

Genel Mikrobiyolojiye ve Gıda Mikrobiyolojisine Giriş

Murat Dođan¹

¹Istanbul Gelişim Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi,
Gastronomi ve Mutfak Sanatları, İstanbul, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0001-6391-4887,

mdogan@gelisim.edu.tr,



[CITATION]

Doğan, M. (2020). Genel Mikrobiyolojiye ve Gıda Mikrobiyolojisine Giriş. In *Gıda Mühendisliğine Giriş* (pp. 137-159). Nobel Akademik Yayınları, Ankara. ISBN: 978-605-033-148-6

GIDA MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Editör

Dr. Murat Doğan

İstanbul Gelişim Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi
Gastronomi ve Mutfak Sanatları



GIDA MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

Editör: Dr. Murat Doğan

Yayın No. : 2537
Mühendislik-Teknik No. : 201
ISBN : 978-605-033-148-6
Basım Sayısı : 1. Basım, Ocak 2020

© Copyright 2020, NOBEL AKADEMİK YAYINCILIK EĞİTİM DANIŞMANLIK TİC. LTD. ŞTİ. SERTİFİKA NO.: 40340
Bu baskının bütün hakları Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.ne aittir. Yayınevinin yazılı izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.
Nobel Yayın Grubu, 1984 yılından itibaren ulusal ve 2011 yılından itibaren ise uluslararası düzeyde düzenli olarak faaliyet yürütmekte ve yayınladığı kitaplar, ulusal ve uluslararası düzeydeki yükseköğretim kurumları kataloglarında yer almaktadır.

Genel Yayın Yönetmeni : Nevzat Argun -nargun@nobelyayin.com-
Yayın Koordinatörü : Gülfem Dursun -gulfem@nobelyayin.com-

Redaksiyon : Yıldız Çağlayan -caglayanildiz@nobelyayin.com-
Sayfa Tasarım : Ahmet S. Baydar -ahmet@nobelyayin.com-
Kapak Tasarım : Mehtap Yürümez -mehtap@nobelyayin.com-
Baskı ve Cilt : Atalay Matbaacılık / Sertifika No.: 15689-
Büyük Sanayi 1 Cad. Elif Sok. No.:7/236-237 İskitler / ANKARA

Kütüphane Bilgi Kartı

Doğan, Murat.

Gıda Mühendisliğine Giriş / Editör: Murat Doğan

1. Basım. xxiv + 448 s. 16x23,5 cm. Kaynakça var, dizin yok.

ISBN: 978-605-033-148-6

1. Gıda Mühendisliği 2. Gıda Bilimi 3. Gıda Teknolojisi

Genel Dağıtım

ATLAS AKADEMİK BASIM YAYIN DAĞITIM TİC. LTD. ŞTİ.

Adres: Bahçekapı mh. 2465 sk. Oto Sanayi Sitesi No:7 Bodrum Kat Şaşmaz-ANKARA - siparis@nobelyayin.com-

Telefon: +90 312 278 50 77 - **Faks:** 0 312 278 21 65

E-Satış: www.nobelkitap.com - www.atlaskitap.com - **Bilgi:** esatis@nobelkitap.com - info@atlaskitap.com

Dağıtım ve Satış Noktaları: Alfa Basım Dağıtım, Ana Basım Dağıtım, Arasta, Arkadaş Kitabevi, D&R mağazaları, Dost Dağıtım, Kitapsan, Nezh Kitabevleri, Prefix, Remzi Kitabevleri, TveK Mağazaları

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1: Bilim ve Mühendislik Tarihi	1
Giriş	1
Antik Çağlar: İlk Mühendisler ve Bilginler	2
Mısır.....	3
Babil ve Asur	5
Yunan.....	5
Roma	7
Orta Çağ	9
Rönesans ve Reformun Katkısı	10
Bilimsel Devrim	10
Nicolaus Copernicus (1473–1543)	11
Tycho Brahe (1546-1601)	11
Johannes Kepler (1571-1630)	11
Galileo Galilei (1564-1642)	12
Aydınlanma	13
Isaac Newton (1642–1727).....	13
Antoine Lavoisier (1743-1794).....	13
Friedrich Wöhler (1800-1882).....	14
Charles Darwin (1809-1882)	14
Gregor Mendel (1822-1884)	15
Louis Pasteur (1822-1895)	15
Sanayi Devrimi ve Modern Mühendisliğin Gelişimi	16
Yakın Dönem Bilim ve Mühendislik	19
Kaynakça	20
BÖLÜM 2: Gıda Mühendisliğinin Tanımı, Tarihçesi, Sektördeki Çalışma Alanları,	21
Görev ve Sorumlulukları	21
Giriş	21
Gıda Mühendisliğinin Tanımı	21
Gıda Mikrobiyolojisi	22
Gıda İşleme Teknolojisi	22
Mühendislik	22
Gıda Bilimi.....	22
Gıda Teknolojisi	22

