar

Avian İnfluenza: Kuş gribi olarak da adlandırılır. Virüs, enfekte ettiği hayvanın sindirim ve solunum sisteminde bulunur. İnsanlardaki griple benzer belirtiler gösteren bu hastalık, kanatlı hayvanlarda ölümle sonuçlanan enfeksiyonlara yol açarak ekonomik kayıplara neden olur (Görsel 1.55). Enfekte kanatlı hayvanların eti ve yumurtasının tüketilmesi veya virüsle bulaşmış yüzeylere temas edilmesi sonucu insanlara bulaşabilir. Virüs, ısıya duyarlı olduğundan hijyen kurallarına uygun şekilde işlenen ve pişirilen gıdalardan insana bulaşmaz.



Görsel 1.55: Kuş gribine yakalanmış tavuklar

Astrovirüs, Adenovirüs ve Rotavirüs: Taşıyıcı çiğ deniz ürünlerinin tüketilmesiyle insanlara bulaşarak ishalle kendini gösteren bağırsak enfeksiyonlarına (**gastroenterit**) neden olur. Adenovirüs ayrıca gastroenteritin yanı sıra solunum yolu ve göz enfeksiyonlarına da yol açabilir.

Mozaik Virüs Hastalığı: Domates, patates, patlıcan, hıyar gibi gıdalarda hastalık yapar (Görsel 1.56). Gıdalarda ürün ve verim kaybına yol açarak ekonomik zararlara neden olur.



Görsel 1.56: Salatalık yaprağında mozaik hastalığı

Bitkilerde mozaik virüs hastalığı 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

Norovirüs: Virüs, enfekte kişilerden ve bulaşmış gıda ile sulardan insanlara geçerek **kış kusma hastalığına** neden olur. Hastalık; bulantı, kusma, sulu ishal, baş ağrısı, mide krampları, hafif ateş gibi belirtilerle kendini gösterir. Yaygın olarak salata, salata sosu, krema, fırıncılık ürünleri, midye gibi gıdaların tüketilmesi sonucu görülür.

Poliovirüs: Başta çiğ süt ürünleri olmak üzere bulaşmış gıdaların tüketilmesi ve suların içilmesi sonucu insanlara bulaşır. Enfeksiyon sadece insanlarda görülür ve **çocuk felci hastalığı**na neden olur.

Şap Hastalığı: Etkeni *Aphthovirüs* grubuna dâhil virüslerdir. Sığır, manda, koyun, keçi, domuz gibi hayvanlarda görülen viral kökenli salgın hastalıktır. İnsanlarda hastalık enfeksiyonu nadiren görülür. Hastalık; et ve süt veriminde azalma, iş gücü kaybı, gebe hayvanlarda yavru atma, genç hayvanlarda ölüm ve tedavi masrafları nedeniyle önemli ekonomik kayıplara yol açar.

Viral Hepatitler: Hepatit A ve hepatit E virüsleri, enfekte gıda ve suların tüketilmesi yoluyla insanlara bulaşır. Özellikle çiğ et ve süt ürünleri başta olmak üzere çiğ ya da yetersiz ısıl işlem görmüş gıdalarla kirli deniz sularından elde edilen deniz ürünlerinin tüketilmesi sonucu insanlara bulaşır. Virüs karaciğeri hedef alır.

Hepatit A virüsü; yorgunluk, hâlsizlik, iştahsızlık, ateş, karın ağrısı, bulantı, kusma, koyu renkli idrar, gözün beyazında sararmayla kendini gösteren **sarılık hastalığına** neden olur (Görsel 1.57).



Görsel 1.57: Sarılık hastalığında gözler

12. SIRA SİZDE

Bir gıda lojistik merkezinin devasa hangarlarında taze marullar, deniz ürünleri ve meyveler yola çıkmaya hazırdı. Bu ürünlerin arasında bakterilerin aksine sessizce bekleyen, çoğalmak için acele etmeyen gizli bir grup vardı: **virüsler.**

Bakteriler uygun bir gıda bulduklarında hemen bir ziyafet sofrası kurup sayılarını katlarken virüsler, usta birer stratejist gibi davranırdı. Liderleri **Norovirüs**, yanındaki **Hepatit A**'ya fısıldadı.

"Bak dostum, bakteriler çok toy! Bu marulların üzerinde bölünmeye çalışıp enerjilerini harcıyorlar. Oysa biz, bu gıdaları sadece birer **Truva atı** olarak kullanıyoruz. Bu taze salata yaprağı bizi bir insanın hücresine ulaştırana kadar tek bir hareket bile yapmamıza gerek yok. Biz canlı bir hücre bulana kadar **zorunlu birer bekleyişteyiz** ama ulaştığımızda asıl fırtına kopacak!"

Bu sırada merkezdeki televizyonda bir haber geçiyordu: "Şap hastalığı ve kuş gribi vakaları nedeniyle hayvancılık ekonomisinde büyük kayıplar yaşanıyor, bitkisel üretimde ise mozaik virüsü istilası nedeniyle tarlalarda bodurluk ve verim kaybı gözleniyor."

Norovirüs güldü: "Gördün mü? Sadece insanları değil, tarladaki domatesi ve ahırdaki hayvanı da biz yönetiyoruz. Ama insanoğlunun gizli bir silahı var: ısıl işlem. Gıdalar yeterince yüksek sıcaklıkta pişirilirse bizim protein kılıflarımız parçalanır ve hikâyemiz orada biter. Şansımız şu ki insanlar taze salataları ve çiğ deniz ürünlerini çok seviyorlar. Bu bizim ulaşım ağımız!"

Haber biterken mutfaklardaki aşçılara bir uyarı yapıldı: "Gıda güvenliği sadece pişirme işlemi değildir, virüslerin bu ulaşım ağını kesmek için hijyen ve yıkama kuralları en büyük kalkanımızdır."

Metindeki bilgilerden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Hikâyede Norovirüs'ün bakterileri toy olarak nitelendirmesi ve gıdaları birer Truva atı olarak görmesi, virüslerle bakteriler arasındaki hangi temel farkları göstermektedir?

2. Norovirüs'ün ısıl işlemle protein kılıflarının parçalandığını belirtmesine rağmen insanların çiğ tüketim alışkanlıkları düşünüldüğünde mutfaklarda hijyen ve yıkama kurallarının neden ısıl işleme alternatif bir koruma yöntemi oluşturduğunu hikâyedeki bilgilere dayanarak açıklayınız.

1.5.2. Algler

Ökaryotik hücre yapısına sahip olan ve klorofil bulundurdukları için fotosentez yapabilen algler, doğada yaygın olarak bulunan canlılardır. Çoğunlukla göl, nehir ve tatlı sularda; bazı türleriyse tuzlu deniz sularında yaşamını sürdürür (Görsel 1.58). Bununla beraber bir kısmı rutubetli topraklarda ve kayalar üzerinde gelişip çoğalabilir.



Görsel 1.58: Mavi yeşil alg

1.5.2.1. Alglerin Genel Özellikleri

Alglerin genel özellikleri şunlardır:

- Tolere edebildiği sıcaklık aralığı oldukça geniş olan ve buzullarla kaplı kutuplarda yaşayabildiği gibi 80-90 °C'luk kaplıca sularında da yaşayabilen canlılardır.
- Aerobik organizmalardır.
- Klorofil içerdikleri için çoğu yeşil renklidir. Kırmızı, kahverengi gibi pigment maddesi içeren alg türleri de vardır (Görsel 1.59).



Görsel 1.59: Kırmızı, yeşil ve kahverengi algler

- Topraktaki alg türleri, havadaki serbest azotu bağlayarak toprak verimliliğini artırır.
- Protein, karbonhidrat ve özellikle 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 algler hareketli bir yapıya sahiptir.
- Boyları birkaç µm ile birkaç metre arasında değişir.

Alglerin Sınıflandırılması

Alglerin sınıflandırılmasında dikkate alınan özellikler şunlardır:

- İçerdikleri pigmentlerin çeşit ve özellikleri
- Hücrede bulunan depo maddelerinin çeşit ve özellikleri
- Kamçıların sayı, şekil ve yapı özellikleri
- Hücre duvarının kimyasal ve fiziksel özellikleri

Sınıflandırma özellikleri doğrultusunda algler başlıca altı grupta incelenir. Bu gruplar şunlardır:

- *Chlorophyta* (yeşil algler)
- *Phaeophyta* (kahverengi algler)
- *Rhodophyta* (kırmızı algler)
- *Chrysophyta* (diatome veya altın rengi algler)
- *Pyrrophyta* (ateş rengi algler)
- *Euglenophyta* (kamçılı algler)

13. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde alglerin sınıflandırılmasında kullanılan temel ölçütler ve bu ölçütlerle ilişkili kavramlar harflendirilerek verilmiştir. Harflendirilmiş kavramların griddeki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Doğru kutucuk harflerini ilgili boşluklara yazınız (Bir maddenin birden fazla karşılığı olabilir.).

a) kamçı	**b)** fikosiyanin	**c)** nişasta	**ç)** geçirgenlik
d) yağ	**e)** sertlik ve esneklik	**f)** klorofiller	**g)** glikojen
ğ) karotenoidler	**h)** selüloz	**ı)** fikoeritrin	**i)** agaragar

1. Alglerin içerdiği pigment maddelerinin çeşit ve özelliklerine göre yapılan sınıflandırma:

   .....

2. Alg türüne özgü hücrede yer alan depo maddeleri: .....

3. Alglerin büyük çoğunluğunda aktif hareketi sağlayan temel organel veya yapı: .....

   .....

4. Alglerin sınıflandırılmasında kullanılan, hücreyi dış etkilerden koruyan yapının fiziksel karakterini belirleyen ifadeler: .....

1.5.2.2. Alglerin Hücre Yapısı

Algler; tek hücreli (diatome), çok hücreli (yeşil, kırmızı, kahverengi algler) ya da çok sayıda hücrenin bir araya gelmesiyle oluşan gelişmiş koloniler (*Volvox* türü gibi) şeklinde bulunabilir. Algler ökaryotik hücre yapısına sahip organizmalar olduğundan ökaryotik hücrelerde bulunan hücre duvarı, hücre zarı, sitoplazma, hücre içi organellerin yanı sıra kontraktil koful, stigma ve yedek besin kofulu gibi özel yapılara da sahip olabilir. Ayrıca bazılarında bakterilerde olduğu gibi kamçı da bulunur.

Kontraktil koful, tatlı sularda yaşayan tek hücreli ökaryot canlılarda bulunur. Kasılıp gevşeme hareketleriyle hücre içindeki fazla suyu dışarı atarak osmotik basıncın düzenlenmesinde görev alır. Hareketli alg formlarının bazılarında kamçının çıktığı kısımda oluşan **stigma**

BİLGİ KUTUSU

Mavi Yeşil Alg: Mavi-yeşil alg olarak bilinen bu grup, prokaryotik hücre yapısına sahip olduğundan günümüzde Cyanobacteria (siyanobakteriler) adıyla bakteriler sınıfında incelenmektedir.

ise ışığa duyarlı **göz beneği** noktasıdır. Stigma, ışığı algılayıp canlının ışık yönünde gitmesini sağlar. Fotosentez yapabilen alglerde kloroplast organeli bulunduğundan bu canlılar yeşil renkte görünür (Görsel 1.60).

Alglerin hücre duvarlarının yapısında selüloz vardır. Bazı türlerde selülozun yanı sıra silisyum, organik asitler ve diğer karbonhidratlar da bulunur.



Görsel 1.60: *Volvox*

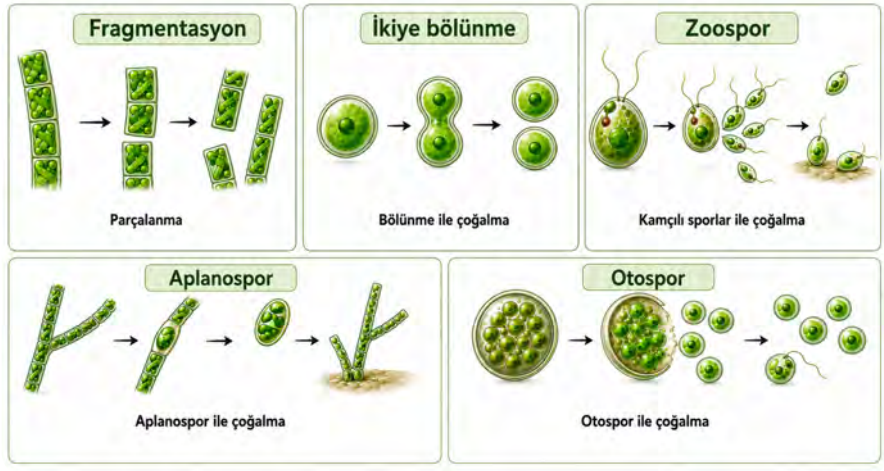
1.5.2.3. Alglerde Çoğalma

Algler (su yosunları), türlerine göre çok çeşitli çoğalma yöntemlerine sahiptir. Genel olarak **eşeyli** ve **eşeysiz** üreme görülür. Çoğunlukla bu iki evrenin birbirini takip etmesiyle meydana gelen **metagenez (döl almaşı)** yöntemiyle çoğalır.

a) Eşeysiz Üreme

Alglerde eşeysiz (aseksüel) üreme, mitoz bölünmeyle gerçekleşir; fisyon, fragmantasyon ve sporla çoğalma şeklinde farklı yöntemler vardır (Şema 1.15).

- **Fisyon (Bölünme):** Tek hücreli alglerin ikiye bölünerek çoğalmasıdır.
- **Fragmantasyon (Parçalanma):** Çok hücreli alglerin bir parçasının kopup yeni bir birey oluşturmasıdır.
- **Sporla Çoğalma:** Hareketli (zoospor) veya hareketsiz (aplanospor) sporlar aracılığıyla gerçekleşir.

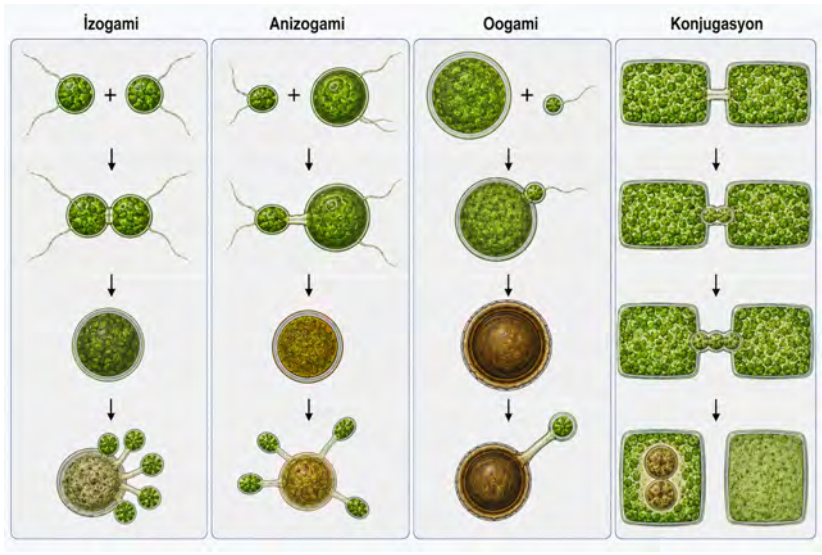


Şema 1.15: Alglerde eşeysiz üreme

b) Eşeyli Üreme

Farklı genetik yapıdaki gametlerin (hücre) birleşmesiyle gerçekleşen eşeyli (seksüel) üreme; izogami, anizogami, oogami ve konjugasyon yoluyla görülebilir (Şema 1.16).

- **İzogami:** Şekil ve büyüklük bakımından birbirinin tıpatıp aynısı olan hareketli gametlerin birleşmesidir.
- **Anizogami:** Her iki gamet de hareketlidir ancak dişi gamet erkek gametten belirgin şekilde daha büyüktür.
- **Oogami:** En gelişmiş eşeyli üreme şeklidir. Büyük, hareketsiz ve besin dolu bir yumurta hücresiyle küçük, kamçılı ve hareketli bir sperm hücresi (örneğin *Volvox* veya *Fucus*) birleşir.
- **Konjugasyon:** Bazı ipliksi yeşil alglerde (*Spirogyra*) görülür. İki hif yan yana gelir ve aralarında oluşan köprü (konjugasyon tüpü) aracılığıyla genetik materyal aktarılır.

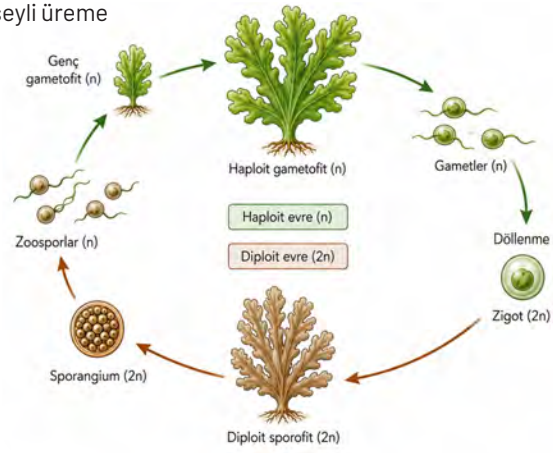


Şema 1.16: Alglerde eşeyli üreme

c) Metagenez (Döl Almaşı)

Deniz marulu gibi pek çok gelişmiş alg türünde yaşam döngüsü, eşeyli ve eşeysiz evrelerin birbirini takip etmesiyle tamamlanır (Şema 1.17). Bu döngüde sporofit ve gametofit evreleri birbirini izler.

- **Sporofit Evre (2n):** Diploit olan bu evre, mayoz bölünmeyle haploit sporlar üretir.
- **Gametofit Evre (n):** Sporların gelişmesiyle oluşan bu evre, mitozla gametleri üretir. Gametlerin birleşmesiyle döngü tekrar sporofit evreye döner.



Şema 1.17: Alglerde metagenez (döl almaşı)

1.5.2.4. 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 protein içeriğiyle vitamin, mineral, antioksidan ve doğal renk maddeleri bakımından zengindir. Bu özellikleriyle gıda ve yem üretiminde de kullanılır. Özellikle ürünlere renk kazandırma, besin değerini arttırma, doku geliştirme ve oksidasyona karşı gıdanın direncini arttırma amaçlarıyla tercih edilir.

Kırmızı algden elde edilen **karragenan**; dondurma, jöle gibi gıdalarda jelleştirici ve kıvam artırıcı olarak kullanılır. Agar ise endüstride özellikle laboratuvar çalışmalarında besiyeri hazırlamada kullanılmasının yanı sıra stabilizatör ve emülsiyon maddesi olarak da değerlendirilir. Diatomlardan elde edilen **diatomite**, endüstride özellikle şeker rafinasyonunda kullanılır. Ayrıca bazı **yosunlar**; demir, bakır, çinko gibi mineraller açısından önemli bir kaynak kabul edilir.



Görsel 1.61: Zararlı alg patlaması

Evsel, tarımsal ve endüstriyel atıkların denizlere karışması nedeniyle iklim değişikliği gibi faktörler denizlerde **zararlı alg patlamaları**na neden olabilir (Görsel 1.61). Toksin üreten bazı ***Pyrrophyta*** alg türlerinin aşırı çoğalması, su ürünleri yoluyla insanlarda

zehirlenmelere neden olabilir. Bu toksinler ısıya dirençli olduğundan gıdaya ısıl işlem uygulamak, zehirlenmelere karşı koruyucu değildir. Bazı alg toksinlerinin kobra yılanı zehri ve potasyum siyanürden çok daha toksik olduğu bilinmektedir.

14. SIRA SİZDE

Mutfaktaki dondurmanın pürüzsüz kıvamından toprak verimliliğini artıran gübre üretimine kadar pek çok yerde deniz sakini alglerin izi vardır. Özellikle kırmızı alglerden elde edilen özel maddeler, sıvıları jel kıvamına getirerek ürünlere kıvam verir. Ancak bu cömert yapılı canlıların dinoflagellat adı verilen türlerinin suda aşırı çoğalmasıyla tehlikeli bir durum ortaya çıkar. Bu hızlı artış sırasında suya salınan ve kobra zehriyle yarışacak kadar güçlü olan toksinler, besin zincirine karışır. En dikkat çekici noktaysa bu moleküllerin atomik bağlarının çok güçlü olması nedeniyle yüksek sıcaklıktaki pişirme işlemlerinde bile yapılarının bozulmamasıdır.

Alglerin etkisi sadece günümüzle sınırlı olmayıp eski çağlardan kalan **diatom** kalıntıları günümüzde şeker ve içecek endüstrisinde ürünlerin saflaştırılmasında filtre görevi görür. Ayrıca bu organizmalar, içerdikleri temel amino asitler ve yağlarla modern insan için sentetik gıdaların ötesinde önemli bir besin kaynağıdır. Denizlerin bu minik sakinleri hem geçmişin mirasıyla hem de bugünün teknolojisiyle yaşamımızın görünmez kahramanları olmaya devam etmektedir.

5N1K sorularını yukarıdaki metin bağlamında cevaplayınız.

1. NE? Kırmızı alglerin hücre duvarlarından elde edilen özel bileşenler, gıda ve laboratuvar sektöründe ne amaçla kullanılmaktadır?

.....

2. NEDEN? Pişirme sırasında uygulanan yüksek ısı, dinoflagellatların ürettiği zehirli molekülleri etkisiz hâle getirmede niçin yetersiz kalmaktadır?

.....

3. NASIL? Alglerin geçmişteki izleri olan diatom kalıntıları, günümüzde içecek endüstrisinde rafinasyon süreçlerini nasıl etkilemektedir?

.....

4. NEREDE? Gıda güvenliği açısından büyük risk oluşturan nörotoksinler, dinoflagellat artışıyla birlikte nerede birikmeye başlar?

.....

5. NE ZAMAN? Denizlerdeki nörotoksin sızıntısı ve suyun rengindeki değişim ne zaman gerçekleşmektedir?

.....

6. KİM? Modern insanın ihtiyaç duyduğu elzem amino asitler ve geniş spektrumlu besin ögeleri açısından sentetik gıdalardan daha değerli görülen canlı grubu hangisidir?

.....

7. UYGULAMA

HAZIR *SPİROGYRA* (YEŞİL ALG) PREPARATININ IŞIK MİKROSKOBUNDA İNCELENMESİ	
Amaç	Hazır preparat kullanarak mikroskobik alglerin karakteristik yapılarını (hücre duvarı, spiral kloroplast, sitoplazma) ayırt ederek hücre yapılarını çizmek
Araç Gereç	ışık mikroskobu, hazır *Spirogyra* (yeşil alg) preparat seti, laboratuvar defteri, kurşun kalem, objektif temizleme kâğıdı.
Süre	1 ders saati

İşlem Basamakları

1. Mikroskobun fişini takınız, ışık kaynağını açarak en düşük objektif (4x) konumuna getiriniz.
2. *Spirogyra* hazır preparatını kutusundan dikkatlice çıkararak lamın orta kısmına dokunmadan tabla üzerine yerleştiriniz.
3. Preparatı tabla üzerindeki kıskaçlarla sabitleyerek lam üzerindeki örneği ışık yolunun tam üzerine hizalayınız.
4. Kaba ayar düğmesini (makrovida) kullanarak tablayı en üst seviyeye getiriniz, ardından okülerden bakarak görüntü gelene kadar tablayı yavaşça aşağı indiriniz.
5. Görüntü belirdiğinde ince ayar düğmesiyle (mikrovida) görüntüyü iyice netleştiriniz.
6. Orta büyütmeye (10x veya 20x) geçerek *Spirogyra*'nın karakteristik şerit şeklindeki spiral kloroplastını gözlemleyiniz.
7. Gözlemlerinizi yaparken diyafram ayarını değiştirerek ışık miktarının görüntü netliği üzerindeki etkisini test ediniz.
8. En net gördüğünüz alanı, hücre sınırlarını ve kloroplast yapılarını içerecek şekilde laboratuvar defterinize çiziniz.
9. Uygulama sonunda objektifi en küçük büyütme objektifi konumuna getiriniz, tablayı indiriniz, preparatı kaldırınız ve mikroskobu kapatarak yerine yerleştiriniz.

İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri ve laboratuvar ortamını uygun dezenfektanlarla temizleyiniz. Temizlenen malzemeleri uygun dolaplara yerleştiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir.
Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

1.5.3. Protozoalar

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

1.5.3.1. Protozoaların Genel Özellikleri

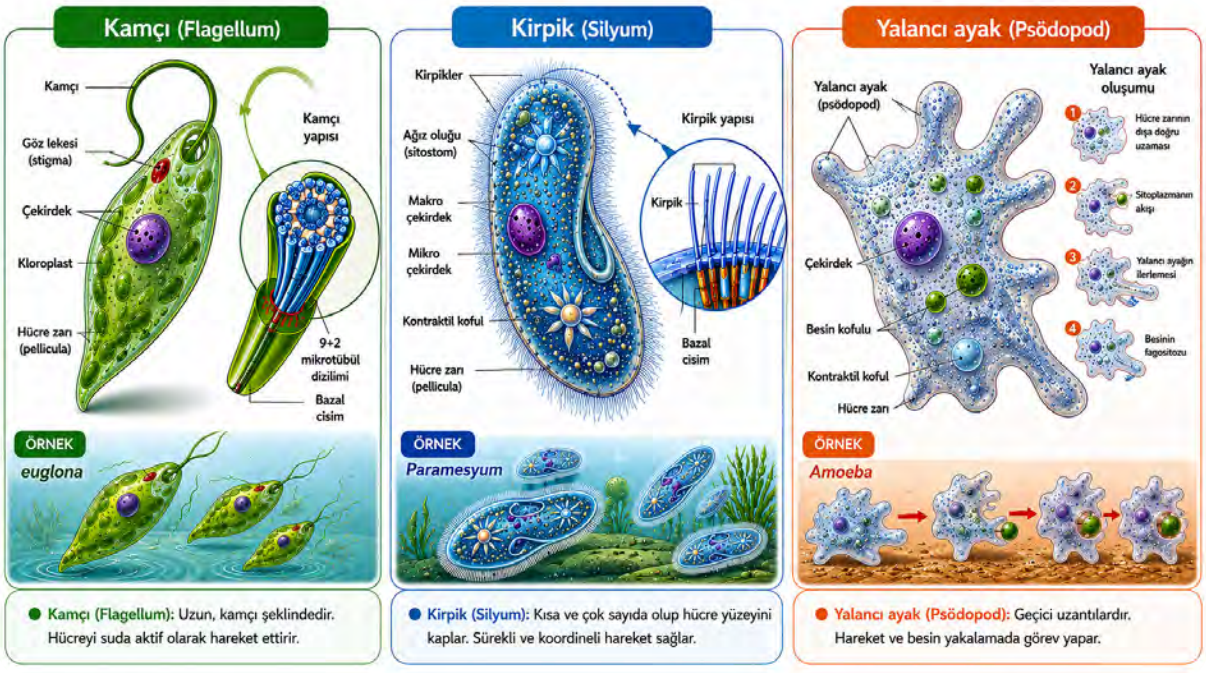
Protozoalar, doğada özellikle tatlı ve tuzlu sular gibi nemli yerlerde ve toprakta yaşar. İnsan ve hayvan paraziti olup hastalık yapan türleri bulunur.

1.5.3.2. Hücre Yapısı

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

Protozoalarda hayvan hücresinde olduğu gibi hücre duvarı bulunmaz. Sitoplazmaları **ektoplazma** ve **endoplazma** kısımlarından oluşur. **Ektoplazma**; hareket, boşaltım, sindirim ve gıdanın hücreye alınması (**fagositoz**) görevlerinde rol oynar. **Endoplazma** ise çekirdeği saran vakuol ve granüllü kısım olup çoğalmayla beslenme süreçlerinde görev alır.

Hareket edebilen protozoa türlerinde **yalancı ayak** [**pseudopodium** (pisödopodyum)], **kamçı** [**flagellum** (fılagellum)] ve **kirpik** [**cilium** (cilyum)] olmak üzere üç çeşit hareket organeli bulunur (Görsel 1.62).



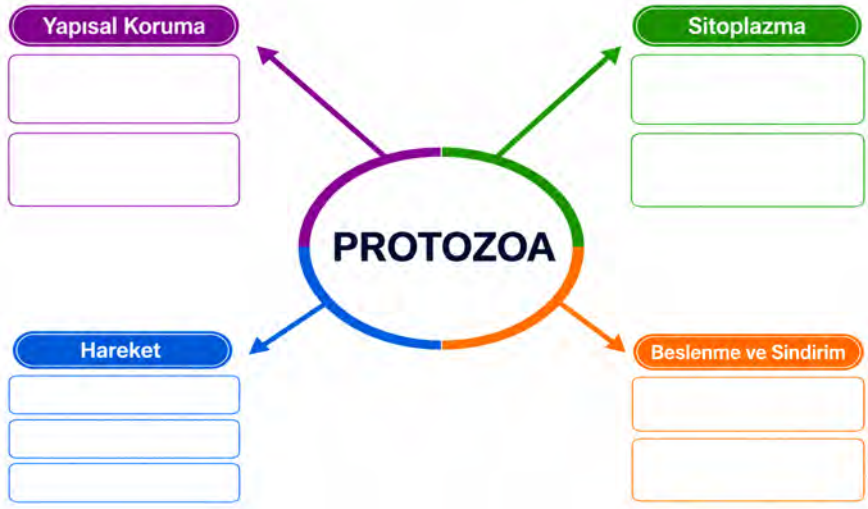
Görsel 1.62: Protozoalarda kamçı, kirpik ve yalancı ayak

Hareket organellerinin tanımı ve özellikleri şunlardır:

- **Yalancı Ayak**: Sitoplazmanın geçici uzantısıdır, geri çekilip yeniden oluşturulabilir. Beslenmeye yardımcı olur.
- **Kamçı**: İnce, ipliksi yapıda olup hücrenin hareketini sağlayan uzantıdır.
- **Kirpik (Sil)**: Kamçıya göre daha kısa, sayıca daha fazla ve daha az hareketli uzantılardır.

15. SIRA SİZDE

Aşağıda istenen kavramlara göre Şema 1.18'i doldurunuz.



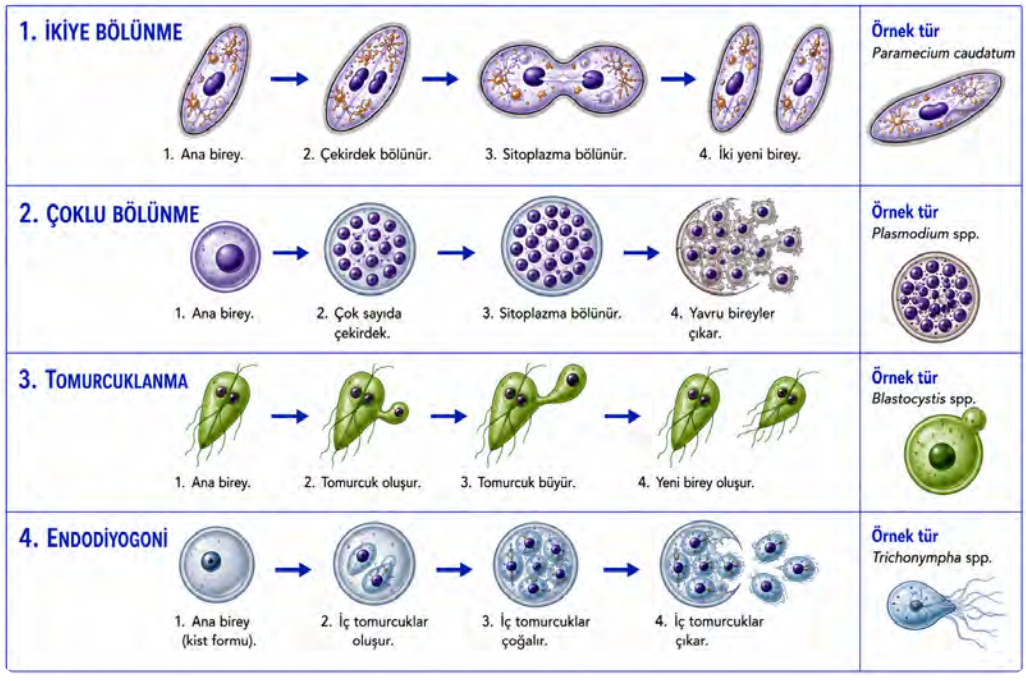
Şema 1.18: Protozoalarda hücre yapısı ve görevleri

1.5.3.3. Protozoalarda Çoğalma

Protozoaların çoğalması; türlerin çevresel koşullarına, uyum yeteneklerine ve yaşam döngülerine bağlı olarak eşeysiz ve eşeyli biçimde gerçekleşir.

a) Eşeysiz Üreme

Protozoonların çoğunda görülen temel üreme şeklidir. Bir ana hücreden genetik olarak özdeş yavrular oluşur (Şema 1.19). Protozoonlarda eşeysiz (aseksüel) üreme başlıca dört farklı şekilde gerçekleşir:



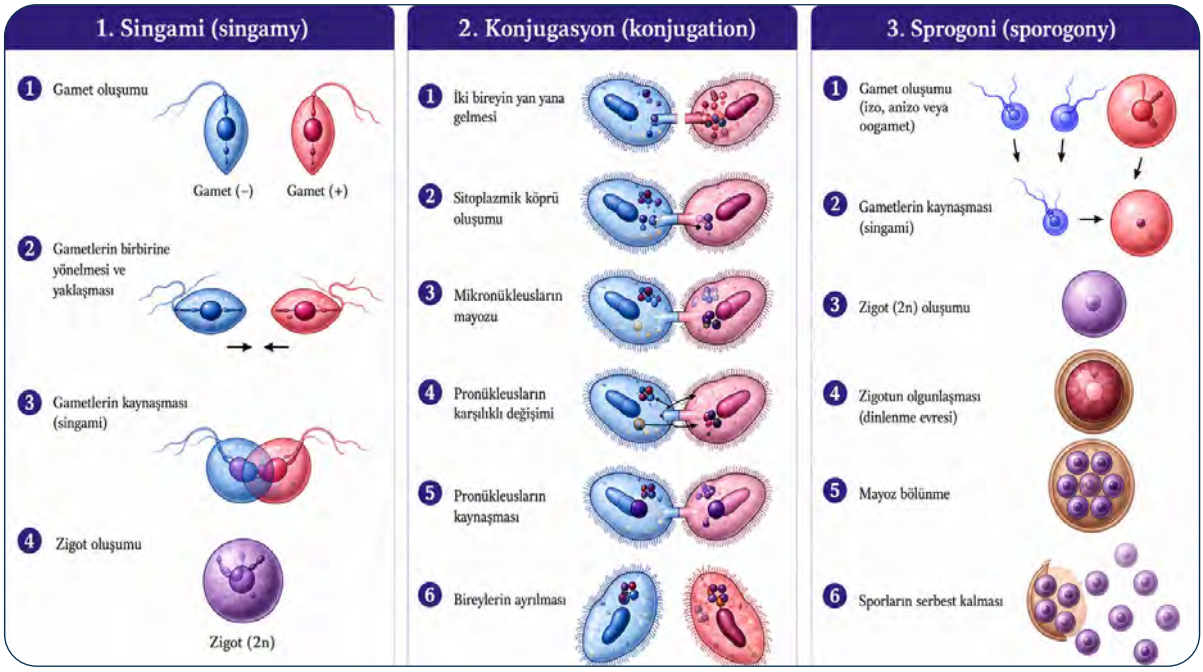
Şema 1.19: Protozoalarda eşeysiz üreme tipleri

- **İkiye Bölünme [Binary Fission** (baynıri fijın)**]:** Hücrenin mitozla ikiye ayrılmasıdır. Sillerde [ciliata (siliyata)] enine, kamçılılarda [flagellata (filacellata)] boyuna, amiplerdeyse düzensiz şekilde gerçekleşir.
- **Çoklu Bölünme (Şizogoni):** Çekirdeğin çok sayıda bölünmesinin ardından sitoplazmanın her bir çekirdek etrafında toplanarak çok sayıda yavru hücreye (merozoit) ayrılmasıdır.
- **Tomurcuklanma [Budding** (bading)**]:** Ana hücre üzerinde oluşan bir çıkıntının gelişerek yeni bir birey oluşturmasıdır.
- **Endodiyogoni:** Ana hücre içinde iki yavru hücrenin oluşmasıdır (*Toxoplasma* gibi türlerde görülür.).

b) Eşeyli Üreme

Genetik çeşitliliği sağlayan üreme biçimidir ve genellikle yaşam döngüsünün belirli aşamalarında gerçekleşir (Şema 1.20). Protozoonlarda eşeyli üreme başlıca üç farklı şekilde görülür:

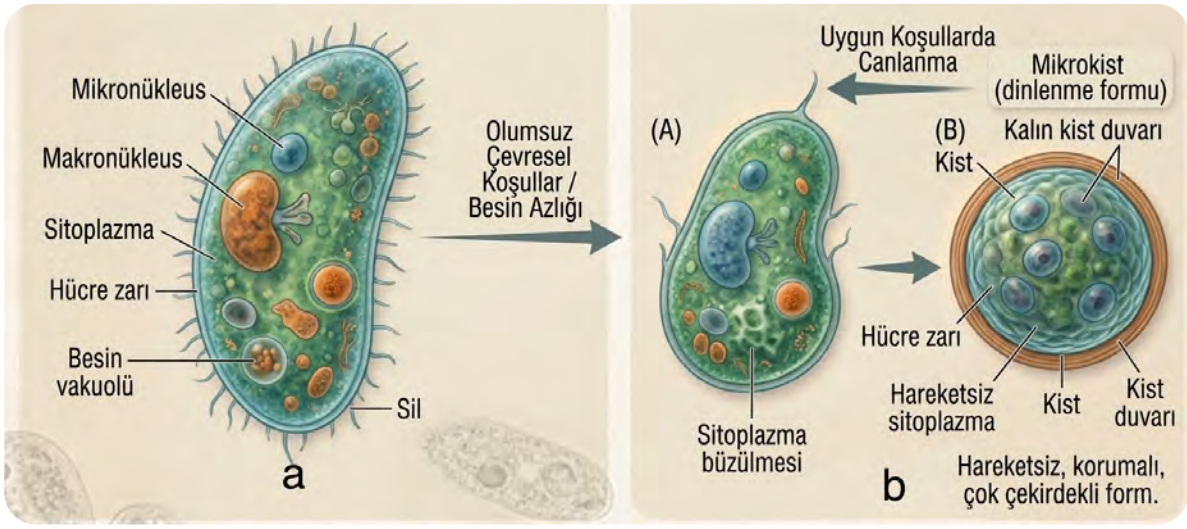
- **Singami (Gametogami):** İki gametin (mikrogamet ve makrogamet) birleşerek bir zigot oluşturmasıdır. Gametler yapısal olarak aynıysa **izogami**, farklıysa **anizogami** denir.
- **Konjugasyon:** Özellikle silli protozoonlarda (*Paramecium* gibi) görülür. İki birey yan yana gelerek mikroçekirdek (genetik materyal) alışverişinde bulunur. Bu süreçten sonra hücreler ayrılarak bölünmeye devam eder. Konjugasyonda birey sayısı artmaz, genetik çeşitlilik sağlanır.
- **Sporogoni:** Zigotun dış ortamda veya bir ara konakta bölünerek bulaşıcı formlar olan sporozoitleri oluşturmasıdır.



Şema 1.20: Protozoalarda eşeyli üreme tipleri

Protozoalarda Yaşam Döngüsü ve Kistleşme

Olumsuz çevre koşullarında protozoonlar metabolizmalarını yavaşlatarak kendilerini koruyan bir kist duvarı oluşturur (**kistleşme**). Koşullar düzeldiğinde kist açılır ve aktif yaşam evresi (**trofozoit**) başlar (Şema 1.21).



Şema 1.21: Protozoalarda trofozoit (a) ve kistleşme (b)

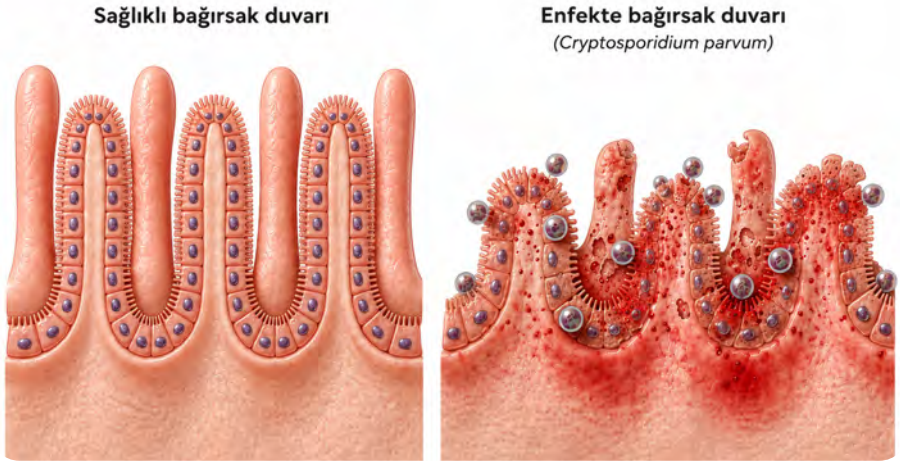
1.5.3.4. Protozoaların Gıda Endüstrisindeki Önemi

Protozoalar, gıdaların hazırlanması sırasında hijyenik koşulların göz ardı edilmesi durumunda gıda güvenliği ve insan sağlığı için risk oluşturabilir. Enfeksiyonun bulaşmasında özellikle böcek ısırıkları ve insan dışkısı bulaşmış gıdaların tüketilmesi etkilidir. Uygun ısıl işlemin uygulanması, hijyen koşullarına uyulması, gıdaların uygun koşullarda dondurulması ve depolanması; protozoal bulaşmanın önlenmesinde etkilidir.

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

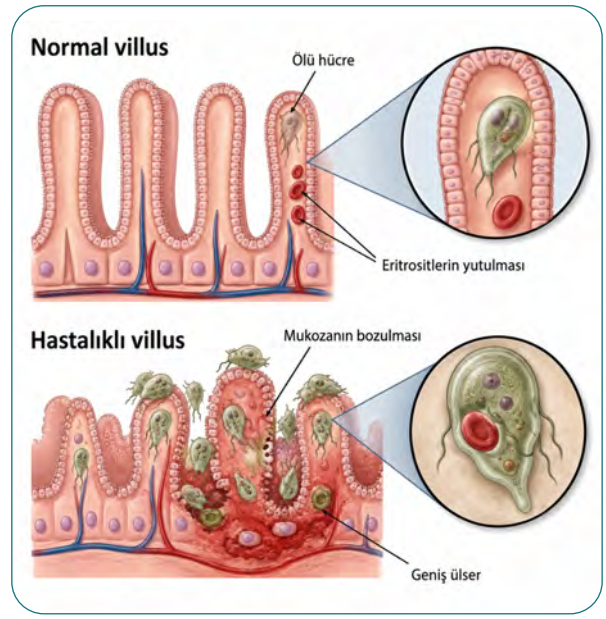
Cyclospora cayetanensis: Dışkıyla atılan **yumurta kistleri**yle (ookist) bulaşmış su ve gıdaların tüketilmesi yoluyla insanlara bulaşır. Enfeksiyon insanlarda bulantı, kusma, sulu ishal, karın ağrısı, hâlsizlik gibi belirtilerle seyreden hastalığa neden olur.

Cryptosporidium parvum: İnsan dâhil birçok memeli, kanatlı ve balık türlerinin sindirim sistemi epitel hücrelerine yerleşir. Dolayısıyla dışkı kökenlidir. İshal hastalıklarının başlıca etmenidir. Dezenfektan ve zorlu çevre koşullarına karşı dayanıklı **oosit**lere (henüz döllenmeye hazır olmayan dişi üreme hücresi) sahiptir. Bu türün neden olduğu **kriptosporidyoz** hastalığı; karın krampları, sulu ishal, bulantı, kusma, baş ağrısı, ateş, iştahsızlık, kilo kaybı gibi belirtilerle seyreder (Görsel 1.63).



Görsel 1.63: *Cryptosporidium parvum* kaynaklı bağırsak hasarı

Entamoeba histolytica: İnsan, domuz, bazı maymun türleri ve evcil hayvanların bağırsaklarına yerleşebilmesinin yanı sıra karaciğer, beyin, akciğer gibi organlara da yayılabilen bir parazittir (Görsel 1.64). Bağırsaklara yerleşmesi sonucunda kanlı, ağrılı ishal, karın ağrısı, ateş, hâlsizlik belirtilerine sahip **amipli dizanteri hastalığına** neden olur (Görsel 1.64). Ayrıca karaciğer, beyin, akciğer gibi organlarda iltihaplanmalara yol açabilir. Parazit sıcak iklimlerde daha kolay bulaşır. Çiğ gıdalar, içme suyu ve haşereler parazitlerin bulaşma kaynaklarıdır.



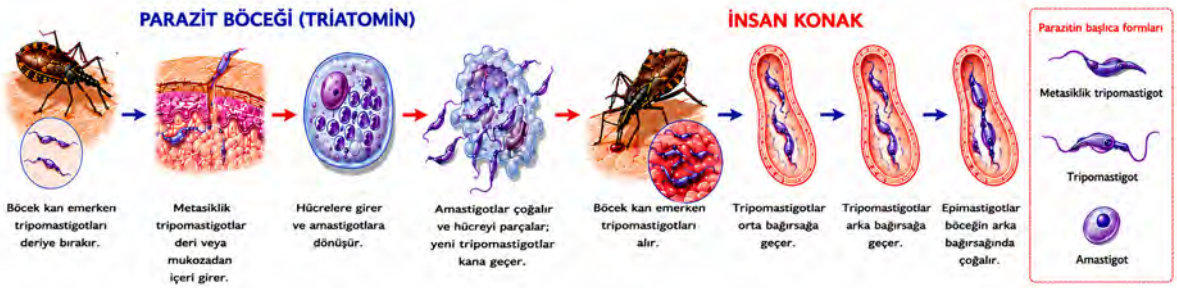
Görsel 1.64: *Entamoeba histolytica* ve bağırsak enfeksiyonu

***Giardia* Türleri:** Bu cinse ait protozoalar armut şeklindedir. İnsan ve hayvanlarda **giardiazis** adı verilen sindirim sistemi hastalıklarına neden olur. Hastalık, kirli su ve gıdaların tüketilmesiyle ortaya çıkar. Çocuklarda ishal, yaşlılarda ise safra kesesi bozukluğuna bağlı bulantı, kusma ve sindirim sisteminde gaz birikimi gibi belirtiler gösterir (Şema 1.22).



Şema 1.22: *Giardia intestinalis* ve giardiazis

Trypanosoma cruzi: Triatoma tahtakurusunun yüz bölgesini özellikle dudak çevresini ısırmasıyla insanlara bulaşır (Görsel 1.65). Parazit ısırılan yerde kızarıklık ve şişlikle başlayan; ateş, hâlsizlik, döküntü, ishal ve kusmayla devam eden **Chagas hastalığı**nın etmenidir. Bu hastalık ilerleyen aşamalarda kalp yetersizliği, ritim bozukluğu gibi problemlere yol açabilir. Hastalığa karşı koruyucu bir aşı ve kesin tedavi edici bir ilaç bulunmadığından hastalık, her yıl dünyada çok sayıda ölüme neden olmaktadır.



Görsel 1.65: *Trypanosoma cruzi* parazitinin yaşam döngüsü ve parazit böceği

***Toxoplasma gondii*:** Kediler parazitin eşeyli ürediği tek konakçıdır; insanlar, kuşlar ve diğer memeliler ara konakçıdır (Şema 1.23). Enfekte su, süt, yumurta, az pişmiş et gibi gıdaların tüketilmesiyle insanlara bulaşır. Sindirim sistemine girdikten sonra beyin, karaciğer ve kas dokularına yerleşerek **toksoplazmoliz** hastalığına neden olur. İnsanlarda hastalık çoğu zaman belirgin bir belirti göstermese de kas ağrısı ve lenf bezi şişmesi görülebilir. Özellikle gebelik döneminde düşüğe ve sakat doğuma yol açabilir (Şema 1.23). Çiğ gıdaların tüketilmemesi enfeksiyona yakalanmamak için alınacak tedbirlerdendir.



Şema 1.23: *Toxoplasma gondii* yaşam serüveni

8. UYGULAMA

FARKLI PROTOZOA TÜRLERİNİN HAZIR PREPARAT YARDIMIYLA MİKROSKOPTA İNCELENMESİ	
Amaç	Hazır protozoa preparatları üzerinde mikroskobik inceleme yaparak *Amoeba*, *Paramecium, Euglena* gibi protozoaların karakteristik yapılarını ayırt ederek görüntüleri çizmek
Araç Gereç	ışık mikroskobu, hazır protozoa preparat setleri (amip, öglena, paramesyum), laboratuvar defteri, kurşun kalem, objektif temizleme kâğıdı.
Süre	1 ders saati

İşlem Basamakları

1. Mikroskobun fişini takınız ve ışık kaynağını açarak en düşük objektif (4x) konumuna getiriniz.
2. Hazır protozoa preparat örneklerini kutusundan dikkatlice çıkarınız ve ayrı ayrı mikroskopların tabla kısımları üzerine yerleştiriniz.
3. Preparatları tabla üzerindeki kıskaçlarla sabitleyiniz, lamlar üzerindeki örnekleri ışık yolunun tam üzerine hizalayınız.
4. Kaba ayar düğmesini (makrovida) kullanarak tablayı en üst seviyeye getiriniz, ardından okülerden bakarak görüntü gelene kadar tablaları yavaşça aşağı indiriniz.
5. Görüntüler belirdiğinde ince ayar düğmesiyle (mikrovida) görüntüleri iyice netleştiriniz.
6. Orta büyütmeye (10x veya 20x) geçerek amip, öglena ve paramesyum örneklerinin karakteristik hücre kısımlarını inceleyiniz.
7. Gözlemlerinizi yaparken diyafram ayarını değiştirerek ışık miktarının görüntü netliği üzerindeki etkisini test ediniz.
8. Gözlemlediğiniz örneğin (en net görüntünün) hücre kısımlarını ve karakteristik yapılarını laboratuvar defterinize çiziniz.
9. Uygulama sonunda tüm mikroskoplardaki objektifleri en küçük büyütme objektifi konumuna getiriniz, tablaları indiriniz, preparatları kaldırınız ve mikroskopları kapatarak yerlerine yerleştiriniz.

İşlem sonrası ellerinizi, çalışma ortamını ve kullandığınız malzemeleri uygun dezenfektanla temizleyerek atıkları biyolojik atık kutusuna atınız.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

Öğrenme Günlüğü

"Temel Mikrobiyoloji" öğrenme biriminde öğrendiklerinizi yansıtacak bir öğrenme günlüğü yazınız. Öğrenme yolculuğundaki deneyimlerinizle bu süreçte yaşadığınız önemli anları aşağıdaki soruları düşünerek yazabilirsiniz.

1. Bu öğrenme biriminde öğrendiğiniz en ilginç bilgi neydi?

.....

.....

.....

2. Bu öğrenme biriminde öğrendiğiniz hangi bilgileri günlük hayatınızda kullanabilirsiniz?

.....

.....

.....

3. Hangi bölüm hakkında daha fazla bilgi edinmek isterdiniz?

.....

.....

.....

4. Öğrendikleriniz arasında en çok hangi kısımdan keyif aldınız?

.....

.....

.....

5. "Temel Mikrobiyoloji" öğrenme birimine başlarken bu adın sizde uyandırdığı duygu ve düşüncelerle birimin sonundaki duygu ve düşünceleriniz arasında ne gibi farklar oluştu?

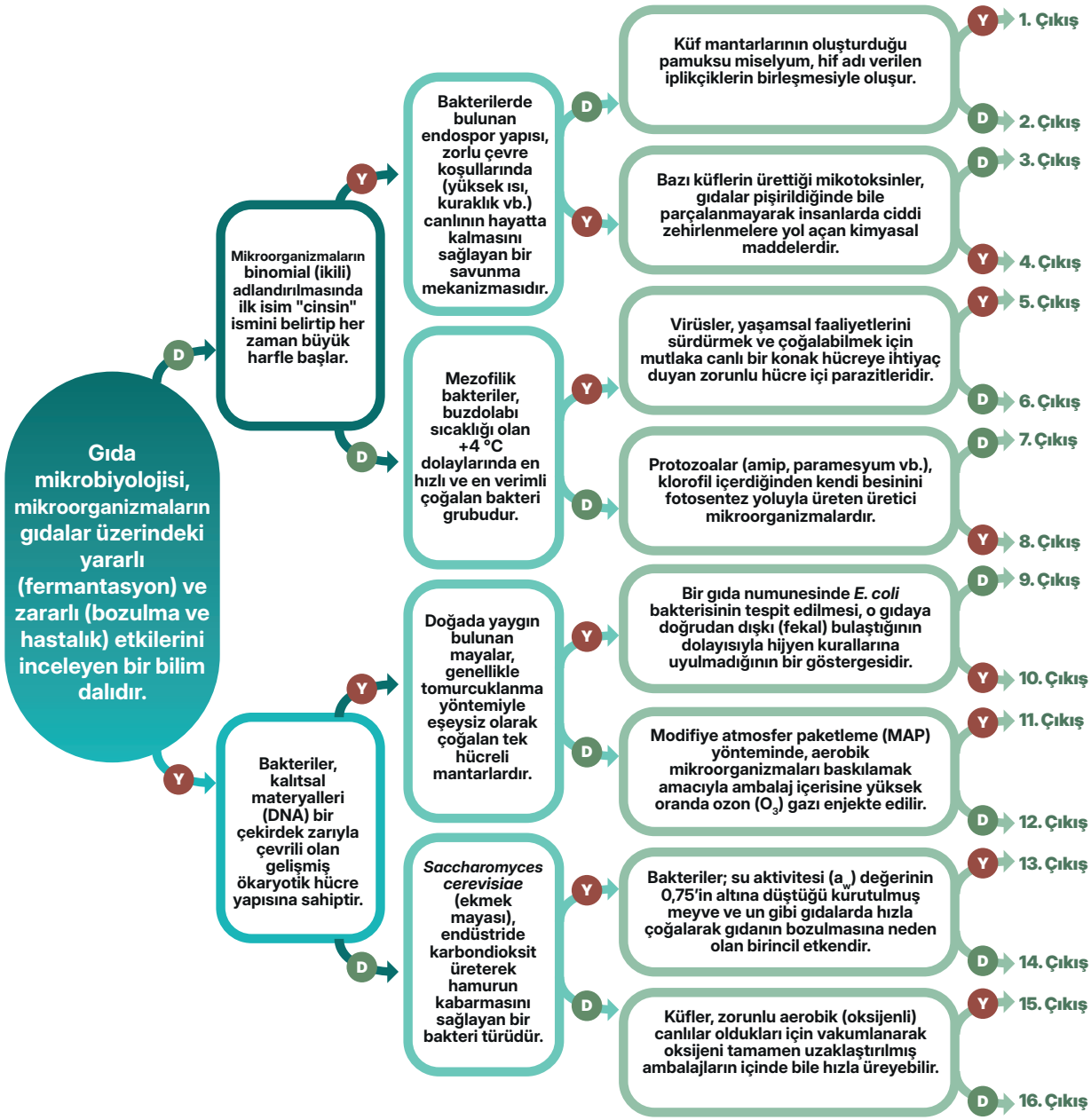
.....

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta ilk kutucuktan başlayınız. Her basamakta verilen ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını değerlendirerek "Doğru (D)" veya "Yanlış (Y)" okunu takip ediniz. Her bir karar aşamasında karşınıza çıkan yeni ifadeyi değerlendirerek ilerleyiniz ve ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde temel mikrobiyoloji konusuyla ilgili bazı kavramlar harflendirilerek verilmiştir. Bu kavramların numaralı kısımdaki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Boşluklara uygun harfleri yerleştiriniz.

a) kloroplast	b) kontraktil koful	c) kapsid	ç) glikojen
d) kitin	e) peptidoglikan	f) saprofit	g) pili
ğ) hif	h) endospor	ı) yalancı ayak	i) fermantasyon
j) kapsül	k) konak hücre	l) cins	m) glikoz

1. Canlıların bilimsel olarak adlandırılmasında kullanılan binominal (ikili) isimlendirme sistemine göre bir canlının akrabalık derecesini belirleyen ilk ismi temsil eden taksonomik grup: .....
2. Bakterilerin birbirine veya yüzeylere tutunmasını sağlayan kısa uzantılar: .....
3. Hangi yapı; Bakteriyi antibiyotik, fagositoz gibi dış etkenlere karşı ek koruma altına alan yapı: .....
4. Bakterilerin zorlu ortam koşullarında hayatta kalmak için oluşturduğu bazal metabolizma hâli: .....
5. Ekmek yapımında hamurun gözenekli bir yapı kazanarak kabarmasını sağlayan, tek hücreli bir mantar olan mayaların oksijensiz ortamda gerçekleştirdiği enerji üretim süreci (etanol ve karbondioksit açığa çıkaran olay): .....
6. Amip gibi canlıların hem besin alımında hem de yer değiştirmede kullandığı yapı: .....
7. Tatlı suda yaşayan tek hücreli ökaryotlarda hücre içine giren fazla suyun tahliyesini yapan organel: .....
8. Ekmek, bira mayası gibi tek hücreli mantarlarda bulunmayan; küf ve şapkalı mantarlar gibi çok hücreli mantarların gövdesini oluşturan ipliksi yapı: .....
9. Virüslerin, içine yerleşerek çoğaldığı ve metabolik faaliyetlerini kendi üretimi için kullanmaya zorladığı canlı hücre: .....
10. Mantarların hücre duvarını oluşturan ve eklem bacaklıların dış iskeletinde de bulunan polisakkarit: .....
11. Bakteri hücre duvarının temel yapısal bileşeni olan molekül: .....
12. Virüslerin genetik materyalini (DNA veya RNA) dış çevrenin etkilerinden koruyan protein kılıfının genel adı: .....
13. Hayvanlar, mantarlar ve bakterilerin ortak kullandığı depo polisakkariti hangisidir: .....
14. Ölü organizmaları parçalayarak madde döngüsüne katkı sağlayan ayrıştırıcı canlıların genel adı: .....
15. Bitkiler ve bazı protistalarda (alg, öglena) bulunan güneş enerjisini kullanan organel: .....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

16. Binominal (ikili) adlandırma sistemine göre bilimsel adı *Saccharomyces cerevisiae* olan ekmek mayasıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) *Saccharomyces* kelimesi canlının tür tanımlayıcısını ifade eder.

B) *cerevisiae* kelimesi canlının ait olduğu cinsi belirtir.

C) *Saccharomyces*, yakın akrabalık ilişkisine sahip canlıların ortak cins ismidir.

D) İkinci isim tek başına kullanıldığında canlının tüm biyolojik özelliklerini temsil eder.

E) Bu isimlendirme yöntemi sadece mikroskobik canlılar için geçerlidir.

17. Bakterilerde bulunan plazmit yapılarıyla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenebilir?

A) Bakterinin yaşamsal faaliyetleri (bölünme, solunum gibi) için mutlaka gerekli olan ana DNA'dır.

B) Antibiyotiklere karşı direnç genleri gibi avantaj sağlayan bilgileri taşıyan küçük DNA halkalarıdır.

C) Sadece gram-negatif bakterilerde bulunan bir hücre duvarı bileşenidir.

D) Bakterinin olumsuz koşullarda endospor oluşturmasını sağlayan protein kılıfıdır.

E) Hücrenin enerji üretiminden sorumlu olan çift zarlı organeldir.

18. Bir gıda mühendisi, incelediği bir mikroorganizmanın hif adı verilen ipliksi yapılardan oluştuğunu ve sporla çoğalarak besinlerin üzerinde pamuksu bir tabaka meydana getirdiğini gözlemlemiştir.

Bu mikroorganizma aşağıdakilerden hangisidir?

A) Bakteri B) Maya C) Virüs D) Küf Mantarı E) Arke

19. Virüslerin biyolojik özellikleri dikkate alındığında onların canlı ve cansız varlıklar arasında değerlendirilmesinin temel nedeni nedir?

A) Hücre duvarlarının sadece proteinden oluşması

B) Çoğalabilmek için konak hücreye bağımlı olmaları

C) Sadece çok yüksek sıcaklıklarda aktif hâle geçmeleri

D) Kamçıları olmadığından aktif hareket edememeleri

E) Antibiyotiklerden etkilenerek hızla ölmeleri

20. Aşağıdakilerden hangisi gıda mikrobiyolojisinin uygulama alanlarından biri değildir?

A) Yoğurt ve peynir üretiminde kullanılan laktik asit bakterilerinin takibi

B) Konserve gıdalarda *Clostridium botulinum* gelişiminin ve bombaj riskinin engellenmesi

C) Bitkilerin köklerinde azot bağlayarak toprağın verimini artıran bakterilerin incelenmesi

D) Sütün pastörizasyon işlemiyle patojen mikroorganizmalardan arındırılması

E) Fermente içeceklerin üretiminde mayaların alkol üretim kapasitelerinin ölçülmesi

21. Protozoalarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Tamamı çok hücreli canlılardır.

B) Hücre duvarı bulundurdukları için şekilleri değişmez.

C) Ökaryot hücre yapısına sahip mikroorganizmalardır.

D) Sadece fotosentez yaparak beslenirler.

E) Spor oluşturarak çoğalırlar.

22. Bakterilerin hücre duvarını oluşturan peptidoglikan tabakasıyla mantarların hücre duvarını oluşturan kitin arasındaki temel fark nedir?

A) Peptidoglikan, amino asit ve polisakkarit türevlerinden oluşan karmaşık bir yapıya sahipken kitin, azotlu bir polisakkarittir.

B) Peptidoglikan yapısı, sadece üretici (ototrof) bakterilerde bulunurken; kitin yapısı tüm mantar türlerinde ortak olarak bulunur.

C) Peptidoglikan, hücreye esneklik ve hareket yeteneği kazandırırken kitin hücresel solunuma doğrudan katkı sağlar.

D) Peptidoglikan yapısı, kloroplast organeliyle sentezlenirken kitin yapısı mantar hücrelerindeki mitokondride üretilir.

E) Her iki yapı da tüm canlı âlemlerinde ortak olarak bulunur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

23. Bir göl ekosisteminde alg patlaması (aşırı çoğalma) yaşanması durumunda aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşmesi beklenir?

A) Suyun oksijen seviyesinin artması ve balık sayısının hızla çoğalması

B) Alglerin fotosentezi durdurarak tüm gölü karanlığa gömmesi

C) Sudaki oksijenin tükenmesi ve diğer sucul canlıların yaşamının tehlikeye girmesi

D) Alglerin virüslere dönüşerek insan sağlığını tehdit etmesi

E) Göl suyunun tamamen buharlaşarak kuruması

24. Kontraktil koful organeli aşağıdaki canlı gruplarının hangisinde hücre içine giren fazla suyu dışarı atarak hücrenin patlamasını önlemek (homeostasi) amacıyla kullanılır?

A) Bakteriler B) Mayalar C) Tatlı su protozoaları D) Virüsler E) Küfler

25. Aşağıdaki mikroorganizma ve gıda sanayisindeki kullanım eşleştirmelerinden hangisi yanlıştır?

A) Maya-ekmek hamurunun kabartılması

B) Bakteri-sütten yoğurt ve turşu yapımı

C) Küf-bazı peynir türlerine (rokfor gibi) aroma kazandırılması

D) Alg-gıdalarda kıvam artırıcı (agar) üretimi

E) Virüs-sirke fermantasyonunun hızlandırılması

Ç) Senaryoya bağlı olarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

Uzay araştırmaları yapan bir kurum, Mars'a benzer bir ortamda hayatta kalabilen mikroorganizmalar üzerinde çalışmaktadır. Kendinizi "Astromikrobiyoloji Projesi"nde çalışan bir araştırmacı olarak düşününüz. **Bu düşüncenize bağlı kalarak aşağıda verilen soruları cevaplayınız.**

26. Keşfettiğiniz yeni bir mikroorganizmayı dünyaya tanıtırken *Marsillus biyofermentus* adını verdiniz.

Bu isimlendirme kuralının (binomial) mikrobiyoloji dünyasında neden bir standart olarak kullanıldığını ve bilimsel karışıklıkları nasıl önlediğini açıklayınız.

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

27. Mars kampındaki su tanklarında çok düşük sıcaklıklarda hızla çoğalan bakteriler tespit edilmiştir. **Bu bakterilerin sıcaklık isteğine göre hangi grupta yer aldığını belirtiniz ve bu özelliğin gıda endüstrisinde soğuk zincir güvenliği açısından oluşturabileceği riskleri açıklayınız.**

.....

.....

28. Uzay istasyonunda astronotlar için protein ve probiyotik kaynağı olarak kefir üretimine karar verilmiştir. **Kefir tanelerinde yaşayan maya ve bakterilerin birlikte yürüttüğü fermantasyon sürecini, hamurun kabarmasında gerçekleşen süreçle karşılaştırınız (Kefir örneği üzerinden açıklayınız.).**

.....

.....

29. Atık yönetim biriminde plastikleri parçalayabilen özel küf mantarları kullanılmaktadır. **Küflerin yalnızca gıda bozulmasına neden olan canlılar olmadığını, doğadaki ve endüstrideki (ilaç, temizlik vb.) geri dönüşüm rollerini hif yapısı ve salgıladıkları enzimler üzerinden açıklayınız.**

.....

.....

30. Atık su arıtma havuzlarında paramesyumların (terliksi hayvan) sayısının azaldığı, buna karşılık sistemi bozabilecek virüs miktarının arttığı gözlenmiştir. **Protozoaların ekosistemdeki avcı rolünü ve virüslerin zorunlu parazit özelliklerinin sistem üzerindeki olası etkilerini değerlendiriniz.**

.....

.....

2. ÖĞRENME BİRİMİ

Öğrenme Birimi Karekodu

KONULAR

2.1. GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME

2.2. GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMA

2.3. MİKROBİYAL GIDA ZEHİRLENMELERİ



GIDA MİKROORGANİZMA İLİŞKİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- bozulma
- enfeksiyon
- gıda zehirlenmesi
- indikatör mikroorganizmalar
- intoksikasyon
- kontaminasyon
- mikrobiyal gelişme
- patojen
- toksin

BEKLENTİLER

Bu öğrenme biriminde sizden

- gıdalarda mikrobiyal gelişmeyi etkileyen faktörleri, indikatör mikroorganizmaları, mikrobiyal bulaşı kaynakları ve bulaşmayı önleyici tedbirleri açıklamanız
- et, süt, yumurta, meyve-sebze, tahıl ve tahıl ürünlerinde bozulma nedenlerini ve bozulmayı önleme yollarını açıklamanız
- gıda kaynaklı zehirlenmeleri ve bu zehirlenmelerden korunma yollarını açıklamanız

beklenmektedir.



ÖNCE DÜŞÜN!

Okul çıkışında en sevdiğiniz dönerciye girdiniz. Çıtır çıtır ekmeğin arasına nar gibi kızarmış tavuk döner, taptaze domates dilimleri ve kıvırcık yeşilliklerle hazırlanan lezzetli bir sandviç sipariş ettiniz. Arkadaşınız bir yandan elindeki telefonla son videoları izliyor, bir yandan da sandviçini çıplak elle kavrayıp büyük bir iştahla yemeye başladı. Siz ellerinizi güzelce sabunladınız ve sandviçinizi peçeteyle tutarak yediniz.

Ertesi sabah arkadaşınızdan bir mesaj geldi: "Dün akşamdan beri karnım çok kötü, galiba o tavuk dokundu!"

Sizin ve arkadaşınızın yemeği tüketme biçimlerinizle yemek öncesi davranışlarınızı karşılaştırınız. **Metinden yola çıkarak yaşanan karın ağrısının sebeplerini kanıtlarıyla tartışınız.**

2.1. GIDALARDA MİKROBİYAL GELİŞME

İnsanlar tarafından yenilen, içilen veya tüketilmesi amaçlanan; işlenmiş, kısmen işlenmiş veya işlenmemiş her türlü madde veya ürüne **gıda** denir. Gıdalar, insanlar gibi mikroorganizmaların da yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli bileşenleri içinde barındırır. Bu nedenle önemli mikrobiyal gelişme alanlarıdır.

Doğada bulunan gıda maddelerinin iç kısımlarında mikroorganizma bulunmadığı (steril olduğu) kabul edilir. Buna karşılık gıdaların yüzeylerinde değişken çeşitlilikte mikroorganizmalar bulunur. Gıda yüzeyinde bulunabilecek mikroorganizma miktarı, yüzey alanıyla hacim arasındaki ilişkiye bağlıdır. Salatalık, domates gibi meyve ve sebzelerin hacimlerine göre yüzey alanları daha küçüktür. Bunun yanı sıra marul, maydanoz gibi gıdalar hacimlerine oranla daha geniş yüzey alanına sahiptir. Bu da mikroorganizmaların bulunabileceği ve çoğalabileceği daha fazla alan demektir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Meyve ve sebzelerde yüzey alanı farklılıkları

2.1.1. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Faktörler

Gıdalar, genel olarak bitkisel ve hayvansal kökenlidir. Gıdaların doğal yapılarından kaynaklanan bazı özellikler mikrobiyal gelişmeyi engelleyebilir. Bunun yanı sıra ham maddeye uygulanan işlemler ve sağlanan özel koşullar sayesinde bu canlıların gıdayı bozması engellenebilir veya geciktirilebilir.

Gıdalarda mikroorganizmaların gelişmesi sonucu meydana gelen istenmeyen renk, tat, koku, görünüş ve yapı değişikliklerine **mikrobiyal bozulma** denir. 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. Bu faktörler şöyle sıralanabilir:

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

a) Su Aktivitesi

Mikroorganizmaların yaşamlarını sürdürebilmesi ve metabolik faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi, ortamda suyun bulunmasına bağlıdır. **Su aktivitesi** (a_w), mikroorganizmalar tarafından kullanılabilen serbest su miktarı olarak tanımlanır. Kısaca $\mathbf{a_w}$ veya $\mathbf{A_w}$ ile gösterilir. Su aktivitesinin en yüksek değeri 1,0 (saf su), en düşük değeriyse 0,0 kabul edilir.

Kurutma ve dondurarak kurutma işlemleriyle gıdada bulunan serbest su, gıdadan uzaklaştırılabilir. Bu nedenle taze gıdaların su aktivitesi değeri yüksek (taze meyve a_w değeri 0,95), kurutulmuş gıdaların su aktivitesi değeri (kurutulmuş meyve a_w değeri 0,60) düşüktür (Görsel 2.2).

Kurutmanın yanı sıra yemek tuzu (NaCl), şeker gibi maddeler eklenerek gıdanın su aktivitesi düşürülebilir. Bu sayede mikroorganizmaların gelişmesi geciktirilebilir veya durdurulabilir. Bu yöntem reçel, salamura ürünler ve tuzla kaplanarak kurutulan etlerin üretiminde kullanılır. Tuzun su bağlama kapasitesi, şekerin su bağlama kapasitesinden altı kat daha fazladır.



Görsel 2.2: Farklı su aktivitesine sahip bazı gıdalar

Gıdaların su aktivitesi azaltılarak mikroorganizmaların gelişmesi sınırlandırılır, böylece raf ömrü uzatılabilir. Gıdaların su aktivitesi değerleri karşılaştırılarak patojen ve bozulma etkeni bakterilerin gelişmesini engellemek için farklı önlemler alınabilir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1: Mikroorganizmaların Minimum a_w Değerleri ve Gıda Örnekleri [1]

A_w	GELİŞEBİLEN MİKROORGANİZMALAR	GIDA ÖRNEKLERİ
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		Bisküvi, 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.

b) Asitlik

Gıdaların asitliği, pH değeri ve toplam asitlikle ifade edilir. pH, ortamdaki H^+ iyonu konsantrasyonunu gösterir; 0 ila 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 nötre yakın pH değerlerinde (pH 6,0- 8,0) gelişir. Ancak pH 1,5-11 değerinde çoğalabilen küfler ve pH 1-9 değerinde çoğalabilen bakteriler de vardır. Mikroorganizmaların pH istekleri karşılaştırıldığında bakteriler, küf ve mayalara göre daha hassastır (Tablo 2.2). Bir gıdanın mikrobiyal güvenliğine bakıldığında pH 4,4 değeri altındaki gıdalar, patojen gelişemediği için **güvenli gıda** olarak kabul edilir.

Tablo 2.2: Bazı Mikroorganizmaların Gelişebildikleri Yaklaşık pH Değerleri [2]

MİKROORGANİZMA	MİNİMUM pH	OPTİMUM pH	MAKSİMUM 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

[2] Halkman, A.K., *Gıda Mikrobiyolojisi, s. 54.*

Gıda maddeleri asitlendirilerek pH değeri düşürülür ve mikroorganizma gelişimi kısıtlanır, böylece gıdalar daha uzun süre saklanabilir. pH değeri 4,5'in üzerinde olan konservelerin sterilizasyonunda 100 ˚C'tan yüksek sıcaklıklar gerekirken pH değeri 4,5'in altında olan konservelerde mikroorganizmaları inhibe etmek için 100 ˚C'un altındaki sıcaklıklar yeterli olmaktadır.

Asitlik, gıdalarda üç farklı nedenle ortaya çıkabilir. Bu nedenler şunlardır:

- Gıdanın doğal yapısında bulunması
- Gıdada, istemli ya da istemsiz, mikroorganizma gelişiminin gerçekleşmesi (fermantasyon vb.)
- Gıdaya bilinçli olarak organik asit eklenmesi

Gıdaların pH düzeyi birbirinden farklı olduğundan mikrobiyal yük miktarı ve taşıdıkları mikroorganizma çeşitliliği de farklılık gösterir (Tablo 2.3). Meyvelerin pH değerleri genellikle pH 4,5'in altında olduğundan mikrobiyal yolla bozulmalarına pH 3,5'in altında gelişebilen mayalar ve küfler neden olur (Tablo 2.3). Bu değer, gıda bozulmalarına yol açan pek çok bakteriyle patojen bakterilerin gelişebileceği minimum pH değerlerinin oldukça altındadır.

Süt, et ve sebzeden fermantasyonla elde edilen sırasıyla peynir, sucuk, turşu gibi ürünlerde bakteriler laktik asit oluşturarak pH değerini düşürür. Böylece istenmeyen birçok bakterinin gelişmesi engellenir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Bazı Gıdaların Yaklaşık pH Değerleri [3]

ÜRÜN	pH DEĞERİ	ÜRÜN	pH DEĞERİ
Sebzeler		**Et ve Tavuk Etleri**	
Fasulye	4,0-6,5	Sığır (kıyma) eti	5,1-6,2
Pancar	4,2-4,4	Dana eti	6,0
Lahana	5,4-6,0	Tavuk eti	6,2-6,4
Kabak	4,8-5,2		
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
		Peynir	4,9-6,1
Meyveler		**Yumurta**	
Elma	2,9-3,3	Yumurta akı	7,6-9,5
Elma (suyu)	3,6-3,8	Yumurta 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	**Şarap**	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.

c) Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli

Oksidasyon-redüksiyon potansiyeline, **yükseltgenme-indirgenme potansiyeli** veya **redoks potansiyeli** de denir. O / R ve E_h şeklinde gösterilir.

Redoks potansiyeli, mikroorganizmaların oksijenle ilişkilerini gösterir. Aerobik mikroorganizmalar, gelişmek için yüksek veya pozitif; anaerobik mikroorganizmalarsa düşük veya negatif redoks değerlerine ihtiyaç duyar. Gıdaların E_h değerleri incelendiğinde, bu değerlerin +400 mV ila -400 mV arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 2.4).

Sebze ve meyvelerin E_h değerleri +300 ila +400 mV arasında ölçülmektedir. Bu durum aerobik bakteriler ile küflerin meyve ve sebzelerde kolaylıkla gelişebileceğini, bu ürünlerin bozulmasına neden olabileceğini göstermektedir (Tablo 2.4).

Büyük parça hâlindeki taze etlerin E_h değerleri, -200 mV ölçülürken parçalanarak kıyma hâline getirilen etlerde E_h değeri +200 mV civarındadır (Tablo 2.4).

Konserve gıdalarda ölçülen E_h değerlerinin -20 mV ila -440 mV arasında değişiklik göstermesi, bu gıdalarda anaerobik mikroorganizmaların gelişebileceğinin göstergesidir (Tablo 2.4).

Tablo 2.4: Bazı Gıdalarda E_h Değeri

GIDA KATEGORİSİ	ÖRNEK GIDALAR			TİPİK E_H DEĞERİ (mV)
Et ve Et Ürünleri				-200 ila +200
Süt ve Süt Ürünleri				-150 ila +100
Tahıl ve Tahıl Ürünleri				+200 ila +500
Yumurta				-100 ila +100 (sarısı daha düşük, akı daha yüksek)
Konserve Gıdalar				-200 ila +100

NOTLAR

1. SIRA SİZDE

Zeynep Hanım, kışlık hazırlıklar kapsamında geleneksel yöntemlerle ev yapımı salatalık turşusu kurdu. Turşunun olgunlaşması için karanlık ve serin bir köşe seçti. Ancak turşu kabının kapağını kapatırken lastik contanın tam oturmadığını ve içeriye az da olsa sürekli bir hava sızıntısı olduğunu fark edemedi.

Birkaç hafta sonra turşu kabını açtığında ilginç bir durumla karşılaştı. Turşu suyunun en üst yüzeyinde, beyaz ve pürüzsüz bir tabaka oluşmuştu. Kabın en dip kısımlarındaki salatalıkları çıkardığında ise üstteki beyaz tabakadan eser yoktu fakat salatalıklar aşırı derecede yumuşamış ve tadı ekşimişti.

Zeynep Hanım'ın hazırladığı turşu küpünün en üst yüzeyi ile en dip kısmında farklı metabolik olayların gerçekleştiği görülüyor. **Bu durumun nedenlerini oksijen varlığına dayandırarak gerekçeleriyle açıklayınız.**

ç) Antimikrobiyal Maddeler

Mikroorganizmaları öldüren (mikrobisit), çoğalmalarını engelleyen (mikrobistatik) veya faaliyetlerini önleyen (inhibitör) maddelere **antimikrobiyal maddeler** denir. Gıdaların üretiminde istenmeyen mikrobiyal gelişimin önlenmesi için antimikrobiyal madde kullanımı önemlidir (Görsel 2.3).

Bakteri öldüren maddelere **bakterisit**, bakterilerin çoğalmasını durduran maddelere **bakteriostatik** denir. Fungusları (mayalar ve küfler) öldüren maddelere **fungisit**, fungusların çoğalmasını durduran maddelere **fungistatik** denir.



Görsel 2.3: Bazı gıdalarda kullanılan koruyucu antimikrobiyal maddeler

Antimikrobiyal maddeler gıdaların doğal yapısında bulunabileceği gibi (Tablo 2.5) gıdaya dışarıdan da eklenebilir (Tablo 2.6).

Tablo 2.5: Doğal Antimikrobiyal İçeren Gıdalar ve Maddeler

GIDA MADDESİ	ANTİMİKROBİYAL MADDE	GIDA MADDESİ	ANTİMİKROBİYAL MADDE
İnek sütü	Laktoferrin, konglutinin, laktoperoksidaz	Tarçın	Sinamik aldehit ve Eugenol
Yumurta	Lizozim	Hardal	Allil izotiyosiyanat
Sarımsak ve soğan	Allisin	Adaçayı	Eugenol ve timol
Karanfil Turunçgiller (kabuğu)	Eugenol Sitral	Meyve, sebze, çay, melas Sarımsak	Hidroksisinnamik asit Allisin

Tablo 2.6: Gıdalara Dışarıdan Eklenen Antimikrobiyal Maddeler, Etkileri ve Kullanım Alanları

ANTİMİKROBİYAL MADDE	ETKİLİ OLDUĞU MİKROORGANİZMALAR	KULLANILDIĞI BAZI GIDALAR
Kükürtdioksit (SO_2) ve sülfitler	Maya, küf ve bakteriler	Kurutulmuş meyveler, şurup, püre
Nitrit ve nitrat	*Clostridium botulinum*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*	Et ve et ürünleri, kürlenmiş balık
Sorbik asit	Maya ve küfler	Peynir, hububat ürünleri, reçel, marmelat, soslar, margarin, ketçap, kurutulmuş meyveler, et ve balık ürünleri, turşu, salamura ürünler
Benzoik asit	Maya ve küfler	Ekmek, pasta, bisküvi, gofret, kek kremaları, alkolsüz içecekler, meyve suları, sofralık zeytin, soslar, kakaolu ürünler, ketçap, margarin
Propiyonik asit	Küfler ve *Bacillus subtilis*	Fırın ürünleri, peynirler
Asetik asit	Bakteri ve mayalar	Ketçap, sebze turşuları, ekmek, unlu mamuller

Antimikrobiyal maddelerin istenilen etkiyi gösterebilmesi için kullanım miktarı, gıdanın pH değeri, su aktivitesi ve diğer gıda bileşenleri göz önünde bulundurulmalıdır. Gıdalara antimikrobiyal maddeler eklenirken **yönetmelik** ve **tüzüklerde** belirtilen miktarlar dikkate alınmalıdır.

2. SIRA SİZDE

Bir gıda laboratuvarında çalışan Ebru, bisküvide küf gelişimini sınırlandırmak amacıyla mevzuata uygun bir koruyucu maddenin fungistatik etkisinden yararlanıyor. Süt işletmesinde çalışan tekniker Hakan ise sütteki patojen bakterilerin sayısını azaltmak amacıyla uygulanan ısıl işlemin bakterisidal etkisini inceliyor.

Her iki uygulamanın amacı gıda güvenliğine katkı sağlamak olduğuna göre bisküvide fungistatik, sütte ise bakterisidal etkinin tercih edilmesinin nedenini gıdaların özelliklerini ve hedef mikroorganizmaları dikkate alarak aşağıda boş bırakılan alana gerekçeleriyle yazınız.

.....

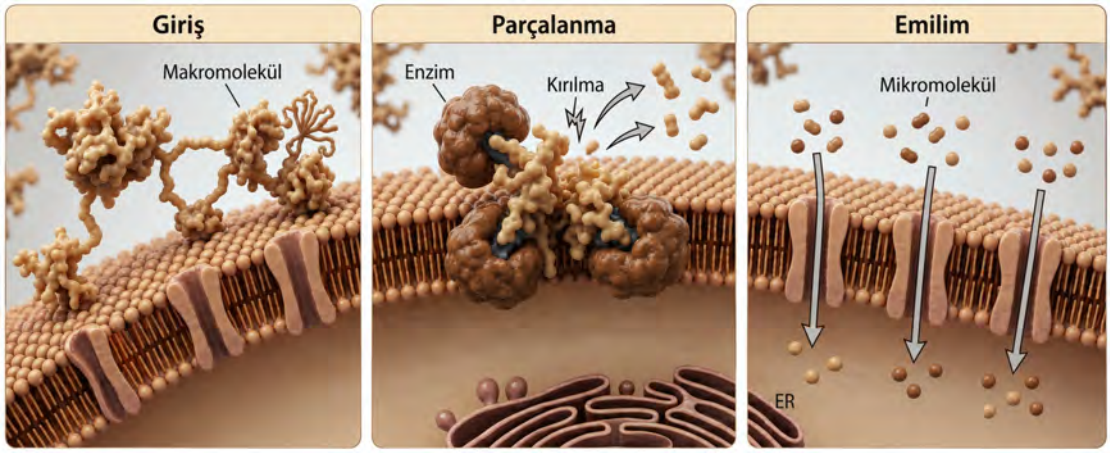
.....

.....

d) Besin Ögeleri

Gıdalar; karbonhidrat, lipit, protein, vitamin, mineral ve su olmak üzere altı temel besin ögesinden oluşur. Mikroorganizmalar da gelişimlerini sürdürebilmek için bu besin ögelerinin tamamına ya da bir kısmına ihtiyaç duyar.

Mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu ya da kullanabildiği besin ögeleri, sahip oldukları enzimlere bağlı olarak farklılık gösterir. Mikroorganizmalar, büyük yapıdaki besin ögelerini enzimleri yardımıyla hücre içine alınabilecek boyutlara parçalar ve bu maddeleri gereksinimleri doğrultusunda kullanır (Görsel 2.4). Bunun sonucunda da **metabolit** denilen çeşitli maddeler üretir.



Görsel 2.4: Enzimlerin beslenmedeki etkisi

Karbonhidratlar, gıdalarda gelişen mikroorganizmalar için en önemli enerji kaynağıdır. Glikoz gibi küçük yapılı karbonhidratlar doğrudan hücre içine alınabilirken nişasta, selüloz gibi büyük yapılı karbonhidratlar sadece bunları parçalayabilen enzimlere sahip mikroorganizmalar tarafından kullanılabilir (Görsel 2.4). Örneğin nişastayı amilaz, selülozu ise selülaz enzimi parçalar.

Gıdalardaki proteinler; proteaz ve peptidaz enzimlerine sahip **proteolitik mikroorganizmalar** tarafından amino asit veya küçük peptit moleküllerine parçalanarak yağlar (lipitler) ise lipaz enzimine sahip **lipolitik mikroorganizmalar** tarafından parçalanarak kullanılabilir (Görsel 2.4).

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

Mikroorganizmaların gıdalardaki besin ögelerini parçalayıp kullanmaları ve buna bağlı olarak çoğalmaları gıdanın mikrobiyolojik olarak bozulduğu anlamına gelir.

e) Gıda Maddesinin Yapısı

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



Görsel 2.5: Gıdalardaki koruyucu kısımlar

Kabukların yaralanması veya çatlaması, mikroorganizmaların besin ögelerine ulaşması için uygun bir ortam oluşturur. Mikroorganizmalar bu bölgelerde gelişerek gıdaların bozulmasına neden olur.

3. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde mikroorganizmaların gelişiminde etkili olan iç faktörlerle ilgili bazı örnek olaylar verilmiştir. **Bu durumların griddeki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Doğru kutucuk harflerini ilgili boşluklara yazınız (Bir maddenin birden fazla karşılığı olabilir.).**

a) Reçel yapımında yüksek oranda şeker eklenmesi	**b)** Sütün içine tarçın, karanfil veya kekik yağı eklenmesi	**c)** Taze etin kurutularak veya tuzlanarak pastırma yapılması
ç) Konservenin içindeki havanın vakumla tamamen alınması	**d)** Taze süte kıyasla fermente edilen peynirin (pH düştüğü için) daha geç bozulması	**e)** Yumurtanın dışındaki sert kabuk ve içindeki ince zar tabakası
f) Yağ oranı yüksek gıdaların, sulu gıdalara göre bakteriyel bozulmaya daha dirençli olması	**g)** Portakal suyunun yüksek asitliği nedeniyle içinde bakterilerin yerine çoğunlukla küf ve mayaların gelişmesi	**ğ)** Azot gazı basılarak paketlenmiş bir cips ambalajının açılmadığı sürece bozulmaması

1. Gıdada mikroorganizmaların kullanabileceği serbest su miktarını kısıtlama (su aktivitesini düşürme) ilkesine dayanan ifadeler: .....

2. Gıdanın oksidasyon-redüksiyon potansiyelini değiştirerek mikrobiyal gelişmeyi engellemeyi amaçlayan ifadeler: .....

3. Gıdaya antimikrobiyal madde ilavesiyle mikrobiyal gelişmeyi engellemeyi amaçlayan ifadeler: .....

4. Gıdanın içerdiği besin ögeleri veya asitlik derecesinin, mikroorganizmalar üzerinde seçici bir engel oluşturduğunun göstergesi olan ifadeler: .....

2.1.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Gelişmeyi Etkileyen Dış Faktörler

Gıdanın bulunduğu veya depolandığı ortamın özellikleri, dış faktörleri oluşturur. Dış faktörler, doğrudan etkileriyle ya da A_w ve O / R gibi iç faktörleri etkileyerek mikroorganizmaların gelişiminde rol oynayabilir. Bu faktörler şunlardır:

- Sıcaklık
- Nem
- Ortamda bulunan gazlar
- Radyasyon

a) Sıcaklık

Mikroorganizmaların gelişebilmeleri için önemli koşullardan biri uygun sıcaklıktır. Mikroorganizmalar gelişebildikleri sıcaklık aralığının üzerindeki değerlerde inhibe olurken bu aralığın altındaki değerlerde çoğalmaları dursa da yaşamlarını sürdürebilir (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Gıdaların soğukta depolanması

Mikroorganizmalar gelişim gösterdikleri sıcaklık aralıklarına göre **psikrofilikler** (soğuk sevenler), **mezofilikler** (ılık sevenler) ve **termofilikler** (sıcak sevenler) olmak üzere üç temel sınıfa ayrılır (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Mikroorganizmaların Gelişebildikleri Sıcaklık Aralıkları

MİKROORGANİZMA GRUBU	GELİŞME SICAKLIK ARALIĞI (°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'un altı ve 65 °C üzerindeki muhafaza sıcaklıkları güvenli kabul edilir. Depolama sıcaklığının belirlenmesinde gıdanın kalite özelliklerinin olumsuz etkilenmemesi sağlanmalıdır. Gıdaların ideal depolama sıcaklıkları birbirinden farklılık gösterebilir (Tablo 2.8).

Tablo 2.8: Bazı Gıdaların Depolama Sıcaklıkları

GIDA	DEPOLAMA SICAKLIĞI (°C)	GIDA	DEPOLAMA SICAKLIĞI (°C)
Bal kabağı	+10	Et (taze sığır eti)	0 ila +1
Muz	+15	Balık (taze)	-1 ila +2
Patates (taze)	+10	Peynir	+1 ila +4
Taze fasulye	+4	Süt tozu	+7 ila +21
Nebati yağlar	+21	Tereyağı	+4

b) Nem

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

Su molekülleri, çok oldukları ortamdan az oldukları ortama doğru geçiş yapma eğilimindedir. Dolayısıyla gıdaların nem oranı, onu çevreleyen havanın nem oranından düşükse havadaki nem gıdaya geçmeye başlar. Gıdanın nem oranı arttıkça a_w değeri de yükselir ve gıdalarda mikrobiyal gelişim başlar. Gıdalardaki mikrobiyal gelişim bozulmayı da beraberinde getirir.

Gıdaların nem oranı, onu çevreleyen havanın nem oranından yüksekse gıdadaki nem havaya geçer. Bu durum özellikle meyve ve sebzelerde istenmeyen pörsümeye neden olur (Görsel 2.7).