Gıda Mühendisliği Tarihçesi	25
Gıda Mühendisleri Odası Tarihçesi	28
Gıda Mühendisleri Odasının Amaçları.....	29
Gıda Mühendislerinin Görev ve Sorumlulukları	29
Kariyer Sitelerinde İşe Alımda İstenen Nitelikler Nelerdir?	32
Mühendiste Aranılan Nitelikler Nelerdir?	32
Gıda Mühendislerinin Sektördeki Çalışma Alanları	33
Özel Sektörde Çalışabileceği Birimler.....	34
Yardımcı Endüstrilerde Çalışabileceği Alanlar	34
Ürün Bazında Sektörlerde Çalışabileceği Alanlar	34
Kaynakça	37
BÖLÜM 3: Mühendislik Etiği ve Gıda Mühendisliği Mesleki Etik Kuralları	41
Giriş	41
Etik Yaklaşımlar	42
Normatif Etik	42
Betimleyici Etik	42
Etik Teoriler	42
Faydacılık Kuramı (Sonuçsalcılık, Teleolojik).....	43
Deontoloji (Sonuçsalcı Olmayan) Kuramı.....	43
Etik Prensipler	43
Etik Sistemler	43
Amaçlanan Sonuç Etiği.....	44
Kural Etiği	44
Toplumsal Sözleşme Etiği	44
Kişisel Etik	44
Sosyal Yaşam Etiği	44
Etik Matris	44
Meslek Etiği	44
Mesleki Etik İlkeleri	45
Doğruluk	45
Yasallık	45
Yeterlik	45
Güvenirlilik	46
Mesleğe Bağlılık.....	46
Etik Kodlar	46
Mühendislik Etiği	47
Mühendislik Etiği İlkeleri ve Etik Kodlar	48
Temel İlkeler.....	48
Diğer İlkeler.....	48
Gıda Mühendisliğinde Etik	53
Gıda Mühendisinin Mesleki Etik Davranış İlkeleri	54
Güvenilir ve Kaliteli Gıda	55
Mevzuat	55
Kavramlar	55
Tüketici Tatmini	55
Mevzuata Uyum	55
Hijyen Şartları.....	55
Sağlığa Zararlı Olmaması.....	56

Beslenme Değeri	56
Yasal Adımlar	56
Tartışmalı Konular	56
Medya ile İlişkiler	57
Gıda Alanında Kamuya Açık Tartışmalar	57
Temsil Etme Sorunları	57
Bilginin Gizliliği	57
Mesleki Etik Kapsamında Çıkar Çatışması	58
Topluma Karşı Görev Anlayışı ile Açıklama	58
Gıda Mühendisinin Çalışanlarına Karşı Sorumluluğu	58
İşverenin Çıkarlarını Savunurken Bilimsel Nesnelliğin Korunması	58
Danışman Olarak Tarafına Karşı Sorumluluk	58
Kurumsal Sorumluluğa Karşı Mesleki Sorumluluk	59
Çeşitli Sivil Toplum Kuruluşları (STK) Dernekler, Birlikler, Federasyonlar, Meslek Örgütleri) ile Olası Çatışmalar	59
Çeşitli Ticari Birlikler ile Olası Çatışmalar	59
Hediye Alma ve Çıkar Sağlama	59
Çalışanlara Karşı Sorumluluklar	59
Bilimsel Sorumluluk, Ürün Tanıtım ve Reklamları	60
Mesleki Sorumluluk	60
Temel Güçlük Alanları	60
Öğrencilere Karşı Sorumluluklar	61
Akademisyenlerin Sorumlulukları	61
Stajyer Öğrencilere Karşı Sorumluluklar	61
Çevrenin Korunması ve Gıda Kaynaklarının Sürdürülebilirliği İçin Taşındığı Sorumluluklar	62
Gıda Mühendisliği Yemini	62
Gıda Etiği	62
Etik Matris	64
Kaynakça	65
BÖLÜM 4: Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler	69
Giriş	69
Gıda ile İlgili Temel Tanımlar	69
Gıda Maddesi	69
Gıda Bilimi	70
Gıda İşleme	70
Ham Madde	70
Proses	70
Boyutlar, Büyüklük, Birim, Ölçme ve Birim Dönüşümleri	70
Temel ve Türetilmiş Büyüklükler	71
Birim	71
Ölçme	71
Birimler ve Dönüşümleri	71
CGS Birim Sistemi	71
MKS Birim Sistemi	72
Uluslararası Birim Sistemi (SI- Systeme International d'Unites)	72
Birimler Arası Dönüşümler	73