Görsel 2.7: Gıdalarda pörsüme

Depolama sırasında gıdanın mikrobiyolojik olarak bozulmaması ve kalite kaybı yaşanmaması için içerdiği nem oranına uygun koşullarda depolanması gerekir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: Bazı Gıdaların Depolama Nem Oranı ve Su İçeriği

GIDA	DEPO NEMİ (%)	SU MİKTARI (%)	GIDA	DEPO NEMİ (%)	SU MİKTARI (%)
Taze sığır eti	88-92	62-77	Salatalık	90-95	96
Taze tavuk eti	90-95	74	Marul	95	95
Taze balık	90-95	60-80	Mandalina	85-90	87
Peynir	65-70	30-60	Sarımsak (kuru)	65-70	61

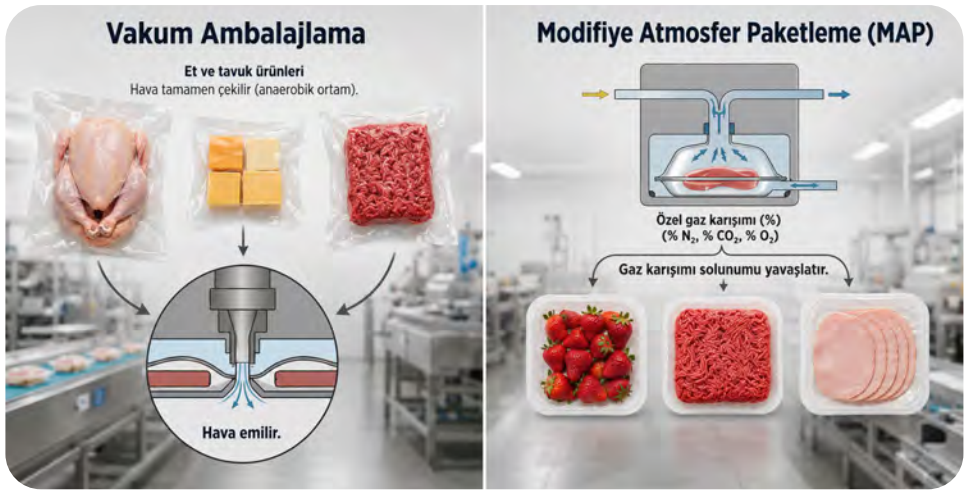
c) Ortamda Bulunan Gazlar

Gazlar, mikroorganizma gelişimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Özellikle depo ortamındaki ve ambalajların içindeki gazlar, gıda yüzeyinde gelişen mikroorganizmalar için doğrudan etkilidir.

Aerobik mikroorganizmaların gelişimi için oksijen zorunluyken anaerobik mikroorganizmalar üzerinde toksik etkiye sahiptir. Bunun yanı sıra çok az oksijenli 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 etkiler. Özellikle sebze ve meyvelerin karbondioksit gazıyla depolanması bozulmayı geciktirir. İçme sularının dezenfeksiyonunda da yaygın olarak ozon gazı (O_3) kullanılır.

Gıdaların ambalajlanması işlemi, ambalaj içindeki havanın vakumlanmasıyla (**vakum ambalajlama**) ya da ambalaj içine uygun gaz karışımları doldurularak [**modifiye atmosfer paketleme** (**MAP**)] yapılabilir (Görsel 2.8). Bu şekilde mikroorganizmaların gelişimi yavaşlar ve gıdaların 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 2.8: Vakum ambalajlama ve modifiye atmosfer paketleme örnekleri

ç) Radyasyon (Işınlar)

Mikroorganizmalar belirli dalga boyundaki ışınlardan etkilenmektedir. Gıdaların sterilizasyon ve dezenfeksiyonunda **iyonize radyasyon** olarak adlandırılan gama ve beta ışınlarının yanında **ultraviyole (UV) ışık** kullanılmaktadır.

Gama ve beta ışınları gıdanın iç kısımlarına nüfuz edebilme özelliğine sahip olmasına rağmen gıda üzerinde radyoaktif kalıntı bırakmaz. Ayrıca bu ışınlar işlem sırasında gıda sıcaklığında belirgin bir artışa neden olmadığından bu yöntem **soğuk sterilizasyon** olarak adlandırılır.

Ultraviyole ışınlar, doğal olarak güneş ışığıyla dünyaya ulaşabilir ya da yapay olarak özel lambalar aracılığıyla üretilebilir. Ancak UV ışınları maddelerin derinliklerine nüfuz edemediği için sadece yüzeyde bulunan mikroorganizmaların etkisiz hâle getirilmesinde tercih edilir. Işınlamaya tabi tutulan gıdaların ambalajında **radura sembolü** bulunur (Görsel 2.9).



Görsel 2.9: Radura sembollü ışınlanmış gıda örnekleri

4. SIRA SİZDE

- Sıcaklık ( )
- Nem ( )
- Ortamda bulunan gazlar ( )
- Radyasyon ( )
- Antimikrobiyal madde ( )
- Su aktivitesi ( )

Yukarıda verilen mikrobiyal gelişimi etkileyen faktörlerle bu faktörlerin mikroorganizma hücresinde yol açtığı etkiyi temsil eden madde numarasını eşleştiriniz.

1. Hücrenin genetik materyalindeki DNA ve RNA bağlarını koparak mutasyona uğratma veya tamamen parçalama
2. Hücre zarındaki osmotik basınç dengesini bozarak mikrobiyal hücrenin su kaybedip büzüşmesine (plazmoliz) neden olma
3. Hücre içindeki enzimlerin üç boyutlu protein yapılarını (denatürasyon) bozarak metabolik faaliyetleri tamamen durdurma
4. Hücrenin solunum zincirindeki elektron transferini kısıtlayarak enerji (ATP) üretmesini engelleme

2.1.1.3. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar

İçerdikleri besin ögeleri nedeniyle bitkisel ve hayvansal gıdalar, mikroorganizmaların gelişimi için uygun bir ortam oluşturur. Bu nedenle üretim, hasat, lojistik gibi tarladan sofraya kadar uzanan her aşamada yetersiz hijyen ve sanitasyon koşulları gıdaların patojenlerle bulaşmasına yol açabilir (Görsel 2.10).



Görsel 2.10: Tarladan sofraya yetersiz hijyen

Uygun koruyucu önlemler alınmadığında veya gıdalar hızlıca tüketilmediğinde meydana gelen mikrobiyal kontaminasyon; gıdanın renk, tat, koku gibi kalite özelliklerinde kayba neden olur. Süreç sonunda hem toplum sağlığı olumsuz etkilenir hem de ürünlerin bozulmasına bağlı ekonomik kayıplar ortaya çıkar.

Gıdaların hijyenik koşullarda üretilip üretilmediğini veya patojen (hastalık yapıcı) mikroorganizma içerip içermediğini belirlemek için ortamdaki tüm mikroorganizmaların izole edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle gıdanın genel mikrobiyolojik kalitesini ve üretim sürecinin güvenilirliğini temsil eden belirli mikroorganizma grupları veya bunların metabolik ürünleri **indikatör (gösterge ya da belirteç) mikroorganizmalar** olarak değerlendirilir. İndikatör mikroorganizmalar, gıda kalitesinden ziyade gıda güvenliği ve sanitasyon hakkında bilgi verir.

Çoğunlukla patojen mikroorganizmalarla dışkı (fekal) bulaşması arasında doğrusal ilişki olduğu saptanmış ve **dışkı kökenli mikroorganizmalar** sularda **sanitasyon indeksi** (göstergesi) olarak kullanılmıştır.

İndikatör mikroorganizmalar **patojen indikatörleri** ve **bozulma indikatörleri** şeklinde iki başlık altında incelenir.

Gıdalarda Patojen İndikatörleri

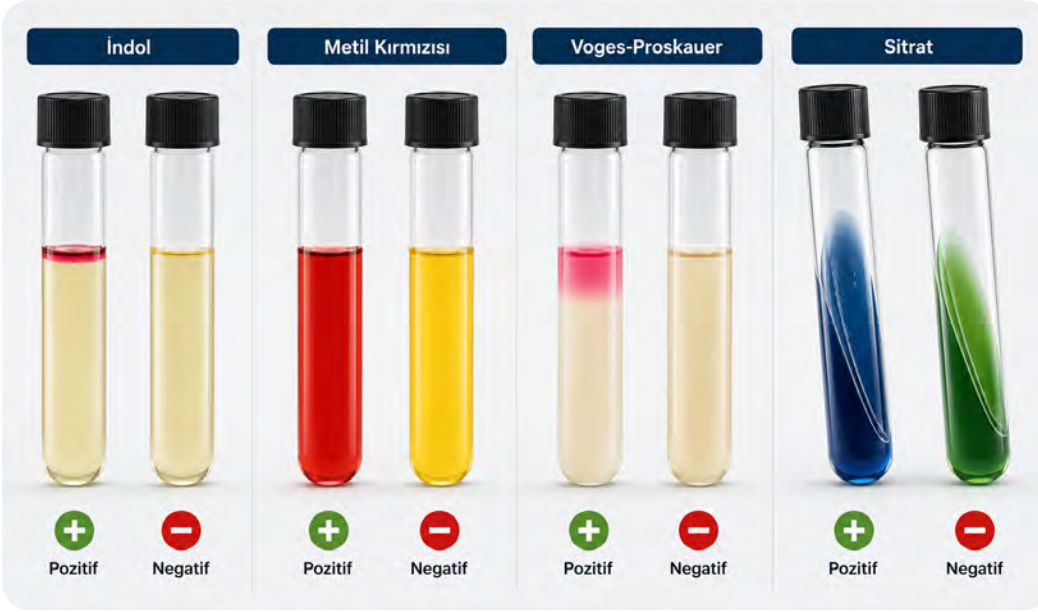
Patojen mikroorganizmalar, hastalık yapıcı özellikleriyle bilinir. Başlıca patojen indikatörleri şunlardır:

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

a) Koliformlar

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

Koliform grubu bakterilerin gıdalarda tespit edilmesi, **hijyen ve sanitasyon şartlarının yeterli olmadığının göstergesi**dir. *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* cinsi bakteriler, koliform grubu bakterilerdir. Bu mikroorganizmalar, **IMViC** testlerinden faydalanılarak saptanabilir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: IMViC testleri

Fekal koliformlar, genel koliform grubuna kıyasla doğrudan dışkı kaynaklı (fekal) kontaminasyonu tespit etmede çok daha spesifik ve güvenilir bir belirteçtir. Bu mikroorganizmalar, işlem görmemiş hayvansal gıdalarda doğal olarak bulunabilir. Ayrıca kanalizasyon sularının karışması veya doğrudan dışkı kontaminasyonu sonucu kirlenmiş su ve toprak aracılığıyla bitkisel gıdalara da bulaşabilmektedir.

***Escherichia coli*,** en önemli fekal bulaşma indikatörüdür. Kanatlı hayvan, memeli hayvan ve insan sindirim sisteminde bulunur. Pastörizasyon işlemiyle inhibe edilebilir.

Tüketime hazır gıdalarda *E. coli* tespit edilmesi gıdanın **fekal kontaminasyon**a uğradığının, **patojen mikroorganizma** içerebileceğinin, **hijyen ve sanitasyon kuralları**na uyulmadığının göstergesidir.

b) Enterokoklar

Enterococcus grubu yaklaşık yirmi farklı bakteri türünü barındırır. Enterokoklar, *E. coli*'ye kıyasla insan dışkısında daha düşük yoğunlukta bulunmalarına rağmen dondurma, kurutma ve düşük pH gibi olumsuz çevre koşullarına karşı sergiledikleri yüksek dirençle öne çıkar. Bu dayanıklılıkları nedeniyle dondurulmuş gıdalarda fekal bulaşma ve yetersiz sanitasyon göstergesi olarak kullanılır.

Pastörizasyon sıcaklıklarına karşı direnç gösteren enterokokların pastörize ürünlerde yüksek seviyelerde tespit edilmesi, söz konusu gıdanın henüz çiğken de mikrobiyal yükünün yüksek olduğunun bir göstergesidir.

c) Toplam Canlı Mikroorganizma Sayısı

Gıdada bulunan toplam mikroorganizma sayısı oldukça önemlidir. Bu sayı şunları gösterir:

- Taşıma ve depolama koşullarının uygunluğunu
- İşletmelerde sanitasyonun yeterliliğini
- Ürün raf ömrünün belirlenmesini
- Mikrobiyal bozulmanın başlangıcını ve düzeyini
- Dondurulmuş gıdaların çözündürülmesi sırasında meydana gelen bozulmaları

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

ç) Diğer Güvenlik İndikatörleri

Personel hijyenine uymayan çalışanlar, yetersiz temizlenmiş ekipman, işlenmemiş hayvansal ürünler ve oluşan çapraz bulaşmalar ***Staphylococcus* grubu** bakterilerin 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 çiftliklerinin atıklarıyla bulaştığının bir kanıtı olarak gösterilebilir.

Gıdalarda yüksek sayıda **küf** bulunması, küflerin **toksin**lerinin de gıdada bulunması olasılığını beraberinde getirdiği için gıdada sağlık riski bulunduğunun göstergesidir. Ayrıca gıdanın yapısına ve muhafaza koşullarına göre bazı **mikroorganizma gruplarının** da gösterge (indikatör) olarak kullanıldığı söylenebilir. Gıda kalitesinin belirlenmesinde indikatör olabilen bu gruplar şunlardır:

- **Ozmofilik Mayalar:** Yüksek şekerli ortamlarda (reçel, bal gibi) bozulmaya neden olan indikatör mayalardır.
- **Kserofilik Küfler:** Düşük su aktivitesine sahip (kuru gıdalar, kuruyemişler gibi) ürünlerde üreyebilen indikatör küflerdir.
- **Proteolitik Bakteriler:** Gıdadaki proteinleri parçalayarak kötü koku ve doku kaybına neden olan indikatör bakterilerdir.
- **Lipolitik Bakteriler:** Gıdadaki yağları parçalayarak acılaşmaya (ransidite) yol açan indikatör bakterilerdir.
- **Psikrofilik Bakteriler:** Buzdolabı sıcaklığında (soğukta) üreyebilen ve soğuk zincirle saklanan gıdaları bozan indikatör bakterilerdir.
- ***Clostridium* Türleri:** Oksijensiz ortamda üreyebilen, konserve gibi ürünlerde ciddi zehirlenme riski oluşturan indikatör bakterilerdir.

5. SIRA SİZDE

Bir süt işleme tesisinde yapılan rutin analizlerde, pastörize edilmiş son ürünlerden alınan numunelerde yüksek düzeyde *Enterobacteriaceae* saptanmıştır. Ayrıca numunelerin kimyasal analizinde eser miktarda **kadaverin** ve **H_2S** (**hidrojen sülfür**) **gazı** oluşumu gözlemlenmiştir. İşletme müdürü; bu durumun sebeplerinin araştırılması, yorumlanması ve raporlanması için laboratuvar şefine talimat vermiştir. Laboratuvar Şefi Ayşe Hanım, işletmedeki sorunların çözümü için gerekli yol haritasını aşağıdaki soruların cevabını bulmak üzerine kurmuştur. **Ayşe Hanım'ın yerinde siz olsaydınız bu yol haritasındaki sorulara ne cevap verirdiniz?**

1. **Sütte saptanan yüksek bakteri düzeyi, üretim sürecindeki (pastörizasyon sonrası paketleme, personel hijyeni, ekipman temizliği vb.) hangi olası aksaklıklara işaret etmektedir? Yanıtınızı gerekçelendirerek açıklayınız.**

2. **Verilen senaryodan yola çıkarak olayın neden ve sonuçlarını belirleyiniz, ona göre aşağıdaki tespit tutanağını doldurunuz.**

AŞAMA	GİRDİ	BAĞLANTI İFADESİ (NEDEN-SONUÇ)	ÇIKTI
1. Başlangıç	Hijyen zafiyeti	... sonucunda gerçekleşir.	**(I)** .....
2. Bulaşma	**(I)**	... yoluyla gıdaya bulaşır.	*Enterobacteriaceae*
3. Değişim	*Enterobacteriaceae*	... sürecini başlatır.	**(II)** .....
4. Çıktı	**(II)**	... sonucunda açığa çıkar.	**(III)** ..... ve **(IV)** .....
5. Sonuç	**(III)** ve **(IV)**	... nedeniyle oluşur.	**(V)** .....

2.1.2. Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri

Gıdalar, insanlar için olduğu kadar mikroorganizmalar için de besin kaynağıdır. Mikroorganizmalar gıdalarda gelişerek 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, paketlenmesi, depolama şartları (sıcaklık-süre parametresi, sıcaklık dalgalanması vb.) etki eder.

Gıda israfını önlemek ve kayıpları en aza indirmek için gıdaların raf ömrünün ve mikrobiyal kalitesinin doğru şekilde belirlenmesi gerekir. Bu tespiti yapmak için her bir mikroorganizmayı tek tek incelemek yerine gıdada bozulmaya neden olan temel mikroorganizmalar ve bu canlıların faaliyetleri sonucu açığa çıkan metabolik ürünler, **indikatör** başka bir deyişle yol gösterici işaretler olarak kullanılır.

Gıda güvenliğinde bir mikroorganizmanın veya açığa çıkardığı metabolitlerin **bozulma göstergesi** sayılabilmesi için taşıması gereken özellikler şunlardır:

- **Tazelik Kontrolü:** Taze ve kaliteli bir gıdada bu mikroorganizmalar ya hiç bulunmamalı ya da sayıları çok az olmalıdır, ayrıca hiçbir atık izi (metabolit) bırakmamış olmalıdır.
- **Gerçek Neden Olma:** Gıda bozulduğunda bu bozulmanın asıl sorumlusu incelenen indikatör mikroorganizma veya onun ürettiği maddeler olmalıdır.
- **Ters Orantı Kuralı:** Gıdadaki mikroorganizma sayısı artıkça gıdanın kalitesi azalmalıdır.
- **Hız ve Kolaylık:** Bu mikroorganizmalar laboratuvar ortamında karmaşık süreçlere gerek kalmadan hızlı ve kolay bir şekilde tespit edilebilmelidir.
- **Baskılanmama:** Gıdada bulunan diğer zararsız bakteriler, indikatör mikroorganizmanın çoğalmasını engellememeli veya onu gölgelememelidir.

6. SIRA SİZDE

Tavuk eti üretim tesisinde biyolog olarak görev yapan Betül, taze tavuk etlerinin bozulma hızını takip etmek için **en uygun indikatör mikroorganizma**yı seçmeye çalışmaktadır. Betül, yaptığı araştırmalar sonucunda iki farklı bakteri türü (**x bakterisi** ve **y bakterisi**) üzerinde aşağıdaki verileri elde etmiştir.

ÖZELLİKLER	X BAKTERİSİ	Y BAKTERİSİ
Tazelik Kontrolü	Taze ette orta düzeyde bulunur.	Taze ette hiç bulunmaz.
Bozulma İlişkisi	Et bozulsa da sayısı bazen değişmez.	Etin kalitesi düştükçe sayısı hızla artar.
Tespit Süresi	Özel cihazlarla dört günde tespit edilir.	Basit bir kit yardımıyla iki saatte tespit edilir.
Etkileşim	Diğer zararsız bakterilerce çoğalması durdurulur.	Diğer bakterilerden etkilenmeden rahatça çoğalır.
Sorumluluk	Bozulma kokusunun ana nedenidir.	Bozulma sürecinde ikincil rol oynar.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bir mikroorganizmanın bozulma göstergesi sayılabilmesi için gereken beş temel özelliği dikkate alarak Betül'ün hangi bakteriyi indikatör olarak seçmesi gerektiğini gerekçeleriyle açıklayınız.

2.1.2.1. Bozulma İndikatörü Mikroorganizmalar

***Pseudomonas* türleri** ve bazı **psikrofilik bakteriler** protein bakımından zengin olan et, tavuk, balık, süt gibi gıdalarda buzdolabı sıcaklığında indikatör olarak kullanılabilmektedir (Tablo 2.10). Şeker içeriği yüksek, pH değeri düşük meyve sularında asıl bozulma sebebi **mayalar** ve **laktik asit bakterileri**dir. Bileşimlerinden dolayı bakterilerin gelişemediği gıdalarda bozulma sebebi olabilecek **küf** ve **maya**ların toplam sayısı, önemli bir bozulma indikatörüdür.

Tablo 2.10: Uygun Sıcaklıkta Depolanan Bazı Gıdaların Mikrobiyal Bozulma İndikatörleri

GIDALAR	BOZULMA İNDİKATÖRLERİ	GIDALAR	BOZULMA İNDİKATÖRLERİ
Çiğ süt	Psikrofilik bakteriler Toplam bakteri sayısı	Ambalajsız çiğ etler	Psikrofilik aerobik bakteriler
Pastörize süt	Psikrofilik bakteriler Toplam bakteri sayısı	Vakum ambalajlı çiğ etler	Psikrofilik laktik asit bakterileri Enterobakterler
Tereyağı	Lipolitik mikroorganizmalar	İşlenmiş et ürünleri (vakumlu paket)	Psikrofilik laktik asit bakterileri Enterobakterler
Süzme peynir	Psikrofilik bakteriler	Çiğ süt ürünleri	Psikrofilik bakteriler
İçecekler	Asit bakterileri Mayalar Küfler	Salata sosları	*Lactobacillus* spp. Mayalar

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalarla bu mikroorganizmalara ait 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** ve sebze konservelerinde bakteriler tarafından üretilen **laktik asit**, bu gıdalar için bozulma indikatörü görevi görür. Tablo 2.11'de gıdalarda mikrobiyal bozulma indikatörü mikroorganizmalar verilmiştir.

Tablo 2.11: Gıdalarda Mikrobiyal Bozulma İndikatörü Mikroorganizmalar[4]

GIDA GRUBU	MİKROORGANİZMA
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*
Mayonez	*Aspergillus*, *Penicillium*
Buzdolabında saklanan gıdalar	*Lactobacillus fructivorans*
	Pseudomonas türleri

[4] Osman Erkmen, 2017, *Gıda Mikrobiyolojisi*, s. 397.

2.1.2.2. Bozulma İndikatörü Mikrobiyal Metabolitler

Başta bakteriler olmak üzere mikroorganizmalar, gıda ortamında bozulma süreciyle ilişkili çeşitli metabolitler üretir. Tablo 2.12'de mikrobiyal bozulmanın tespitinde indikatör olarak kullanılabilecek mikrobiyal metabolitler yer almaktadır.

Tablo 2.12: Gıdalarda Mikrobiyal Bozulmanın Göstergesi Mikrobiyal Metabolitler [5]

GIDA GRUBU	METABOLİT
Et ve Et Ürünleri	Kadaverin, putresin, indol, H_2S
Balık ve Su Ürünleri	Kadaverin, putresin, histamin, tiramin, indol, trimetilamin
Meyve ve Sebze Ürünleri	
Elma suyu	Fumarik asit, etanol
Üzüm	Asetoin, etanol
Kuru meyveler	TCA
Sebze konserveleri	Laktik asit
Tahıllar	Ergosterol
Diğer Gıdalar	
Şarap	TCA, etanol
Kahve	TCA

[5] Osman Erkmen, 2017, *Gıda Mikrobiyolojisi*, s. 399.

7. SIRA SİZDE

Aşağıdaki yapılandırılmış gridde mikrobiyal bozulma sonucu oluşan metabolitler ve ilişkili gıda grupları harflendirilerek verilmiştir. **Bu kavramların griddeki hangi ifadelerle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Doğru kutucuk harflerini ilgili boşluklara yazınız (Bir maddenin birden fazla karşılığı olabilir.).**

a) kadaverin	**b)** ergosterol	**c)** etanol	**ç)** laktik asit
d) TCA	**e)** histamin	**f)** H_2S	**g)** fumarik asit
ğ) et ve balık ürünleri	**h)** trimetilamin	**ı)** tahıllar	**i)** sebze konserveleri

1. Et ürünleri ile balık ve su ürünlerinde ortak olarak mikrobiyal bozulma göstergesi kabul edilen amino asit kökenli metabolitler: .....
2. Meyve suları (örneğin elma suyu), üzüm gibi şekerli gıdaların bozulma sürecinde fermente bir yan ürün olarak karşılaşılan metabolit: .....
3. Tahıllarda küf gelişiminin ve mikrobiyal faaliyetin spesifik bir göstergesi olan steroid yapılı bileşen: .....
4. Kahve, şarap, kuru meyveler gibi birbirinden farklı gıda gruplarında ortak bir bozulma göstergesi olan bileşen: .....
5. Sebze konservelerinde oluşan ve ortamın asitliğini değiştirerek bozulmaya işaret eden metabolitle bu metabolitin ilişkili olduğu gıda grupları: .....
6. Sadece balık ve su ürünlerine özgü bir bozulma belirtisi olan karakteristik bayat balık kokusuyla ilişkili metabolitler: .....

2.1.3. Gıdalarda Mikrobiyal Bulaşma Kaynakları

Sağlıklı bitki ve hayvanların iç dokuları doğal koşullarda mikroorganizma içermez ve steril kabul edilir. Gıdalar, üretimden tüketime kadar geçen süreçte uygulanan işlemler sırasında çeşitli mikroorganizmalar ve bunların oluşturduğu toksinlerle kontamine olabilir. Mikrobiyal bulaşma hem doğal ortamdan hem de çevresel etkenlerden kaynaklanabilir.

Mikrobiyal bulaşma kaynaklarının bilinmesi, gıdalara mikroorganizma bulaşmasını önlemek ve mikrobiyal yükü kontrol altında tutmak açısından büyük önem taşır. Gıdalarda mikrobiyal bulaşmanın başlıca kaynakları Görsel 2.12'de gösterilmiştir.



Görsel 2.12: Gıdalarda mikrobiyal bulaşmanın başlıca kaynakları

2.1.3.1. Toprak

Toprak, birçok mikroorganizma için doğal bir yaşam ortamıdır. *Acinetobacter, Bacillus, Clostridium, Pseudomonas* cinsine ait bakteriler toprakta yaygın bulunur. Mayalar daha çok meyve bahçeleri ve üzüm bağlarının bulunduğu topraklarda yaygındır. Küflere ise daha çok küf sporu formunda toprakta sıklıkla rastlanır. Toprakta bulunan küf, maya, bakteri ve virüsler çeşitli yollarla gıdalara bulaşabilir.

Mikroorganizmalar, gıdalara doğrudan temas yoluyla ya da yumru ve kökler aracılığıyla aktarılabilir. Toprağın rüzgârla taşınması ve yağmur sırasında oluşan çamurun, özellikle yüzeye yakın yetişen sebze ve meyvelere ulaşması; topraktaki mikroorganizmaların gıdalara bulaşmasına neden olur. Hububat ürünlerinde toprak kökenli kontaminasyon, çoğunlukla hasat aşamasında meydana gelir.

2.1.3.2. Su

Gıda işletmelerinde su, yalnızca üretimde kullanılan bir bileşen değildir. Aynı zamanda işleme, soğutma, temizlik, personel hijyeni sağlama gibi pek çok alanda kullanılır (Görsel 2.13).



Görsel 2.13: Gıda işletmelerinde su kullanımı

Hastalık etkeni mikroorganizmalarla kirlenmiş suların sulamada kullanılması, özellikle meyve ve sebzeler başta olmak üzere birçok gıdada ciddi risk oluşturur. Ayrıca kontamine su kullanılarak üretilen buzun gıdayla doğrudan temas etmesi ya da ürün bileşeni olarak kullanılması, gıdalarda mikrobiyal bulaşmaya neden olacağından güvenli değildir.

Su doğal olarak birçok mikroorganizma barındırabilir. *Pseudomonas, Acinetobacter, Aeromonas, Bacillus, Streptococcus, E. coli* suda bulunabilen önemli bakterilerdir. Virüsler de su aracılığıyla taşınabilir. *E. coli* ve koliform grubu bakterilerin suda bulunması dışkı kaynaklı bulaşmanın göstergesidir.

Su mikrobiyal bulaşmanın önemli kaynaklarından biridir. Bu nedenle gıda işletmelerinde kullanılan suyun içilebilir nitelikte, mikrobiyolojik ve kimyasal açıdan güvenli olması oldukça önemlidir.

2.1.3.3. Hava

Havanın kendine has mikroflorası yoktur ve hava, mikroorganizmaların çoğalması için uygun bir ortam değildir. Havadaki mikroorganizmaların kaynağı daha çok toprak, bitkiler ve insanlardır. Mikroorganizmalar rüzgâr aracılığıyla topraktan ve bitkilerden havaya taşınır. İnsanlar konuşurken, öksürürken veya hapşırırken çok sayıda mikroorganizmanın havaya karışmasına neden olur. Özellikle gıda üretim alanları gibi kapalı alanlarda havanın mikrobiyal yükü; hava akımının hızı, ortamda bulunan insan sayısı ve insanların aktiviteleriyle ilişkilidir. Çiğ gıdaların ya da canlı hayvanların bulunduğu ortamlarda havadaki mikrobiyal yük, temiz alanlara kıyasla daha fazladır.

2.1.3.4. Personel

Gıdalarda önemli mikrobiyal bulaşma kaynaklarından biri gıda işletmelerinde çalışan personeldir. İnsanların burun, boğaz, deri ve bağırsaklarında birçok mikroorganizma bulunur. *Staphylococcus* türleri



Görsel 2.14: Personel kaynaklı mikrobiyal bulaşma

boğaz, burun ve deride bulunur. *E. coli* ise bağırsak kaynaklı bakteridir.

Personel; gıda işleme, ambalajlama ve depolama aşamalarında gıdaya mikroorganizma bulaştırabilir. Kişisel hijyen kurallarına uymayan çalışanlar bu açıdan önemli risk oluşturur. Personelin elleri, giysileri, saçı, bıyığı, nefesi, tükürüğü ve yaraları bulaşma kaynağıdır (Görsel 2.14). Ayrıca hasta ya da taşıyıcı kişilerin üretim alanlarında görev alması mikroorganizmaların gıdalara taşınmasına neden olabilir.

2.1.3.5. Hayvanlar ve Bitkiler

Hayvanlar, gıdaların bozulmasına ve gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilen mikroorganizmaları taşıyabilir. Hayvanların sindirim sistemi, solunum yolları ve dış yüzeyleri (deri, ayak, kıl ve tüyleri) çeşitli mikroorganizmalar için doğal bir yaşam alanı oluşturur.

Mikroorganizmalar hayvansal gıdalara dış yüzeyden, kesim sırasında sindirim sisteminden veya solunum yolları aracılığıyla bulaşabilir. Sağlıklı bir hayvandan elde edilen süt; sağım öncesi steril olsa da sağım sürecinde meme yüzeyi, personel elleri ve kullanılan kaplar aracılığıyla mikroorganizmalarla kontamine olabilir. Yumurtalardaki bulaşmanın temel kaynağı hayvanın sindirim sistemidir. Sinek, böcek ve haşereler hastalık etmeni mikroorganizmaların taşıyıcısıdır; *Salmonella, Shigella, Vibrio, Escherichia* gibi patojenleri gıdaya taşır.

Mikroorganizmalar bitkilere toprak, hava, su, gübre, hayvanlar, insanlar gibi birçok kaynaktan bulaşır. Toprak altında ve yüzeyinde yetişen sebzeler topraktaki mikroorganizmalar aracılığıyla kontamine olur. Mikroorganizma bulaşmış sulama suları, sebze ve meyvelerde kontaminasyona yol açabilir. Bunun yanı sıra meyve ve sebzelerin hasadı ya da satışı sırasında çevre ve insan kaynaklı bulaşmalar meydana gelebilir. Bitkilerde *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, koliform grubu bakteriler, mayalar ve küfler bulunabilir.

2.1.3.6. Ekipman

Gıda işletmelerinde kullanılan ekipmanın doğal mikroflorası yoktur. Uygun şekilde temizlenip bakımları yapıldığında mikroorganizmalar ekipmanda üreyemez. Gıda üretiminde kullanılan ekipmanda kalan gıda artıklarıyla pürüzlü, kırık, çatlak yüzeyler, girintiler mikroorganizmaların yerleşip çoğalmasını kolaylaştırır (Görsel 2.15). Çiğ ve tüketime hazır gıdalarda aynı ekipmanın kullanılması çapraz bulaşma yoluyla kontaminasyona neden olur.



Görsel 2.15: Pürüzlü, kırık, çatlak yüzeyli ekipman

2.1.3.7. Ham Maddeler ve Katkı Maddeleri

İşlenmiş gıda ürünlerinde mikrobiyal yük, kullanılan ham maddelerle katkı maddelerinin mikrobiyolojik özelliklerine bağlı olarak şekillenir. Ham maddelerde bulunan mikroorganizmalar, yeterli işlem uygulanmadığında son ürüne taşınarak mikrobiyal yükü artırır ve önemli bir bulaşma kaynağı hâline gelir. Benzer şekilde katkı maddeleri de gıdaya düşük miktarlarda katılmalarına rağmen mikroorganizma içermeleri durumunda bulaşmaya neden olur. Meyve ve sebzeler; yetiştirme ve hasat sırasında toprak, sulama suyu ve insan temasıyla mikroorganizmalarla kirlenebildiğinden ham madde olarak kullanıldığında önemli bir mikrobiyal bulaşma kaynağı olur. Pirinç, mısır, kuruyemiş gibi gıdalarla katkı maddesi olarak kullanılan baharat ve aroma maddeleri; bakteri ve mikotoksin üreten küflerin gelişimine uygun ortam sağlayarak kullanıldıkları ürünlerde kontaminasyona neden olabilir.

2.1.3.8. Ambalaj

Ambalaj; gıdayı mikrobiyal, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı koruyan bir bariyer görevi görür (Görsel 2.16). Hijyen kurallarına uyulmayan üretim süreçleri, yetersiz sterilizasyon veya uygun olmayan depolama koşulları; ambalajın kendisini mikrobiyal bulaşma kaynağı hâline getirir. Özellikle geri dönüştürülmüş ambalaj materyalleri, baskı boyaları, yapıştırıcılar, ambalajın iç yüzeyinde biriken toz ve nem; mikroorganizmaların tutunması ve çoğalması için uygun ortam oluşturur. Bu durum ambalajlama sırasında ya da sonrasında gıdaya mikroorganizmaların geçişine neden olarak ürünün mikrobiyal kalitesini olumsuz etkiler.



Görsel 2.16: Çeşitli gıda ambalajları

BİLGİ KUTUSU

Pabucu Dama Atılmak

Dilimizdeki "pabucu dama atılmak" deyimi, kökleri Ahilik Teşkilatına dayanan geleneksel bir gıda denetimi ve esnaf disiplini uygulamasıdır. Geçmişte bir esnafın, özellikle fırıncı veya kasapların, hijyen kurallarına uymayarak halk sağlığını tehlikeye atması ya da hileli, kalitesiz ürün üretmesi durumunda kurulan esnaf mahkemesi tarafından cezalandırılan zanaatkârın imal ettiği kusurlu mal dükkânının çatısına (damına) atılırdı. Bu uygulama, halka o üreticinin hijyenik ve kaliteli üretim yapmadığı mesajını vererek ticari hayatının sona ermesi (mesleki ölüm) anlamına gelirdi.

(Düzenlenmiştir.)

D. Yılmaz, 2008, *Fıkralarla Tarih*, ÖKM Yayınları.

8. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta ilk kutucuktan başlayınız. Her basamakta verilen ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını değerlendirerek "Doğru (D)" veya "Yanlış (Y)" okunu takip ediniz. Her bir karar aşamasında karşınıza çıkan yeni ifadeyi değerlendirerek ilerleyiniz ve ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz.



2.1.4. Mikrobiyolojik Bulaşmayı Engelleyici Önlemler

Mikroorganizmaların farklı kaynaklardan gıdalara bulaşmasını tamamen önlemek mümkün değildir. Gerekli önlemler alınarak gıdalardaki mikrobiyal yük azaltılabilir, gıdanın bozulma riski ve insan sağlığına olan olumsuz etkileri en aza indirilebilir. Mikroorganizmaların gıdalara bulaşmasını engellemek için üretim ortamının, kullanılan tüm bileşenlerin temiz ve güvenilir olması gerekir. Bu doğrultuda gıda işleme tesisinin tasarımı, kullanılan suyun özellikleri, ortamdaki havanın kalitesi, personel hijyeni, kullanılan ekipman, gıda işleme tesislerinin temizlik ve dezenfeksiyonu dikkat edilmesi gereken başlıca etkenlerdir.

2.1.4.1. Tesis Tasarımı

Mikrobiyolojik bulaşmayı önlemek için tesisin doğru planlanması gerekir. Bu amaçla uygun yerleşim planı oluşturulmalı, yapıda onaylı malzemeler kullanılmalı, yeterli aydınlatma ve havalandırma sağlanmalı, ham maddeyle son ürün alanları ayrılmalı, yeterli çalışma alanı bulunmalı, temiz su kullanılmalı, uygun atık su ve kanalizasyon sistemi kurulmalıdır (Görsel 2.17). Ayrıca çevresel koşullar kontrol altında tutulmalıdır. Mikrobiyal bulaşmayı en aza indirmek için tesiste etkili bir temizlik ve dezenfeksiyon programı uygulanmalıdır.



Görsel 2.17: Süt işleme tesisi

2.1.4.2. Kullanılan Suyun Özellikleri

Mikrobiyolojik bulaşmaları önlemek için gıda üretiminde kullanılan suyun kalitesi büyük önem taşır. Kullanılan suyun içme suyu niteliğinde ve belirli mikrobiyolojik standartlara sahip olması gerekir. Gıda ve gıdayla temas eden yüzeylerde kullanılan buhar, üretimde çeşitli amaçlarla kullanılan buz kontaminasyona neden olmaması için içme suyu kalitesindeki sudan elde edilmelidir. Gıdayla temas etmemesi gereken su (soğutma, yangın söndürme gibi işlerde kullanılan) ayrı hatlarda taşınmalıdır. Suyun mikroorganizmalardan arındırılması amacıyla klorlama, ozonlama, ultraviyole (UV) ışınlama gibi yöntemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca ultrafiltrasyon gibi teknolojiler suyun mikrobiyolojik kalitesinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır.

2.1.4.3. Hava Kalitesi

İşletme ortamında bulunan havanın kalitesi gıdalara mikrobiyolojik bulaşmaları engellemek açısından oldukça önemlidir. Ayrıca püskürtmeyle kurutma gibi bazı teknolojik işlemlerde gıdanın havayla temas etmesi gerekir. Havalandırma sistemleri (Görsel 2.18) kullanılarak havanın filtrelenmesi mikrobiyal yükü azaltarak bulaşmaları en aza indirir. Hava akışının içeriden dışarıya doğru yönlendirilmesi ve akışın temiz alanlardan kirli alanlara doğru yapılması hava kaynaklı mikrobiyal bulaşmaları azaltır.



Görsel 2.18: Bir gıda işletmesinde havalandırma sistemi

2.1.4.4. Personel Hijyeni

Personel aracılığıyla gıdalara mikrobiyal bulaşmayı önlemek için çalışanların kişisel hijyen kurallarını bilmesi ve bu kurallara uyması oldukça önemlidir. Mikrobiyal bulaşmaları engellemek için personelin kişisel koruyucu donanımı (eldiven, bone, maske, iş kıyafeti gibi) uygun şekilde kullanması sağlanmalıdır. Hasta ya da taşıyıcı personelin gıda üretim alanlarında görev almasına izin verilmemelidir.

Bir gıda işletmesi, bulaşmaları engellemek için kişisel hijyenin önemini çalışanlarına öğretmelidir. Bu amaçla işletmede etkili bir eğitim programı bulunmalıdır. Bu program yalnızca hijyen kurallarını öğretmekle kalmamalı, aynı zamanda bu kuralların uygulanıp uygulanmadığını düzenli olarak takip etmelidir. Gıda üretiminde el hijyeni oldukça önemlidir. El hijyenini sağlamak amacıyla ellerin doğru şekilde yıkanması (Görsel 2.19), dezenfekte edilmesi ve çalışmalar sırasında eldiven takılması bulaşmaları önler.



Görsel 2.19: Doğru el yıkama adımları

2.1.4.5. Kullanılan Ekipman

Gıdayla doğrudan temas ettiğinden ekipman özellikleri mikrobiyal bulaşmayı önlemede büyük önem taşır. Temizlik ve kontrolünün rahatça yapılabilmesi için ekipman üniteleri arasında yeterli boşluk bırakılmalıdır. Ekipman, kolay temizlenebilir ve gıdayla temasa uygun olmalıdır. Ekipmanda mikroorganizmaların birikip çoğalmasını kolaylaştırabilecek kör noktalar bulunmamalıdır. Yüzeylerinde kontaminasyona yol açabilecek kırık, çatlak ya da pürüz olmamalıdır.

2.1.4.6. Gıda İşleme Tesisinin Temizlenmesi ve Dezenfeksiyonu

Gıda işleme ortamında veya ekipmandaki görülebilen ya da gözle fark edilemeyen kirler, temizlik işlemiyle uzaklaştırılır (Görsel 2.20). Püskürtme, fırçalama, basınçlı su akışı gibi mekanik etkiler temizliğin daha etkili olmasını sağlar. Temizlikte temel olarak su kullanılır. Suyun etkisini artırmak ve yağ kalıntılarını parçalamak için ısı, deterjan veya farklı kimyasal maddelerden yararlanılır. Seçilen deterjan aşınmalara neden olmamalı, kolayca durulanmalı ve diğer temizlik maddeleriyle birlikte kullanıma uygun olmalıdır. Temizlikte kullanılan çok çeşitli deterjanlar vardır ve hangi deterjanın kullanılacağı ihtiyaca göre belirlenir. Gıda işletmelerinde sıklıkla kullanılan deterjanlar; alkali bileşikler, asit bileşikler, yüzey aktif bileşikler, kalsiyum bağlayıcı bileşikler ve köpük önleyicilerdir.

Etkili bir temizlik, gıdayla temas eden yüzeylerdeki kirleri ve bazı mikroorganizmaları uzaklaştırır ancak hastalık yapıcı mikroorganizmaların tamamen yok olmasını sağlamaz. Bu nedenle yüzeyler temizlendikten sonra mikrobiyal riski azaltmak için mutlaka dezenfeksiyon işlemi uygulanmalıdır. Gıda işletmelerinde dezenfeksiyon için fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılır. Sıcak su, buhar, sıcak hava ve ultraviyole ışınlama kullanılan fiziksel yöntemlerdendir. Kimyasal maddeler dezenfeksiyon sağlamak amacıyla sıklıkla tercih edilir. Bu maddeler toksik olmamalı, aşındırıcı etki göstermemeli, gıda kalitesini etkilememeli, kolay durulanabilir ve ekonomik olmalıdır. Gıda işletmelerinde sıklıkla kullanılan dezenfektanlar; klor bileşikleri, alkoller, dörtlü amonyum bileşikleri, iyot bileşikleri ve peroksitlerdir.



Görsel 2.20: İşletme temizliği

Gıda işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon işlemleri belirli bir plan doğrultusunda ve titizlikle uygulanmalıdır. Bu sayede gıdalara mikrobiyal bulaşma önlenir, üretim süreci yasal gereklilikler ve standartlara uygun şekilde yürütülür.

1. ETKİNLİK

Görev: Bu çalışmada sizden verilen senaryoya göre dürümde tespit edilen mikroorganizmaların hangi kaynaklardan bulaşmış olabileceğini belirleyerek bulaşmaları önlemeye yönelik çözüm önerileri geliştirmeniz beklenmektedir.



Senaryo: Bir gıda denetimi sırasında bir işletmede hazırlanan dürümlerden incelenmek üzere örnek alınmıştır. Dürümün içeriğinde lavaş, et döner, marul, domates ve sos bulunmaktadır. Yapılan laboratuvar analizlerinde örneklerde insan sağlığını tehdit eden patojen (hastalık yapıcı) mikroorganizmalar tespit edilmiştir.

İşlem Basamakları

1. Öğretmeninizin rehberliğinde beş çalışma grubu oluşturunuz.
2. Grubunuzla birlikte aşağıdaki bulaşma kaynaklarından birini seçerek senaryodaki dürüm örneğiyle ilişkilendiriniz.

   Grupların inceleyeceği bulaşma kaynakları şunlardır:

   - **1. Grup:** Personel
   - **2. Grup:** Ekipman
   - **3. Grup:** Su ve hava
   - **4. Grup:** Ham maddeler ve ambalaj
   - **5. Grup:** Toprak, bitkiler ve hayvanlar

3. Grubunuza verilen bulaşma kaynağını dikkate alarak hazırlayacağınız sunumda aşağıdaki soruları cevaplayınız.
   - Dürümde bulunan mikroorganizmalar, grubunuzun incelediği kaynaktan ürüne nasıl bulaşmış olabilir?
   - Dürümde bulunan mikroorganizmalar, ürüne üretimin hangi aşamasında bulaşmış olabilir?
   - Bulaşmayı önlemek için işletmede hangi önlemler alınmalıdır?
   - Bu önlemler uygulanmazsa tüketici sağlığı açısından hangi riskler ortaya çıkabilir?

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken kontrol listesindeki ölçütleri dikkate alınız. Arkadaşınızın yaptığı çalışmayı değerlendirmek için akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Kontrol listesi karekodu

Akran değerlendirme formu karekodu

OKUMA PARÇASI

Mikrobiyoloji Dünyasından İlginç Keşifler

Buzdolabından çıkarılan çiğ tavuk veya deniz ürünlerinin karanlıkta mavi-yeşil **ışık saçması** tüketicilerde radyasyon veya bozulma belirtisi paniği yaratmış yapılan çalışmalarda bu durumun nedeni psikrotrof *Vibrio phosphoreum* ve *Photobacterium* bakterileri olarak gösterilmiştir. Gıdanın sahip olduğu uygun sıcaklık ve oksijen seviyesi (pozitif redoks potansiyeli) bakterinin **lüsiferaz** enzim sistemini tetikleyerek **biyolüminesansa** (ışık saçma) neden olur.