Kütle ve Ağırlık Kavramı	73
Brüt Ağırlık	74
Dara	75
Net Ağırlık	75
Gıda Mühendislerinin Kullandığı Tartım Araçları	75
Hassas Terazi	75
Analitik Terazi	76
Hacim	76
Hacim Ölçüm Araçları	77
Düzgün Boyutlu Olmayan veya Boyutları Bilinmeyen Katı Gıda Örneklerinin Hacimlerinin Ölçülmesi	79
Uzunluk	79
Uluslararası Uzunluk Birimleri	79
Gıda Ambalajlarında Yüzey Alan/Hacim Oranın Bilinmesinin Önemi.....	80
Yoğunluk, Özgül Ağırlık ve Özgül Kütle	80
Yoğunluk (ρ)	80
Gıda Örneklerinin Yoğunluklarını Belirleme.....	81
Düzgün Boyutlu Olmayan veya Boyutları Bilinmeyen Katı Gıda Örneklerinin Yoğunluklarının Ölçülmesi.....	81
Suyun Yoğunluğu ve Önemi	82
Gıda Endüstrisinden Bir Örnek: Piknometre Yöntemi	83
Özgül Ağırlık (γ).....	83
Özgül Kütle (ρ)	84
Sıcaklık	84
Sıcaklık Ölçümü	85
Mutlak Ölçekler	85
Isı	87
Uluslararası Isı Birimleri	87
Isı ve Sıcaklığın Karşılaştırılması	87
Isı Transfer Mekanizmaları	88
Isının Kondüksiyon (İletim) Yoluyla Transferi	88
Isının Konveksiyon (Taşıma) Yoluyla Transferi	88
Isının Radyasyon (Işıma) Yoluyla Transferi	88
Gıdaların Kalori Değerini Hesaplama	89
Tepkime Isısı	89
Endotermik Tepkimeler	89
Ekzotermik Tepkimeler	90
Gıda Sanayisinde Isı Aktarımının Önemi	91
Isıl İşlemler.....	91
Pişirme.....	94
Basınç.....	95
Basınç Birimleri	97
Gıdaların İşlenmesinde Akışkan, Sıvı Transferi, Viskozite, Akış, Akış Ölçümleri	97
Akış ve Akış Tipleri: Laminer (Düzgün) Akış ve Türbülanslı (Girdaplı) Akış	97
Sıkıştırılabilen ve Sıkıştırılamayan Akışkanlar	98
Viskozite.....	98
Kaynakça	101

BÖLÜM 5: Gıda Kimyasına Giriş	103
Giriş	103
Su	104
Yapısal Su	104
Komşu Su	104
Çoklu Tabaka Su	104
Serbest Su	105
Karbonhidratlar	105
Karbonhidratların Sınıflandırılması	106
Monosakkaritler	106
Oligosakkaritler	106
Polisakkaritler (Glikanlar).....	106
Homopolisakkaritler	107
Heteropolisakkaritler	107
Karbonhidratların Reaksiyonları	109
Amino Asitler ve Proteinler	109
Proteinler	111
Gıda Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri	112
Yağlar	113
Lipidlerin Sınıflandırılması	114
Bileşik (Konjuge) Lipitler	116
Vitaminler ve Mineraller	117
Vitaminler.....	117
Yağda Çözünen Vitaminler	119
Suda Çözünen Vitaminler.....	119
Mineraller.....	120
Enzimler	121
Enzimlerin Sınıflandırılması.....	122
Mikrobiyal Enzimlerin Gıda Endüstrisindeki Kullanımları.....	124
Gıda Katkı Maddeleri	125
Gıda Katkı Maddeleri Kodlama Sistemi	125
Gıda Katkı Maddelerinin Sınıflandırılması	127
Renk Maddeleri –Pigmentler	128
Gıdalarda Bulunan Yaygın Doğal Renk Maddeleri	128
Tat ve Koku Maddeleri (Lezzet Maddeleri)	129
Gıdalarda Fiziksel ve Kimyasal Bozulmalar	130
Kaynakça	132
BÖLÜM 6: Genel Mikrobiyolojiye ve Gıda Mikrobiyolojisine Giriş	137
Giriş	137
Tarihçe	137
Mikroorganizma Hakkında Genel Bilgiler	140
Mikroorganizmaların Yarar ve Zararları.....	141
Mikrobiyolojinin Dalları	141
Mikroorganizmaları Sınıflandırma	141
Hücre Yapılarına Göre Sınıflandırma	142
Oksijen Gereksinimlerine Göre Sınıflandırma	142
Sıcaklık Gereksinimlerine Göre Sınıflandırma	143

Fonksiyonlarına (Metabolizmalarına) Göre Sınıflandırma	143
Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi	143
Mikroorganizmaların Gelişmesini Etkileyen Faktörler	144
İç Faktörler	144
Mikroorganizma Bulaşma Kaynakları	149
Su, Toprak, Toz ve Hava	149
Bitkiler	150
Hayvan ve İnsan Bağırsak Sistemi	150
Hayvan Derisi	150
Hayvan Yemleri	150
Gıda İşleme ve Taşıma Araçları	150
Çalışanlar	150
Gıdalarda Bulunabilen Mikroorganizmalar ve Fonksiyonları	150
Gıda zehirlenmelerine ve hastalıklara neden olan mikroorganizmalar (bakteriler)	151
Gıdalarda Bozulmalara Neden Olan Mikroorganizmalar (Bakteriler)	153
Gıdalarda Yararlı Sonuçlara Neden Olan Mikroorganizmalar (Bakteriler).....	154
Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar (Küfler)	155
Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar (Mayalar).....	157
Kaynakça	159
BÖLÜM 7: Gıda Muhafaza Yöntemleri	161
Giriş.....	161
Geleneksel Muhafaza Yöntemleri	162
Isıl İşleme Muhafaza	162
Soğutma ile Muhafaza	164
Dondurarak Muhafaza	164
Kurutma ile Muhafaza	165
Modifiye Atmosfer Yöntemi	166
Engeller Teknolojisi	167
Yeni Muhafaza Yöntemleri	168
Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması.....	168
Ultrases Uygulaması	169
Vurgulu Elektrik Alan Uygulaması.....	170
Ohmik Isıtma	171
Işınlama ile Gıdaların Korunması	171
Mikrodalga Isıtma	173
Radyo Frekans Isıtma	174
Ultraviyole ışınlama	174
Kaynakça	175
BÖLÜM 8: Gıda Teknolojilerine Giriş.....	177
Giriş.....	177
Süt Teknolojisi	178
Süt ve Tanımı.....	178
Sütün Bileşimi	178
Süt Yağı	179
Süt Proteinleri	179
Süt Şekeri (Laktoz)	180

Vitamin ve Mineraller	180
Sütteki Enzimler	180
Sütün Fiziksel Özellikleri	181
Süte Uygulanan İşlemler	182
Fabrikaya Kabul ve Süt Miktarının Tespiti	182
Sütün Temizlenmesi	182
Süt Yağının Ayrılması	183
Sütün Homojenizasyonu	183
Sütün Standardizasyonu	183
Sütün Havasının Alınması (Deaerasyon)	183
Süte Isıl İşlem Uygulanması	184
İçme Sütü Teknolojisi	184
Pastörizasyon (Pastörize Süt)	184
Sterilizasyon (Sterilize Süt)	184
UHT Sterilizasyon (UHT Süt)	185
Peynir Teknolojisi	185
Beyaz Peynir Üretim Aşamaları	185
Yoğurt Teknolojisi	189
Çiğ Süt	190
Sütün Temizlenmesi (Klarifikasyon)	190
Standardizasyon	190
Kuru Maddenin Arttırılması	190
Ön Isıtma	191
Homojenizasyon	191
Pastörizasyon ve Soğutma	191
Starter Kültür İlavesi	191
Soğutma ve Ambalajlama	192
Diğer Fermente Süt Ürünleri	192
Ayran	192
Kefir	192
Kımız	192
Tereyağı	192
Ham Madde (Çiğ Süt ve Krema)	193
Kremanın Pastörizasyonu	193
Kremanın Soğutulması ve Olgunlaştırılması	194
Kremanın Nötralizasyonu	194
Starter Kültür İlavesi	194
Kremanın Yayıklanması	194
Yıkama	195
Tuzlama ve Yoğurma	195
Ambalajlama ve Depolama	195
Et Teknolojisi	196
Etin Tanımı ve Bileşimi	196
Et Kaynakları	196
Etin Beslenmedeki Önemi	196
Kasaplık Hayvanların Kesilmesi ve Parçalanması	197
Hayvanın Bayıltılması	197
Hayvanın Kesilmesi ve Kanının Akıtılması	197
Hayvanın Derisinin Yüzülmesi	197