Bilim insanları, *Penicillium roqueforti* küfünün **pigment oluşumuyla ilişkili genlerini** değiştirerek beyaz, sarı-yeşil, kırmızı-kahverengi-pembe ve farklı mavi tonlarında küf suşları geliştirmiştir. Bu suşlar peynir üretiminde kullanılarak peynir damarlarında farklı renklerin oluşabildiği görülmüştür.

Bazı laktik asit bakterileri, **kurutma şartlarına** diğerlerinden daha dayanıklıdır. Dondurarak veya püskürterek kurutma sırasında hücreyi çevreleyen şekerce zengin matrisin **camsı** duruma geçmesi hücresel yapıların korunmasına ve metabolik faaliyetlerin büyük ölçüde yavaşlamasına katkı sağlayabilir. Uygun koşullar sağlandığında canlılığını koruyan hücrelerin metabolik olarak yeniden aktif hâle gelebilmesi **kuru probiyotik kültürlerin muhafazasına yönelik çalışmalarda** önemli bir gelişmedir.

Pastörizasyon gibi **ısıl işlemler**, hedef mikroorganizmaların sayısını azaltmayı amaçlasa da bazı koşullarda tüm mikrobiyal hücrelerin inaktivasyonunu sağlamayabilir. Son yıllardaki araştırmalar, *E. coli* ve *L. monocytogenes* gibi bazı patojen bakterilerin **ısıl işlem, asitlik ve besin yetersizliği** gibi olumsuz koşullar altında **canlı ama kültüre edilemeyen (VBNC) duruma** geçebildiğini göstermektedir. Bu hücreler canlılıklarını korumalarına rağmen standart kültür yöntemleriyle belirlenemeyebilir. Uygun koşullar yeniden oluştuğunda bazıları tekrar çoğalabilir ve hastalık oluşturabilir. Bu nedenle VBNC durumundaki bakteriler, **gıda güvenliği** açısından önemlidir.

Notlar: .....

ÖNCE DÜŞÜN!

Günlük yaşantıda bazı gıdaların zamanla kokusunun değiştiği, renginin farklılaştığı, yüzeyinde lekeler oluştuğu, yumuşadığı ya da yapışkan bir hâl aldığı görülebilmektedir.

Sizce gıdalardaki bu değişimin sebebi ne olabilir? Günlük yaşamdan örnekler vererek açıklayınız.

2.2. GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMA KAYNAKLARI

Besin maddelerinin bozulmasında bakteriler, mayalar ve küfler birlikte rol oynar. Bozulma etmeni olan bu mikroorganizmalar, gıdaları besin ve enerji kaynağı olarak kullanır. Mikroorganizmalar; gıdalarda çoğalırken karbonhidrat, yağ ve proteinleri çeşitli metabolik faaliyetler sonucunda parçalar. Açığa çıkan bu parçalanma ürünleri de gıdanın bozulmasına neden olur (Görsel 2.21).



Görsel 2.21: Çeşitli gıdalarda meydana gelen bozulmalar

Mikrobiyal gıda bozulmaları, mikroorganizmaların gelişimi ve ürettikleri enzimlerin etkisiyle meydana gelir. Mikroorganizmaların çoğalması gıdaların daha hızlı bozulmasına yol açar.

Gıdanın bozulması; ham maddenin temin edilmesi, fabrikaya taşınması, işlenmesi ve depolanması süreçlerinde mikroorganizmaların gelişerek yüksek sayılara ulaştığının bir göstergesidir. Mikrobiyolojik bozulma sonunda gıdalarda tat, koku ve doku değişimlerinin yanı sıra gaz oluşumu ve sıvı birikimi meydana gelebilir.

2.2.1. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Et ve et ürünleri mikroorganizmaların gelişip çoğalabilmesi için en uygun ortamlardır. Bu ürünlerde mikroorganizma gelişimini kolaylaştıran temel etmenler şunlardır:

- Yüksek nem miktarı (%75-78)
- 0,99 seviyesindeki su aktivitesi
- Fermente olabilme özelliği

Et ve et ürünlerinin; glikojen içermesi, azotlu besin ögeleri ve mineral bakımından zengin olması da mikroorganizma gelişimini 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. Kırmızı Ette Mikrobiyal Bozulmalar

Kırmızı et, memeli hayvanların kas dokusu olarak tanımlanabilir. Sığır, koyun ve keçi gibi hayvanların iç organları ayrıldıktan sonra karkasın yenebilir kısmıdır. Hayvan eti kesimden önce sterildir. Et, hayvanların kesiminden itibaren bağırsak florasında ve yüzeyde yer alan mikroorganizmalarla kontamine olur. Başka bir deyişle kesimden sonra hayvanda mikroorganizmalara karşı koruma mekanizması işlevini yitirir. Böylece mikroorganizmalar bütün dokulara yayılmaya başlar.

Kesim, derinin yüzülmesi, iç organların çıkarılması ve karkasın parçalanması sırasında hayvanın derisinden, bağırsaklarından, çalışanlardan; kesim sırasında kullanılan ekipmandan hatta havadan bile istenmeyen birçok mikroorganizmanın ete bulaşması söz konusu olabilir. Kesimden sonra oksijenle temas eden ette anaerob mikroorganizma gelişimi sınırlanırken aerob mikroorganizmaların gelişmesi için uygun ortam oluşur.

Etlerde bulunan bakteri cinsleri; *Pseudomonas, Bacillus, Escherichia*, *Acinetobacter, Clostridium, Lactobacillus, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Proteus* ve *Salmonella*'dır.

Küflerden *Cladosporium, Mucor, Penicillium, Geotrichum, Alternaria, Monilia* cinsleri önemlidir.

Mayalardan ise genellikle spor oluşturmayan maya cinsleri etlerde bulunur.

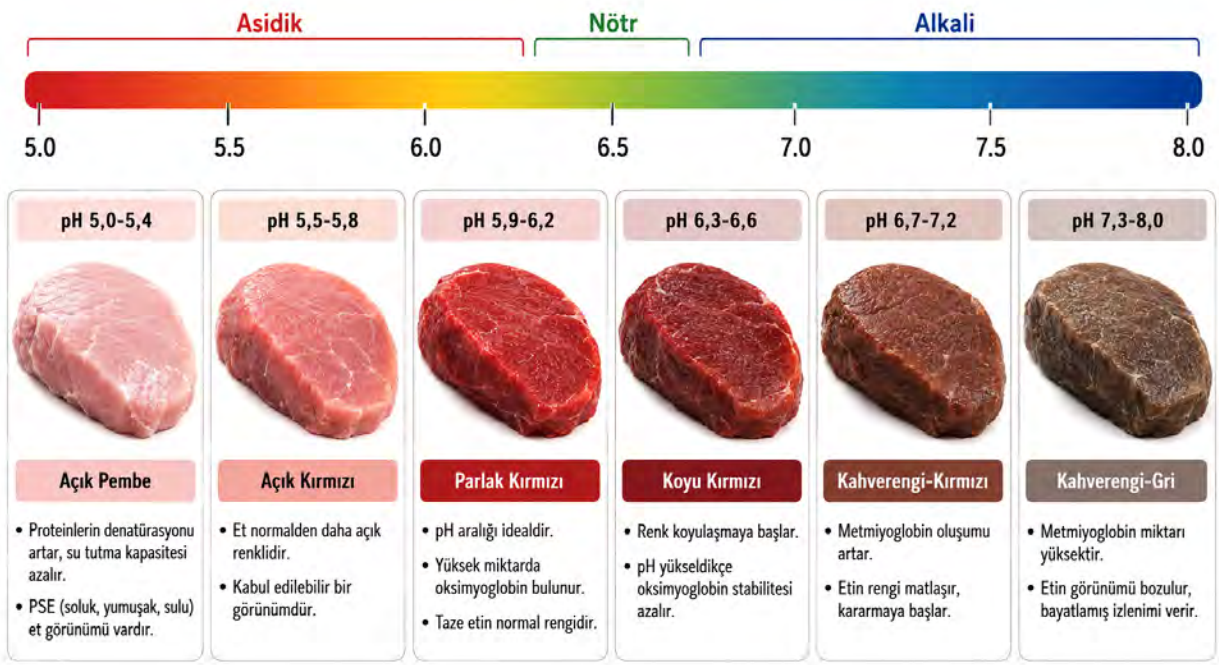
Etlerde bozulma tipini etkileyen önemli faktörlerden biri oksijenin varlığıdır. Ortamda oksijen olduğu durumlarda **aerobik**, oksijen bulunmadığı durumlardaysa **anaerobik** bozulma meydana gelir.

a) Aerobik Bozulma

Aerobik bozulma, genellikle etin dış yüzeyinde başlar. Havayla temasın en yoğun olduğu bu bölgelerde mikroorganizmalar, ortamdaki oksijeni kullanarak hızla çoğalır, etin yapısındaki protein ve karbonhidratları parçalamaya başlar. Bu süreç sonucunda etin duyusal özelliklerinde (görünüş, doku ve koku) belirgin değişimler meydana gelir.

Bu değişimler şunlardır:

- **Yapışkanlık:** *Pseudomonas, Acinetobacter, Streptococcus, Leuconostoc*, *Bacillus* ve *Micrococcus* cinsi bakteriler, uygun sıcaklık ve nemde et yüzeyinde gelişerek bozulmayı başlatır. Bunun sonucunda et yüzeyinde yapışkan, mukuslu bir tabaka oluşur.
- **Renk Değişiklikleri:** Oksidasyon nedeniyle bakteriler tarafından oluşturulan peroksitler, hidrojen sülfür (H_2S) gibi okside edici bileşiklerin etkisiyle etin kırmızı rengi; yeşil, kahverengi ve griye dönüşür (Görsel 2.22). *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* türleri sosis ve sucukta yeşil renk oluşturur.



Görsel 2.22: Et rengi ve pH ilişkisi

Serratia marcescens veya kırmızı pigmentli diğer bazı bakteriler ette **kırmızı leke** oluşturur.

Pseudomonas syncyanea et yüzeyinde **mavi renk**, *Flavobacterium* gibi bakteriler **yeşil renk** bozukluğu meydana getirir. *Chromobacterium lividum* da depolanan etlerde **kahverengimsi siyah lekeler** meydana getirir.

- **Yağların Oksidasyonu (Acılaşma):** *Pseudomonas* ve *Acinetobacter* türlerinin lipolitik özellik gösteren üyeleri, yağlarda oksidatif etkiler oluşturur; yağları hidroliz ederek ette 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 (Görsel 2.23). Ette sakallanma, siyah nokta ve beyaz nokta oluşumları görülür. Bunların dışındaki tüm küf gelişimi *Penicillium* türleri tarafından gerçekleştirilir.



Görsel 2.23: Ette küf oluşumu

- **Kötü Koku ve Tat Oluşumu:** Et yüzeyindeki bakteriyel faaliyetler sonucu proteinlerin parçalanmasıyla (pütrifikasyon); skatol, amin, amonyak gibi kötü kokulu bileşikler meydana gelmektedir. Ekşi tat ise mayaların gelişimiyle ortaya çıkan uçucu asitlerden kaynaklanır. Bunlara ek olarak küfler; arzu edilmeyen renk, koku ve tat değişikliklerine yol açarak geliştikleri bölgelere kendilerine has küflü bir tat verir.

b) Anaerobik Bozulma

Fakültatif anaerob ve anaerob bakterilerin gelişmesi sonucu oluşur. Oksijensiz ortamda gelişen mikroorganizmalar, etin iç yapısında ve ambalajlı ürünlerde kimyasal değişimler başlatarak şu bozulma türlerine yol açar:

- **Ekşime:** Bakteriyel 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 *Clostridium* türleri proteinleri anaerobik koşullarda parçalar. Bunun sonucunda hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (NH_3), aminler gibi kötü kokulu bileşikler oluşur.

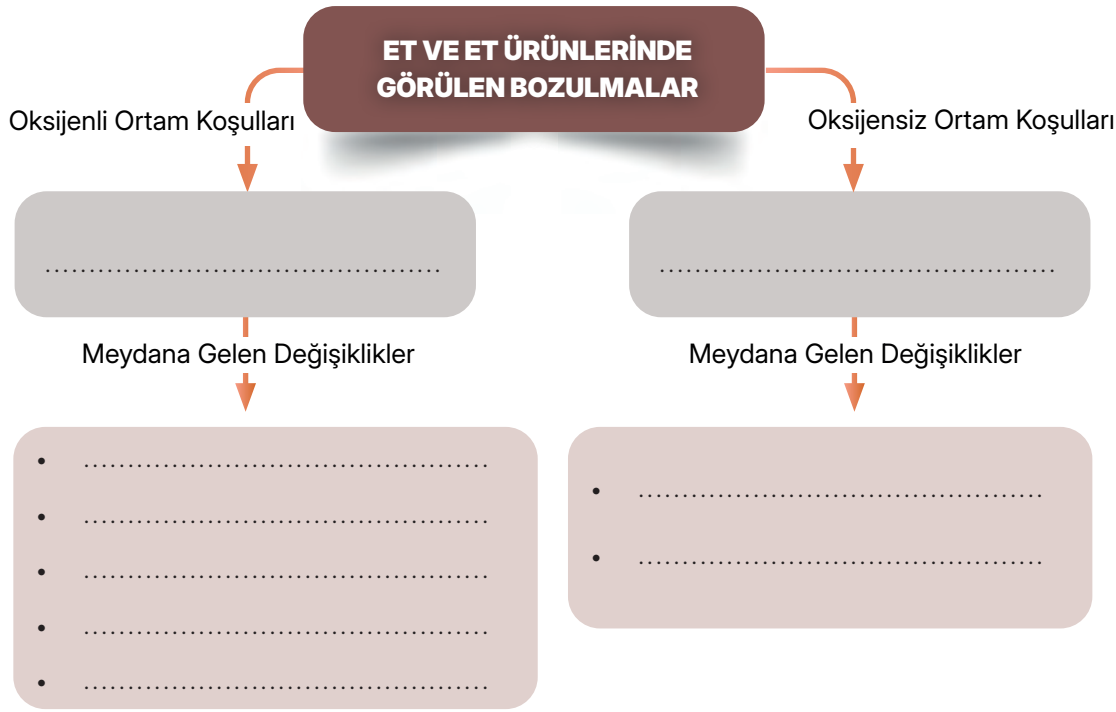
Kırmızı Etlerde Mikrobiyal Bozulmanın Önlenmesi

- Kesimhaneye alınan her hayvan, veteriner kontrolünden sonra geciktirilmeden temizlenmelidir.
- Kesimden sonra hayvanın kanı tamamen akıtılmalı, derisi yüzme odasında yüzülmelidir.
- Personelin uygun koruyucu elbise, çizme ve başlık giymesi sağlanmalı; personel sık sık sağlık kontrolünden geçirilmelidir.
- Kontrolden geçerek insan tüketimine sunulan etlerin işlenmesi, depolanması ve taşınması sırasında bulaşma ve kokuşma önlenmelidir.
- Ürünlerin hazırlanmasında kullanılan diğer katkı maddeleri kontamine olmamış ve bozulmamış olmalı, 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.

9. SIRA SİZDE

Et ve et ürünlerinde meydana gelen mikrobiyal bozulmalarla ilgili aşağıda verilen şemadaki eksik kısımları tamamlayınız.



2.2.1.2. Fermente Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

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

Sucuk; belirli oranlarda kırmızı et ve yağın, çeşitli baharatlar ve katkı maddeleriyle karıştırılarak kılıflara doldurulması ve fermente edilmesiyle elde edilen geleneksel bir et ürünüdür. Et, kılıflara doldurulup olgunlaşma sürecine girdiğinde mikroflora değişmeye başlar. Fermantasyon başlangıcında gram-pozitif (+) ve gram-negatif (-) bakteriler oluşur. Sucukta bozulmaya neden olan mikroorganizmalar, sucuk kılıfının iç ve dış yüzeyinde, sucuğun iç bölgelerinde gelişebilir (Görsel 2.24).



Görsel 2.24: Sucukta küflenme

Etin doğal florasında başlangıçta baskın olarak *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* mikroorganizmaları bulunur. Ancak üretim sürecinde tuz, nitrit-nitrat eklenmesi ve ortamdaki oksijen seviyesinin değişmesiyle laktik asit bakterileri gelişmeye başlar. Laktik asit bakterileri ortamın pH seviyesini düşürerek patojenlerin faaliyetlerini kısıtlar, özellikle *Clostridium* ve *Bacillus* türlerinin gelişimini engeller.

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

2.2.1.3. Kanatlı Etlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

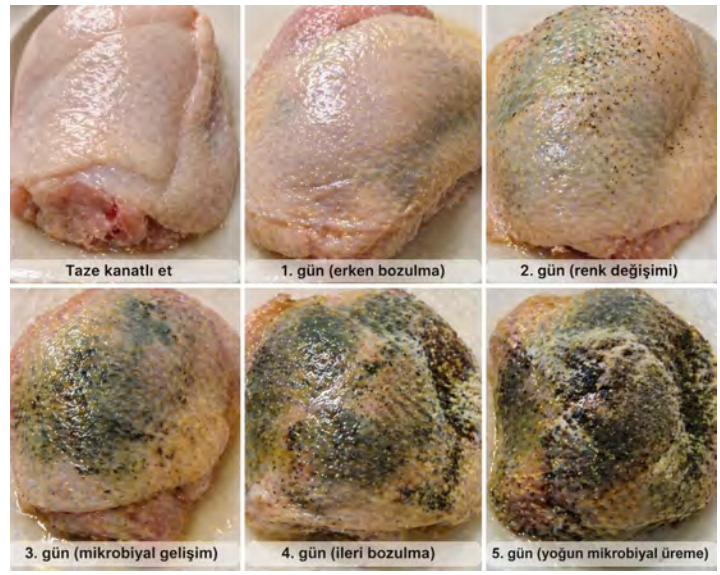
Kanatlı etleri, mikrobiyal gelişim için oldukça uygun kimyasal özelliklere sahiptir. Kanatlı hayvanlara mikroorganizmalar; yemler, çevresel kaynaklar (kümesteki toz, toprak, hava gibi), kümese gelen çeşitli hayvanlarla çalışanların giysi ve ekipmanı aracılığıyla bulaşmaktadır.

Kanatlı etlerinde mikrobiyal bulaşmaya neden olan patojen mikroorganizmalar ve yoğun olarak bulundukları bölgeler şunlardır:

- ***Salmonella*:** tüyler, ayaklar ve bağırsak.
- ***Clostridium perfringens*:** tüyler, ayaklar ve bağırsak.
- ***Staphylococcus aureus*:** tüyler ve deri.
- ***Escherichia coli*:** ayaklar ve bağırsak.

Kanatlı etleri, gıda zehirlenmeleri ve enfeksiyonlarının yayılmasında sıklıkla aracı rolü oynayabilmektedir. Uygun olmayan depolama koşullarında çeşitli mikroorganizmaların gelişmesiyle bozulmalar görülebilmektedir.

10 °C ve daha düşük sıcaklıklarda depolanan kümes hayvanları etinde bozulmalar genellikle *Pseudomonas* tarafından gerçekleştirilir (Görsel 2.25). Genellikle tavuk eti yüzeyinde oluşan kokuşma, toplam bakteri sayısının 10^6 kob / cm^2'ye ulaşmasıyla belirlenebilir.



Görsel 2.25: Tavuk etinde bozulma

Kanatlı Etlerinde Bozulmanın Önlenmesi

- Kesim öncesinde yemler, personel ve çiftlik her türlü kontaminasyondan temizlenmelidir.
- Kesim sırası ve sonrasında hijyen kurallarına uyulmalıdır.
- Hayvanlara içme suyu kalitesinde su verilmeli, kesimhaneler haftada en az bir kere tamamen temizlenmelidir.
- Kesimhanede kullanılan ekipman, korozyona uğramayan ve kolay temizlenen metalden yapılmalıdır.
- Kesimden sonra et sıcaklığı +4 °C'a düşürülmelidir.
- Uzun süre saklanmak istenen etler; -18 °C'ta 6 ay, -21 °C'ta 9 ay, -28 °C'ta 12 aya kadar depolanabilir.

1. UYGULAMA

ETTE MİKROBİYAL BOZULMA KONTROLÜ	
Amaç	Farklı koşullarda bekletilen et örneklerinde bozulma belirtilerini gözlemleyerek nedenlerini açıklamak
Araç Gereç	150-200 gram taze kıyma veya küçük kuşbaşı et, 100 gram sofra tuzu veya kaya tuzu, plastik saklama kabı veya cam kavanoz, eldiven, maske, cetvel (dokusal değişimlerin belirlenmesi amacıyla), etiket, kalem, fotoğraf çekimi için telefon ya da kamera.
Süre	Ders içi 80 dk., ders dışı 5 gün

İşlem Basamakları

1. Öğretmen rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Uygulamada kullanılacak kapları sıcak suyla yıkayıp kurulayınız. Kapların üzerini aşağıda belirtildiği gibi etiketleyiniz.
   - 1. Örnek: Kontrol (Oda Sıcaklığı)
   - 2. Örnek: Soğuk Zincir (Buzdolabı)
   - 3. Örnek: Koruma (Tuzlama)
3. Örnekleri aşağıdaki yönergeleri takip ederek örnek kaplarına yerleştiriniz.
   - 1. örnekte eti işleme tabi tutmadan kaba yerleştiriniz. Hava sirkülasyonu sağlamak amacıyla kabın ağzını yarı açık bırakınız ve oda sıcaklığında bekletiniz.
   - 2. örnekte eti yerleştirip kabın ağzını kapatınız ve buzdolabında muhafaza ediniz.
   - 3. örnekte etin tüm yüzeyini tamamen tuzla kaplayınız ve oda sıcaklığında bırakınız.
4. Grubunuzda belirlediğiniz görev dağılımına göre beş gün boyunca her gün aynı saatte örnekleri inceleyiniz. Meydana gelen değişimleri günlük olarak "Deney Gözlem Tablosu"na not ediniz ve süreci fotoğraflayarak belgeleyiniz.

İşlem sonrası ellerinizi, çalışma ortamını ve kullandığınız malzemeleri uygun dezenfektanla temizleyerek atıkları biyolojik atık kutusuna atınız.

DENEY GÖZLEM TABLOSU

Grup Adı: ..... **Deney Başlangıç Tarihi:** ..... / ..... / 202.....

Gün	Örnek No.	Renk Değişimi	Koku Durumu	Doku (Görünüş)	Notlar ve Fotoğraf Kaydı
1. GÜN	1. örnek 2. örnek 3. örnek				
2. GÜN	1. örnek 2. örnek 3. örnek				
3. GÜN	1. örnek 2. örnek 3. örnek				
4. GÜN	1. örnek 2. örnek 3. örnek				
5. GÜN	1. örnek 2. örnek 3. örnek				

Gözlem tablonuzu doldururken **kötü kokuyor** yazmak yerine **keskin bir asit kokusu** veya **çürük yumurta kokusuna benzer bir koku** gibi betimlemeler kullanarak raporunuzu güçlendiriniz.

Sonuçlandırma

Aşağıdaki soruları cevaplandırarak gözlemlerinizi sonuçlandırınız.

1. **En hızlı bozulma hangi örnekte oldu? Nedenini kısaca açıklayınız.**
2. **Ette renk değişiminin sebebi nedir?**
3. **Ette koku değişiminin sebebi nedir?**
4. **Ette tuzlama işlemi bozulma sürecini nasıl etkiledi?**

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız. Yaptığınız çalışmayı değerlendirmek için grup değerlendirme formunu doldurunuz.

Kontrol listesi karekodu

Grup değerlendirme formu karekodu

2.2.2. Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Süt, mikroorganizmaların gelişmesi için oldukça uygun bir besi ortamıdır. İçeriğinde laktoz, protein, yağ, mineral, vitamin gibi mikroorganizmaların gelişimi için gerekli besin ögelerini uygun oranda bulundurması bakteriyel gelişimi destekler. Ayrıca redoks potansiyelinin pozitif olması, özellikle aerobik mikroorganizmaların üremesi için elverişli bir ortam oluşturur. Su aktivitesinin (a_w) 0,98'in üzerinde olması da mikroorganizmaların hızlı çoğalmasını kolaylaştıran önemli bir faktördür. Bu özellikleri nedeniyle süt, mikrobiyolojik açıdan oldukça hassas ve kolay bozulabilen bir gıda olarak değerlendirilir.

2.2.2.1. Sütte Mikrobiyal Bozulmalar

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

Sütte Bulaşma Kaynakları

Çiğ süt ve içme sütlerinde mikrobiyal yükün artmasına neden olan temel etmenler; üretim, işleme ve muhafaza aşamalarında ortaya çıkmaktadır. Çok çeşitli mikroorganizmalar sütlere farklı kaynaklardan bulaşabilmekte ve hızla çoğalarak süt ürünlerinin dayanıklılığını olumsuz etkilemektedir (Görsel 2.26).



Görsel 2.26: Çiğ sütte bulaşma kaynakları

Çiğ Sütlerde Bulaşma Kaynakları

a) **Süt Hayvanı Kaynaklı Bulaşma:** Mikroorganizmalar süt hayvanının derisinden, memesinden veya bunlara bulaşmış fekal (dışkı kaynaklı) kirliliklerden süte geçebilir. En sık karşılaşılan ve hayvanın meme dokusunda görülen **mastitis** adı verilen hastalığın etmeni mikroorganizmalar *Streptococcus* türleri, Stafilokoklar, Streptokoklar ve *Escherichia coli*'dir.

b) **Yem, Toz Toprak ve Hava Kaynaklı Bulaşma**: Süte bulaşmanın önemli bir kısmı toprak kökenli mikroorganizmalardan (*Bacillus subtilis* ve *B. mesentericus*) kaynaklanmaktadır. Ayrıca insanlarda enfeksiyona sebep olan çeşitli bakteriler de hava ve yem aracılığıyla bulaşabilmektedir.

c) Ahır Malzemeleri, Kullanılan Kaplar, Sağım Makineleri ve Ekipman Kaynaklı Bulaşma: Yeterli temizliği yapılmayan ekipmandan süte hızlı gelişim gösteren laktik streptokoklar ve koliform bakterileriyle *Pseudomonas, Alcaligenes*, *Flavobacterium* gibi gram-negatif bakteriler bulaşmaktadır.

ç) Sağım Personeli Kaynaklı Bulaşma: Birçok süt kaynaklı hastalık (tifo, dizanteri, salmonelloz gibi) taşıyıcılar tarafından bulaştırılan çiğ sütlerin tüketilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Özellikle stafilokok, mikrokok *ve* streptokoklar elle sağım sırasında süte kolayca bulaşabilmektedir.

İçme Sütlerinde Bulaşma Kaynakları

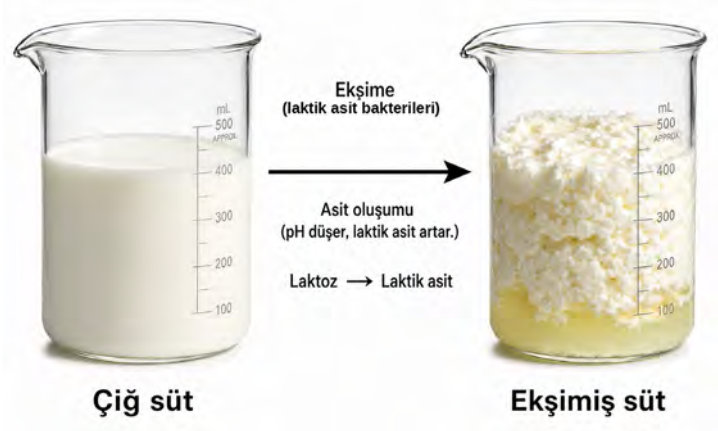
Pseudomonas, Alcaligenes, Aeromonas, Enterobacter, Flavobacterium ve Acinetobacter; pastörize sütlere bulaşan önemli mikroorganizma türleridir. Pastörize sütlerde koliform grubu bakterilerin varlığı kontaminasyonun belirgin kanıtıdır. Bu sütlerde ikincil bulaşma; tanklardan, dolum makinelerinden veya ambalaj materyalinden gerçekleşebilmektedir.

Sterilize sütlerde mikrobiyolojik bulaşmanın iki temel nedeni vardır. İlki, yetersiz sıcaklık-süre normu uygulamaları; ikincisi ise sterilizasyon sonrasındaki süreçte borular, tanklar ve aseptik paketleme sisteminde oluşan bulaşmalardır. Sterilize sütlerde UHT işlemi sonrasında uygulanan sıcaklık-süre normlarının yetersiz kalması nedeniyle *Bacillus* türlerine ait bazı suşlar canlılığını koruyabilmektedir.

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

- Ekşime ve asit oluşumu
- Gaz oluşumu
- Proteinlerin parçalanması
- Lipolitik parçalanma
- Sünme olayı
- Sütün renginin değişmesi
- Tat değişimleri

a) Ekşime ve Asit Oluşumu: Sütte bulunan mikroorganizmaların önemli bir kısmını laktik asit bakterileri oluşturur. Sütte bulunan laktoz; laktik asit bakterileriyle diğer bazı mikroorganizmalar tarafından laktik aside ve diğer organik asitlere parçalanır. Asit oluşumunun göstergesi, tadındaki ekşilik ve yapısındaki pıhtıdır (Görsel 2.27). Bu bozulmanın önemli etmenleri *Streptococcus lactis, S. thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, L. thermophilus, Bacillus calidolactis* gibi bakterilerdir.



Görsel 2.27: Sütte ekşime bozulması

b) Gaz Oluşumu: Sütte gaz birikimi, asit oluşumuyla meydana gelir. Süt ve çeşitli süt ürünlerinde gaz oluşumuna neden olan başlıca etmenler, başta koliform grubu bakteriler olmak üzere *Clostridium* cinsine ait gaz oluşturan türlerdir. *Bacillus* türleriyle heterofermentatif laktik asit bakterileri de hidrojen (H_2) ve karbondioksit (CO_2) üreterek gaz oluşumuna neden olur (Görsel 2.28).



Görsel 2.28: Sütte gaz oluşumu

c) Proteinlerin Parçalanması: Proteolitik bakterilerin sütteki proteinleri parçalaması (proteoliz) sonucunda acılaşma olur. Bu durumun nedeni proteinlerin parçalanması sonucu ortaya çıkan bazı peptitlerdir. Proteoliz olayından sorumlu bakteriler çoğunlukla düşük sıcaklıklarda çoğalabilme kabiliyetindedir. Önemlileri *Alcaligenes, Bacillus, Flavobacterium, Micrococcus, Pseudomonas, Clostridium, Serratia* ve *Proteus* türleridir.

ç) Lipolitik Parçalanma: Bu bozulma süt yağının gliserol ve yağ asitlerine parçalanması şeklinde oluşur. Bu parçalanmalar sonucunda butirik asit kokusu (ekşi-asidik) ve ransid tat (acı) oluşumu meydana gelir. Önemli bozulma etmenleri *Pseudomonas, Enterobacter, Alcaligenes, Bacillus, Micrococcus, Clostridium* bakteri türleridir. *Aspergillus, Mucor, Geotrichum, Rhizopus* küfleri de süt yağında bozulma etmenidir.

d) Sünme Olayı: Süt ve kremada gerçekleşen sünme olayına farklı bakteriler sebep olmaktadır. Bozulma etmeni *Enterobacter, Alcaligenes viscolactis*, *Streptococcus* türleri ve laktik asit bakterileridir (Görsel 2.29). Özellikle düşük sıcaklıklarda muhafaza edilen sütlerde görülür.



Görsel 2.29: Sütte sünme bozulması

e) Sütün Renginin Değişmesi: Sütteki bu bozukluk, mikroorganizmaların gelişimleri sırasında pigment oluşturmasından ya da enzimler aracılığıyla sütte meydana getirdikleri çeşitli reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır. Bu bozulmanın etmeni bakteriler ve oluşturdukları renk değişimi Tablo 2.13'te verilmiştir.

Tablo 2.13: Süt Renginde Değişime Neden Olan Bakteriler ve Oluşan Renk Değişiklikleri

ETMEN BAKTERİ	SÜTTE OLUŞAN RENK
Pseudomonas aeruginosa	Sarı, yeşil
Pseudomonas syncyanea	Mavi
Serratia marcescens	Kırmızı
Micrococcus rubens	Kırmızı
Pseudomonas synxantha	Sarı

f) Tat Değişimleri: Maya türlerinden *Torula amara* sütte acılaşmaya neden olmaktadır. *Streptococcus lactis* var. *maltigenes* yanık ve karamelimsi tat oluştururken diğer bazı bakteriler de cevizimsi ve sabunumsu tatların oluşmasına yol açabilmektedir.

Pastörize sütlerde bozulmaya neden olan temel etken, pastörizasyon işlemi sonrası süte bulaşan *Pseudomonas, Flavobacterium, Chromobacterium, Alcaligenes* ve koliform grubu bakterilerdir. Bu mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda sütte pis, kokuşmuş, hoşa gitmeyen ve meyvemsi olarak tanımlanan tat kusurları meydana gelir. Tat kusurlarının yoğunluğu; süt proteini, yağ ve laktozun mikrobiyal enzimler tarafından parçalanma düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Sterilize (UHT) sütlerdeyse ısıl işlem sonrası bakterilerin aktif olarak kalan lipolitik ve proteolitik enzimleri, tat ve aroma bozukluklarının yanı sıra sütte pıhtılaşmaya da yol açmaktadır.

10. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen çiğ süt ve içme sütlerinde meydana gelen mikrobiyal bozulmaları ve bu bozulmaların neden-sonuç ilişkilerini içeren boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

SÜTTE MİKROBİYAL BOZULMALAR		
Bozulma Kategorisi	**Neden (Mikroorganizma veya Etken)**	**Sonuç (Belirti ve Etki)**
1. Ekşime ve Asit Oluşumu	..... (laktoz fermantasyonu)	pH düşüşü, sütün pıhtılaşması, ekşi tat ve koku oluşumu
2. Sünme	*Alcaligenes viscolactis*, *Klebsiella* (polisakkarit üretimi)	....., ipliksi uzama, sakızımsı kıvam
3. Gaz Oluşumu	Isıya dirençli bakteriler, *Clostridium*, koliformlar, mayalar	Ambalaj şişmesi (bombaj), ..., fermantasyon
4. Proteinlerin Parçalanması	..... (*Pseudomonas spp.* ve kazein parçalanması)	Acı peptitlerin oluşumu, kötü koku, yapısal bozulma
5. Lipolitik Parçalanma	Lipolitik mikroorganizmalar	Butirik asit kokusu, ...
6. Renk Değişimleri	..... (pigment üretimi)	Renkli lekeler (mavi, kırmızı, sarı), yüzeyde tabaka oluşumu
7. Tat Değişimleri	....., bazı bakteriler	Yanık, karamelimsi, cevizimsi, sabunumsu, meyvemsi, kokuşmuş tat

Sütte Mikrobiyal Bozulmanın Önlenmesi

Çiğ sütlerin bozulmasını önlemek için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Sağım işlemi hijyenik koşullarda gerçekleştirilmelidir.
- Sağımdan sonra süt, günlük toplanacaksa 8 °C altına, günlük toplanmayacaksa 4 °C altına kadar soğutulmalıdır.
- Sütle temas edecek kap, taşıyıcı, tanker gibi ekipman; düzgün ve kolay temizlenebilen, korozyona dirençli, insan sağlığı açısından tehlike yaratmayacak, sütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkilemeyecek malzemeden yapılmış olmalıdır.
- Kullanılan malzemeler günde en az bir kere temizlenip dezenfekte edilmelidir.

Çiğ süt sağımını ve ilgili işlemleri gerçekleştiren kişilerin uyması gereken kurallardan bazıları 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.
- Sağım personeli ilgili mevzuata uygun olarak hijyen eğitimi almalı ve aldığı eğitimi belgelendirmelidir.

İçme sütlerinin bozulmasını önlemek için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Pastörizasyon işlemi (süre ve sıcaklık) güvenli şekilde kontrol edilmelidir.
- Sütle temas eden tüm yüzeyler kullanılmadan önce temizlenip dezenfekte edilmelidir.
- İşletme havasından gelecek kontaminasyon önlenmelidir.
- Taşıma ve depolama soğukta yapılmalıdır (Görsel 2.30).



Görsel 2.30: Sütlerde bozulmayı engelleyen önlemler

2. UYGULAMA

FARKLI SÜT ÖRNEKLERİNDE BOZULMA SÜRECİNİN GÖZLEMLENMESİ	
Amaç	Sütte meydana gelen fiziksel ve duyusal bozulma belirtilerini gözlemleyerek çiğ, pastörize ve UHT sütlerin mikrobiyal bozulmaya karşı dayanıklılıklarını karşılaştırmak
Araç Gereç	200 mL çiğ süt, 200 mL pastörize süt, 200 mL UHT süt, üç adet özdeş cam kavanoz veya erlenmayer, etiket, kalem, termometre, pH kâğıdı, gözlem takip çizelgesi.
Süre	5 iş günü (günlük 10-15 dakika gözlem)

İşlem Basamakları

1. Uygulamada kullanılacak kapları sıcak suyla yıkayıp kurulayınız.
2. Kapların üzerini aşağıda belirtildiği gibi etiketleyiniz.
   - **1. örnek** (çiğ süt)
   - **2. örnek** (pastörize süt)
   - **3. örnek** (UHT süt)
3. Her bir süt örneğinden eşit miktarda (yaklaşık 100-150 mL) ilgili kavanoza doldurunuz.
4. Kavanozların kapaklarını gaz çıkışı ihtimaline karşı hafif gevşek bırakarak güneş görmeyen ve oda sıcaklığındaki (20-25 °C) aynı noktaya yerleştiriniz.
5. Beş gün boyunca her gün aynı saatte aşağıdaki kontrolleri yapınız.
   - Süt örneklerinin sıcaklıklarını termometreyle kontrol ediniz.
   - Süt örneklerinin pH değerlerini pH kâğıdıyla kontrol ediniz.
   - Sütün rengini ve homojenliğini gözlemleyiniz.
   - Yüzeyde tabaka veya küf oluşup oluşmadığını gözlemleyiniz.
   - Hafifçe çalkalayarak pıhtılaşma veya akışkanlık kaybı olup olmadığını gözlemleyiniz.
   - Kapakları açıp mesafeli bir şekilde koklayarak ekşime veya kokuşma olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Uygulama süresi boyunca yaptığınız gözlemleri değerlendirmek için "Gözlem Sonuçlarının Değerlendirilmesi Tablosu"nu uygun şekilde doldurunuz.

GÖZLEM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ TABLOSU			
Örnek Türü	**Bozulmanın Başladığı Gün** (Gün Numarası veya Bozulma Olmadı)	**Gözlenen İlk Belirti** (Ekşi Koku, Kesilme, Renk Değişimi, Küflenme)	**5. Gün Sonundaki Durum** (Bozuldu / Bozulmadı ve Son Görünüm)
Çiğ Süt			
Pastörize Süt			
UHT Süt			

Sonuçlandırma

Aşağıdaki soruları cevaplandırarak gözlemlerinizi sonuçlandırınız.

1. Süt örneklerinde bozulma belirtisi olarak bir kötü koku (kokuşma) gözlemlediyseniz bu durum sütün hangi temel besin ögesinin (karbonhidrat, protein veya yağ) parçalanması sonucu ortaya çıkar?
2. Süt örneklerinde renk değişimi gözlemlediyseniz oluşan bu renk değişikliğine hangi mikroorganizma neden olmuş olabilir?

İşlem sonrası ellerinizi, çalışma ortamını ve kullandığınız malzemeleri uygun dezenfektanla temizleyerek atıkları biyolojik atık kutusuna atınız.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

2.2.2.2. Peynirde Mikrobiyal Bozulmalar

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

Çiğ sütlerin taşıdığı mikrobiyolojik yük miktarı önemli ölçüde farklılık gösterdiğinden çiğ sütten üretilen peynirlerin tüketilmesi, çeşitli enfeksiyon risklerini beraberinde getirmektedir. Gıda güvenliği ve tüketici sağlığı açısından güvenli ürün elde etmek amacıyla endüstriyel olarak üretilen peynirlerin çoğunda pastörize süt kullanılmaktadır (Görsel 2.31).

Peynire işlenecek sütün pastörize edilmesi (63-65 °C'ta 30 dk. ve 65-74 °C'ta 15-40 sn.) sonucunda süt içinde bulunan ve ürünün kalitesini olumsuz yönde etkileyen zararlı ve patojen mikroorganizmalar inaktif hâle gelir. Ancak pastörizasyon işlemi sonrası peynir üretimi sırasında doğal asitlenmeyi ve peynirin olgunlaşmasını sağlayan laktik asit bakterilerinin de



Görsel 2.31: Peynir üretimi ve mikrobiyolojik faktörler

büyük bir kısmı inaktif hâle gelmektedir. Bu durumda istenilen (standart) kalitede peynir üretimi güçleşmektedir. Standart kalitede bir ürün elde edilebilmesi için süte starter kültür ilave edilmesi teknolojik bir zorunluluktur.

Peynir üretiminde kullanılan starter kültür çeşitleri *S. thermophilus, Lactobacillus bulgaricus, L. acidophilus, S. lactis, S. cremoris* ve *Leuconostoc* türleridir. 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.

Peynir içerdiği besin ögeleriyle mikroorganizma faaliyetleri için uygun bir ortam gibi görünse de içindeki tuz oranı birçok bakterinin gelişimini sınırlandırmaktadır. Peynire eklenen tuzun yanı sıra *Streptococcus cremoris, S. lactis, L. lactis, L. helveticus* gibi bakterilerin ürettiği asit, zararlı mikroorganizmaların gelişimini de baskılayarak ürünün korunmasını sağlar. Buna rağmen başta mayalar ve küfler olmak üzere bazı mikroorganizmalar peynirlerde gelişerek istenmeyen değişimlere yol açabilir.

Peynirlerde görülen istenmeyen bu değişimler şunlardır:

a) Renk Hataları: *Serratia marcescens*, *Proteus vulgaris* gibi bakteriler peynir yüzeyinde gelişerek kırmızı ve kahverengi renkli oluşumlara yol açar. *Penicillium casei* ve *Cladosporium herbarum* küfleri siyah ve koyu kahverengi lekelerin oluşumuna, diğer bazı küfler ise beyaz ve yeşil renkli görünümlere neden olmaktadır (Görsel 2.32). *Torula* maya türleri de kabuğun beyaz yağlı bir görünüm almasına yol açar.

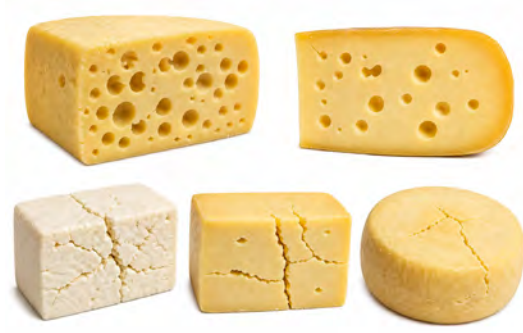


Görsel 2.32: Çeşitli peynirlerde renk hataları

b) Hatalı Gözenek ve Yarıkların Oluşması: Genellikle gaz oluşturan mikroorganizmalardan kaynaklanmaktadır. Bu kusur nedeniyle yumuşak peynirler süngerimsi bir hâl alırken sert peynirler şişerek şekil değiştirir. İlerleyen aşamalarda sert peynirlerde çatlama ve dağılma görülebilir.

Olgunlaşmanın ilk günlerinde görülen küçük gözeneklerin sebebi koliform grubu mikroorganizmalardır. Özellikle *Escherichia coli* ve *Enterobacter aerogenes* bu kusura sebep olur. Bazı mayalar da çoğalarak gözenekli bir yapı oluşturabilir (Görsel 2.33).

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



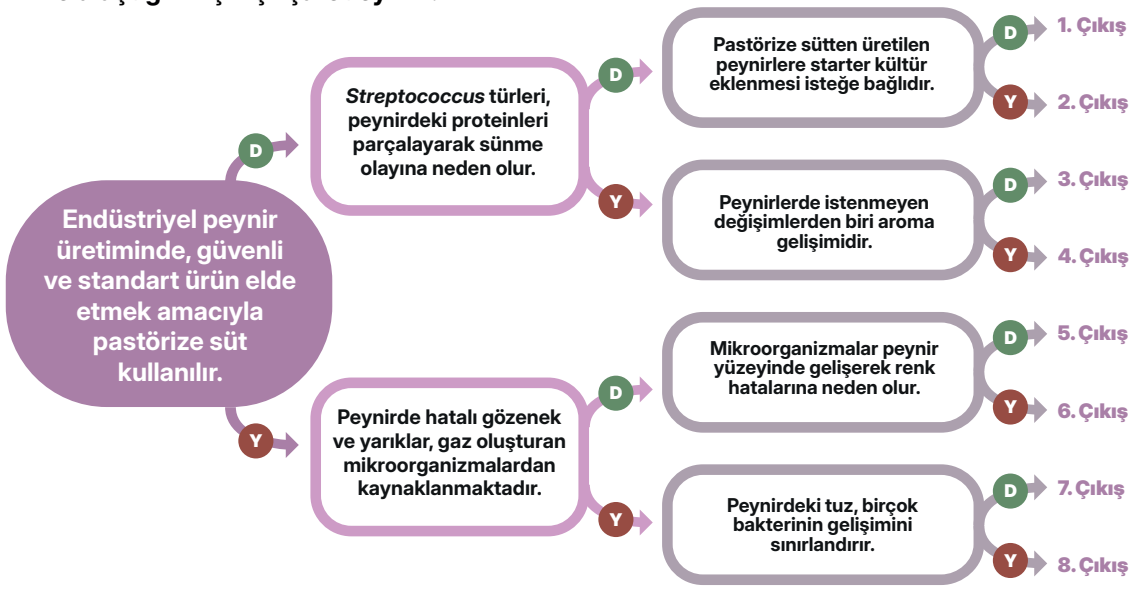
Görsel 2.33: Peynirlerde hatalı gözenek ve yarıklar

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: *Bacillus mesentericus, Proteus, Alcaligenes* ve *Pseudomonas* cinsi bakterilerin çoğalmasıyla bu tür bozulmalar meydana gelmektedir.

11. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta ilk kutucuktan başlayınız. Her basamakta verilen ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını değerlendirerek "Doğru (D)" veya "Yanlış (Y)" okunu takip ediniz. Her bir karar aşamasında karşınıza çıkan yeni ifadeyi değerlendirerek ilerleyiniz ve ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz.



2.2.2.3. Yoğurtta Mikrobiyal Bozulmalar

Yoğurtta starter kültür olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* kullanılır. Yoğurt üretiminde uygulanan yüksek ısıl işlem ve fermantasyon sonucu ortaya çıkan düşük pH değeri, ürünün mikrobiyolojik açıdan güvenilir bir gıda olmasını sağlar. 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 mayalar ve küflerdir. Bunlar özellikle gaz oluşumuyla meydana gelen bozulmalara sebep olur. Bozulma etmeni mayalar *Candida, Saccharomyces, Rhodotorula, Kluyveromyces* cinsleridir.

Yoğurtlarda bozulma etmeni küf cinsleri *Mucor, Penicillium, Rhizopus* ve *Aspergillus*'tur. Bu mikroorganizmaların yoğurtta gelişmesi, küf kokusu ve tadı oluşmasına neden olur (Görsel 2.34). Yoğurtta ekşi tadın oluşmasında en önemli sebeplerden biri de starter kültür olan *L. bulgaricus*'un aşırı üremesidir.



Görsel 2.34: Yoğurtta mikrobiyal bozulma

12. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda verilen bozulma belirtilerini gösteren numaraları, bu durumdan sorumlu olan mikroorganizma veya etkenin başındaki boşluğa yazarak eşleştiriniz.

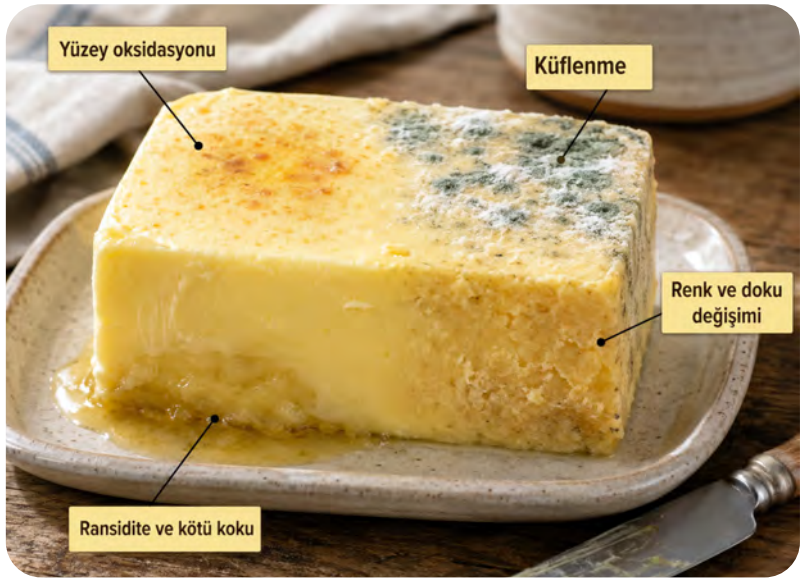
BOZULMA BELİRTİSİ	SORUMLU ETKEN
1. Aşırı ekşi tat oluşumu	Mayalar ve küfler
2. Gaz oluşumu ve ambalaj şişmesi	*L. bulgaricus*'un aşırı üremesi
3. Küf kokusu ve yüzeyde renkli tabaka	*Mucor, Penicillium, Aspergillus*
4. Aroma bozuklukları	Düşük asitlikte gelişebilen laktik asit bakterileri
5. Metalik tat oluşumu	

2.2.2.4. Tereyağında Mikrobiyal Bozulmalar

Tereyağı; önemli miktarda (%82) süt yağı, değişen miktarlarda su (%15) ve diğer besin ögelerini (%0,5 karbonhidrat ve protein) içerir. 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 doğal florasında bulunan ve uygulanan ısıl işlemden sonra canlılığını sürdüren mikroorganizmalarla (bazı bakteri ve küfler) ürüne sonradan bulaşan mikroorganizmalar, tereyağında çoğalma ortamı bulur.

Tereyağında görülen mikrobiyal bozulmaların çoğu, tereyağının yapıldığı kremadan kaynaklanır. Tuzlanmayan tereyağlarında *Pseudomonas*, *Enterococcus* gibi bakteriler gelişir ve ürünün aromasını bozar. *Pseudomonas* türlerinin protein ve yağı parçalaması sonucu tereyağında meyvemsi koku, kokuşma tipi bozulma, ester benzeri tat oluşur. Ayrıca tereyağı üzerinde siyah lekeler meydana gelir (Görsel 2.35).



Görsel 2.35: Tereyağında bozulma tipleri

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* cinslerine ait mayalar ise yüzeyde lekelenmelere ve maya tadına sebep olur.

2.2.2.5. Dondurmada Mikrobiyal Bozulmalar

Dondurma; süt, şeker, stabilizatör madde, aroma ve renk verici çeşitli maddelerin bir araya gelmesiyle oluşturulan karışımın ısıl işlem (pastörizasyon) uygulandıktan sonra dondurulmasıyla elde edilen süt ürünüdür. Dondurma üretiminde süte uygulanan ısıl işlem sonrası bazı mikroorganizmalar canlılığını sürdürebilmektedir. Ayrıca ürün ekipman, kullanma suyu, ortam havası, çalışanlar ve ambalaj malzemesi kaynaklı ikincil bulaşmaya uğrayabilmektedir.

Mikrobiyal bozulmalar genellikle donma öncesi ürünün hazırlanma aşamasında veya çözündürülmesi sonucu oluşur (Görsel 2.36). 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 *Salmonella* cinsi bakterilerle küfler de görülebilmektedir.



Görsel 2.36: Dondurmada mikrobiyal bozulma

2.2.3. Yumurtada Mikrobiyal Bozulmalar

Yumurta; demir, fosfor ve vitaminler açısından zengin bir kaynak olmasının yanı sıra hem akında hem sarısında bulunan biyolojik değeri yüksek proteinler sayesinde besleyicilik bakımından süt ve etle eş tutulabilen bir gıda maddesidir. Pişmiş bir yumurtadaki kullanılabilir net protein miktarı %94'e kadar çıkmaktadır (Linden ve Lorient, 1999). Olumlu özelliklerine karşın yumurta ve yumurta ürünleri, patojen mikroorganizmalar ve kimyasal tehlikeler (aflatoksin, okratoksin A vb.) içerebilmektedir. Ayrıca yumurta proteinleri bazı bünyelerde alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır.

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

BİLGİ KUTUSU

Taze yumurta sarısının pH seviyesi 6,8 civarındadır. Gerek pH seviyesi gerekse besin içeriği açısından yumurta sarısı pek çok mikroorganizma için mükemmel bir besi ortamıdır.

Yumurtaya oluşum sürecinde, tavuğun vücut içindeki gelişimi sırasında, yumurtlama anında ve sonrasında *Salmonella* bakterisi bulaşabilir. Kabuk yüzeyindeki bu bakteri uygun nem ve sıcaklıkta yumurtanın içine geçebilir. Yumurtanın ve bulunduğu ortamın nemli olması hareketli bakterilerin kabuktan geçmesini kolaylaştırır. Yumurtaların bozulmasında rol oynayan önemli bakteri cinsleri *Pseudomonas, Proteus, Acinetobacter, Bacillus, Alcaligenes, Micrococcus, Flavobacterium, Serratia* ve *Streptococcus*'tur. Yumurtalar patojen mikroorganizma olarak *Salmonella* ve *E. coli* türlerini içermektedir. Yumurtaların bozulmasında küfler de önemli rol oynar. Bozulmada etkili olan önemli küfler *Penicillium, Cladosporium, Mucor, Thamnidium, Botrytis* ve *Aspergillus* cinslerine dâhildir (Görsel 2.37).



Görsel 2.37: Küflenmiş yumurta

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

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

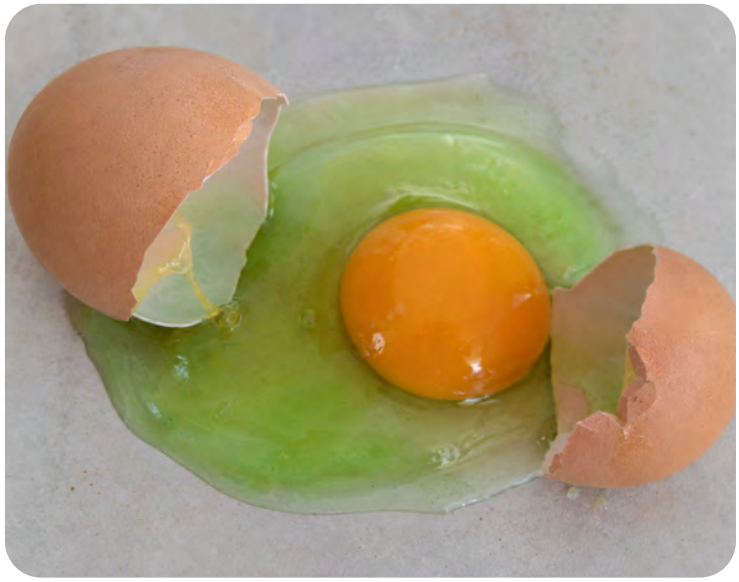
Yumurta, yüksek besin değeri ve koruyucu dış kabuğu sayesinde doğadaki en dayanıklı hayvansal ürünlerden biri olsa da uygun olmayan saklama koşullarında çeşitli mikroorganizmaların etkisiyle bozulabilir. Bu mikroorganizmalar yumurtada yapısal, duyusal ve kimyasal değişimlere yol açabilir.

Yumurtada görülen başlıca bozulma çeşitleri ve etmenleri şunlardır:

a) Yeşil Bozulma: Soğukta saklanan yumurtalarda görülen bir bozulmadır. Bu değişimden *Pseudomonas fluorescens* ve *P. aeruginosa* cinsi bakteriler sorumludur. Bozulma sonucunda yumurta beyazında yeşil floresans renk oluşur (Görsel 2.38). Yumurtada amonyak kokusuyla birlikte trimetil amin kokusu hissedilir.

b) Beyaz Bozulma: Psikrofil (soğuk seven) mikroorganizmaların özellikle de *Pseudomonas* türlerinin neden olduğu bozukluktur. *Acinetobacter* türleri de bu bozulmada rol oynamaktadır. Beyaz bozulma sonucunda yumurta sarısının rengi koyulaşır ve kötü koku hissedilir.

c) Siyah Bozulma: Yumurta sarısı, koyu yeşilden siyaha kadar değişen renkler alabilir. Süreçten bazı *Pseudomonas* türlerinin yanı sıra *Proteus vulgaris* ve *Aeromonas* cinsi bakteriler



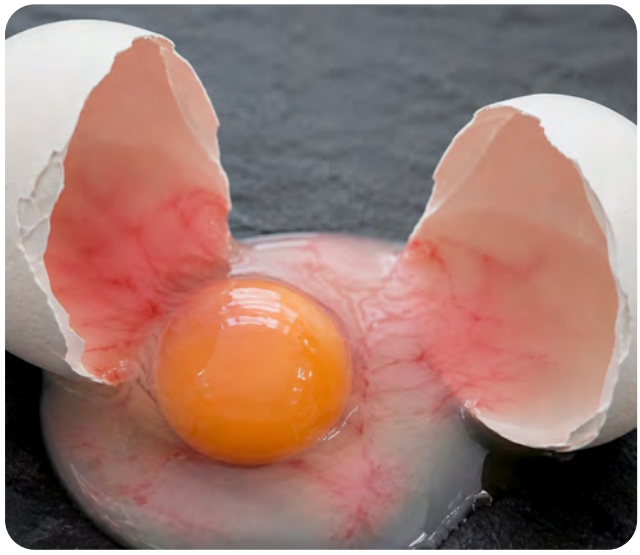
Görsel 2.38: Yumurtada yeşil bozulma

sorumludur (Görsel 2.39). Tipik hidrojen sülfür kokusu hissedildiği bu bozulmada yumurta içinde gaz basıncı gelişebilir.

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 2.40).



Görsel 2.39: Yumurtada siyah bozulma



Görsel 2.40: Yumurtada pembe ve kırmızı bozulma

d) **Peynirimsi Kokuşma:** *E. coli* ve bazı *Alcaligenes* türlerinin oluşturduğu bozulmadır. Yumurta içi sarıdan yeşile dönüşür. Kokuşmuş peynir kokusu oluşur.

e) **Otumsu Kokuşma:** Bu bozulmada tipik ot kokusu hissedilir. Bazı psikrotrof bakteriler ve küfler tarafından oluşturulur. Yumurta beyazı ve sarısı birbirine karışmış şekildedir. Yumurta kırıldığında çok kötü kokar.

Yumurtalarda bozulmalara neden olan etmenlerin yanı sıra insan sağlığı açısından risk oluşturan patojen mikroorganizmalara da rastlanmaktadır. Özellikle çiğ veya az pişmiş yumurta tüketimi, *Salmonella* cinsi bakterilerden kaynaklanan gıda zehirlenmelerinin başlıca nedenleri arasındadır. Yumurtada *Penicillium, Mucor, Botrytis, Cladosporium, Sporotrichum, Alternaria* gibi çeşitli küfler, bozulmalara neden olabilir. Küf gelişimi arttıkça jelleşme veya renklenmeler görülür, vitellin zarı parçalanarak yumurta sarısı dağılır.

Yumurtaların tazeliğini kontrol etmek için su dolu bir bardağa yumurta konulur. Yumurta kabın dibine çökerse taze, suyun üzerine çıkarsa bayat kabul edilir. Yumurta bayatladıkça içindeki hava boşluğu genişler ve gaz miktarı artar. Bu nedenle bayat yumurta su yüzeyine çıkar (Görsel 2.41).



Görsel 2.41: Taze ve bayat yumurta

2. ETKİNLİK

Görev: Bu çalışmada sizden grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde çalışarak yumurtanın doğal savunma mekanizmaları, mikrobiyal bozulma nedenleri, bu süreçte rol oynayan mikroorganizmalar, meydana gelen duyusal değişimler ve doğru saklama koşulları hakkında bir araştırma yapmanız; elde ettiğiniz bilgilerle bir infografik tasarlamanız ve hazırladığınız çalışmayı sınıfta sunmanız beklenmektedir.

İşlem Basamakları

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplara ayrılarak grup içinde görev paylaşımı yapınız.

2. Yumurtayla ilgili belirtilen konularda araştırma yapınız.

3. Araştırmanız sonucunda elde ettiğiniz bilgileri sınıflandırınız.

4. Bilgileri kısa ve anlaşılır ifadelerle düzenleyiniz.

5. Sınıflandırdığınız bilgileri infografik metin hâline getiriniz.

6. Hazırlayacağınız infografikte aşağıdaki konulara yer veriniz.

- Yumurtanın doğal savunma mekanizması
- Bozulmaya neden olan başlıca mikroorganizmalar
- Meydana gelen duyusal değişimler
- Saklama koşulları ve çapraz bulaşma riskleri

7. Hazırladığınız infografiği sınıfta sunarak arkadaşlarınızı bilgilendiriniz.

Değerlendirme

Yaptığınız çalışma karekodda verilen derecelendirme ölçeğine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken derecelendirme ölçeğindeki ölçütleri dikkate alınız. Arkadaşınızın yaptığı çalışmayı değerlendirmek için akran değerlendirme formunu doldurunuz.

Derecelendirme ölçeği karekodu

Akran değerlendirme formu karekodu

2.2.4. Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulmalar

İnsanların tüketimine sunulan 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; yetişme ortamı, hasat, tasniflemede kullanılan ekipman, ambalaj materyali ve depolandığı ortamdır.

Taze meyve ve sebzelerin dış yüzeyinde doğal olarak bulunan kütikula ve mumsu tabaka, mikroorganizmaların iç kısımlara geçmesini engeller. Bu yapıların içerdiği antimikrobiyal maddeler, mikroorganizmaların gelişme faaliyeti üzerinde etkilidir.

Çeşitli fiziksel nedenlerle (olgunlaşma, çarpma, böcekler gibi etmenler) meyvenin kütikula tabakası zarar görebilir. Bu hasarlı bölgelerde mikroorganizmalara karşı direnç azalır, meyve ve sebzelerin iç dokularına mikroorganizmaların geçişi kolaylaşır. Sonuç olarak yüksek su içeriğiyle protein, karbonhidrat, vitamin ve mineraller bakımından zengin olan bu ürünlerde mikroorganizmalar gelişerek üründe bozulmaya sebep olur.

Meyvelerin florası genel olarak mayalar ve küf mantarları tarafından oluşturulurken sebzelerde buna bakteriler de eklenmektedir.

2.2.4.1. Taze Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma

Mikroorganizmaların sebep olduğu bozulmalar, bulundukları meyve ve sebzelerin çeşidine göre farklılık gösterir. Genellikle meyve ve sebzelerin yüzeyinde yer alan bitki patojenleri ve saprofit (çürükçül) mikroorganizmalar bozulmada etkilidir. Tablo 2.14'te meyve ve sebzelerle bulaşabilen, hastalık oluşturan bazı mikroorganizmalar ve bulaşma kaynakları verilmiştir.

Tablo 2.14: Meyve ve Sebzelerle Bulaşabilen Hastalık Etmeni Mikroorganizmalar ve Neden Oldukları Hastalıklar

MİKROORGANİZMA	HASTALIK	KAYNAK
Salmonella	Salmonelloz	Domates, fasulye, karpuz, pastörize edilmemiş portakal ve elma suyu
Shigella	Şigelloz (basilli dizanteri)	Yeşil marul, sebze salataları, kavun, portakal suyu
Yersinia enterocolitica	Yersinyoz	Salata sebzeleri
Listeria monocytogenes	Listerioz	Yeşil salata, marul, domates, kuşkonmaz, brokoli, karnabahar ve lahana
Clostridium botulinum	Botulizm	Hazır paketli lahana salatası, vakumlu mantarlar
Giardia lamblia	Giardiazis	Çiğ olarak dilimlenmiş sebzeler
Hepatit A virüsü	Hepatit A enfeksiyonu	Marul, küp hâlinde doğranmış domates, ahududu, çilek

Meyvelerdeki Çürümeler ve Çürüme Etmenleri

a) Yumuşak Çürüme: Bu bozulmada meyve dokusunda bulunan pektin parçalanır. Parçalanma sonucu hücre suyu dışarı çıkar. Meyve âdeta ezilmiş bir görünüm alır (Görsel 2.42). Bu çeşit bozulmalara en çok *Rhizopus* türleri neden olmaktadır.

b) Çekirdek Evi Çürümesi: Bu bozulma tipi özellikle elma ve armutlarda 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 2.43). Bozulma etmeni *Botrytis, Alternaria, Fusarium, Penicillium, Cladosporium* ve diğer bazı küflerdir.



Görsel 2.42: Meyvelerde yumuşak çürüme



Görsel 2.43: Elmada çekirdek evi çürümesi

c) *Monilia* Çürümesi: Bu bozulmada meyve dokuları yumuşamakta ve kahverengine dönüşmektedir (Görsel 2.44). Bozulma ilerledikçe tüm meyve küflenmekte ve siyah renk almaktadır. Etmeni *Monilinia* cinsinin üyeleridir. Çekirdekleri yumuşak ve sert olan meyvelerde görülür.

ç) Yeşil Küf Çürümesi: Bozulan meyvelerin dokuları yumuşamaktadır. Meyvenin yüzeyi beyaz, gri ve zamanla yeşil renk alan bir küf tabakasıyla kaplanırken tipik küf kokusu da oluşmaktadır. Etmeni *Penicillium digitatum* veya *P. italicum*'dur. Turunçgillerde görülür (Görsel 2.45).



Görsel 2.44: *Monilinia fructigena* etkenli çürüme



Görsel 2.45: Portakalda yeşil küf çürümesi

d) Gri Küf Çürümesi: Bu çürümede meyve yüzeyi gri renkli küf miselleriyle kaplanmaktadır. İlerleyen süreçte meyve, kahverengimsi bir renk almaktadır. Nemli ve ılık havalarda bozulma artar. Bozulma etmeni *Botrytis* türleridir. Üzüm ve çilek başta olmak üzere portakal, şeftali, limon, elma, kayısı gibi meyvelerde görülmektedir (Görsel 2.46).

e) *Phytophthora* Meyve Çürümesi: Bu bozulma türünde meyve yüzeyinde belirgin renk değişimleri gözlenir. Meyve sarı renkliyse kahverengi, yeşil renkliyse koyu yeşil tonlarda lekeler oluşmaktadır. Rutubetli yerlerde bu lekelerin üzerinde beyaz miseller görülebilmektedir. Bozulma etmeni *Phytophthora cactorum*'dur.



Görsel 2.46: Meyvelerde gri küf çürümesi

f) Mayaların Sebep Olduğu Değişimler: Mayalar, hasattan önce başka bir deyişle meyve dalındayken etkili olabilir. Meyve şekerini parçalayarak alkol, CO_2 ve su oluşturur.

13. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen durumlarda meyvelerde görülen çürüme tipini tablodaki boşluklara yazınız.

DURUM	ÇÜRÜME TİPİ
1. Portakalın yüzeyinde önce beyaz-gri, sonra yeşile dönen küf tabakası ve tipik küf kokusu oluşmuştur.	.....
2. Elmanın dış görünüşü normaldir ancak kesildiğinde çekirdek çevresinde kahverengileşme ve beyaz miseller görülmektedir.	.....
3. Çileğin yüzeyi gri renkli küf miselleriyle kaplanmış, meyve zamanla kahverengimsi görünüm almıştır.	.....
4. Cennet hurmasının dokusunda yumuşama ve sulanma oluşmuştur, ezilmiş gibi görünmektedir.	.....
5. Şeftali yumuşamış, kahverengileşmiş ve bozulma ilerledikçe meyve siyahlaşmıştır.	.....
6. Limonda kahverengi lekeler ve lekelerin üzerinde beyaz miseller görülmektedir.	.....
7. Üzümde alkol ve karbondioksit oluşumuna bağlı olarak tat ve koku değişikliği meydana gelmiştir.	.....

Sebzelerde Çürümeler ve Çürüme Etmenleri

a) **Bakteri Yumuşak Çürümesi:** Pektolitik enzime sahip bakteriler, sebzelerin yapılarını parçalar ve yumuşak çürümeye neden olur. Önemli etmenleri *Erwinia carotovora* ve *Pseudomonas marginalis*'tir. Çürüme sonucu, sebze dokusu peltemsi bir kıvam almakta ve sebzede kötü kokular oluşmaktadır (Görsel 2.47). Bakterilerin enzim aktivitesi sonucunda pelte hâline getirilen dokuda daha sonra diğer bakteriler de gelişir ve sebzeler kullanılamaz hâle gelir.

Yumuşak çürüme en çok soğan, salatalık, sarımsak, patates, kuşkonmaz, havuç, kereviz, ıspanak, lahana, enginar, karnabahar, domates, biber, patlıcan gibi sebzelerde görülmektedir.

b) **Gri Küf Çürümesi:** Bu çürümede bozulma etmeni *Botrytis cinerea*'dır. Hemen hemen tüm sebzelerde bozulmaya neden olabilmektedir. Bu mikroorganizma sebzeye üzerinde bulunan yara ve çatlaklardan girerek tüm dokuya yayılmaktadır (Görsel 2.48).



Görsel 2.47: Bakteri yumuşak çürümesi



Görsel 2.48: *Botrytis cinerea*'nın oluşturduğu bozulmalar

c) **Ekşi Bozulma:** Bozulma etmeni, *Geotrichum candidum*'dur. Bozulmayla (çürüme) birlikte asit oluşumu, ekşi tat ve hoş olmayan koku meydana gelmektedir (Görsel 2.49). Domates, havuç, soğan, marul, enginar, lahana ve fasulyelerde sık rastlanır. İlk gelişme için kabukta yara, çatlak gibi zedelenmelerin olması gerekir.

ç) ***Rhizopus* Yumuşak Çürümesi:** Bozulma etmeni *Rhizopus stolonifer* türüdür. Sebzelerin üzerinde pamuk yığını şeklinde beyaz-gri renkli miseller gelişmektedir. Genellikle tüm sebzelerde görülür (Görsel 2.50). Yüksek nem bozulmayı ilerletir.



Görsel 2.49: Sebzelerde ekşi bozulma



Görsel 2.50: Sebzelerde *Rhizopus* yumuşak çürümesi

d) Antraknoz (Anthracnose): Bu bozulma türünde genellikle sebzelerin meyve ve yapraklarında kahverengi ve kiremit renginde lekeler görülmektedir. Özellikle yağışlı, nemli, ılık havanın etkisiyle fasulye, salatalık, kabak, domates ve biberde sıkça oluşmaktadır (Görsel 2.51). Etmenleri *Fusarium, Alternaria, Penicillium, Trichothecium* ve *Sclerotinia* küfleridir.



Görsel 2.51: Antraknoz tipi bozulma

14. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloya sebzelerde görülen bozulma türlerini, bunlara neden olan mikroorganizmaları, hangi sebzelerde görüldüğünü ve belirtilerini yazınız.

BOZULMA TÜRLERİ	BOZULMA ETMENİ MİKROORGANİZMA	BULUNDUĞU SEBZELER	BOZULMA BELİRTİSİ (FİZİKSEL DEĞİŞİM)

2.2.4.2. Dondurulmuş Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma

Dondurulmuş meyve ve sebzelerde aktif mikroorganizma gelişimi görülmez. Meyve ve sebzelerde bulunan su, donma olayıyla inaktif buz hâline gelir. Bu durumda su aktivitesi 0,7'ye düşer. Böylece mikroorganizmaların gelişimi engellenir. Dolayısıyla ürünlerde bir bozulma gerçekleşmez.

Donma olayı esnasında meyve ve sebzelerde bulunan mevcut mikroorganizmaların bir kısmı ölür. Aktif mikroorganizma bulunsa da başlangıçtaki mikroorganizma sayısıyla 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.

2.2.4.3. Kuru Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma

Meyve kurutulduğunda su oranı %14-15'e, sebze kurutulduğundaysa %3-5'e kadar düşer. Su oranı azaldıkça bu ürünlerde mikroorganizmaların gelişimi büyük oranda sınırlanır. Kurutma işlemiyle su oranı azaldıkça gıdalarda mikrobiyal bozulma riski azalır.

Kuru meyvelerde su oranı %22 ve daha üstüne çıktığında mikrobiyal bozulma başlar. Bozulmaya *Candida* ve *Saccharomyces* türü mayalar, *Aspergillus* ve *Penicillium* cinsi küfler neden olur.

Kuru sebzelerdeyse su oranı %10-12'ye çıktığında mikrobiyal bozulma başlar. Genellikle bozulmaya *Lactobacillus, Leuconostoc, Bacillus, Clostridium, Pseudomonas* cinsleri sebep olur.

2.2.4.4. Fermente Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulma

Sebzelerin çoğu fermente edilebilir. Salatalık ve lahana turşusu, zeytin salamurası üretim ve tüketimi fazla olan fermente ürünlerdir. Meyve ve sebzeler salamuraya konulduğunda doğal mikrofloranın etkisiyle laktik asit fermantasyonu oluşur.

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 (*Saccharomyces, 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 (Görsel 2.52).



Görsel 2.52: Turşuda görülen bozulmalar

Fermente meyve ve sebzelerde meydana gelen mikrobiyolojik bozulmalar şunlardır:

a) Yumuşama: Pektolitik özelliğe sahip mikroorganizmalar tarafından meydana getirilir. Turşularda yumuşamaya sebep olan mikroorganizmalar *Bacillus, Fusarium, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Mucor, Aspergillus* gibi türlerdir. Bu mikroorganizmalardan bir veya birkaçı bozulmaya sebep olabilir.

b) Şişme: *Enterobacter, Lactobacillus* ve *Pediococcus* türleri tarafından üretilen gazla meydana gelir.

c) Siyahlaşma: Suda çözünebilen koyu renkli pigment üreten *Bacillus nigrificans*, bu tür bozulmaya sebep olur.

2.2.4.5. İçecekler, Reçeller, Meyve ve Sebze Sularında Mikrobiyal Bozulmalar

Bu ürünler düşük pH değerlerine (pH 2,5-4,0) sahiptir. Aynı zamanda şeker içerikleri oldukça yüksektir (meyve sularında %5-15, reçellerde %40-60). Konsantre ürünlerde bu yüksek şeker oranı, su aktivitesi değerini 0,9'a düşürmektedir.

Gazlı içeceklerdeyse redoks potansiyeli (O-R potansiyeli) düşüktür. Bu özellikler nedeniyle söz konusu gıdalarda mikroorganizmaların gelişimi oldukça sınırlıdır. Ancak uygun saklama koşulları sağlanmadığı takdirde asidürik küfler, mayalar ve bazı bakteriler (*Lactobacillus, Acetobacter* ve *Leuconostoc*) bu ürünlerde bozulmaya neden olabilir (Görsel 2.53).



Görsel 2.53: Reçel ve marmelatta görülen bozulmalar

Taze sıkılmış meyve sularında, hiçbir muhafaza yöntemi uygulanmaması hâlinde meydana gelen bozulmalara sebep olan mikroorganizmalar genellikle *Saccharomyces, Candida, Hanseniaspora, Cryptococcus, 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. Olumsuz bir durum olan renk açılması, asitliğin düşmesine bağlıdır. Berrak meyve sularında mayaların gelişimi bulanıklığa sebep olur (Görsel 2.54).



Görsel 2.54: Meyve suyunda bozulma

Konsantre meyve sularında, reçellerde su aktivitesinin düşmesi (0,82-0,94) ve ısıl işlem (60-82 °C) uygulanması nedeniyle çoğu mikroorganizma gelişemez. Bu ürünlerin bozulmasında *Zygosaccharomyces* türleri etkilidir.

Gazlı içeceklerde *Torulopsis, Candida, Hansenula* ve *Saccharomyces* türü mayalar; gazsız içeceklerdeyse mayalarla *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* türü bakteriler 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 gelişmesine ve mikrobiyal bozulmalara neden olur. Sebze sularında mikroorganizmaların çoğalmasını önlemek için ısıl işlem, soğutma, dondurma, kimyasal koruyucu ilavesi gibi çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır.

15. SIRA SİZDE

5N1K modeline göre hazırlanmış soruları cevaplayınız ve sorulara verdiğiniz cevapları sınıfta arkadaşlarınızla karşılaştırınız.

1. NE? Taze sıkılmış ve muhafaza edilmemiş meyve sularında ne tür bozulmalar gözlemlenir?

.....

2. NEDEN? Konsantre meyve sularında mikroorganizma gelişimi genel olarak neden sınırlıdır?

.....

3. NASIL? Berrak meyve sularında bulanıklık nasıl oluşur?

.....

4. NEREDE? *Zygosaccharomyces* cinsi mikroorganizmalar en çok hangi ürün gruplarında etkili olur?

.....

5. NE ZAMAN? Sebze suları, meyve sularına kıyasla ne zaman (hangi durumda) daha çabuk bozulma riski taşır?

.....

6. KİM? Gazlı içeceklerde bulanıklığa sebep olan başlıca mikroorganizma türleri nelerdir?

.....

2.2.4.6. Konservede Mikrobiyal Bozulmalar

Konserve; uygun ham maddenin birtakım ön işlemlerden geçirilerek teneke kutu veya cam kavanozlara doldurulması, kapların hava sızdırmayacak şekilde kapatılması (hermetik) ve ardından uygulanan ısıl işlemlerle (pastörizasyon ve sterilizasyon) bozulmaya neden olan mikroorganizmaların öldürülmesi sonucu elde edilen uzun ömürlü bir gıdadır.

Konservelerde mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel bozulmalar olabilir. Konserve gıdalarda oluşan bozulmalar; mikroorganizmaların faaliyetleri, kutu içeriğiyle kutu arasındaki etkileşim ya da işleme sırasında yapılan hatalardan kaynaklanır. Konservelerin mikrobiyolojik kalitesi; kullanılan ham madde ve katkı maddelerinin niteliğine, üretim sonrası depolama ve taşıma koşullarına bağlıdır. Meyve ve sebzelerin konserveye işlenme süreçlerinde mikrobiyolojik güvenliği belirleyen iki önemli adım bulunmaktadır. Bunlar ısıl işlemden önceki ve ısıl işlemden sonraki uygulamalardır.

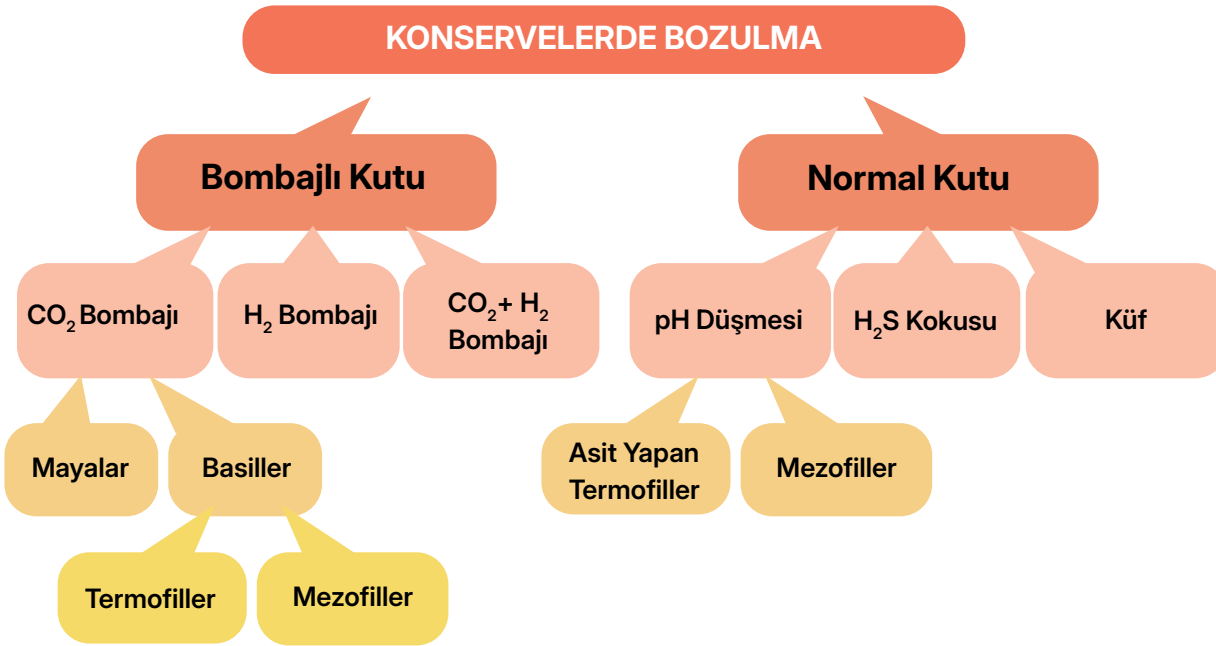
Isıl işlemden önce doğranmış ve haşlanmış ürünlerin bekletilmesi, ısıl işlemin gecikmesi, durumunda ürünlerde mikroorganizma yükü artmaktadır. Ayrıca işletmede kullanılan ekipman, baharat ve katkı maddeleri; işlenen ürün için önemli bulaşma kaynaklarıdır.

Konserve kabının içinde gelişen mikroorganizmalar gaz oluşturarak veya gaz oluşturmadan bozulma yapabilir. Gaz oluşması durumu rahatlıkla kutu dışından gözlenebilmektedir. Gazdan dolayı kutunun altında veya üstünde oluşan şişkinliğe **bombaj** denir. Mikroorganizmaların sebep olduğu bombaj olayıyla kutu içindeki gıda ürünü bozulur ve tüketilemeyecek duruma gelir. Bombaj yapmış kutuların satışı yasaktır (Görsel 2.55).



Görsel 2.55: Bombaj yapmış konserve kutusu

Şema 2.1'de konservelerin mikrobiyal bozulma etmenleri gösterilmektedir.



Şema 2.1: 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 nedenleri şunlardır:

- Hasat edilen ürünün uygun olmayan koşullarda taşınması
- Ürünlerin işletmede gereğinden fazla beklemesi
- Ekipman arızaları (yetersiz ısıl işlem, sızıntı vb.)

Konservelerde Sızıntı Nedeniyle Oluşan Mikrobiyal Bozulmalar

Sızıntı nedeniyle bozulma görülen kutularda mikrobiyolojik bir analiz yapıldığında bozulma nedeni olan mikroorganizmaların daha çok soğutma suyu kökenli olduğu anlaşılır. Ayrıca bu mikroorganizmalar genel olarak ısıya dirençli olmayan türlerdir. Bu bozulma tipinde içeride biriken gaz sızıntı noktasından dışarı çıkacağı için kutuda bombaj oluşmayabilir.

Konservelerde Yetersiz Isıl İşlem Nedeniyle Oluşan Mikrobiyal Bozulmalar

Çok yaygın bir bozulma tipidir. Yetersiz ısıl işlem sebebiyle çeşitli mikrobiyal bozulmalar görülebilir.

a) Sporlu Termofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar

Konservelerde yaygın olarak görülen termofil bakterilerin neden olduğu bozulmalar (Görsel 2.56) şunlardır:

- **Düz Ekşime (Flat-Sour):** Bu tür bozulmalarda mikroorganizmalar gaz oluşturmadan sadece asit üretir. Bazı bakteriler bombaj yapmadan bozulmaya sebep olur.
- **Termofilik Anaerob (TA) Bozulması:** Bozulma etmeni bakteriler karbonhidratları parçalayarak asit, hidrojen ve karbondioksit gazı oluşturması nedeniyle kutu içinde bombaj görülür.
- **Sülfür Bozulması:** *Clostridium nigrificans* bakterisi ısıl işlemin yetersiz olduğu durumlarda gelişerek kükürt içeren azotlu maddeleri parçalayarak sülfür (H_2S) gazı oluşturur. Kötü bir koku oluşur.



Görsel 2.56: Konservelerde sporlu termofil bakterilerin neden olduğu bozulmalar

b) Sporlu Mezofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar: *Clostridium botulinum* bakterisinin oluşturduğu nörotoksin özellikli botulinum toksini ölümle sonuçlanabilen vakalara yol açtığından oldukça önemlidir.

c) Sporsuz Mezofil Bakterilerin Neden Olduğu Bozulmalar: Bazı ısıya dirençli, sporsuz bakteriler pastörizasyon sıcaklığında canlılıklarını koruyarak konservelerde bozulmaya neden olabilir.

ç) Mayaların Neden Olduğu Bozulmalar: Bu mikroorganizmaların konserve gıdalarda üreyip bozulmaya neden olması, sızıntı veya yetersiz uygulanan pastörizasyon sonucunda ortaya çıkabilir.

d) Küflerin Neden Olduğu Bozulmalar: Küfler genellikle aerobik mikroorganizmalar olduğundan havası çıkarılmış ve hermetik kapatılmış konserve kaplarında gelişme olanağı bulamaz. Ağzı iyi kapatılmamış ve yetersiz ısıl işlem uygulanmış ev konservelerinde önemli bozulma etmeni olabilmektedir.

e) Otosterilizasyon: Bu süreçte mikroorganizmalar, özellikle bakteriler, oluşturdukları metabolitlerin (asitlerin) toksik etkisiyle canlılıklarını yitirir. Bu durumda kutunun dış görünüşü bombajlı veya bombajsız olabilir ancak kutu içeriği her zaman bozulmuş ve tüketime uygun olmayan bir niteliktedir. Otosterilizasyon, çoğunlukla asitli gıdalarda ve meyve konservelerinde görülmektedir.

16. SIRA SİZDE

Aşağıdaki tabloda konservelerde görülen mikrobiyal bozulma türleri ve bu bozulmalarla ilişkili ifadeler verilmiştir. **Her ifadeyi uygun mikrobiyal bozulma türüyle eşleştiriniz. Cevaplarınızı ifadelerin yanındaki boşluklara bozulma türünün numarasını yazarak belirtiniz (Bir kutucuğu birden fazla soru için kullanabilirsiniz.).**

BOZULMA TÜRLERİ	İFADELER
1. Düz Ekşime	**a)** Sızıntı nedeniyle oluşan oksijenli ortamda çok hücreli mantarlar ürer. (.....)
2. Termofilik Anaerob Bozulması	**b)** Yüksek sıcaklığı seven bakteriler gaz oluşturmadan asit üreterek çoğalır. (.....)
3. Sülfür Bozulması	**c)** Asitli veya şekerli ortamları seven gaz üretici tek hücreli mantarlar çoğalır. (.....)
4. Küflerin Neden Olduğu Bozulmalar	**ç)** Yüksek sıcaklığı seven anaerob bakteriler hidrojen ve karbondioksit gazı üretir. (.....)
5. Mayaların Neden Olduğu Bozulmalar	**d)** Kutuda bombaj oluşur ve kutu açılınca ekşi koku yayılır. (.....)
	e) Kutu dışarıdan normal görünür fakat gıdada ekşi tat oluşur. (.....)
	f) Ürün kararır ve kötü kokar. (.....)
	g) Ürünün üst yüzeyinde, renkli ve ipliksi yapılar oluşur. (.....)

2.2.5. Su Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Çoğu balık türünün eti, mikrobiyal bozulmalara kırmızı ete göre daha duyarlıdır çünkü balık etinde enzimler tarafından parçalanma reaksiyonları çok daha hızlı gelişir. Sağlıklı ve yeni avlanan bir balığın eti mikrobiyolojik açıdan sterildir. Mikroorganizmalar, balığın vücut yüzeyini kaplayan dış koruyucu tabaka üzerinde, solungaçlarında ve bağırsağında bulunur. Balığın bozulmaya en duyarlı yeri solungaç bölgesidir.

Balıkta bakteriler önce yüzeyde gelişir, ardından ete yayılır. Genel olarak *Micrococcus, Bacillus, Pseudomonas, Escherichia, Vibrio, Serratia, Alcaligenes, Flavobacterium, Chromobacter, Corynebacterium*

cinslerine ait bakteriler ve bazı mayalar bozulmaya neden olur (Görsel 2.57). Balıkların bozulmasını etkileyen faktörler; balığın cinsi, mikrobiyal kontaminasyon düzeyi, sıcaklık ve balığın yakalandığı andaki durumudur.



Görsel 2.57: Bazı su ürünlerinde bozulmalar

Balıkta ilk ortaya çıkan duyusal bozulma, solungaçta kötü kokunun oluşmasıyla görülür. Balığın bozulmasında **amonyak**, **histamin**, **sülfür** gibi bileşikler ortaya çıkar ve koku oluşur. Balıklarda TMA ve histamin miktarıyla pH seviyesinin ölçülmesi, bozulma düzeyi hakkında bilgi verir.

Kabuklu deniz ürünleri etinin bozulması, balık etinde görülen bozulmalara benzer. Karides, yengeç, ıstakoz gibi deniz canlılarında bozulma etmeni *Moraxella, Acinetobacter, Vibrio, Alcaligenes, Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Proteus* cinslerine dâhil türlerdir.

Su Ürünlerinde Bozulmanın Önlenmesi

- Avlanan balıklar tahta kasalara konulur. Kasalarda balık yığını fazla yüksek olmamalı ve kasaların konulduğu raflar, kirli suların drene olmasını sağlayacak şekilde hafif eğimli olmalıdır.
- Balıklar avlandığında dikkatlice yıkanarak buz içinde ve en kısa zamanda 0 °C'a kadar soğutulmalı, kullanılan buzlar içme kalitesindeki temiz sudan yapılmalıdır.
- Avlanma ve depolama süreçlerinde hijyen koşullarına dikkat edilmelidir.
- Balıklar su içine batırılarak yıkandığında mikrobiyal yük artar. Yıkama suyundaki mikroorganizmaları kontrol etmek amacıyla suya klor, kalsiyum, sodyum hipoklorit içeren dezenfektanlar konulmalıdır.
- Personel hijyen kurallarına uymalı, portör ve açık yarası bulunanlar çalışma alanlarında bulunmamalıdır.
- Depolama -30 °C'ta yapılmalıdır.

17. SIRA SİZDE

Balık pazarından alışveriş yapmak isteyen Elif; tezgâhlara göz atarken bir satıcının balıkları buz üzerinde sergilemediğini ve tezgâh çevresinde ağır, rahatsız edici bir kokunun hâkim olduğunu fark eder. Yakından incelediğinde ise balıkların gözlerinin matlaştığını, derilerindeki parlaklığın kaybolduğunu ve dokularının yumuşadığını görür. Elif, balıkların gıda zehirlenmesi riski taşıdığını düşünerek bu tezgâhtan alışveriş yapmaktan vazgeçer.

Elif'in alışveriş yapmaktan vazgeçtiği tezgâhtaki balıklarda gözlemlenen olumsuz duyusal değişimlerin (matlaşma, yumuşama, kötü koku) temel mikrobiyolojik nedenleri nelerdir?

2.2.6. Tahıl Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar

Tahıl; *Gramineae* familyasının tohumları olan buğday, çavdar, mısır, pirinç, yulaf, darı, arpa gibi danelerin genel adıdır. **Tahıl ürünleri** de tahıl gruplarının çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilen un, ekmek, makarna, erişte, kek, pasta gibi ürünleri kapsar.

Tahıl ve tahıl ürünleri çok düşük su oranına sahip olduğundan üzerlerinde mikrobiyal gelişme sınırlıdır. Ancak bu ürünlerin su oranı arttığında mikroorganizmalar hızla faaliyete geçerek bozulmalara yol açar.

Tahıl ve tahıl ürünlerinde mikrobiyal bozulma yapan bakterilerin bulaşma yolları şunlardır:

- Toprak
- Kir tabakası
- İlaçlama
- Hastalık
- Hasat
- İşleme
- Depolama
- Ambalajlama



Ürünün su miktarındaki artışa bağlı olarak bozulmada önce küfler etkili olur. Su miktarının daha da artmasıyla mayalar ve bakteriler de bozulmada etkendir. Özellikle ekmek, soğutulmuş hamur, taze makarna gibi yüksek su miktarına sahip tahıl ürünleri mikrobiyolojik bozulmalara duyarlıdır.

Tahıl taneleri genellikle %10-12 nem içeriğine kadar kurutulur. Bu durumda su aktivitesi 0,60 ve altına ($a_w \leq 0,60$) düşer. Bu değerlerde nem içeren tahıl tanelerinde mikrobiyal bozulma gerçekleşmez. Ancak hasat, işleme, depolama sırasında tahıl tanesinin a_w değeri 0,6'nın üstüne çıktığında bazı küfler gelişebilir (Görsel 2.58).



Görsel 2.58: Bozulmuş buğday ve mısır

Nem artışıyla tahıllarda *Aspergillus, Penicillium, Rhizopus, Fusarium* türleri gibi bazı küfler gelişebilir. Küf gelişimi sonucu tahıl tanesinin görünüşünde ve duyusal kalitesinde bozulmalar meydana gelmektedir. Tahıllarda yaygın olarak rastlanan bakteriler *Pseudomonas, Micrococcaceae, Lactobacillaceae* ve *Bacillaceae* ailesine mensup türlerdir.

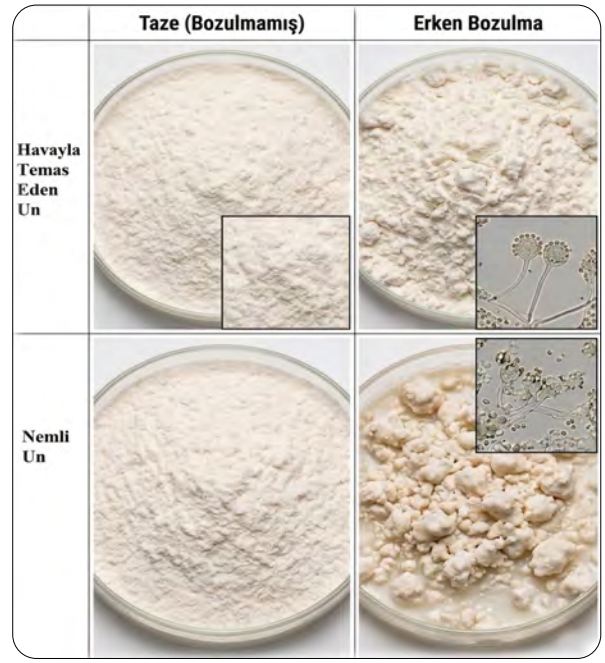
Tahıllar, uygun olmayan koşullarda ve mevcut mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda istenmeyen değişiklikler gösterebilir. Kızışma, küflenme, çimlenme, çürüme, yanma, mikotoksin oluşumu, renk değişimi, ekşime ve alkol kokusu istenmeyen olumsuz özelliklerden bazılarıdır.

2.2.6.1. Unda Mikrobiyal Bozulmalar

Tahıl tanelerinde olduğu gibi unlarda da nem içeriği %12'nin altında kaldığı sürece mikrobiyal gelişme görülmemektedir. Ancak unun nem içeriği %15'e ulaştığında *Aspergillus* ve *Penicillium* küf cinsleri bozulmada etkendir (Görsel 2.59). Nem içeriğinin %17 ve üzerine çıkması durumunda ortam bakterilerin ve mayaların gelişimi için de uygun hâle gelir.

Tahıl tanesindeki sürece benzer şekilde ortamda asit üreten bakteriler varsa asit fermantasyonu gerçekleşir. Ardından ortamdaki mayaların etkisiyle alkol fermantasyonu meydana gelir. Bunun sonucunda unda acılaşma görülür.

Tahıl unlarında mikrobiyal gelişimi etkileyen ve risk faktörü içeren mikroorganizmalar; aerobik mezofilikler, *E. coli, Bacillus cereus, C. perfringens, Salmonella* spp., rope oluşumuna neden olan sporlar ve küflerdir.



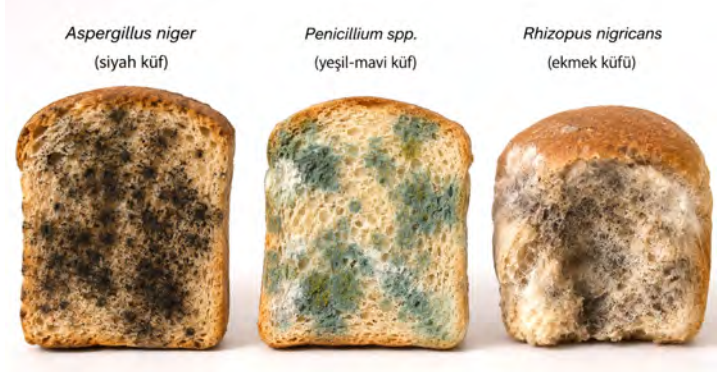
Görsel 2.59: Unda bozulma

2.2.6.2. Ekmekte Mikrobiyal Bozulmalar

Ekmek hamurunda mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen fermantasyon sonucunda arzu edilen değişiklikler oluşur. Laktik asit bakterileri ve koliform bakteriler tarafından gerçekleştirilen asit fermantasyonu sonucu ekmekte ekşi tat oluşur.

Ekmeğin su aktivitesi değeri normal şartlarda bakteri çoğalmasını önleyecek düzeydedir (0,75-0,90). Bu nedenle ekmekte iki çeşit mikrobiyal bozulma görülür: küflenme ve sünme (rope oluşumu).

a) Küflenme: Ekmekte bozulmaya neden olan küfler; *Rhizopus nigricans, Penicillium, Aspergillus niger, Monilia sitophila*, *Mucor* ve *Geotrichum* türleridir. Küf gelişimi genellikle ekmek yüzeyinden başlayarak iç kısımlara doğru ilerler (Görsel 2.60).



Görsel 2.60: Ekmekte küflenme

Ekmeklerde küf gelişimini arttıran durumlar şunlardır:

- Pişirme sonrası ekmeklerin yoğun küf sporu içeren ortamlarda uzun süre soğumaya bırakılması ve kontamine olmuş dilimleme makineleriyle temas etmesi
- Dilimleme sırasında ekmeğin yüzey alanının genişleyerek daha fazla havayla temas etmesi
- Paketleme sırasında ekmeğin sıcakken ambalajlanması
- Ekmeğin sıcak ve nemli bir ortamda saklanması

b) Sünme (Rope Oluşumu): Ekmekte sünme veya ipliklenme şeklinde görülen bozulmadır. Bu bozulmanın asıl nedeni *Bacillus subtilis (B. mesentericus)*, ikinci derecede de *B. licheniformis* bakterileridir.

Ekmeğin pişirilmesi sırasında uygulanan sıcaklık *B. subtilis* sporlarını öldürmek için yetersiz kalmaktadır. Ekmeklerde bu bozulma sırasında ekmek hücreleri parçalanır ve yapışkan bir yapı ortaya çıkar (Görsel 2.61).

Ekmeklerde sık rastlanan ve büyük önem taşıyan küflenme ve sünme dışında *Serratia marcescens*'in neden olduğu kırmızı leke (kanayan ekmek) ve *Trichosporon variabile*'ın neden olduğu tebeşir hastalığı görülmektedir. Uygun temizlik ve dezenfeksiyon bu bozulmaların önlenmesi için yeterlidir.



Görsel 2.61: Ekmekte rope hastalığı

3. UYGULAMA

EKMEKTEKİ SÜNME HASTALIĞININ MİKROSKOPTA İNCELENMESİ	
Amaç	Sünme hastalığı görülen ekmek örneklerindeki *Bacillus subtilis* bakterisinin gram boyama ile elde edilen mikroskobik görünümünü çizmek
Araç Gereç	kristal viyole, lügol çözeltisi, %95'lik etil alkol, safranin, immersiyon yağı, piset içinde saf su, ışık mikroskobu, bunsen beki, steril ekim özesi, sünme gösteren ekmek numunesi, lam, kurutma kâğıdı, cam markör kalemi, laboratuvar önlüğü, steril eldiven, maske.
Süre	2 ders saati

İşlem Basamakları

1. Temiz bir lam alınız, üzerine piset yardımıyla küçük bir damla saf su damlatınız.
2. Steril öze yardımıyla ekmeğin sünme gösteren yapışkan iplikçiklerinden veya şüpheli bölgesinden çok küçük bir miktar numune alınız.
3. Aldığınız numuneyi lam üzerindeki su damlası içinde dairesel hareketlerle iyice ezerek ince bir tabaka hâlinde yayınız.
4. Lamın üzerindeki sıvının kendiliğinden kurumasını bekleyiniz.
5. Lamı, örnekli yüzü yukarı bakacak şekilde Bunsen beki alevinden iki üç kez hızlıca geçiriniz (ısıyla sabitleme).
6. Isıyla tespit edilmiş preparatın üzerine kristal viyole boyası damlatıp bir dakika bekletiniz. Süre sonunda lamı hafif eğerek saf suyla yavaşça yıkayınız.
7. Lama, lügol çözeltisi dökünüz ve bir dakika bekletiniz (Lügol, boyanın hücre duvarına sabitlenmesini sağlar.). Süre sonunda lamı hafif eğerek saf suyla yıkayınız.
8. %95'lik alkolü, lamın üzerinden akıtarak 15-20 saniye boyunca renk giderme işlemi uygulayınız (Mavi-mor rengin akması durduğu an işlem kesilir.). Lamı hemen saf suyla yıkayarak alkolün etkisini durdurunuz.
9. Karşıt boya olarak safranin damlatınız ve 30-45 saniye bekletiniz, ardından lamı saf suyla son kez yıkayınız.
10. Lamın üzerindeki su damlacıklarını kurutma kâğıdıyla sağa sola sürtmeden, hafifçe dokunarak kurulayınız veya havada kurumaya bırakınız.
11. Tamamen kuruyan lamın üzerine bir damla immersiyon yağı damlatınız.
12. Mikroskobun 100x (yağlı) objektifini seçiniz.
13. Işık ve netlik (makro-mikro vida) ayarı yaparak bakterileri inceleyiniz.

İşlem sonrası ellerinizi, çalışma ortamını ve kullandığınız malzemeleri uygun dezenfektanla temizleyerek atıkları biyolojik atık kutusuna atınız.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

ÖNCE DÜŞÜN!

Aşağıdaki örnek olayı okuyunuz ve metinle ilgili soruları cevaplayınız.

Bir yaz etkinliğinde katılımcılara öğle yemeği olarak kıymalı pide, cacık ve meyveli pasta ikram edilmiştir. Yemekler sabah saatlerinde hazırlanmış, hazırlık sürecinde gerekli işlemler gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan yiyecekler belirli bir süre bekletildikten sonra etkinlik alanına taşınmış ve katılımcılara servis edilmiştir. Servis sürecinde dağıtım işlemleri görevli kişiler tarafından yapılmıştır.

Yemekten birkaç saat sonra bazı katılımcılarda mide bulantısı, karın ağrısı, kusma gibi şikâyetler görülmüştür. Bunun üzerine katılımcılar sağlık kuruluşuna götürülmüş ve yapılan değerlendirme sonucunda bu durumun gıda zehirlenmesi olduğu belirlenmiştir.

1. **Metinden yola çıkarak gıda zehirlenmesi kavramını kendi ifadelerinizle tanımlayınız.**

.....

.....

2. **Katılımcıların yaşadığı duruma neden olan etkenler sizce neler olabilir?**

.....

.....

3. **Siz bu etkinlikte görevli olsaydınız yiyeceklerin güvenliğini sağlamak için nelere dikkat ederdiniz?**

.....

.....

2.3. MİKROBİYAL GIDA ZEHİRLENMELERİ

Gıda; enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılamak amacıyla tüketilen, insan sağlığıyla doğrudan ilişkili bir maddedir. Bu nedenle gıdanın güvenilir ve hijyenik olması bir zorunluluktur. Sadece küf gelişimi nedeniyle dünya çapında üretilen tahılların yaklaşık %10'u, meyve ve sebzelerin %20'si, yağlı tohumların %5'i kayba uğramaktadır. Mikrobiyal bozulmaların, dünya genelindeki tarımsal üretimin yaklaşık dörtte birinin kaybına neden olduğu tahmin edilmektedir. Üretimden tüketime kadar ortaya çıkan kayıpların, toplam üretimin %30-50'si düzeyinde olduğu düşünülmektedir. Gıdaların bozulması veya kontamine olması önemli ekonomik kayıplara yol açar ve halk sağlığı açısından risk oluşturur. Dünya Sağlık Örgütünün verilerine göre dünya genelinde her yıl yaklaşık 600 milyon insan, kirlenmiş gıdaları tükettiği için hastalanmakta ve bunun sonucunda 420.000 kişi hayatını kaybetmektedir.

Gıdaların bozulmasında ve gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasında mikroorganizmalar, zararlı hayvanlar, bitkisel kaynaklı faktörler ve kimyasal maddeler başlıca etmenlerdir. Bu etmenlerle kontamine olmuş gıdanın tüketilmesi sonucunda meydana gelen hastalıklar, **gıda kaynaklı hastalık** olarak tanımlanır. Gıda kaynaklı hastalıkların büyük bir kısmını mikroorganizmaların neden olduğu gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar oluşturmaktadır.

Gıda zehirlenmeleri (gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar), hastalık yapıcı mikroorganizma ya da mikroorganizmaların ürettiği toksinleri içeren gıda veya suyun tüketimi sonucu ortaya çıkan hastalıklardır (Görsel 2.62).



Görsel 2.62: Gıda zehirlenmesi

Gıda zehirlenmeleri, daha çok yaz aylarında görülen ve insan sağlığını yakından ilgilendiren yaygın hastalıklardandır. Genellikle kısa süreli ve hafif belirtilerle seyreden bu hastalıklar, bazı durumlarda daha ağır seyrederek ölümcül sonuçlara yol açabilir.

Gıda zehirlenmelerinin belirtileri kontamine olmuş gıdanın tüketilmesinden sonra 30 dakikayla 72 saat içinde ortaya çıkabilir. Genellikle belirtiler sindirim sistemiyle ilişkilidir ve ishal, bulantı, kusma, şiddetli karın ağrısı, kramplar şeklindedir. Bazı durumlarda ateş de görülebilir. Kontamine besinlerin tüketilmesinden sonra ortaya çıkan reaksiyon; etken mikroorganizmanın ya da toksinin türüne, besindeki bulaşma düzeyine, tüketilen miktara ve bireyin duyarlılık durumuna bağlı olarak farklılık gösterebilir. Gıda zehirlenmeleri herkesi etkilese de bazı bireyler bu hastalıklara karşı daha hassastır. Bebekler, çocuklar, hamileler, yaşlılar ve bağışıklık sistemi zayıf olan kişiler risk grubunda yer almaktadır.

Gıda zehirlenmelerine neden olan yanlış uygulamalardan bazıları şunlardır:

- Yetersiz hijyen ve sanitasyon uygulamaları
- Kalitesiz ham madde kullanımı
- Gıdaların depolama koşullarına dikkat edilmemesi
- Çapraz bulaşma
- Donmuş gıdaların yanlış çözündürülmesi
- Yetersiz pişirme veya ısıtma
- Pişmiş gıdaların hızlı bir şekilde soğutulmaması
- Çiğ gıdaların (çiğ süt, çiğ et vb.) tüketilmesi
- Sıcak servis edilen gıdaların 63 °C'un altında tutulması
- Gıdaların raf ömründen daha uzun süre kullanılması
- Gıdaların tüketime kadar fazla bekletilmesi

BİLGİ KUTUSU

Çapraz Bulaşma: Zararlı mikroorganizmaların gıda, yüzey veya ekipman arasında kasıtsız olarak transfer edilmesidir. Çoğunlukla çiğ gıdalardan pişmiş veya tüketime hazır gıdalara geçiş şeklinde olur ve bu durum gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilir.

18. SIRA SİZDE



Görsel 2.63: Piknik için hazırlanan yiyecekler

Ayşe, hafta sonu arkadaşlarıyla piknik yapmaya karar verdi. Piknik için sandviçler, tavuklu salata ve ev yapımı limonata hazırladı (Görsel 2.63).

Sabah saatlerinde marketten aldığı tavuğu buzdolabında çözdürdü. Tavukları doğradıktan sonra salata malzemelerini kesmek için aynı bıçağı yıkamadan kullandı ve sebzeleri doğradı. Tavukla temas ettikten sonra ellerini yıkadı ve sebzeleri hazırlamaya devam etti.

Sandviçler için hazırladığı köfteleri pişirmeden önce bir saat kadar oda sıcaklığında bekletti ve sonra yeterince pişirdi. Köftelerle hazırladığı sandviçleri tezgâhta açıkta bekletti.

Limonata yaparken limonları yıkamadan kullandı. Limon suyunu hazırladıktan sonra bir süre tezgâhın üzerinde bekletti. Hazırladığı limonatayı piknik çantasına koymadan önce buzlukta soğuttu.

Yiyecekleri piknik çantasına yerleştirirken temiz bir tezgâh kullandı. Tabak ve kaşıkların hijyenine dikkat etti. Yiyecekleri soğutucu buz kasetleriyle birlikte termal piknik çantasına koydu. Piknik alanına gittiklerinde yiyecekleri hemen çantadan çıkardı ve yiyecekler uzun süre güneşte kaldı.

Verilen metne göre gıda zehirlenmelerine neden olabilecek yanlış uygulamaları ve zehirlenmenin önüne geçen doğru uygulamaları belirleyerek tabloda boş bırakılan alanlara yazınız. Yanlış uygulamaların nasıl düzeltilebileceğini tablonun altında belirtiniz.

Yanlış Uygulamalar	Doğru Uygulamalar
.....	.....
.....	.....
.....	.....

.....

.....

2.3.1. Gıda Zehirlenmelerinin Sınıflandırılması

Gıda zehirlenmelerine canlı mikroorganizmanın kendisi ya da mikroorganizmaların ürettiği toksinler neden olabilir. Oluşma şekline göre gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar üç gruba ayrılarak incelenir: enfeksiyon, intoksikasyon ve toksikoenfeksiyon. Hastalıkların sınıflandırılması Şema 2.2'de gösterilmiştir.



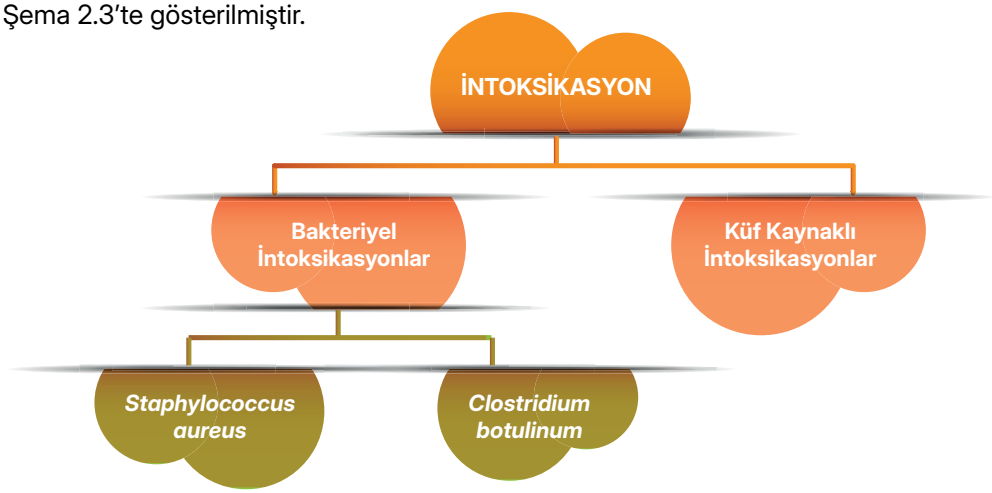
Şema 2.2: Gıda zehirlenmelerinin sınıflandırılması

2.3.1.1. İntoksikasyon

İntoksikasyon sınıfı gıda zehirlenmeleri; bakteri ya da küf toksini (mikotoksin) içeren gıdanın, suyun tüketilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Bu tür zehirlenmelerde hastalığa neden olan etken, mikroorganizmaların gıdada ürettikleri toksinlerin vücuda alınmasıdır. Bu nedenle tüketim sırasında canlı mikroorganizmanın bulunması gerekli değildir.

Hastalık belirtileri çoğu zaman gıdanın tüketilmesinden kısa bir süre sonra ortaya çıkar. Toksin tipine göre sindirim sistemi ya da sinir sistemi etkilenebilir. Hastalık belirtileri arasında ateş yoktur.

İntoksikasyonlar bakteri ya da küflerin toksinlerinden kaynaklı olabilir. Bu nedenle bu tip gıda zehirlenmeleri iki ayrı başlık altında incelenir: bakteriyel intoksikasyonlar ve küf kaynaklı intoksikasyonlar. Bakteriyel intoksikasyonlara *Staphylococcus aureus* ve *Clostridium botulinum* bakterilerinin ürettiği toksinler, küf kaynaklı intoksikasyonlara ise küflerin ürettiği çeşitli mikotoksinler sebep olmaktadır. İntoksikasyon çeşitleri Şema 2.3'te gösterilmiştir.



Şema 2.3: İntoksikasyon çeşitleri

a) Bakteriyel İntoksikasyonlar

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus'un (Görsel 2.64) ürettiği toksinlerin vücuda alınmasıyla ortaya çıkan intoksikasyon çeşidi dünyada en yaygın gıda zehirlenmelerindendir.



Görsel 2.64: *Staphylococcus aureus*'un mikroskobik görüntüsü



Hastalık ve Belirtileri: *Staphylococcus aureus* zehirlenmesinin görülmesi için 100-200 ng toksin içeren yaklaşık 30 g gıdanın tüketilmesi gerekir. Organizmanın ürettiği toksin sindirim sistemini etkiler. Bulantı, kusma, ishal ve karın ağrısı hastalığın en tipik belirtileridir. Belirtiler toksin miktarına ve kişinin direncine bağlı olarak 30 dakikayla 8 saat arasında ortaya çıkar. Semptomlar bir ya da iki gün sürer, genellikle hayati risk oluşturmaz.



Hastalığın Kaynakları: Sağlıklı insanların %30-50'si *Staphylococcus aureus*'u burun, boğaz ve deri florasında taşımaktadır. Derideki yaralar, insan dışkısı, toz ve giysiler organizmanın bulunabileceği kaynaklardandır. *Staphylococcus aureus* işlenmiş gıdalara sıklıkla kullanılan ekipman ve hijyen kurallarına uymayan personel aracılığıyla bulaşır.



Görsel 2.65: Proteince zengin gıdalar

Bakterinin gıdada çoğalarak toksin oluşturması sonucunda gıdanın duyusal özelliklerinde bir değişiklik meydana gelmez. Ayrıca üretilen toksin ısıya dayanıklıdır. Proteince zengin gıdalar (Görsel 2.65), işlenmeleri sırasında sıklıkla elle temas edilen ve oda sıcaklığında uzun süre bekletilen gıdalar stafilokok intoksikasyonuna sıkça neden olmaktadır. Özellikle kırmızı et ve ürünleri, kanatlı hayvan et ve ürünleri, kremalı pastalar, bazı peynirler, salatalar ve salata sosları riskli gıdalardır.

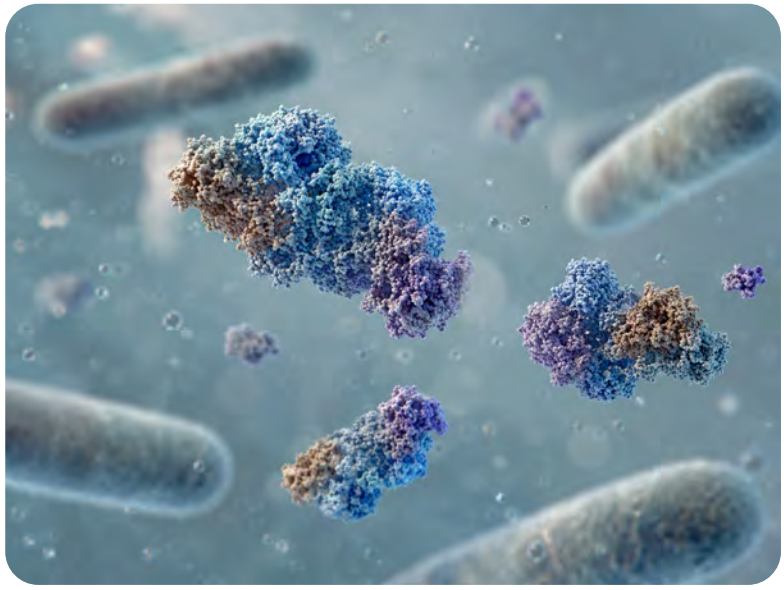


Hastalığın Önlenmesi: *Staphylococcus aureus* intoksikasyonunun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Yüksek kalitede ham madde ve katkı maddelerinin kullanılması
- Gıda üretilen, hazırlanan alanların temiz tutulması
- Personel hijyenine dikkat edilmesi
- İşlem görmüş ve tüketime hazır gıdaların 5 °C'a kadar hızla soğutulması ve soğukta depolanması

Clostridium botulinum

Clostridium botulinum bakterisinin hayati tehlike oluşturan toksinini (Görsel 2.66) içeren gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan intoksikasyondur. *C. botulinum* bilinen en güçlü toksini üretmektedir ve intoksikasyon için uygun bir tedavi uygulanmazsa ölümle sonuçlanabilir.



Görsel 2.66: *Clostridium botulinum* toksinleri

C. botulinum hücreleri pastörizasyon sıcaklıkları gibi görece düşük sıcaklıklarda etkisiz hâle getirilebilirken sporları ısıya oldukça dayanıklıdır ancak 115 °C'un üzerindeki sıcaklıklarda inaktive edilir.



Pastörizasyon, gıdalardaki patojen mikroorganizmaları etkisiz hâle getirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla gıdanın 100 °C altındaki belirli sıcaklıklarda ve sürede ısıtılıp ardından hızla soğutulmasıdır.

Pastörizasyon işlemi için genellikle 63 °C ve 30 dakika, 72 °C ve 15 saniye şeklinde sıcaklık-süre kombinasyonları kullanılır.



Hastalık ve Belirtileri: *Clostridium botulinum*'un çoğalması sırasında salgılanan ve sinir sistemini etkileyen toksinin sindirilmesiyle ortaya çıkan hastalığa **botulizm** adı verilir. Gıdalarla ilişkili iki tip botulizm vardır: gıda kaynaklı botulizm ve bebek botulizmi.

Gıda kaynaklı botulizmde toksin bağırsaklarda emilir ve sinir dokularına iletilir. Çok etkili bir toksin olduğundan çok az bir miktarı bile ağır belirtiler ortaya çıkmasına hatta can kaybına sebep olabilir. Hastalığın ilk belirtileri olan bulantı, kusma, ishal 12-36 saatte ortaya çıkar. Asıl belirtiler sinirseldir ve toksin miktarı yüksekse kısa süre içinde görülür. Nörolojik belirtiler bulanık ve çift görme, ağız kuruması, çiğneme güçlüğü, yutkunma, nefes alma ve konuşma zorluğu şeklindedir. Toksinlerin akciğeri ve kalbi felce uğratması sonucu solunumun durmasıyla ölüm gerçekleşebilir.

Bebek botulizminde *C. botulinum* sporları, henüz bağışıklığı tam gelişmemiş bebeklerin bağırsaklarında çimlenir. Tekrar aktif hâle gelen hücreler toksin üreterek hastalığa sebep olur. Bebeklerde görülen hâlsizlik, başını tutamama, refleks kaybı, süt emmek istememe, kabızlık hastalığın belirtileridir. Bebek botulizmi 1 yaşın altındaki bebeklerde görülür; genellikle bal, mısır şurubu ve toprak hastalığın nedeni olarak belirlenmiştir. 1 yaş sonrasında gelişen bağırsak mikroflorası, sporların çimlenerek çoğalmasını ve hastalığa sebep olmasını engeller.



Hastalığın Kaynakları: *Clostridium botulinum*'a hem bitkisel hem hayvansal kaynaklarda rastlanabilmektedir. Uygun koşullarda hazırlanmayan ev yapımı konserveler (Görsel 2.67), düşük asitli sebze konserveleri, et ürünleri, balıklar, bal (1 yaş altındaki bebekler için) patojenin kaynaklarındandır. Çoğunlukla düşük asitli sebze (mısır, havuç, yeşil fasulye, biber, mantar gibi) ve meyveler (incir, şeftali gibi) botulizme sebep olmaktadır.



Hastalığın Önlenmesi:
Botulizmin önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Gıdaların işlenmesi, hazırlanması ve depolanması sırasında genel hijyen kurallarına uyulması
- Sebze ve meyvelerden diğer gıdalara toprak, çamur bulaşmasının önlenmesi
- Konservelerde yeterli süre ve sıcaklıkta ısıl işlem uygulanması
- Bombaj yapmış veya sızma olan konservelerin tüketilmemesi



Görsel 2.67: Ev yapımı konserveler



Botulinum toksini, uygun miktarlarda kullanıldığında kas-sinir bağlantısını etkileyerek kasların geçici olarak gevşemesini sağlar. Bu özelliği nedeniyle 30 yılı aşkın süredir tıpta farklı alanlarda toksinden yararlanılmaktadır. Şaşılık, hareket bozuklukları, salya akması, aşırı terleme, nöropatik ağrı ve bazı alerji semptomlarını tedavi etmek için kullanılmaktadır. Botulinum toksininin en bilinen kullanım alanlarından biri botoks uygulamalarıdır. Botoks işleminde toksin, yüz kırışıklıklarının altındaki kaslara uygulanarak bu kasların gevşemesini ve derinin daha pürüzsüz görünmesini sağlar.

19. SIRA SİZDE

Aşağıda verilen durumlarla ilgili oluşabilecek intoksikasyon riskini, gerekçesini ve en az iki önleyici tedbiri tablodaki ilgili alanlara yazınız. Çalışmanızı sınıfta paylaşınız.

- Ev yapımı konserve üretimi
- Toplu üretimde sıcak yemeklerin 63 °C'un altında bekletilmesi

DURUM	İNTOKSİKASYON RİSKİ	GEREKÇE	ÖNLEYİCİ TEDBİRLER
Ev Yapımı Konserve Üretimi			• ..... • .....
Sıcak Yemeklerin 63 °C'un Altında Bekletilmesi			• ..... • .....

b) Küf Kaynaklı İntoksikasyonlar

Küfler, yaşam faaliyetleri sırasında çok sayıda ve farklı türde madde üretir. Hastalık yapıcı ve bozulmaya neden olan küfler tarafından üretilen zehirli maddelere **mikotoksin** adı verilir. Mikotoksinler daha çok tahıl ve tahıl ürünleri, yağlı tohumlar, meyveler, kuru meyveler, sert kabuklu meyveler, baharatlar ve yem maddelerine bulaşabilmektedir (Görsel 2.68). Mikotoksin üreten başlıca küf türleri *Aspergillus, Penicillium, Fusarium ve Alternaria*'dır.



Görsel 2.68: Mikotoksin açısından riskli gıdalar

Küf kaynaklı intoksikasyonlara neden olan önemli mikotoksinler, bu toksinleri üreten küfler ve bulundukları gıdalar Tablo 2.15'te verilmiştir.

Tablo 2.15: Önemli Mikotoksinler

MİKOTOKSİNLER	TOKSİNİ ÜRETEN BAZI KÜF TÜRLERİ	RİSKLİ GIDALAR
Aflatoksin	*Aspergillus flavus* *Aspergillus parasiticus* *Aspergillus nomius*	**Yer fıstığı ve fındık gibi yağlı tohumlar, hububat, baharatlar, incir, süt ve süt ürünleri**
Okratoksin	*Aspergillus ochraceus* *Aspergillus carbonarius* *Penicillium verrucosum* *Penicillium viridicatum*	**Tahıllar, sebzeler, kahve, kuru üzüm, incir**
Patulin	*Aspergillus clavatus* *Penicillium expansum* *Penicillium patulum*	**Meyveler, meyve suları**
T-2 Toksin	*Fusarium sporotrichioides* *Fusarium poae* *Fusarium equiseti*	**Tahıllar, meyve ve sebzeler**

Mikotoksin bulaşmış gıda maddelerini tüketen kişilerde görülen intoksikasyonlara **mikotoksikozis** denir. Canlılar üzerindeki etkileri bulantı, kusma, deri ve mide rahatsızlıkları gibi kısa süreli ya da karaciğerle böbreklerde tahribat ve kanser gibi uzun süreli olabilir.

Küf toksinleri genellikle ısıya dayanıklıdır, bu nedenle standart pişirme işlemleriyle tamamen yok edilemez. Mikotoksin oluşumunu önlemenin en temel ve etkili yöntemi, küflerin gelişmesini engellemektir. Küf gıdada bir kez oluştuğunda küflü kısmı kesip kalanını tüketmek doğru değildir. Çünkü küf veya ürettiği toksinler gıdanın diğer kısımlarına da bulaşmış olabilir.

Küf kaynaklı intoksikasyonların önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Sıcaklık ve nem kontrolü yapılması, ortamın kuru ve serin tutulması
- Bitkisel kaynaklı gıdalarda etkin ayıklama ve temizleme işlemlerinin yapılması
- Uygun paketleme yöntemlerinin kullanılması
- Küflü gıdaların tüketilmemesi

20. SIRA SİZDE

1. Aşağıda verilen özellikleri, ilgili mikroorganizma ve toksinlerle harfleri kullanarak eşleştiriniz (Bir maddenin birden fazla karşılığı olabilir.).

ÖZELLİKLER	MİKROORGANİZMA VE TOKSİN
( ) **1.** Küftür ya da küfler tarafından üretilir.	**a)** *Penicillium*
( ) **2.** Isıya dayanıklı toksin üretir.	**b)** *Clostridium botulinum*
( ) **3.** Konserve gıdalarla ilişkilidir.	**c)** Aflatoksin
	ç) *Staphylococcus aureus*
	d) Okratoksin

2. Gıdayı tekrar ısıtmak intoksikasyon riskini ortadan kaldırır mı? Örnek vererek açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2.3.1.2. Enfeksiyon

Enfeksiyon tipi gıda zehirlenmeleri, patojen bakteri veya virüs içeren gıda ya da suyun tüketilmesiyle ortaya çıkar (Görsel 2.69). Patojenler bağırsak hücrelerine girerek çoğalır. Gıda ve sudaki bakteri ya da virüslerin tüketim sırasında canlı olması gerekir. Canlı hücre sayısı az olsa bile hastalığa neden olabilir.



Görsel 2.69: Enfeksiyon oluşumu

Mikroorganizma türüne göre değişmekle beraber hastalık belirtileri genellikle 24 saat sonra ortaya çıkar. Belirtiler arasında karın ağrısı, kusma, ishal, bulantı ve ateş vardır. Enfeksiyon tipi gıda zehirlenmeleri bakteriyel enfeksiyonlar ve virüslerin neden olduğu enfeksiyonlar olarak iki başlık altında incelenebilir. Gıda kaynaklı enfeksiyonlar ve bu enfeksiyonlara neden olan mikroorganizmalar Tablo 2.16'da gösterilmiştir.

Tablo 2.16: Enfeksiyon Tipleri ve Enfeksiyonlara Neden Olan Mikroorganizmalar

ENFEKSİYONLAR	
Bakteriyel Enfeksiyonlar	**Virüslerin Neden Olduğu Enfeksiyonlar**
• *Salmonella* • *Listeria monocytogenes* • *Patojen Escherichia coli* • *Shigella* • *Campylobacter* • *Yersinia enterocolitica* • *Vibrio* • *Brucella* • *Mycobacterium tuberculosis* • *Coxiella burnetii* • *Bacillus anthracis* • *Streptococcus pyogenes*	• Norovirüs • Hepatit A virüsü

a) Bakteriyel Enfeksiyonlar

Salmonella

Salmonella, gıda kaynaklı hastalıklara neden olan bakteriler arasında ilk sıralarda yer almaktadır. 2000'den fazla alt tipi bulunan bakterinin en çok rastlanan türleri *Salmonella enteritidis* ve *Salmonella typhimurium*'dır.



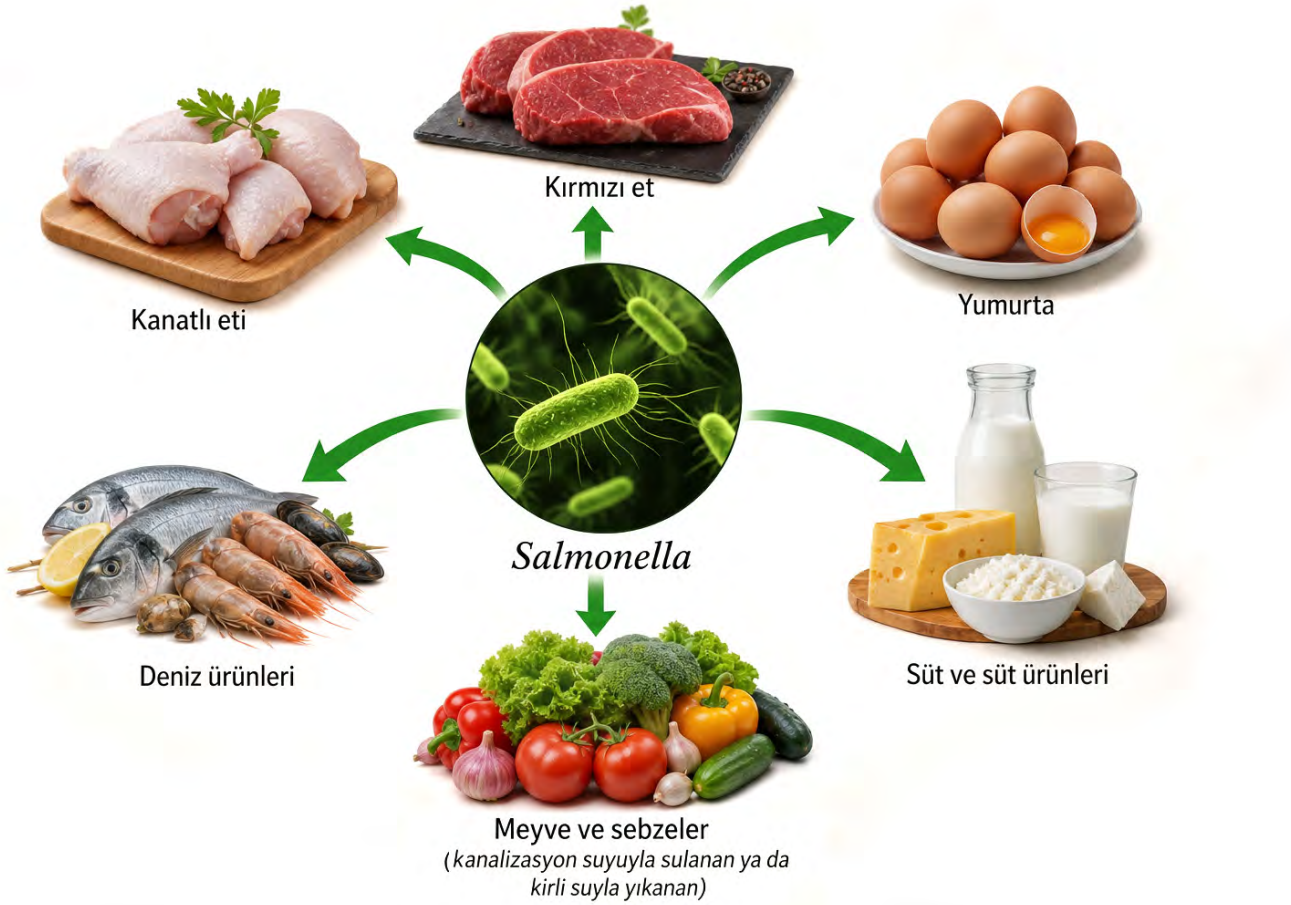
Hastalık ve Belirtileri: *Salmonella* bulaşmış gıda veya suyun tüketilmesiyle ortaya çıkan enfeksiyonlara **salmonelloz** denir. Kontamine gıdanın tüketilmesinden sonra patojen, ince ve kalın bağırsakta yerleşerek çoğalır. Hastalık genellikle sindirim sistemini etkileyerek ishal ve karın ağrısıyla belirti verir. Yüksek ateş, bulantı ve kusma da görülebilir. Belirtiler genellikle 24-36 saat içinde ortaya çıkar ve 2-7 gün devam edebilir. Ayrıca kişi iyileştikten sonra aylarca hastalık belirtisi göstermeden bu bakteriyi taşıyabilir.



Hastalığın Kaynakları: *Salmonella* doğada yaygın olarak bulunur. Hayvanlar, yemler, gıdalar ve insanlar enfeksiyon oluşumunda etkilidir. Ayrıca atık sular, kuşlar, fareler ve böcekler hastalık etkeni olabilir.

Bakteri hücreleri, pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir fakat dondurulmuş ve kurutulmuş gıdalarda uzun süre canlı kalabilir. Birçok gıdada gıdanın duyusal özelliklerini değiştirmeden gelişebilir.

Kırmızı et, kanatlı eti, yumurta, süt ve süt ürünleri, deniz ürünleri, meyve ve sebzeler (kanalizasyon suyuyla sulanan ya da kirli suyla yıkanan) *Salmonella*'nın en sık görüldüğü gıdalardır (Görsel 2.70).



Görsel 2.70: *Salmonella* ve kaynağı gıdalar



Hastalığın Önlenmesi: Salmonellozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Atık su ve çöpün uygun şekilde uzaklaştırılması, hijyen kontrolünün sağlanması
- Gıdaların hazırlanması ve işlenmesi sırasında hijyen kurallarına dikkat edilmesi
- Gıda üretiminde kullanılacak hayvanların gerekli sağlık kontrollerinden geçirilmesi
- Çapraz bulaşmanın önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması
- Uygun ısıl işlemlerin uygulanması ve depolama koşullarına dikkat edilmesi

Listeria monocytogenes

Listeria türüne ait bakteriler doğada yaygın olarak bulunur. Bu türler arasında *Listeria monocytogenes*, insanlarda enfeksiyona yol açması bakımından en önemli türdür. *L. monocytogenes,* soğuk koşullara dayanabilmesi ve ciddi enfeksiyonlara yol açabilmesi nedeniyle Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) başta olmak üzere birçok gıda otoritesi tarafından tüketime hazır gıdalarda bulunmasına izin verilmeyen bir bakteridir (Görsel 2.71).



Görsel 2.71: *Listeria monocytogenes* ve önemi



Hastalık ve Belirtileri: *Listeria monocytogenes* bakterisinin neden olduğu hastalığa **listerioz** denir. Hastalık nadir görülür fakat ölüm oranı yüksektir. Hastalığın nadir görülmesinin nedeni, enfeksiyonun oluşabilmesi için hastalık yapıcı bakterinin yüksek miktarda alınması gerektiğidir. *Listeria* enfeksiyonları ateşle birlikte görülen mide-bağırsak enfeksiyonu şeklinde ortaya çıkabileceği gibi vücudun farklı organlarına yayılabilen ağır enfeksiyonlara da neden olabilir. Ateşli hastalık durumunda belirtiler 1-7 gün içinde ortaya çıkar, ateşe mide krampları, ishal gibi grip benzeri belirtiler eşlik eder. Belirtiler birkaç gün içinde azalır ancak bakteri bir süre daha dışkı yoluyla atılmaya devam eder. *Listeria monocytogenes* kaynaklı ağır enfeksiyonlar daha çok bağışıklığı zayıf bireylerde ortaya çıkar. Menenjit (beyin zarı iltihaplanması), beyin iltihabı, göz iltihabı, zatürre gibi ciddi enfeksiyonlara neden olabilir.



Hastalığın Kaynakları: *Listeria* türleri tatlı ve tuzlu sularda, atık sularda, toprakta ve canlı bitkilerde yaygın olarak bulunur. Listerioza en çok neden olan gıdalar çiğ ve pastörize süt, süt ürünleri, et ürünleri, kümes hayvanlarının ürünleri, su ürünleri ve sebze salatalarıdır. Bakteri pastörizasyon sıcaklıklarına duyarlıdır.