Hayvanın İç Organlarının Çıkarılması.....	198
Karkasın Parçalanması	198
Kesim Sonrası Ette Meydana Gelen Değişimler	199
Kastaki Biyokimyasal Değişiklikler	199
Kastaki Fiziksel Değişiklikler.....	200
Et Teknolojisinde Kullanılan Katkı Maddeleri.....	200
Fermente Et Ürünleri	200
Sucuk Üretim Teknolojisi	201
Ham Madde Seçimi	201
Sucuk Hamurunun Hazırlanması ve Kılıflara Doldurulması	202
Fermentasyon ve Olgunlaştırma	202
Dış Faktörler;.....	203
Ambalajlama ve Pazarlama Öncesi Depolama	203
Salam ve Sosis Üretim Teknolojisi.....	203
Ham Madde Seçimi	203
Hamurun Hazırlanması ve Emülsifikasyon İşlemi	203
Kılıflara Doldurma.....	204
Ön Kurutma – Tütsüleme - Pişirme	205
Ambalajlama ve Pazarlama.....	205
Pastırma Üretim Teknolojisi.....	205
Hayvanın Seçimi.....	206
Hayvanın Kesilmesi ve Yüzülmesi	206
Karkasın Parçalanması	206
Söküm	207
Ayırım (Açım).....	207
Tuzlama	207
Yıkama.....	207
Kurutma ve Denkleme	207
Çemenleme.....	208
Ambalajlama ve Dağıtma.....	208
Yağ Teknolojisi.....	208
Yağlar.....	208
Bitkisel Yağ Üretim Teknolojisi	213
Ön İşlemler	213
Temizleme	214
Nemlendirme	214
Kabuk Kırma ve Ayırma	214
Boyut Küçültme	214
Yağlı Tohumların Kavrulması	215
Yağın Alınması (Ekstraksiyon)	215
Mekanik Presleme.....	215
Çözgen Ekstraksiyonu	215
Ön Preslemeli Çözgen Ekstraksiyonu	216
Rafinasyon	216
Zeytinyağı Teknolojisi	218
Zeytinyağı	219
Zeytinyağı Çeşitleri	219
Natürel Zeytinyağları	219
Natürel Sızma Zeytinyağı	220

Natürel Birinci Zeytinyağı	220
Rafine Zeytinyağı	220
Riviera Zeytinyağı	220
Zeytinyağı Üretimi	220
Ön işlemler.....	222
Tahıl (Hububat) Teknolojisi	224
Tahıl Tanım ve Çeşitleri	224
Buğday Tanesinin Kimyasal Bileşimi	225
Su	226
Karbonhidratlar	226
Proteinler	227
Yağlar.....	227
Mineral Maddeler	227
İtaminler.....	228
Öğütme Teknolojisi.....	228
Ham Maddenin İşletmeye Alınması ve Depolanması.....	228
Buğdayın Temizlenmesi	229
Buğdayın Tavlanması.....	229
Buğdayın Öğütülmesi	230
Eleme.....	230
Ekmek Teknolojisi	231
Ekmek Üretiminde Temel Bileşenler	231
Un	231
Maya.....	232
Tuz.....	232
Su	232
Ekmek üretim aşamaları.....	233
Makarna Teknolojisi.....	235
Makarna Üretim Aşamaları	236
Yoğurma.....	236
Kesme, Şekil Verme.....	236
Kurutma	237
Ambalajlama	237
Bisküvi Üretim Teknolojisi	237
Büsküvi Yapımında Kullanılan Ham Maddeler	238
Bisküvi Üretim Akım Şeması	238
Ham Maddelerin Karıştırılması	238
Yoğurma	239
Kesme ve Şekil Verme	239
Piştirme.....	239
Soğutma	239
Meyve ve Sebze Teknolojisi	240
Meyve ve Sebzelerin Bileşimindeki Maddeler.....	240
Karbonhidratlar	241
Polisakkaritler	241
Şeker ve Türevleri.....	241
Azotlu Bileşikler.....	242
Enzimler	242
Organik Asitler.....	242

Vitaminler.....	242
Mineral Maddeler	243
Renk Maddeleri	243
Meyve ve Sebzelere Uygulanan Ön İşlemler	243
Meyve ve Sebzelerin Muhafazası	244
Konserve Üretim Teknolojisi	244
Haşlama.....	245
Konserve Kaplarına Dolum	245
Hava Çıkarma	246
Isıl İşlem.....	246
Depolama.....	246
Salça Üretim Teknolojisi	247
Domateslerden Pulp Eldesi	247
Pulpun Salçaya Konsantre Edilmesi	248
Salçanın Doldurulup Ambalajlanması	248
Reçel, Marmelat ve Jöle Üretim Teknolojisi	248
Ham Maddenin Hazırlanması	249
Yardımcı Maddelerin Hazırlanması	249
Reçel Üretimi	250
Haşlama-Ön Isıtma.....	250
Piştirme	250
Dolum	250
Meyve Suyu Üretim Teknolojisi.....	250
Meyve Suyu Üretimi	251
Ön İşlemler ve Mayşenin Oluşumu	251
Mayşenin Isıtılması	251
Presleme	251
Durultma	252
Filtrasyon	253
Pastörizasyon	253
Hazır Yemek Teknolojisi	253
Hazır Yemek Üretimi	253
Yemek Üretim Sistemleri	254
Geleneksel Üretim Sistemleri.....	255
Geleneksel Hazır Yemek Üretiminde Hizmet Sistemleri.....	256
Tesis İçi Yemek Hizmeti (Yerinde Üretim).....	256
Tesis Dışı Yemek Hizmeti (Merkezî Üretim).....	257
Piştir Soğut Üretim Sistemleri	258
Piştir Dondur Üretim Sistemleri.....	260
Sous Vide (Deep Vacuum) Üretim Sistemleri	261
Kaynaklar	261
BÖLÜM 9: Gıda Güvenliği ve Kalite.....	265
Giriş.....	265
Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri	265
HACCP	265
Tarihçesi	266
Codex Alimentarius	266