Hastalığın Önlenmesi: Listeriozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Ham madde kontaminasyonunun önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması
- Gıda işletmelerinde hijyenik koşullara uyulması
- Gıdaların depolanma koşullarına dikkat edilmesi
- Çiğ veya az pişmiş hayvansal gıdaların tüketilmemesi, pastörize edilmemiş süt ve süt ürünlerinden kaçınılması
- Sebze ve meyvelerin tüketilmeden önce iyice yıkanması

Patojen *Escherichia coli*

Escherichia coli gıdalarda fekal (dışkı kaynaklı) bulaşma göstergesi olan ve sanitasyon önlemlerinin yetersiz olduğu ortamlarda bulunabilen bir bakteridir.



Hastalık ve Belirtileri: Patojen *Escherichia coli* enfeksiyonlarında belirtiler genellikle 1-4 gün içinde ortaya çıkar, bazı durumlarda bu süre 7 güne kadar uzayabilir. Midede kramp, yoğun ishal, baş ağrısı, üşüme, ateş *E. coli*'nin neden olduğu enfeksiyonun belirtilerindendir. Belirtiler 7-12 gün sürebilir ve patojen dışkıyla vücuttan atılır. Ancak taşıyıcılık ve patojenin dışkıyla atılması daha uzun süre devam edebilir.



Hastalığın Kaynakları: *Escherichia coli*, insan ve hayvanların bağırsak florasında bulunan bir bakteridir. Bu nedenle dışkıyla kirlenmiş su ve gıdalar, enfeksiyonun en önemli kaynaklarıdır. Çiğ et, çiğ süt, çeşitli sebze ve meyveler *E. coli* açısından riskli gıdalar arasında yer alır. Bakteri pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir.



Hastalığın Önlenmesi: Patojen *Escherichia coli* enfeksiyonunun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Su ve personel hijyeninin düzenli aralıklarla kontrol edilmesi
- Hijyen kurallarına uyulması, özellikle el hijyenine (Görsel 2.72) dikkat edilmesi
- Gıdaların çiğ veya iyi pişirilmeden tüketilmemesi
- Meyve ve sebzelerin tüketilmeden önce iyice yıkanması
- Gıdaların depolanma koşullarına dikkat edilmesi
- Çapraz bulaşmanın önlenmesi



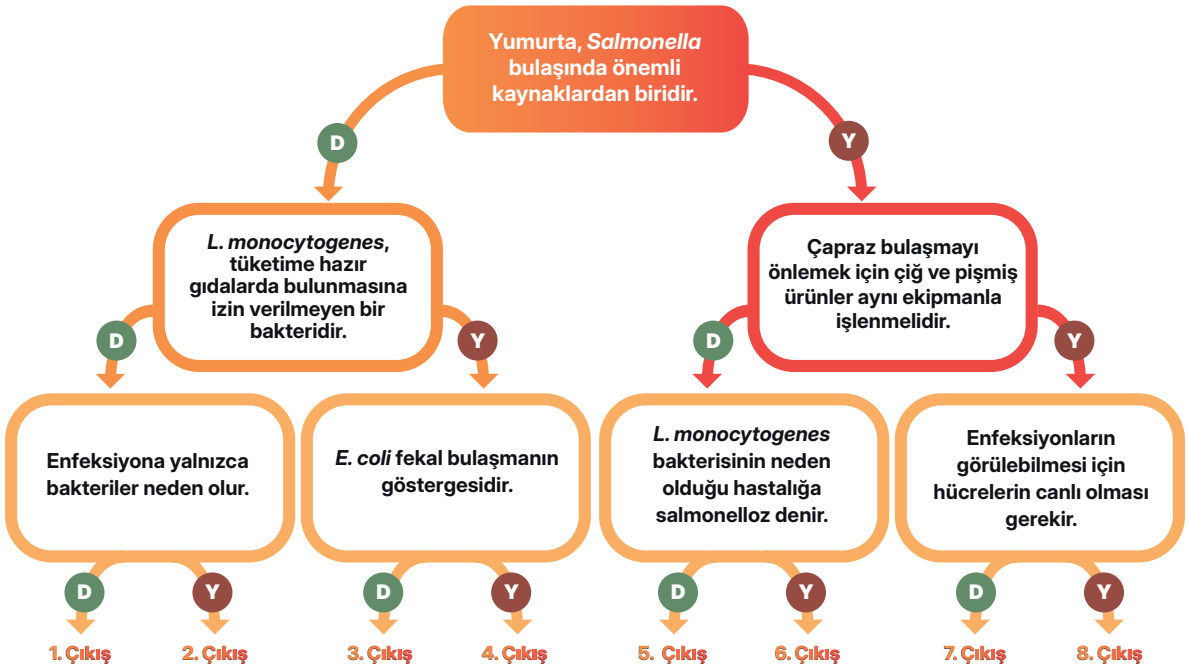
Görsel 2.72: *El yıkama ve önemi*

21. SIRA SİZDE

1. Enfeksiyon kavramına ilişkin istenen bilgilere göre tabloyu uygun şekilde doldurunuz.

Tanımı	Enfeksiyon Tipleri
ENFEKSİYON	
Enfeksiyonun En Tipik Belirtileri	**Enfeksiyona Neden Olabilecek Üç Mikroorganizma Örneği**

2. **Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta ilk kutucuktan başlayınız. Her basamakta verilen ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını değerlendirerek "Doğru (D)" veya "Yanlış (Y)" okunu takip ediniz. Her bir karar aşamasında karşınıza çıkan yeni ifadeyi değerlendirerek ilerleyiniz ve ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz.**



3. **Aşağıdaki tabloda verilen ifadelerin hangi mikroorganizmayla ilgili olduğunu belirleyerek ilgili alanı "✓" ile işaretleyiniz. Verilen ifadelere ilişkin birden fazla mikroorganizma işaretlenebilir.**

	İfadeler	*Salmonella*	*Listeria monocytogenes*	Patojen *E. coli*
a)	Neden olduğu enfeksiyonlara salmonelloz adı verilir.			
b)	Pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir.			
c)	Dışkı kaynaklı bulaşmanın göstergesidir.			
ç)	Neden olduğu hastalığa listerioz denir.			
d)	Bulaşmanın önlenmesi için hijyen kurallarına dikkat edilmesi gerekir.			
e)	Kırmızı et, kanatlı eti, yumurta, süt ve süt ürünleri, deniz ürünleri, meyve ve sebzeler başlıca kaynaklarıdır.			
f)	Bağışıklığı zayıf bireylerde menenjit, zatürre gibi ciddi enfeksiyonlara neden olabilir.			
g)	Spor oluşturmayan bakteridir.			

Shigella

Shigella cinsine ait bakteriler, gıda kaynaklı hastalıkların yaklaşık %10'undan sorumludur (Görsel 2.73). Bu hastalık her yıl ortalama 400 bin kişiyi etkilemektedir. Türleri arasında *S. dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei* hastalık oluşturur.



Görsel 2.73: *Shigella* bakterisi ve hedef gıdaları



Hastalık ve Belirtileri: *Shigella* cinsi bakterilerin neden olduğu, insanlarda kanlı ve mukuslu ishale sebep olan enfeksiyona *şigelloz* ya da **basilli dizanteri** adı verilir. Hastalık belirtileri genellikle 1-3 gün arasında görülür, hastalık süresi 3-14 gündür. Karın ağrısı, kanlı ve mukuslu ishal, ateş, üşüme, baş ağrısı, kusma hastalığın en yaygın belirtileridir. Enfeksiyonu geçirmiş bireyler belirtilerin ortadan kalkmasından sonra uzun süre patojeni dışkı yoluyla vücutlarından atmaya devam eder.



Hastalığın Kaynakları: *Shigella*'nın en önemli bulaş kaynağı enfekte olmuş ya da taşıyıcı kişilerdir. Mikroorganizma bu kişilerden doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı yoluyla gıdalara bulaşır. Ayrıca çapraz bulaşma, hastalık etkenlerinin yayılmasını kolaylaştırarak salgınlara neden olabilir. Genellikle çokça temas edilen ve tüketime hazır gıdalar şigelloza neden olur. Hastalıkla ilişkili bulunan gıdalar arasında salata çeşitleri (patates salatası; ton balıklı, karidesli ve tavuklu salatalar), kanalizasyon sularıyla kirlenmiş yerlerden avlanan ve çiğ tüketilen deniz ürünleriyle tavuk eti yer alır. Bununla birlikte birçok gıda *Shigella* gelişimine uygun ortam oluşturabilir. Bakteri hücreleri, soğukta depolanan ve dondurularak muhafaza edilen ürünlerde canlı kalabilirken pastörizasyon sıcaklıklarında etkisiz hâle getirilebilir.

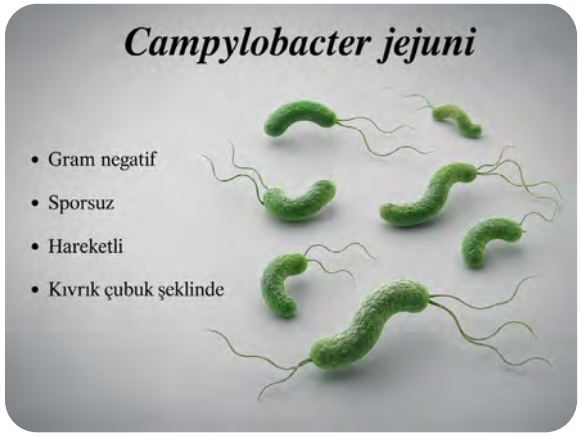


Hastalığın Önlenmesi: Şigellozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Hijyen kurallarına uyulması ve personelin bu konuda eğitilmesi
- Çapraz bulaşmanın önlenmesi
- İçme kalitesinde su kullanılması
- Sebzelerin tüketilmeden önce iyice yıkanması
- Gıdalara yeterli ısıl işlem uygulanması
- Gıdaların uygun koşullarda depolanması

Campylobacter

Campylobacter, dünya genelinde birçok kişide sindirim sistemi enfeksiyonuna neden olan bir bakteridir. Pek çok ülkede *Campylobacter* enfeksiyonlarının görülme sıklığı, salmonelloz ve şigelloz vakalarının toplamından daha yüksektir. *Campylobacter* enfeksiyonlarının çoğundan *C. jejuni* (Görsel 2.74), daha az bir kısmından ise *C. coli* sorumludur.



Görsel 2.74: *Campylobacter jejuni* bakterisi ve özellikleri



Hastalık ve Belirtileri: *Campylobacter* türlerinin neden olduğu enfeksiyonlara **kampilobakteriyoz** adı verilir. Hastalığın ortaya çıkması için gerekli canlı hücre sayısı oldukça düşük olup 500 civarındadır. Belirtiler genellikle 2-3 gün, bazı durumlardaysa 3 haftaya kadar devam edebilmektedir. Mide krampları, mide bulantısı, yoğun ishal ve kusma hastalığın en belirgin belirtileridir. Herhangi bir belirti göstermeyen bireyler, etken mikroorganizmayı uzun süre dışkı yoluyla atabilmektedir. Kampilobakteriyoz sonucunda eklemlerde iltihaplanma durumu olan Reiter sendromu ve kas güçsüzlüğüyle felce yol açabilen Guillain-Barré sendromu görülebilir. Hastalığa bağlı can kaybı oranı düşüktür, kayıplar daha çok risk grubundaki kişilerde görülebilir.



Hastalığın Kaynakları: Hayvanlar, kuşlar ve çevrede yaygın olarak bulunan *Campylobacter*; bitkisel ve hayvansal kökenli gıdalara kolaylıkla bulaşabilmektedir. Çiğ kırmızı et ve kanatlı etleri, süt, yumurta, sebzeler, mantar ve midye *Campylobacter*'in sıklıkla rastlandığı gıdalardır. Birçok *Campylobacter* kaynaklı salgının çiğ süt ve tavuk tüketimiyle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bakteri pastörizasyon, kurutma gibi işlemlerle inaktive edilebilir fakat soğukta ve donmuş durumda uzun süre canlılığını sürdürebilir.



Hastalığın Önlenmesi: Kampilobakteriyozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Tüm gıda üretim aşamalarında gerekli hijyen ve sanitasyon önlemlerinin alınması
- Hayvansal gıdaların çiğ tüketilmemesi, mümkün olan durumlarda ısıl işlem uygulanması
- Sebzelerin temiz ve güvenilir su kullanılarak yıkanması
- Hasta bireylerin tüketime hazır gıdalarla temasının engellenmesi

Yersinia enterocolitica

Yersinia enterocolitica, *Yersinia* cinsinin insanlarda hastalığa neden olan türlerinden biridir.



Hastalık ve Belirtileri: *Yersinia enterocolitica*'nın neden olduğu enfeksiyonlara **yersinyoz** adı verilir. Hastalığın ortaya çıkması için yüksek sayıda bakteri hücresi gereklidir. Hastalığın belirtileri karnın alt bölgesinde ağrı, ishal, bulantı, kusma ve ateştir. Belirtiler kontamine gıdaların tüketiminden sonraki 24-30 saat içinde ortaya çıkar, 2-3 gün sürebilir. Hastalığa bağlı ortaya çıkan diğer sorunlar; ciltte ağrılı ve kırmızı renkli şişlikler, zatürre, beyin zarı iltihabı, kalp kası iltihabıdır. Yersinyoz nedeniyle can kaybı nadiren görülür.



Hastalığın Kaynakları: Çevrede yaygın bulunması nedeniyle *Yersinia enterocolitica* birçok gıdada görülebilir. Hastalıkla ilişkilendirilen başlıca gıdalar çiğ ve pastörize süt, dondurma, yeterince pişirilmemiş et ve sebzelerdir. Pastörize edilmiş ya da ısıl işlem uygulanmış gıdalara işlemler sonrasında tekrar bulaşabilir. Soğuk muhafaza koşullarında da gelişebilen bu bakteri, buzdolabında uzun süre bekletilen gıdalarda yüksek sayılara ulaşabilir. Bakteri pastörizasyon ve pişirme sıcaklıklarına dayanıklı değildir.



Hastalığın Önlenmesi: Yersinyozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Tüm gıda üretim aşamalarında gerekli hijyen ve sanitasyon önlemlerinin alınması
- Isıl işlemlerin doğru uygulanması
- Riskli gıdaların 5 °C altında sıcaklıklarda depolanması
- Çiğ süt ve yeterince pişirilmemiş etlerin tüketiminden kaçınılması
- Çapraz bulaşmanın önlenmesi

Vibrio

Vibrio cinsinden *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* mide bağırsak enfeksiyonuna neden olan bakterilerdir. *Vibrio parahaemolyticus*, bazı ülkelerde çiğ deniz ürünlerinin tüketimine bağlı gıda zehirlenmelerinin önemli bir bölümünden sorumludur.



Hastalık ve Belirtileri: *V. parahaemolyticus ve V. vulnificus* bakterilerinin neden olduğu enfeksiyonlara **vibriyoz** adı verilir.

V. parahaemolyticus'un neden olduğu enfeksiyonlar canlı hücrelerin vücuda alınmasından 10-24 saat sonra ortaya çıkar, hastalık 2-3 gün sürebilir. Hastalığın belirtileri mide bulantısı, kusma, mide krampları, sulu ishal, baş ağrısı ve ateştir. Hastalık genellikle can kayıplarına neden olmaz.

V. vulnificus'un neden olduğu enfeksiyonlar 16-38 saat içinde gelişir. Hastalığın en yaygın belirtileri ateş, üşüme, bulantı ve tansiyon düşüklüğüdür. Karın ağrısı, kusma, ishal gibi belirtilere daha seyrek rastlanır. Hastalık tedavi edilmezse 2-5 gün içinde can kaybıyla sonuçlanabilir.



Hastalığın Kaynakları: Deniz suyu ve deniz ürünleri, *V. parahaemolyticus ve V. vulnificus* bakterilerinin en önemli kaynaklarıdır. Çiğ, yeterince pişirilmemiş ya da uygun şekilde soğutulmamış balık, yengeç, istiridye, midye gibi deniz ürünlerinin tüketimi vibriyoza neden olabilir (Görsel 2.75). Kurutma, ısıtma, pastörizasyon, soğutma ve dondurma gibi işlemler *Vibrio* hücrelerinin etkisiz hâle getirilmesinde etkilidir.



Görsel 2.75: *Vibrio* ve kaynakları



Hastalığın Önlenmesi: Vibriyozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Deniz ürünleri işletmelerinde çalışan personelin hijyen kurallarına uyması
- Çiğ deniz ürünlerinin tüketilmemesi
- Deniz ürünlerinin uygun ısıl işlemlerden geçirilmesi
- Çiğ ve pişmiş ürünlerin uygun şekilde soğutulması, kısa sürede tüketilmesi
- Çapraz bulaşmanın önlenmesi

22. SIRA SİZDE

1. ***Shigella, Campylobacter, Yersinia enterocolitica*** ve ***Vibrio*** cinsi bakterilerin neden olduğu hastalığı, hastalığın belirtilerini, bakterilerin ısıl işlemle inaktive edilme durumlarını ve hastalıkların kaynağını tablodaki ilgili alanlara yazınız.

	Shigella	*Campylobacter*	*Y. enterocolitica*	*Vibrio*
Neden Olduğu Hastalık				
Neden Olduğu Hastalığın Belirtileri				
Isıl İşlemle İnaktive Edilme Durumu				
Hastalığın Kaynakları				

2. Aşağıdaki örneklerde tüketilen gıdaları ve gelişen belirtileri inceleyiniz.

- Ayşe, sokakta satılan midye dolma tüketmiştir. Bir süre sonra kanlı ve mukuslu ishal şikâyeti başlamıştır.

- Burak, bir büfeden yeterince pişirilmemiş tavuk döner yemiştir. Kısa süre içinde mide bulantısı ve kusma görülmüştür.

Ayşe ve Burak'ın yaşadığı durumların; *Shigella*, *Campylobacter*, *Y. enterocolitica*, *Vibrio* bakterilerinden hangisiyle daha çok ilişkili olabileceğini belirleyerek nedenlerini aşağıdaki tabloda verilen boşluklara yazınız.

Ayşe ve Olası Etken	Burak ve Olası Etken
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

Brucella

Brucella, hem halk sağlığını olumsuz etkileyen hem de hayvancılıkta ekonomik kayıplara neden olan önemli bir bakteridir. *B. abortus, B. suis, B. melitensis;* insanlarda ve hayvanlarda hastalık yapıcı *Brucella* türleridir.



Hastalık ve Belirtileri: *Brucella* cinsine ait bakterilerin neden olduğu enfeksiyonlara **bruselloz** adı verilir. İnsanlarda hastalığın oluşması için 10-100 hücre gereklidir. Hastalığın belirtileri, patojen bulaşmış gıdaların tüketiminden sonraki 3-21 gün içinde görülür. Ateş, yoğun terleme, vücutta ağrı, üşüme ve bitkinlik bu belirtiler arasındadır. Hastalık haftalarca sürebilir.



Hastalığın Kaynakları: Çiğ süt ve taze peynir gibi çiğ sütten üretilmiş ürünler *Brucella*'nın sık rastlandığı gıdalardır. Ayrıca etler, sakatatlar, hastalıklı hayvanın dışkısıyla kontamine olmuş bitkisel ürünler ve su mikroorganizmanın kaynağı olabilir. Mikroorganizma solunum yoluyla da bulaşabildiğinden hayvancılıkla uğraşan kişiler ve kasaplar için enfeksiyon riski oluşturur. Bakteri pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive olur.



Hastalığın Önlenmesi: Brusellozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Hayvanların düzenli kontrol ve aşılamalarının yapılması
- Sütün uygun sıcaklık ve sürede pastörize edilmesi
- Süt ürünlerinin üretiminde pastörize sütlerin kullanılması
- Pastörizasyon sonrasında tekrar bulaşmanın önlenmesi için sanitasyon önlemlerinin alınması

Mycobacterium tuberculosis

Mycobacterium tuberculosis; gram pozitif, spor oluşturmayan, çubuk şekilli ve aerobik özellik gösteren bir bakteridir. Hücreler pastörizasyon sıcaklıklarında etkisiz hâle getirilebilir.



Hastalık ve Belirtileri: *Mycobacterium tuberculosis*'in neden olduğu enfeksiyonlara **tüberküloz** adı verilir. Hastalığın belirtileri 4-6 hafta içinde görülebilir. Belirtiler arasında öksürme, iştahsızlık, yorgunluk, zayıflama, ateş ve akciğer zarı iltihabı yer alır. Tüberküloz uzun süreli bir hastalık olup 1-2 yıl devam eden ilaç tedavisi gerektirir.



Hastalığın Kaynakları: Solunum yoluyla bulaşması yaygın olan *Mycobacterium tuberculosis,* bazı gıdalar aracılığıyla da insanlara bulaşabilir. Çiğ ya da yetersiz ısıl işlem uygulanmış süt, başlıca bulaş kaynağıdır.



Hastalığın Önlenmesi: Tüberkülozun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Hayvanların kontrollerinin düzenli yapılması
- Sütün uygun sıcaklık ve sürede pastörize edilmesi

Coxiella burnetii

C. burnetii, birçok mikroorganizmaya kıyasla ısıya karşı daha yüksek direnç gösterir. Bu nedenle günümüzde uygulanan pastörizasyon sıcaklıkları ve süresi *C. burnetii*'yi inaktif hâle getirmek üzere belirlenmiştir. Diğer bir deyişle *C. burnetii* süt pastörizasyonu için indikatör mikroorganizmadır.



Hastalık ve Belirtileri: *Coxiella burnetii* insanlarda **Q ateşi** hastalığına neden olur. Hastalığın belirtileri 2-4 hafta içinde görülebilir. En belirgin belirtiler ateş, iştahsızlık, kas ve baş ağrısı şeklinde ortaya çıkar; iki hafta sürebilir. Bazı durumlarda karaciğer ve kalp rahatsızlıkları görülebilir.

Hastalığın Kaynakları: Patojen, insanlara hayvanlardan solunum ve sindirim yoluyla geçebilir. *Coxiella burnetii* çiğ ya da uygun ısıl işlem uygulanmayan süt ve süt ürünlerinin tüketimiyle bulaşır.

Hastalığın Önlenmesi: Q ateşi hastalığının önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Sütün uygun sıcaklık ve sürede pastörize edilmesi

23. SIRA SİZDE

Yoğurt yapmak isteyen Selma, kamyonetin arkasında açıkta satılan sütü satın alır (Görsel 2.76). Evinde sütü ocağa koyduktan kısa bir süre sonra sütün kesildiğini fark eder. **Sütün yapısı ve kalitesini etkileyen faktörler göz önüne alındığında sütün kesilme sebepleri neler olabilir?**



Görsel 2.76: Açıkta satılan süt

Bacillus anthracis

Bacillus anthracis; gram pozitif, çubuk şeklinde, aerob ya da fakültatif anaerob özellik gösteren ve spor oluşturan bir bakteridir. Olumsuz çevre koşullarına dayanıklıdır. Sporları ısıya dirençlidir.



Hastalık ve Belirtileri: *Bacillus anthracis* **şarbon (antraks)** hastalığına neden olur. Hastalığın belirtileri 12-36 saat içinde ortaya çıkar. Bunlar, deride kabarıklık ve yaralardır. Nadir olarak akciğer enfeksiyonu görülebilir.



Hastalığın Kaynakları: Hastalık sıklıkla koyun, sığır, keçi, deve ve atlarda görülür. Bu hayvanların kontamine olmuş ürünleriyle insanlara geçer. Deri ve yünden solunum yoluyla, kontamine etler ve bu etlerin yetersiz pişirilip tüketilmesiyle de sindirim yoluyla bulaşma olur. Bakteri sütte duyusal değişikliklere neden olduğundan süt ve süt ürünleri kaynaklı bulaşma nadir görülür.



Hastalığın Önlenmesi: Şarbon hastalığının önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Hayvanların düzenli kontrol ve aşılamalarının yapılması
- Etlerin yeterli pişirilmesi
- Hastalık tespit edilen hayvanların itlaf edilmesi

Streptococcus pyogenes

Streptococcus pyogenes, gram pozitif ve yuvarlak şekilli bir bakteridir. Bu bakteri genellikle mastitisli emziren hayvanlarda tespit edilmiştir.



Hastalık ve Belirtileri: *Streptococcus pyogenes* **streptokok enfeksiyonu**na sebep olur. Hastalığın belirtileri arasında ateş, üşüme ve hâlsizlikle seyreden farenjit (yutak iltihabı); bazı vakalarda ise mide bulantısı, kusma ve ishal yer alır. Belirtiler 2-5 gün içinde ortaya çıkar, uygulanan tedaviye göre 7-10 gün sürebilir.



Hastalığın Kaynakları: *Streptococcus pyogenes* bulaşmış çiğ süt, bu sütten yapılmış ürünler ve salata çeşitleri (taşıyıcı kişilerin temasıyla kontamine olmuş) enfeksiyona neden olan gıdalardır.



Hastalığın Önlenmesi: Streptokok enfeksiyonunun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Çiğ süt ve çiğ sütten yapılmış ürünlerin tüketilmemesi
- Sütün uygun sıcaklık ve sürede pastörize edilmesi
- Hasta kişilerin ya da taşıyıcıların tüketime hazır gıdalarla temasının önlenmesi

24. SIRA SİZDE

1. *Brucella, M. tuberculosis, C. burnetii, B. anthracis* ile ilgili bilgilerin yer aldığı tablodaki boşlukları uygun şekilde doldurunuz.

	Brucella	.....	*C. burnetii*	.....
Neden Olduğu Hastalık		Tüberküloz		Şarbon (antraks)
Neden Olduğu Hastalığın Belirtileri				Deride kabarıklık ve yaralar
Isıl İşlemle İnaktive Edilme Durumu	Pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive olur.			
Hastalığın Kaynakları		Çiğ ya da yetersiz ısıl işlem uygulanmış süt		

2. Bir köyde çiğ süt ve çiğ sütten üretilen süt ürünleri tüketimi yaygındır. Köyde yaşayan bazı kişilerin bu ürünleri tükettikten sonra çeşitli rahatsızlıklar yaşadığı gözlenir. Ayrıca hayvancılıkla uğraşan kişilerde ateşli hastalıklar görülür.

Bu duruma hangi mikroorganizmalar neden olabilir?

.....

.....

.....

b) Virüslerin Neden Olduğu Enfeksiyonlar

Virüsler çoğalmak için canlı hücrelere ihtiyaç duyar. Gıdalarda çoğalamaz fakat canlılıklarını koruyabilir. Bu nedenle gıdalar ve su, virüsler için yalnızca bulaşmada aracılık eder.

Virüslerin bulaşma yolları Görsel 2.77'de gösterilmiştir. Gıdaların çoğunun depolanması ya da işlenmesi sırasında virüsler canlılığını kaybeder. Günümüzde Hepatit A virüsü, Norovirüs, Rotavirüs, Sapovirüs, Hepatit E virüsü gibi virüsler; gıda kaynaklı enfeksiyonlarla ilişkilendirilmiştir. Bunların arasında Hepatit A virüsü ve Norovirüs gıdalarla daha sık ilişkilendirilir.



Görsel 2.77: Virüslerin bulaşma yolları

Norovirüs

Norovirüsler (NoV) 28-35 nm boyutunda, zarfsız ve RNA'ya sahip virüslerdir.



Hastalık ve Belirtileri: Norovirüs enfeksiyonu, insanların genellikle kış aylarında hasta olmasına neden olduğundan **kış kusma hastalığı** olarak adlandırılır. Çoğunlukla kış aylarında ortaya çıksa da hastalık yılın her döneminde görülebilir. Norovirüslerin enfeksiyon dozu oldukça düşüktür, hastalığın ortaya çıkması için yaklaşık on viral partikül yeterlidir. Hastalığın belirtileri 12-48 saat içinde ortaya çıkar. Bunlar; bulantı, kusma ve sulu ishal şeklindedir. Bazı hastalarda ateş, baş ağrısı, mide krampları, kol ve bacaklarda hissedilen ağrılar da gözlenebilir. Belirtiler 1-2 gün sürer.



Hastalığın Kaynakları: Norovirüsün bulaşma yolları; virüsü taşıyan birey ya da nesnelerle temas edilmesi, virüs bulaşmış gıda veya suyun tüketilmesidir. Taze meyve, sebze ve bunların salatalarıyla midye, istiridye gibi deniz ürünleri norovirüs kaynaklarıdır. Gıda işlemede kullanılan makineler, yıkama suları ve gıda üretim personeli virüsün bulaşmasında etkilidir.



Hastalığın Önlenmesi: Norovirüs enfeksiyonunun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Hasta kişilerin tüketime hazır gıdalarla temasının önlenmesi
- Deniz ürünlerinin güvenilir kaynaklardan alınması

Hepatit A Virüsü

Hepatit A virüsü 27-32 nm boyutunda, küre şeklinde, zarfsız bir RNA virüsüdür. Virüs ısıl işlemlere, kurutmaya ve dezenfektanlara karşı dirençlidir. Uygun çevresel koşullarda en az bir ay varlığını sürdürebilir.



Hastalık ve Belirtileri: Bağırsakta bulunan bir virüstür ve insan dışkısıyla kolaylıkla çevreye bulaşır. Enfeksiyon dozu düşüktür, hastalığın ortaya çıkması için yaklaşık 10-100 viral partikül yeterlidir. Hepatit A virüsü gıdalarla birlikte tüketildikten sonra hastalık belirtileri hemen görülmeyebilir. Virüs kan yoluyla hızlıca karaciğere taşınır. Belirtiler ortalama 4 hafta içinde görülür. İlk belirtiler ateş, hâlsizlik, kusma ve karın ağrısıdır. İlerleyen dönemde **sarılık hastalığı**na neden olur. Hastalık belirtileri 1-2 hafta ya da daha uzun süre görülmeye devam edebilir. Çocuklarda hastalık belirti vermeyebilir. Virüs dışkı yoluyla vücuttan atılır.



Hastalığın Kaynakları: Hepatit A virüsü gıdalar, su, gıda üretim personeli ve hasta kişilerle doğrudan temas yoluyla bulaşabilir. Çiğ ya da yetersiz ısıl işlem görmüş gıdalar -özellikle çiğ et, çiğ süt ve deniz ürünleri- hastalığın önemli kaynaklarıdır.

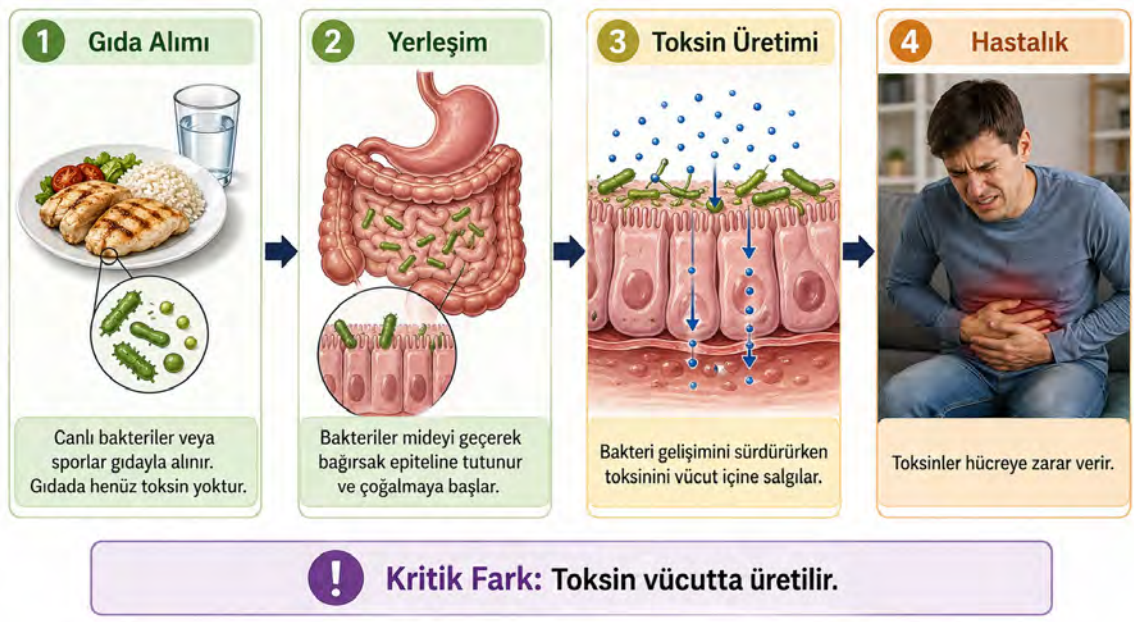


Hastalığın Önlenmesi: Hepatit A virüsü kaynaklı enfeksiyonların önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Hasta kişilerin tüketime hazır gıdalarla temasının önlenmesi
- Gıdalara uygun ve yeterli ısıl işlemlerin uygulanması
- Deniz ürünlerinin güvenilir kaynaklardan alınması

2.3.1.3. Toksikoenfeksiyon

Toksikoenfeksiyon çok sayıda canlı hastalık yapıcı mikroorganizma içeren gıda ya da suyun tüketilmesi ve vücutta toksin üretmesiyle görülür. Bakteri hücreleri vücutta spor oluşturabilir, yerleşip çoğalabilir ya da canlılığını yitirir. Bu sırada bakterinin üretmiş olduğu toksinler hastalığa sebebiyet verir. Toksikoenfeksiyon tipi gıda zehirlenmelerinin oluşum mekanizması Görsel 2.78'de gösterilmiştir.



Görsel 2.78: Toksikoenfeksiyon oluşum mekanizması

Clostridium perfringens, Bacillus cereus, Vibrio cholerae ve enterotoksijenik *Escherichia coli* toksikoenfeksiyona neden olan bakterilerdir.

Clostridium perfringens

Clostridium perfringens; spor oluşturan ve anaerob bir bakteridir. Bakteri hücreleri pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir, gıdalar dondurulduğunda veya soğukta muhafaza edildiğinde çoğalamaz. Sporları ise yüksek ve düşük sıcaklıklara dayanıklıdır.



Hastalık ve Belirtileri: *Clostridium perfringens* **sindirim sistemi rahatsızlıkları**na neden olur. Hastalığın görülmesi için çok sayıda canlı hücrenin gıdalarla alınması gerekir. Belirtiler 8-24 saat içinde ortaya çıkar. Hastalığın temel belirtileri ishal ve karın ağrısıdır. Belirtiler çoğunlukla 1 gün içinde sona erer. Yaşam kayıpları nadiren görülür, hafif hastalık sayılmaktadır. Bu nedenle seyrek olarak kayıt altına alınır.



Hastalığın Kaynakları: Bakteri doğada yaygın olarak bulunur, bu nedenle gıdalara da kolaylıkla bulaşabilir. *Clostridium perfringens* çoğalmak için birçok amino asit (proteinlerin yapı taşları) çeşidine ihtiyaç duyar. Bu nedenle et ve et ürünleri gibi protein içeren gıdalarda kolaylıkla gelişebilir. Et ve et suyu içeren yemekler, tavuk eti, balık ürünleri *C. perfringens* kaynaklı toksikoenfeksiyonlara sıklıkla neden olan gıdalardır. Gıdaların büyük miktarlarda pişirilmesi, ardından yavaş soğutulması ve uzun süre bekletildikten sonra tekrar ısıtılmadan tüketicilere sunulması; hücre ve sporlarının hızla çoğalarak hastalık oluşturabilecek sayılara ulaşmasına neden olmaktadır.



Hastalığın Önlenmesi: *C. perfringens* kaynaklı toksikoenfeksiyonların önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Gıdaların mümkün olan en yüksek sıcaklıkta pişirilmesi
- Pişmiş gıdaların hızlıca soğutulması ve buzdolabı koşullarında saklanması
- Gıdaların servis edilmeden önce tekrar ısıtılması ve servis anına kadar 63 °C'un üzerinde tutulması

Bacillus cereus

Bacillus cereus; spor oluşturan ve aerobik bir bakteridir. Hücreler pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir ancak sporları pişirme sırasında ve yüksek sıcaklıklarda uygulanan ısıl işlemlerde dahi canlılıklarını koruyabilir.



Hastalık ve Belirtileri: *Bacillus cereus* kaynaklı toksikoenfeksiyonun görülmesi için çok sayıda hücrenin tüketilmesi gerekir. Bakteri, ayırt edici belirtiler gösteren iki tip toksin üretir ve bu toksinler iki farklı belirtiye yol açar. Belirtilerden biri **şiddetli kusma**, diğeri **ishal**dir. İshal tipi hastalıkta belirtiler, 6-12 saat içinde ortaya çıkar ve genellikle 24 saat içinde geçer. Kusma tipi hastalık ise gıdanın tüketilmesinden sonraki 1-5 saat içinde görülür. Belirtiler yaklaşık 24 saat içinde kendiliğinden sona erer.



Hastalığın Kaynakları: *Bacillus cereus* ve sporları pek çok gıdada bulunabilir. Bakteriyi ya da sporlarını içeren her gıdanın tüketimi hastalığa neden olmaz fakat sporların aktifleşmesi ve hücrelerin üremesi için uygun koşullar oluşursa hücre sayısı yüksek değerlere ulaşabilir. İshal tipi hastalıktan uygun soğutulmamış sebze, salata, et, tatlı, güveç, çorba gibi pek çok gıda sorumludur. Kusma tipi hastalığa ise pirinç, makarna gibi nişasta içeren gıdalar neden olur. Bu gıdaların pişirildikten sonra oda ısısında 1-2 saat bekletilmesi ve hemen tüketilmediği durumlarda uygun şekilde soğutulmaması sporların çimlenmesine ve hücrelerin çoğalmasına neden olur.



Hastalığın Önlenmesi: *Bacillus cereus* kaynaklı toksikoenfeksiyonların önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Gıdaların tüketimden kısa süre önce hazırlanması
- Pişmiş gıdaların hızlıca soğutulması ve buzdolabı koşullarında saklanması
- Gıdaların servis edilmeden önce 75 °C ve üzerine ısıtılması, servis anına kadar 63 °C'un üzerinde tutulması

Vibrio cholerae

Vibrio cholerae, büyük salgınlara yol açarak pek çok can kaybına neden olabilir. Yüksek ısıya, kurutmaya ve asitlere karşı dirençsizken düşük sıcaklıklara karşı dirençlidir. Tüketime hazır gıdalarda 5-10 °C'ta canlılığını sürdürebilir.



Hastalık ve Belirtileri: Bakteri **kolera** hastalığına neden olur. Hastalığın belirtileri 2-3 gün içinde görülür. Hasta kişiler hiçbir belirti göstermeyebilir, hafif ya da orta şiddetli ishal görülebilir. Ani başlayan yoğun sulu ishal ve kusma en temel belirtilerdir. İshal nedeniyle vücutta su ve elektrolit kaybı yaşanır; bu durum da bulantı, karın ağrısı ve ateşe neden olur. Vücuttaki su ve elektrolit kaybı tedavi edilmezse can kayıpları görülebilir.



Hastalığın Kaynakları: *Vibrio cholerae* denizde ve hafif tuzlu sularda bulunabilir. Bakterinin ana kaynağı hasta kişilerdir. Hastalıklı kişilerin dışkısı bulaşmış gıda ve suyun tüketilmesiyle kolera ortaya çıkar. İstiridye, karides, yengeç, balık gibi çiğ veya az pişmiş deniz ürünleri; pirinç, pilav; çeşitli sebze ve meyveler *V. cholerae*'nın sıklıkla rastlandığı gıdalardır.



Hastalığın Önlenmesi: Koleranın önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Su ürünlerinin *V. cholerae* bulaşmamış sulardan avlanması
- Su ürünlerinin çiğ tüketilmemesi
- Gıdalara yeterli düzeyde ısıl işlem uygulanması

Enterotoksijenik *E. coli*

Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC) varlığı doğrudan yetersiz sanitasyon koşullarıyla ilişkilidir ve vakalar çoğunlukla gelişmekte olan ülkelerde görülür. Patojen *E. coli*'den farklı olarak ETEC bağırsağa yerleşip çoğalır ve burada toksin salgılar.



Hastalık ve Belirtileri: ETEC, çok sayıda bakteri içeren gıda veya suyun tüketilmesiyle ortaya çıkan ishal tablolarına yol açar. Neden olduğu hastalık genellikle seyahatler sırasında turistlerde görüldüğü için **turist hastalığı** olarak adlandırılır. Mide bulantısı, sulu ishal, karında kramp ve hafif ateş en sık görülen belirtilerdir. Bu belirtiler 1-3 gün içinde görülebilir, 20-24 saat içinde sona erer. Aşırı sıvı kaybı nedeniyle çocuklar için ciddi risk oluşturabilir.



Hastalığın Kaynakları: ETEC bulaşmış su, et ürünleri, balık, süt ve süt ürünleri (özellikle peynir), sebzeler, unlu mamuller hastalığa sebep olur. Bakterinin bu gıdalara dışkı yoluyla bulaşması, gıdaların uygun olmayan sıcaklıklarda depolanması ve gıdalara yetersiz ısıl işlem uygulanması hastalığın ortaya çıkmasında etkilidir. Pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir.



Hastalığın Önlenmesi: Enterotoksijenik *E. coli kaynaklı* toksikoenfeksiyonun önlenmesi için dikkat edilmesi gerekenler şunlardır:

- Genel hijyen ve sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi
- Dışkı yoluyla oluşabilecek bulaşmaların önlenmesi
- Gıdalara uygun ısıl işlemlerin uygulanması
- Gıdaların uygun sıcaklıklarda depolanması, tüketilmeden önce ısıtılması ve hızla tüketilmesi

Notlar: .....

25. SIRA SİZDE

1. Toksikoenfeksiyon kavramına ilişkin istenen bilgilere göre tabloyu uygun şekilde doldurunuz.



2. Aşağıdaki tabloda verilen ifadelerin hangi mikroorganizmayla ilgili olduğunu belirleyerek ilgili alanı "✓" ile işaretleyiniz. Verilen ifadelere ilişkin birden fazla mikroorganizma işaretlenebilir.

İFADELER	*C. perfringens*	*B. cereus*	*V. cholerae*	Enterotoksijenik *E. coli*
Spor oluşturan bakteridir.				
Canlı hücreler pastörizasyon sıcaklıklarında inaktive edilebilir.				
Kolera hastalığına neden olur.				
İstiridye, karides, yengeç, balık gibi çiğ veya az pişmiş deniz ürünleri sıklıkla rastlandığı gıdalardır.				
Bulaşmanın önlenmesi için hijyen kurallarına dikkat edilmelidir.				
Et ve et ürünleri gibi protein içeren gıdalarda kolaylıkla gelişebilir.				
Neden olduğu hastalık genellikle seyahatler sırasında turistlerde görüldüğü için turist hastalığı olarak adlandırılır.				

3. ETKİNLİK

Görev: Bu çalışmada sizden mikrobiyal gıda zehirlenmelerini engelleme yolları konusunda araştırma yapmanız, elde ettiğiniz bilgilerle bir infografik tasarlamanız ve hazırladığınız çalışmayı sınıfta sunmanız beklenmektedir.

İşlem Basamakları

1. Öğretmen rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Gıda zehirlenmelerinin önlenmesi için dikkat edilmesi gereken hususlar hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız.
3. Araştırmanız sonucunda elde ettiğiniz bilgileri sınıflandırınız ve önemli noktaları belirleyiniz.
4. Gıda zehirlenmelerinin önlenmesi için uygulanması gereken kuralları kısa ve anlaşılır ifadeler hâlinde düzenleyiniz.
5. Bu bilgileri kullanarak dijital ortamda ya da kâğıt, karton ve benzeri materyallerden yararlanarak bilgilendirici bir infografik hazırlayınız.
6. İnfografiğinizde başlıklar, kısa açıklamalar, görseller, semboller kullanarak bilgileri anlaşılır ve düzenli bir şekilde sununuz.
7. İnfografiğinizde özellikle aşağıdaki konulara yer veriniz:
   - Kişisel hijyen uygulamaları
   - Gıdaların doğru hazırlanması ve pişirilmesi
   - Uygun saklama ve depolama koşulları
   - Çapraz bulaşmanın önlenmesi
   - Gıda güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken temel önlemler
8. Çalışmanızı grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde hazırlayınız ve görev paylaşımı yapınız.
9. Hazırladığınız infografiği sınıfta paylaşarak gıda zehirlenmelerinin önlenmesi konusunda arkadaşlarınızı bilgilendiriniz.

Değerlendirme

Çalışmanız karekodda yer alan kontrol listesine göre değerlendirilecektir. Çalışmanızı planlarken ölçekte yer alan ölçütleri dikkate alınız.

Kontrol listesi karekodu

Öğrenme Günlüğü

"Gıda Mikroorganizma İlişkisi" öğrenme biriminde öğrendiklerinizi yansıtacak bir öğrenme günlüğü yazınız. Öğrenme yolculuğundaki deneyimlerinizle bu süreçte yaşadığınız önemli anları aşağıdaki soruları düşünerek yazabilirsiniz.

1. Bu öğrenme biriminde öğrendiğiniz en ilginç bilgi neydi?

.....

.....

.....

2. Bu öğrenme biriminde öğrendiğiniz hangi bilgileri günlük hayatınızda kullanabilirsiniz?

.....

.....

.....

3. Hangi bölüm hakkında daha fazla bilgi edinmek isterdiniz?

.....