HACCP'in Amacı	266
HACCP'in Faydaları.....	267
HACCP Sisteminde Tanımlar	267
HACCP Prensipleri	269
HACCP Sistemi Uygulama Basamakları.....	269
HACCP Ön Gereklilikleri	270
HACCP Sisteminde Gıda Güvenliği Açısından Tehlikeler	272
Fiziksel Tehlikeler	272
Kimyasal Tehlikeler.....	272
Biyolojik Tehlikeler.....	272
Tehlike Analizi	273
Kritik Kontrol Noktalarının (KKN) Tespiti.....	273
TS EN-ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi	275
Tarihçesi	276
TS EN ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemini Uygulayabilecek Kuruluşlar.....	276
TS EN ISO 22000 İçin Önemli Olan Bazı Tanımlar ve Terimler	277
Gıda Zinciri.....	277
Gıda Güvenliği Tehlikesi.....	277
Gıda Güvenliği Politikası	277
Son Ürün.....	277
Kontrol Önlemi.....	277
Ön Gereksinim Programı (ÖGP).....	277
Operasyonel Ön Gereksinim Programı (OÖGP).....	278
Düzeltilme.....	278
Geçerli Kılma.....	278
Doğrulama	278
Güncelleme	278
TS EN ISO 22000 Sisteminin Standart Maddeleri	278
Madde 4. Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi	278
Madde 5. Yönetim Sorumluluğu	279
Madde 6. Kaynak Yönetimi.....	281
Madde 7. Güvenli Ürün Planlama ve Gerçekleştirme	281
Madde 8. Gıda Güvenliği Yönetim Sisteminin Geçerli Kılınması, Doğrulanması ve İyileştirilmesi.....	288
ISO 22000 2005-2018 Eşleştirmesi.....	290
BRC, IFS VE EFSIS	292
Kalite ve Kalite Yönetim Sistemleri.....	293
Kalite	293
Kalitenin Faydaları	293
Kalitesizliğin Zararları	293
Kalite Maliyet Türleri.....	293
Toplam Kalite Yönetimi	294
Kalite Yönetim Prensipleri	295
Müşteri Odaklılık	295
Liderlik.....	296
Personelin Bağlılığı	296
Proses Yaklaşımı.....	296
İyileştirme	296
Kanıt Esaslı Karar Alma.....	297

İlişki Yönetimi	297
Kalite Yönetim Sistemleri.....	297
Kalite Yönetim Sistemi ve ISO Tarihçesi	297
Belgelendirme Posedürü.....	298
Uyumsuzluk Tipleri.....	298
Gözlem	298
Minör	299
Majör	299
Gıda İşletmelerinde Kullanılan Yönetim Sistemleri.....	299
TS EN ISO 9001-20015 Kalite Yönetim Sistemleri-Koşullar	299
TS EN ISO 9001 Sisteminin Standart Maddeleri	300
TS EN ISO 22000 Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi.....	302
TS EN ISO ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemleri-	
Koşullar ve Kullanım Kılavuzu	302
TS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri-Koşullar	303
TS ISO 10002 Müşteri Memnuniyeti Yönetim Sistemi	303
TS EN ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi	304
TS ISO 28000 Tedarik Zinciri Güvenlik Yönetim Sistemi.....	305
Helal Belgelendirme	305
TSE Tarafından Verilen Helal Belgeleri	306
GMP (İyi Üretim Uygulamaları) Belgelendirmesi.....	306
Kaynakça	306
BÖLÜM 10: Genel Gıda Mevzuatı	309
Giriş.....	309
WTO-Dünya Ticaret Örgütü	309
Codex Alimentarius	310
Codex Alimentarius'un Genel İlkeleri	310
Codex Alimentarius'un Amacı	310
Codex Standartlarının Yapısı	311
Codex Standartlarının Revizyonu.....	311
Codex Alimentarius İlgili Komite, Komisyon ve Kurul Kısaltmaları	311
Beslenme ve Etiketleme.....	312
Kodeks'in Beslenme ve Etiketlemedeki Rolü	312
Kontaminantlar (Kirleticiler)	313
Kodeks'in Kirleticilerdeki Rolü.....	313
Tarım İlacı (Pestisitler)	314
Kodeks'in Böcek İlaçlarında Rolü	314
Antimikrobiyal Direnç	314
AMR'de Kodeks'in Rolü	315
Biyoteknoloji.....	315
Kodeks'in Biyoteknolojideki Rolü	316
Hayvan Besleme	316
Kodeks'in Hayvan Beslemedeki Rolü	316
EFSA-Avrupa Gıda Güvenliği Kurumu.....	317
Beslenme Uygulamaları: Genel Bakış ve Prosedür	317
Biyolojik Tehlike Uygulamaları: Genel Bakış ve Prosedür	317
Dekontaminasyon Maddeleri	318

Hayvansal Yan Ürün Muameleleri	318
Yem Katkı Maddesi Uygulamaları: Genel Bakış ve Prosedür	318
WHO-Dünya Sağlık Örgütü	319
FAO-Gıdae Tarım Örgütü	319
FDA-Gıda ve İlaç Dairesi	319
Gıda Dolandırıcılığı (Food Fraud)	320
Türkiye’de Gıda Mevzuatının Gelişimi	321
Türk Gıda Kanunlarında Bazı Temel İlkeler	322
Kaynakça	323
BÖLÜM 11: Gıda Kompozisyonu Veri Üretimi ve Kullanımı	325
Giriş	325
Gıda Kompozisyon Bileşen Verisi Üretimi	326
Gıda Nedir?	327
Gıda Tanımlama.....	327
Gıda Grupları	328
Gıda Bileşen Grupları ve Bileşenler	328
Gıda Kompozisyonunda Örneklem Planı	328
İşlenmiş Gıda Örneklemi	330
İşlenmemiş Gıda Örneklemi	330
Gıda Kompozisyon Veri Tabanlarında Bileşenler ve Birimler	331
Gıda Kompozisyonunda Analiz Teknikleri	333
Gıda Bileşenlerinin Gıda Kompozisyonundaki Yeri	334
Enerji ve Karbonhidrat Hesaplamaları	334
Nem (Su)	339
Toplam Diyet, Suda Çözünür ve Suda	
Çözünmeyen Lif	339
Nişasta	339
Şeker Alkolleri (Sorbitol, Mannitol, Ksilitol)	340
Monosakkaritler (Fruktoz-Glukoz) ve Disakkaritlerin (Sakaroz-Maltoz-	
Laktoz) Suda Çözünürlüğü	340
Aspartam-Asesülfam-K-Sodyum Sakarin	341
Toplam Azot	341
Amino Asit Kompozisyonu	341
Yağ	342
Yağ Asitleri	343
Kolesterol	344
Alkol Tayini	344
Kül	344
Mineral	344
A Vitamini Tayini	344
Karotenoidlerin (Lutein-Likopen-Beta Karoten)	346
Alfa-Tokoferol (E Vitamini)	346
D₃ Vitamini (Kolekalsiferol)	347
K₁ ve K₂ Vitamini (Fillokinon)	347
C Vitamini	347
B₁ Vitamini (Tiamin)	348
B₂ Vitamini (Riboflavin)	348

Niasin (Nikotinamid-Nikotinic Asit) Tayini	348
B₆ Vitamini (Pridoksin-Pridoksal-Pridoksamin)	349
B₁₂ Vitamini (Siyankobalamin)	349
Folat -Folik Asit	349
Kaynakça	354
BÖLÜM 12: Etik Dışı Davranışlar ve Tağşişler	355
Giriş	355
Gıdada Etik Dışı Davranışlar	356
Gıdada Etik Dışı Davranışların Verebileceği Zararlar ve Bu Zararların Önlenmesi ...	358
Tağşişler	361
Tağşiş Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	364
Gıda Tağşişlerinin Önlenmesi İçin Öneriler ^[53]	385
Kaynakça	386
BÖLÜM 13: Gıda Endüstrisinde Sürdürülebilirlik	405
Giriş	405
Su Sürdürülebilirliği	408
Gıda Endüstrisi Açısından Su Sürdürülebilirliği	409
Su Sürdürülebilirliği Yönetimi İçin Çözüm Önerileri	410
Tarımsal Sürdürülebilirlik	412
Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları ve Yeni Trendler	414
Organik Tarım.....	414
Dikey Tarım	415
Akıllı Tarım Sistemi	416
Kompostlama	417
Sulama Sistemleri	417
Hidrojeller.....	418
Endüstriyel Gıda Üretiminde Sürdürülebilirlik	418
Biyoyakıt Üretimi	420
Gıda Paketleme	421
Kitozan Bazlı Kaplama ve Ambalaj Malzemeleri	422
Selüloz ve Hemiselüloz Bazlı Ambalajlar	423
Restoran, Perakende Satış ve Catering Endüstrisinde Sürdürülebilirlik	423
Yeşil Restoranlar	425
Slow Food Akımı	426
Üç Boyutlu Gıda Yazıcıları.....	427
Dijital Mutfak Aletleri	427
Akıllı Telefon Uygulamaları.....	428
Kaynakça	429
BÖLÜM 14: Gıda Mühendisliğinde Güncel Yaklaşımlar	433
Giriş	433
Gıda Üretiminde Ürüne ve Üretime İlişkin Yeni Uygulamalar	436
Isıl Olmayan Koruma Yöntemleri	437
Isıl Koruma Yöntemleri	438