.....

.....

4. Öğrendikleriniz arasında en çok hangi kısımdan keyif aldınız?

.....

.....

.....

5. "Gıda Mikroorganizma İlişkisi" öğrenme birimine başlarken bu adın sizde uyandırdığı duygu ve düşüncelerle öğrenme biriminin sonundaki duygu ve düşünceleriniz arasında ne gibi farklar oluştu?

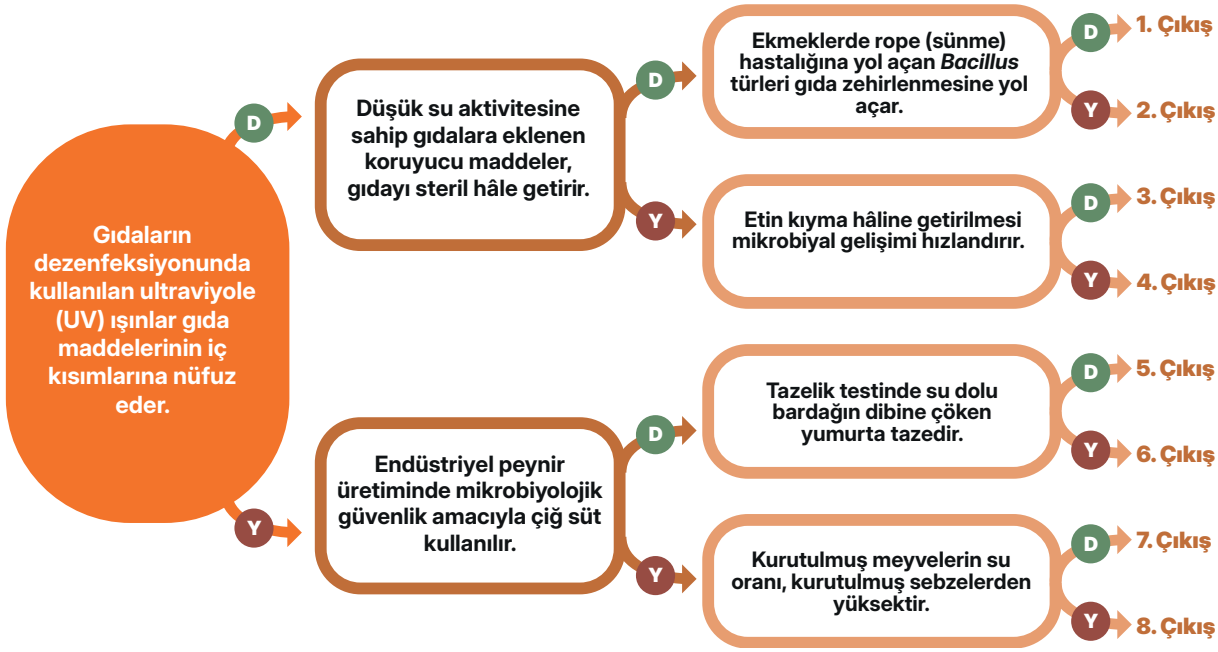
.....

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıdaki tanılayıcı dallanmış ağaçta ilk kutucuktan başlayınız. Her basamakta verilen ifadenin doğruluğunu ve yanlışlığını değerlendirerek "Doğru (D)" veya "Yanlış (Y)" okunu takip ediniz. Her bir karar aşamasında karşınıza çıkan yeni ifadeyi değerlendirerek ilerleyiniz ve ulaştığınız çıkışı işaretleyiniz.



ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

B) Aşağıdaki yapılandırılmış gridde gıdalarda görülen mikrobiyal bozulma türleri, gıda zehirlenmelerine neden olabilen mikroorganizmalar ve mikrobiyal toksin adları harflendirilerek verilmiştir. **Kutucuklardaki harfleri kullanarak verilen boşlukları uygun şekilde doldurunuz (Aynı kutucuk harfi birden fazla yerde kullanılabilir.).**

a) *Listeria monocytogenes*	**b)** bombaj	**c)** düz ekşime	**ç)** hatalı gözenek oluşumu
d) sülfür bozulması	**e)** çekirdek evi çürümesi	**f)** okratoksin	**g)** siyah bozulma
ğ) Norovirüs	**h)** *Brucella*	**ı)** yeşil bozulma	**i)** aflatoksin
j) *Monilia* çürümesi	**k)** antraknoz	**l)** rope oluşumu	**m)** *Salmonella*

1) İntoksikasyona neden olanlar:	
2) Enfeksiyona neden olanlar:	
3) Yumurtada görülen bozulmalar:	
4) Meyve ve sebzelerde görülen bozulmalar:	
5) Konservelerde görülen bozulmalar:	
6) Tahıl ürünlerinde görülen bozulmalar:	
7) Kaynağı çiğ süt olabilenler:	
8) Neden olduğu hastalık belirtileri arasında ateş olmayanlar:	

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

C) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Bir gıda mühendisi, fabrikada üretilen iki farklı konserve ürününün ısıl işlem parametrelerini belirlemektedir. X konservesi için 121 °C'ta sterilizasyon uygulanırken Y konservesi için daha düşük sıcaklıkların yeterli olduğu görülmüştür.

Metindeki asitlik ve sterilizasyon verileri dikkate alındığında bu iki konserve ürünü aşağıdakilerin hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

X Konservesi (121 °C)	Y Konservesi (< 100 °C)

A) Doğal yapısı nötre yakın olan patates konservesi-Asitliği yüksek bir ürün olan domates konservesi

B) Fermantasyonla asitliği artan turşu konservesi-Patojen gelişimi riskli olan taze et konservesi

C) pH değeri 4,5'in altında olan meyve konservesi-pH değeri 4,5'in üzerinde olan mısır konservesi

D) Küf ve mayaların ürediği portakal konservesi-Bakterilerin hızla geliştiği balık konservesi

E) Koruyucu ambalajla kapatılan sebze konservesi-Doğal koruyucu katmanı olan yumurta konservesi

2. Mikroorganizmalar gıdalardaki temel besin ögelerini sahip oldukları özgül enzimler yardımıyla hücre içine alabilecek boyutlara parçalar. Bu parçalanma süreçlerinin sonunda ise **metabolit** adı verilen yeni kimyasal maddeler üretilir.

Yukarıdaki metinde meydana gelen süreçler ışığında aşağıdaki bileşen, enzim ve metabolik sonuç eşleştirmelerinden hangisi doğrudur?

A) Halofilik mikroorganizmalar proteaz enzimiyle glikozu parçalar ve gıdada gaz çıkışına bağlı köpürme oluşturur.

B) Lipolitik mikroorganizmalar selülaz enzimiyle lipitleri parçalar ve gıdada ekşi tat oluşmasına zemin hazırlar.

C) Kserofilik mikroorganizmalar amilaz enzimiyle nişastayı parçalar ve gıdada yüksek oranda serbest su açığa çıkarır.

D) Proteolitik mikroorganizmalar peptidaz enzimiyle proteinleri parçalar ve gıdada yapısal bozukluklara neden olur.

E) Aerobik mikroorganizmalar lipaz enzimiyle selülozu parçalar ve gıdada mumsu kütikula tabakası meydana getirir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

3. Bir tarım işletmesinde hasat edilen meyvelerin bir kısmı fabrikaya taşınırken mekanik olarak zedelenmiş ve kabuklarında derin çatlaklar oluşmuştur. Depolama sürecinde zedelenen bu meyvelerin, sağlam olanlara kıyasla çok daha kısa sürede çürüdüğü saptanmıştır.

Meyvelerde yaşanan bu hızlı mikrobiyal bozulmanın temel nedeni aşağıdakilerden hangisinde doğru gerekçelendirilmiştir?

A) Çatlak bölgelerde su aktivitesi değeri hızla sıfıra yaklaşmış ve halofilik bakterilerin bu bölgelerde üremesi için uygun ortam doğmuştur.

B) Kabuktaki hasar nedeniyle mumsu kütikula tabakasının koruyucu bariyer etkisi ortadan kalkmış ve mikroorganizmalar besin ögelerine ulaşmıştır.

C) Zedelenen dokularda pozitif redoks potansiyeli tamamen yok olmuş ve konservelerde üreyen anaerobik canlılar yüzeyde baskın hâle gelmiştir.

D) Meyvenin iç kısmındaki steril alan havayla temas ettiği için dokudaki doğal hidroksisinnamik asit bileşikleri koruyucu etkisini kaybetmiştir.

E) Mekanik hasar sonucunda bitki hücrelerindeki proteinler denatüre olmuş ve mezofilik bakterilerin minimum gelişme sıcaklığı düşmüştür.

4. Bir gıda işletmesinde üretilen ambalajlı ürünlerde yapılan denetimlerde, mikrobiyal yükün 10^6 kob / g seviyesine ulaştığı ve baskın türün *Staphylococcus* grubu bakteriler olduğu belirlenmiştir. Yapılan teknik soruşturmada üretim hattındaki cihazların sterilizasyonunda bir sorun olmadığı kanıtlanmıştır.

Elde edilen bu verilere dayanarak fabrikadaki kalite yönetim biriminin öne süreceği en güçlü çıkarım aşağıdakilerden hangisidir?

A) Sorunun temel kaynağı üretimde doğrudan görev alan personelin kişisel hijyen kurallarına yeterince uymamasıdır.

B) Bozulmanın ana nedeni ambalaj içine modifiye atmosfer paketleme amacıyla yüksek oranda azot gazı basılmasıdır.

C) Temel hata, ham maddelerin depolandığı alanlardaki bağıl nem oranının meyve pörsümesine yol açacak kadar düşük olmasıdır.

D) Risk oluşturan faktör, taze etlerin kıyma hâline getirilmesi sırasında redoks potansiyelinin negatif yönde değişmesidir.

E) Sorunun odağı, bisküvi hamuruna eklenen fungistatik maddelerin ambalaj açıldıktan sonra bakterisit etki gösterememesidir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

5. Gıda sanayisinde sütte uygulanan pastörizasyon işleminin başarılı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla ısıya en dirençli bakteri indikatör kabul edilir. Çiğ süt tüketimi veya enfekte hayvanlarla temas yoluyla insanlara bulaşan hastalık yüksek ateş, baş ağrısı, hâlsizlik, kas ağrılarıyla seyreden bir hastalığa neden olmaktadır.

Metinde bahsedilen hastalık ve hastalığa sebep olan mikroorganizma hangisidir?

A) Norovirüs-sarılık

B) *Brucella*-bruselloz

C) *Coxiella* burnetii-Q ateşi

D) *Bacillus anthracis*-şarbon

E) *Salmonella*-salmonelloz

6, 7 ve 8. soruları aşağıda verilen metne göre cevaplayınız.

Ahmet, arkadaşları için evde biftekli sandviç hazırlamaktadır. Eti tezgâhta çözdürdükten sonra doğrama tahtasında kesmiştir. Aynı tahtayı ve bıçağı yıkamadan marul doğramak için kullanmıştır. Biftekleri yeterince pişirmeden sandviçlere eklemiş, hazırladığı sandviçleri servis edilene kadar mutfakta oda sıcaklığında bekletmiştir. Servisten önce sandviçleri tekrar ısıtmanın gerekli olmadığını düşünmüştür.

6. Ahmet'in yaptığı uygulamalarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

A) Etin tezgâhta çözdürülmesi ve oda sıcaklığında bekletilmesi mikroorganizma çoğalmasını artırır.

B) Aynı kesme tahtasının yıkanmadan kullanılması gıda güvenliği açısından risk oluşturmaz.

C) Bifteklerin az pişirilmesi mikroorganizmaların tamamen yok olmasını sağlar.

D) Sandviçlerin servis öncesi ısıtılmaması gıda güvenliği açısından risk oluşturmaz.

E) Çiğ etle temas eden yüzeylerin temizlenmeden kullanılması bulaşma riski oluşturmaz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

7. Aşağıdakilerden hangisi Ahmet'in gıda zehirlenmesine neden olabilecek hatalarından birini önlemeye yönelik bir uygulama değildir?

A) Eti buzdolabında çözdürmek

B) Hazırladığı sandviçleri 35 °C'ta bekletmek

C) Çiğ ve pişmiş gıdalar için ayrı ekipman kullanmak

D) Biftekleri yeterli süre pişirmek

E) Servisten önce sandviçleri ısıtmak

8. Ahmet'in yaptığı uygulamalar dikkate alındığında aşağıdaki sonuçlardan hangisi beklenmez?

A) Mikroorganizma sayısının artması

B) Gıda zehirlenmesi riskinin artması

C) Çapraz bulaşma riskinin oluşması

D) Gıdadaki patojen yükünün asgari düzeye inmesi

E) Hastalık etkenlerinin gıdaya bulaşması

9. Aşağıdaki bakteri-gıda zehirlenmesi tipi eşleşmelerinden hangisi yanlıştır?

A) *Campylobacter*-enfeksiyon

B) *Staphylococcus aureus*-intoksikasyon

C) *Bacillus cereus*-toksikoenfeksiyon

D) *Yersinia enterocolitica*-enfeksiyon

E) *Streptococcus pyogenes*-intoksikasyon

10. I. Kokuşma III. Yapışkanlık

II. Ekşime IV. Yağların oksidasyonu

Yukarıdakilerden 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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

11. ***C. botulinum*** **içinde bulunduğu konserve ürünlerinde hangi bozulma türüne neden olmaz?**

A) Köpürme B) Sünme C) Ekşime D) Kötü koku E) Gaz oluşumu

12. Yoğurtta ekşi tadın oluşmasında rol oynayan en önemli mikroorganizma türü aşağıdakilerden hangisidir?

A) *Lactobacillus bulgaricus* B) *Saccharomyces* C)*Streptococcus thermophilus*
D) *Rhodotorula* E) *Chromobacterium*

13. ***Erwinia carotovora*** **hangi gıdalarda ne tür mikrobiyal bozukluğa neden olur?**

A) Süt renginin değişmesine
B) Sebzelerde dokunun yumuşamasına
C) Etlerde kokuşmaya
D) Yumurtada hidrojen sülfür kokusuna
E) Konservelerde gaz oluşumuna

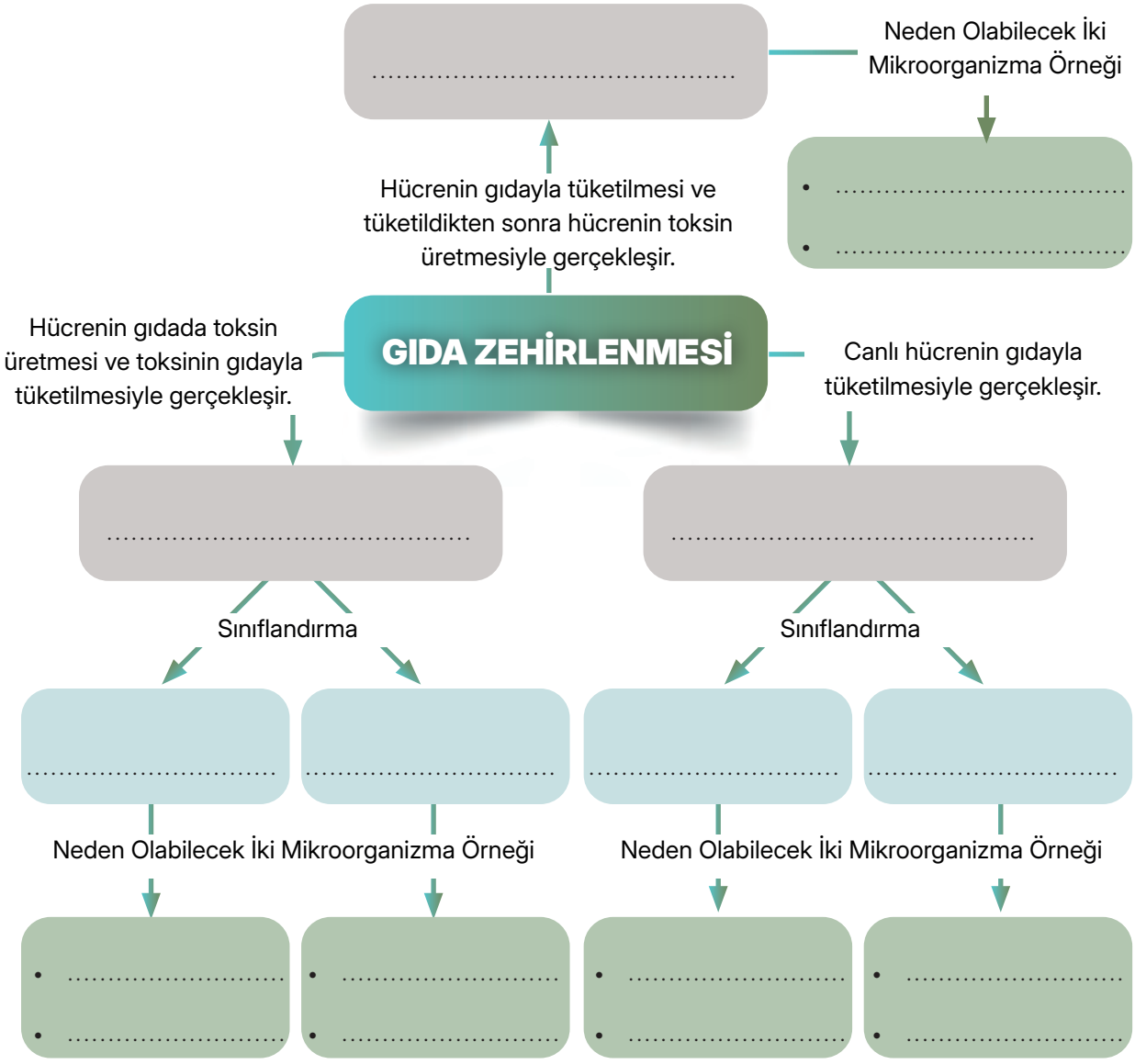
14.
- Toprak: Birçok mikroorganizma için doğal bir yaşam alanıdır; rüzgâr ve çamur aracılığıyla özellikle yüzeye yakın yetişen sebze ve meyvelere bulaşabilir.
- Hava: Kendine has bir mikroflorası yoktur; kapalı üretim alanlarındaki mikrobiyal yükü ortamda bulunan insan sayısı, hava akımının hızı ve insanların aktiviteleri belirler.
- Ambalaj: Gıdayı dış etkenlere karşı koruyan bir bariyerdir; ancak yetersiz sterilizasyon veya uygun olmayan depolama koşullarında kendisi bir bulaşma kaynağına dönüşebilir.

Yukarıdaki bilgiler dikkate alındığında, gıda işletmelerinde mikrobiyal yükü kontrol altında tutmak adına yapılan aşağıdaki uygulamalardan hangisi yanlış bir yaklaşımdır?

A) Meyve ve sebze hasadında toprak kökenli kontaminasyonu azaltacak hijyenik önlemler almak
B) Kapalı gıda üretim alanlarındaki personel sayısını ve çalışan aktivitelerini sınırlandırmak
C) Havalandırma sistemlerini üretim alanındaki hava akım hızını azaltacak şekilde düzenlemek
D) Geri dönüştürülmüş ambalaj materyallerini hiçbir sterilizasyon işlemine tabi tutmadan doğrudan kullanmak
E) Hububat hasadı sırasında meydana gelebilecek toprak kökenli küf bulaşmalarını önleyici tedbirler geliştirmek

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Ç) Aşağıda verilen kavram haritasındaki eksik kısımları uygun ifadelerle tamamlayınız.



KAYNAKÇA

Kitaplar

- Acar, J. ve Gökmen, V. (2005). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi* (Cilt 2). Hacettepe Üniversitesi Yayınları.
- Adams, M. R., McClure, P. J., and Moss, M. O. (2024). *Food microbiology* (5th ed.). Royal Society of Chemistry.
- Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., and Walter, P. (2022). *Molecular biology of the cell* (7th ed.). W. W. Norton and Company.
- Alpsoy, L., and Yalvaç, M. E. (2011). *Key roles of vitamins A, C, and E in aflatoxin B1-induced oxidative stress. Vitamins and Hormones*, 86, 287–305.
- Ankara Üniversitesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı. (2020). *Bölüm 4: Mantarlar, küfler, mayalar.* Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri.
- Aran, N., Alper, İ., and Boyacıoğlu, D. (2010). *Gıda biyoteknolojisi*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Arda, M. (2000). *Temel mikrobiyoloji*. Medisan Yayınları Serisi No. 46.
- Arslan, O., Bahar, M., and Özel, Ç. A. (2011). *Genel biyoloji laboratuvar kılavuzu*. Palme Yayıncılık.
- Ayaz, A., and Yurttagül, M. (2008). *Besinlerdeki toksik öğeler* I. Klasmat Matbaacılık.
- Babić, O. B., Kovač, D. J., Milovanović, I. Lj., Mišan, A. Č. and Simeunović, J. B. (2013). *Algae in food and feed. Food and Feed Research*, 40(1), 21–32.
- Barbosa-Cánovas, G. V., Altunakar, B., and Mejía-Lorío, D. J. (2005). *Freezing of fruits and vegetables: An agribusiness alternative for rural and semi-rural areas* (FAO Agricultural Services Bulletin No. 158). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Barsanti, L., and Gualtieri, P. (2014). *Algae: Anatomy, biochemistry, and biotechnology* (2nd ed.). CRC Press.
- Bilici, S., Uyar, M. F., Beyhan, Y., and Sağlam, F. (2008). *Besin zehirlenmeleri, nedenleri ve korunma yolları* (Yayın No. 727). T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Bulduk, S. (2003). *Gıda ve personel hijyeni*. Detay Yayıncılık.
- Cemeroğlu, B. (2004a). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi* (Cilt 1). Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Cemeroğlu, B. (2004b). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi* (Cilt 2). Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- Cemeroğlu, B. S. (2013). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi* (6. baskı, Cilt 1). Bizim Grup Basımevi.
- Cemeroğlu, B., and Acar, J. (1986). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., and Özkan, M. (2003). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Deak, T., and Beuchat, L. R. (1996). *Handbook of food spoilage yeasts*. CRC Press.
- Demirci, M. (2006). *Gıda kimyası* (3. baskı). Kelebek Matbaacılık.
- Doyle, M. P., and Buchanan, R. L. (Eds.). (2013). *Food microbiology: Fundamentals and frontiers* (4th ed.). ASM Press.
- Erkmen, O. (2021). *Gıda mikrobiyolojisi* (3. baskı). Ege Üniversitesi Basımevi.

- Erkmen, O. (Ed.). (2021). *Gıda mikrobiyolojisi* (6. baskı). Efil Yayınevi.
- Erkmen, O., and Turgay, Ö. (2017). *Gıda mikrobiyolojisi* (3. baskı). Efil Yayınevi.
- Garbutt, J. (2020). *Essentials of food microbiology* (2nd ed.). CRC Press.
- Graham, J. E., Wilcox, L. W., and Graham, L. E. (2009). *Algae* (2nd ed.). Benjamin Cummings.
- Göktan, D. (2018). *Gıda mikrobiyolojisi: Mikroorganizmaların gıdalardaki davranışları*. Ege Üniversitesi Basımevi.
- Göktan, D., and Tunçel, G. (2010). *Temel gıda hijyeni*. Meta Yayıncılık.
- Gönen, İ. (2013). *Türkiye'de kırsal kesimde norovirüs ve Campylobacter jejuni'ye bağlı gelişen büyük çaplı bir salgın ve yönetimi.* Nobel Medicus, 9(2), 47–51.
- Göçmen, B. (2014). *Protozooloji: Ökaryotik mikrobiyoloji*. Palme Yayınevi.
- Halkman, A. K. (2019). *Gıda mikrobiyolojisi*. Başak Matbaacılık.
- Halkman, A. K. (Ed.). (2005). *Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları*. Başak Matbaacılık.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., and Golden, D. A. (2005). *Modern food microbiology* (7th ed.). Springer Science and Business Media.
- Jay, J. M., Loessner, M. J., and Golden, D. A. (2022). *Modern gıda mikrobiyolojisi* (M. Alişarlı, Çev. Ed.). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Kocagöz, T. (2023). *Genel mikrobiyoloji ve laboratuvar kılavuzu*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Lee, R. E. (2018). *Phycology* (5th ed.). Cambridge University Press.
- Linden, G., and Lorient, D. (1999). *New ingredients in food processing*. Woodhead Publishing.
- Madigan, M. T., and Martinko, J. M. (2010). *Brock mikroorganizmaların* biyolojisi (C. Çökmüş, Çev. Ed.; 11. baskıdan çeviri). Palme Yayınevi.
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., and Stahl, D. A. (2021). *Brock biology of microorganisms* (16th ed.). Pearson.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., Stahl, D. A., and Clark, D. P. (2017). *Brock mikroorganizmaların biyolojisi* (G. Kotiloğlu, Çev. Ed.). Palme Yayınevi.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024a). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli gıda teknolojisi alanı gıda mikrobiyolojisi dersi öğretim programı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024b). Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli ortak metni.
- Nabors, M. W. (2004*). Introduction to botany*. Pearson Education.
- Perry, J. J., Staley, J. T., and Lory, S. (2002). *Microbial life: General microbiology*. Sinauer Associates.
- Raven, P. H., Evert, R. F., and Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of plants* (7th ed.). W. H. Freeman and Company.
- Ray, B., and Bhunia, A. (2014). *Fundamental food microbiology* (5th ed.). CRC Press.
- Ray, B., and Bhunia, A. (2021). *Temel gıda mikrobiyolojisi* (D. Heperkan, Çev. Ed.). Nobel Yayıncılık.
- Round, F. E. (1973). *The biology of algae* (2nd ed.). Edward Arnold.
- Samson, R. A., Houbraken, J., Thrane, U., Frisvad, J. C., and Samson, B. (2010). *Food and indoor fungi.* CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre.
- Schlegel, H. G., and Kogut, M. (2003). *General microbiology* (7th ed.). Cambridge University Press.
- Sert, S. (2000a). *Genel mikrobiyoloji* (Ders Yayınları No. 195). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.

- Sert, S. (2000b). *Genel mikrobiyoloji laboratuvar notları* (3. baskı, Ders Yayınları No. 138). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.
- Sharma, O. P. (2007). *Textbook of algae*. Tata McGraw-Hill Education.
- Sperber, W. H., and Doyle, M. P. (Eds.). (2010). *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. Springer.
- Stanbury, P. F., Whitaker, A., and Hall, S. J. (2017). *Principles of fermentation technology* (3rd ed.). Elsevier.
- Sutariya, S. G., and Sunkesula, V. (2021). *Food freezing: Emerging techniques for improving quality and process efficiency—A comprehensive review. In K. Knoerzer and K. Muthukumarappan (Eds.), Innovative food processing technologies* (pp. 36–63). Elsevier.
- Tanyüksel, M., and Özbilge, H. (2012). *Tıbbi parazitoloji*. Nobel Tıp Kitabevleri.
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2020). *Bitki hastalıkları ve yabancı ot zirai mücadele teknik talimatları (2009–2020)*. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü.
- Tayar, M. (2019). *Hijyen ve sanitasyon ders notu*. Bursa Uludağ Üniversitesi Karacabey Meslek Yüksekokulu.
- Tayar, M., and Heper, C. (2013). *Gıda mikrobiyolojisi*. Dora Yayıncılık.
- Tayar, M., and Kılıç, V. (2014). *Gıda endüstrisinde hijyen ve sanitasyon*. Dora Yayıncılık.
- Tayfur, M. (2009). *Gıda hijyeni, gıda kaynaklı enfeksiyonlar ve zehirlenmeler*. Kuban Yayıncılık.
- Temiz, A. (2014). *Genel mikrobiyoloji uygulama teknikleri*. Hatipoğlu Yayıncılık.
- Temiz, A. (2015). *Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları* (4. baskı). Palme Yayıncılık.
- Toparlak, M., and Karaer, Z. (2018). *Veteriner parazitoloji*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., and Case, C. L. (2018). *Microbiology: An introduction* (13th ed.). Pearson Education.
- Tucker, G. S., and Featherstone, S. (2011). *Essentials of thermal processing*. Wiley-Blackwell.
- Tunail, N. (2009). *Mikrobiyoloji* (1. baskı). Palme Yayınevi.
- Turgay, Ö. (2017). *Gıda mikrobiyolojisi*. Sidas Yayınları.
- Türk Dil Kurumu. (2007). *Biyoloji terimleri sözlüğü* (2. baskı; C. Ayvalı, Z. Suludere, and S. Karol, Haz.). Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Türk Dil Kurumu. (2019). *Türkçe sözlük*. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Türk Dil Kurumu. (2023). *Yazım kılavuzu* (28. baskı). Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Van den Hoek, C., Mann, D. G., and Jahns, H. M. (1995). *Algae: An introduction to phycology*. Cambridge University Press.
- Vesonder, R. F., and Goliński, P. (1989). *Metabolites of Fusarium. In J. Chełkowski (Ed.), Fusarium: Mycotoxins, taxonomy, pathogenicity* (pp. 1–39). Elsevier.
- Willey, J. M., Sandman, K. M., and Wood, D. H. (2024). *Prescott mikrobiyoloji* (G. Aslan, Çev. Ed.; 11. baskıdan çeviri). Palme Yayıncılık.
- Willey, J., Sandman, K., and Wood, D. (2019). *Prescott's microbiology* (11th ed.). McGraw-Hill.
- Çakmakçı, M. L., and Karahan, A. G. (1995). *Mikrobiyolojiye giriş* (İSVAK Yayın No. 5). İSVAK Yayınları.
- Çömlekçi, G. (2018). *Laboratuvar tekniği ve güvenliği*. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Özen, F., Çökmüş, C., and Tokatlı, A. (2020*). Genel mikrobiyoloji* (3. baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.

- Özçelik, S. (2009). *Genel mikrobiyoloji* (3. baskı). Filiz Matbaacılık.
- Ünlütürk, A., and Turantaş, F. (Eds.). (2019). *Gıda mikrobiyolojisi* (5. baskı). Mengi Tan Tanıtım ve Matbaacılık.
- Şahin, İ., and Başoğlu, F. (2014). *Gıda mikrobiyolojisi* (2. baskı). Dora Basım Yayıncılık.

Dergiler

- Çelik, İ. (2013, Mart). Küf mantarının gizli kalmış "özel hayatı". *Bilim ve Teknik, (544),* 40.
- Çelik, İ. (2014, Ekim). Bakterilerimiz de "söz sahibi". *Bilim ve Teknik, (563),* 37.
- Şenel, F. (2013, Mart). Virüsler. *Bilim ve Teknik, (516),* 9.

Bilimsel Makaleler

- Acar-Sarı, E., ve Duman, B. (2018). Gıdalarda bulunan küflerin tanımlanmasında kullanılan geleneksel ve modern yöntemler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi,* (19), 45–58.
- Baylan, O., and Abaslı, H. E. (2005). *Yersinia enterocolitica* infeksiyonları. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 35,* 232–247.
- Bernard, K. A., Bellefeuille, M., Ewan, P. P., and Rourke, F. (2002). Characterization of *Brevibacterium* spp. from clinical sources and description of *Brevibacterium avium* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52*(6), 1919–1925.
- Cleere, M. M., Novodvorska, M., Geib, E., Whittaker, J., Dalton, H., Salih, N., Hewitt, S., Kokolski, M., Brock, M., and Dyer, P. S. (2024). New colours for old in the blue-cheese fungus *Penicillium roqueforti*. npj *Science of Food, 8*, Article 3.
- Coton, E., Jany, J. L., and Coton, M. (2020). Yeasts and molds: *Penicillium roqueforti*. Reference Module in Food Science. *Elsevier*.
- Dressler, D., and Johnson, E. A. (2022). Botulinum toxin therapy: Past, present and future developments. *Journal of Neural Transmission, 129*(5–6), 829–833.
- Du Toit, M., Engelbrecht, L., Lerm, E., and Krieger-Weber, S. (2011). *Lactobacillus*: The next generation of malolactic fermentation starter cultures: An overview. *Food and Bioprocess Technology, 4*(6), 876–906.
- Durlu Özkaya, F., and 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*(S8), S2–S6.
- Erol, İ. (2016). Yeni ve yeniden önem kazanan gıda kaynaklı bakteriyel zoonozların epidemiyolojisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 87*(2), 63–76.
- Franco, M. P., Mulder, M., Gilman, R. H., and Smits, H. L. (2007). Human brucellosis. *The Lancet Infectious Diseases, 7*(12), 775–786.
- Güran, H. Ş., and Öksüztepe, G. (2012). Gıda kaynaklı botulizm ve önemi. Fırat Üniversitesi *Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 26*(3), 191–195.
- James, A. G., Hyliands, D., and Johnston, H. (2002). Microbiological and biochemical origins of human axillary odor. *FEMS Microbiology Ecology, 41*(2), 99–109.
- Jolly, N. P., Augustyn, O. P. H., and Pretorius, I. S. (2006). The role and use of non-*Saccharomyces* yeasts in wine production. *South African Journal of Enology and Viticulture, 27*(1), 15–39.
- Karsen, H., Ceylan, M. R., Bayındır, H., and Akdeniz, H. (2019). Foodborne botulism in Turkey, 1983 to 2017. *Infectious Diseases, 51*(2), 91–96.

- Knop, M. (2011). Yeast cell morphology and sexual reproduction: A short overview and some considerations. *Comptes Rendus Biologies, 334*(8–9), 599–606.
- Kreyden, O. P., and Schmid-Grendelmeier, P. (2000). Botulinumtoxin: Vom Gift zum Medikament: Ein historischer Rückblick [Botulinum toxin: From poison to pharmaceutical. A historical review]. *Der Hautarzt, 51*(10), 733–737.
- Li, L., Pegg, R. B., Eitenmiller, R. R., Chun, J.-Y., and Kerrihard, A. L. (2017). Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis, 59*, 8–17.
- Markus, C. R., Jonkman, L. M., Lammers, J. H., Deutz, N. E., Messer, M. H., and Rigtering, N. (2005). Effect of tryptophan-rich egg protein hydrolysate on an objective measurement of sleep quality. *The American Journal of Clinical Nutrition, 81*(5), 1026–1033.
- Nestor, M. S., and Fischer, D. (2024). Beyond wrinkles: A comprehensive review of the uses of botulinum toxin. *Journal of Drugs in Dermatology, 23*(3), 173–181.
- Olstorpe, M., and Passoth, V. (2011). *Pichia anomala* in grain biopreservation. *Antonie van Leeuwenhoek, 99*(1), 57–62.
- Reis, R., Zeray, C., and Sipahi, H. (2019). *Clostridium botulinum* kaynaklı gıda zehirlenmeleri: Botulizm. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 39*(1), 58–63.
- Roy, U., Batish, V. K., Grover, S., and 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., and Ergün, Ö. (1996). Gıdalarda *Yersinia enterocolitica* ve önemi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7*(1–2), 117–120.
- Schulte, E. M., Avena, N. M., and Gearhardt, A. N. (2015). Which foods are most addictive? The roles of processing, fat content, and glycemic load. *PLoS ONE, 10*(2), Article e0117959.
- Telgi, R. L., Yadav, V., Telgi, C. R., and Boaz, K. (2013). In vivo effect of cheese, yogurt and milk on plaque pH in cheese-eating and non-cheese-eating groups. *General Dentistry, 61*(3), 56–59.
- Terzi, G. (2008). Deniz ürünlerine bağlı zehirlenmeler ve etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 65*(1), 51–60.
- Tiryaki, O. (2016). Bitki sağlığı ve gıda güvenliği. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4*(2), 65–73.
- Uçar, G., Yörük, N. G., and Güner, A. (2015). *Escherichia coli* enfeksiyonları. *Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics, 1*(3), 22–29.
- Çakmur, R. (2010). Botulinum toksini uygulamalarında kanıta dayalı tıp. *Türkiye Klinikleri Nöroloji Özel Dergisi, 3*(2), 12–18.
- Çakıcı, N., Demirel Zorba, N. N. ve Akçalı, A. (2015). Gıda endüstrisi çalışanları ve stafilokokal gıda zehirlenmeleri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 72*(4), 337–350.
- Özer, B. H. (2018). Fonksiyonel gıdalar ve probiyotikler: Beslenme ve sağlık ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Journal of Food and Health Science, 4*(2), 85–98.
- Öztürk, S. (2012). Botulinum toksini: Farmakolojisi ve terapötik perspektif. *Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Özel Dergisi, 5*(1), 1–7.

Tezler ve Bildiriler

- Aktaş, D., Başboğa, M. N., Alp, E., Karakoç, A., Öncül, O. ve Saha Çalışma Grubu. (2014). *Q ateşi salgını/ Yalova-2013.* II. Ulusal Saha Epidemiyolojisi Konferansı Bildiri Kitapçığı.

Ulusal ve Uluslararası Mevzuat, Standartlar ve Tebliğler

- Sağlık Bakanlığı. (2019, 3 Ekim). *Gıda Işınlama Yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı 30907).
- T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). *Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik*. Resmî Gazete (Sayı 28682).
- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2017, 27 Nisan). *Çiğ Sütün Arzına Dair Tebliğ (Tebliğ No. 2017/20)*. Resmî Gazete (Sayı 30050).
- Ticaret Bakanlığı. (2011, 29 Aralık). *Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı 28157, Mükerrer 3).

Kaynakça atıf sistemi, APA 7 yazım kuralları ve kaynak gösterme biçimine göre düzenlenmiştir.

CEVAP ANAHTARLARI KAREKODU

Cevap anahtarlarına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



GENEL AĞ, GÖRSEL KAYNAKÇASI KAREKODU

Kitabın genel ağ ve görsel kaynakçasına bu karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

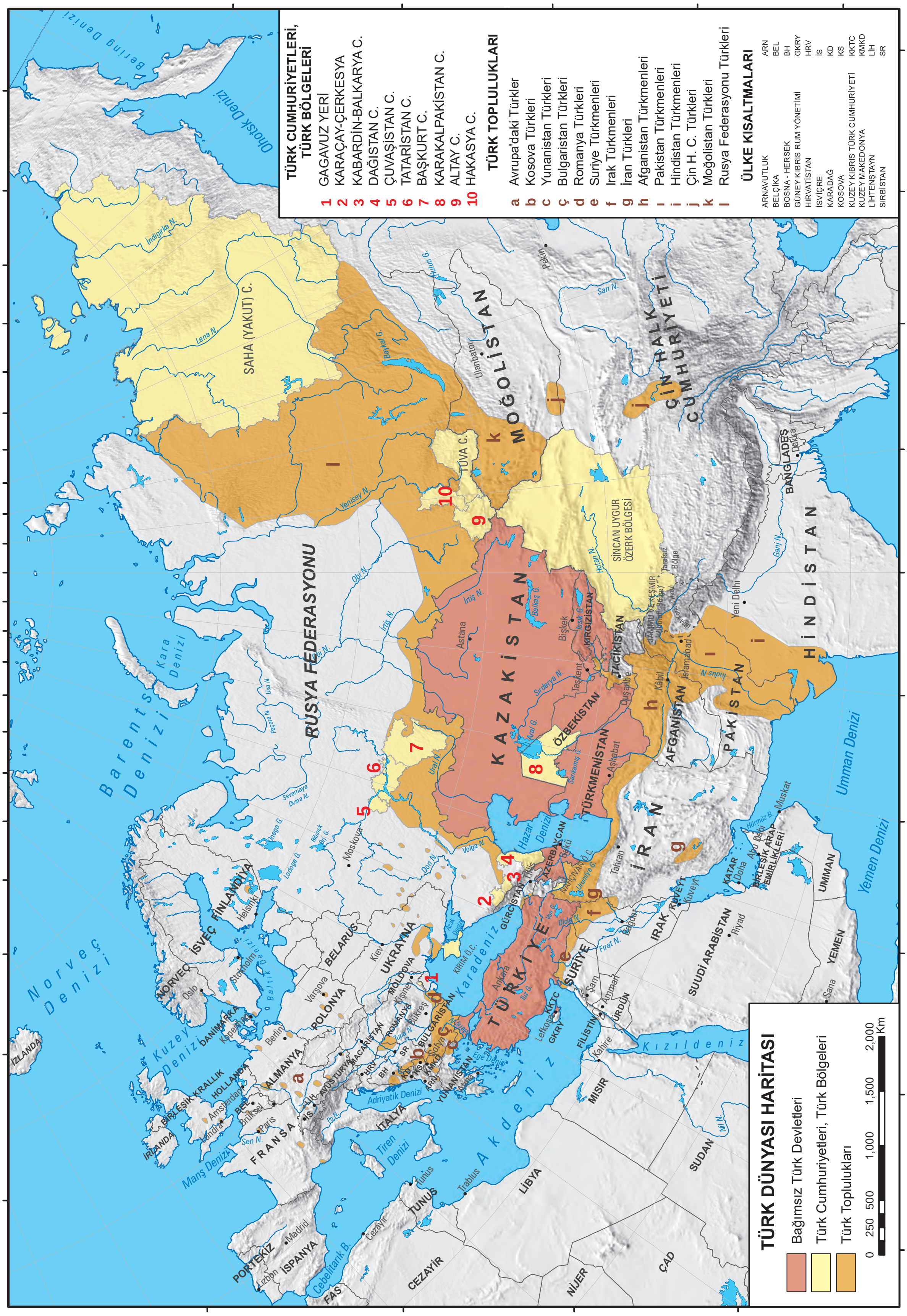
Dijital dokümanlarda karekodun üzerine tıklayarak içeriğe ulaşabilirsiniz.



Notlar:

Notlar:


ROMANYA
UKRAYNA
RUSYA FEDERASYONU
HAZAR DENİZİ
BULGARİSTAN
KARADENİZ
GÜRCİSTAN
YUNANİSTAN
MARMARA DENİZİ
EGE DENİZİ
ERMENİSTAN
AZERBAYCAN
İRAN
SURİYE
IRAK
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ
LÜBNAN
AKDENİZ
LİBYA
MISIR
FİLİSTİN
İSRAİL
Bükreş
Sofya
Atina
Beyrut
Şam
Bağdat
Tel Aviv
Lefkoşa
Erenköy
Tiflis
Erivan
Sinop
Samsun
Trabzon
Rize
Artvin
Ardahan
Kars
Ağrı
Iğdır
Erzurum
Erzincan
Giresun
Ordu
Amasya
Tokat
Çorum
Sivas
Yozgat
Kastamonu
Çankırı
Karabük
Bartın
Zonguldak
Düzce
Bolu
Sakarya
Kocaeli
İstanbul
Tekirdağ
Kırklareli
Edirne
Çanakkale
Gökçeada
Bursa
Bilecik
Balıkesir
Eskişehir
Ankara
Kırıkkale
Kırşehir
Kütahya
Afyonkarahisar
Uşak
Manisa
İzmir
Aydın
Denizli
Muğla
Burdur
Isparta
Antalya
Konya
Aksaray
Nevşehir
Kayseri
Niğde
Karaman
Mersin
Adana
Osmaniye
Kahramanmaraş
Gaziantep
Şanlıurfa
Kilis
Hatay
Adıyaman
Malatya
Elazığ
Tunceli
Bingöl
Muş
Bitlis
Van
Diyarbakır
Batman
Siirt
Şırnak
Mardin
Hakkâri
Yalova
Tuna N.
Kura N.
Aras N.
Sakarya N.
Kızılırmak N.
Yeşilırmak N.
Fırat N.
Dicle N.
Seyhan N.
Ceyhan N.
Göksu N.
Asi N.
Nil N.
Süveyş K.
Tuz Gölü
Van Gölü
Urumiye Gölü
Nahçıvan Ö.C. (Azerbaycan)
Ardahan Ö.C.
Adana Ö.C.
TÜRKİYE'NİN MÜLKİ İDARE BÖLÜMLERİ İLE KARA VE DENİZ KOMŞULARI HARİTASI
BAŞKENT
Ankara
İL MERKEZİ
Elazığ
GÖL
ÜLKE SINIRI
ÖZERK BÖLGE SINIRI
AKARSU
0 50 100 200 300 400
Km


TÜRK DÜNYASI HARİTASI
Bağımsız Türk Devletleri
Türk Cumhuriyetleri, Türk Bölgeleri
Türk Toplulukları
0 250 500 1,000 1,500 2,000 Km
TÜRK CUMHURİYETLERİ, TÜRK BÖLGELERİ
1 GAGAVUZ YERİ
2 KARAÇAY-ÇERKESYA
3 KABARDİN-BALKARYA C.
4 DAĞISTAN C.
5 ÇUVAŞİSTAN C.
6 TATARİSTAN C.
7 BAŞKURT C.
8 KARAKALPAKİSTAN C.
9 ALTAY C.
10 HAKASYA C.
TÜRK TOPLULUKLARI
a Avrupa'daki Türkler
b Kosova Türkleri
c Yunanistan Türkleri
ç Bulgaristan Türkleri
d Romanya Türkleri
e Suriye Türkmenleri
f Irak Türkmenleri
g İran Türkleri
h Afganistan Türkmenleri
ı Pakistan Türkmenleri
i Hindistan Türkmenleri
j Çin H. C. Türkleri
k Moğolistan Türkleri
l Rusya Federasyonu Türkleri
ÜLKE KISALTMALARI
ARNAVUTLUK ARN
BELÇİKA BEL
BOSNA - HERSEK BH
GÜNEY KIBRIS RUM YÖNETİMİ GKRY
HIRVATİSTAN HRV
İSVİÇRE İS
KARADAĞ KD
KOSOVA KS
KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ KKTC
KUZEY MAKEDONYA KMKD
LİHTENŞTAYN LİH
SIRBİSTAN SR