BÖLÜM 6

GENEL MİKROBİYOLOJİYE VE GIDA MİKROBİYOLOJİSİNE GİRİŞ

Giriş

Mikrobiyoloji, canlıları inceleyen biyoloji biliminin alt dalıdır. Genellikle gözle görülemeyen çok küçük canlılar olan mikroorganizmaları inceler ve insanlık yararına uygulamalar yapar. Uygulamalı bir bilim dalı olan mikrobiyoloji tıp, veteriner, ziraat ve gıda gibi birçok alanla ilgilenmektedir. Mikrobiyoloji çeşitli alt çalışma disiplinlerine bölünmüştür. Gıda mühendislerinin ilgi alanı olan gıda mikrobiyolojisi ve gıda biyoteknolojisinin yanı sıra veteriner ve ziraat mühendislerinin ilgi alanı olan veteriner ve tarım mikrobiyolojileri de mikrobiyolojinin alt çalışma disiplinlerindedir. Bununla birlikte incelenen mikroorganizmaların türlerine göre araştıran alt dallar geliştirilmiştir. Bakterileri araştıran bakteriyoloji, virüsleri araştıran viroloji, fungusleri araştıran mikoloji örnek olarak verilebilir.

Gıda mikrobiyolojisi ise adından da anlaşıldığı gibi gıdalarla mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Gıdalarda bulunan veya bulunabilecek mikroorganizmaları tanımlar, zararlı ve yararlı olanları özelliklerine göre belirler. Yararlı olanlardan starter kültür, probiyotik vb.'nin kullanımı üzerine çalışır. Zararlılardan patojen ve toksik olanların nasıl enfeksiyona, intoksikasyona ve zehirlenmelere neden olduklarını açıklar.

Bu bölümde ayrıca gıda mühendisi olarak "Gıdalarda mikroorganizma bulunur mu?", "Gıdalarda neden mikroorganizmaların varlığını belirlememiz gerekli?" gibi soruların yanıtlarını bulacaksınız.

Tarihçe

İnsanoğlunun gıdalarda mikroorganizmaların bulunduğunu ne zaman tahmin ettikleri konusu tarihsel açıdan bir bilinmezdir. Ancak birçok Antik Çağ düşünürü

BÖLÜM 6

GENEL MİKROBİYOLOJİYE VE GIDA MİKROBİYOLOJİSİNE GİRİŞ

Giriş

Mikrobiyoloji canlıları inceleyen biyoloji biliminin alt dalıdır. Genellikle gözle görülemeyen çok küçük canlılar olan mikroorganizmaları inceler ve insanlık yararına uygulamalar yapar. Uygulamalı bir bilim dalı olan mikrobiyoloji tıp, veteriner, ziraat ve gıda gibi birçok alanla ilgilenmektedir. Mikrobiyoloji çeşitli alt çalışma disiplinlerine bölünmüştür. Gıda mühendislerinin ilgi alanı olan Gıda Mikrobiyolojisi ve Gıda Biyoteknolojisinin yanı sıra Veteriner ve Ziraat Mühendislerinin ilgi alanı olan Veteriner ve Tarım Mikrobiyolojileri de mikrobiyolojinin alt çalışma disiplinlerindedir. Bununla birlikte incelenen mikroorganizmaların türlerine göre araştıran alt dallar geliştirilmiştir. Bakterileri araştıran Bakterioloji, virüsleri araştıran Viroloji, fungusları araştıran Mikoloji örnek olarak verilebilir. Gıda mikrobiyolojisi adından da anlaşıldığı gibi gıdalarla mikroorganizmalar arasındaki ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır. Gıdalarda bulunan veya bulunabilecek mikroorganizmaları tanımlar, zararlı ve yararlı olanları özelliklerine göre belirler. Yararlı olanlardan starter kültür, probiyotik vb. kullanımı üzerine çalışır. Zararlı olanlardan patojen ve toksik olanların nasıl enfeksiyona, intoksikasyona ve zehirlenmelere neden olduklarının açıklar.

Bu bölümde ayrıca gıda mühendisi olarak; gıdalarda mikroorganizma bulunur mu? Steril gıda olabilir mi? Gıdalarda neden mikroorganizmaların varlığını belirlememiz gerekli? gibi soruların yanıtlarını bulacaksınız.

Tarihçe

İnsanoğlunun gıdalarda mikroorganizmaların bulunduğunu ne zaman tahmin ettikleri konusu tarihsel açıdan bir bilinmezdir. Ancak birçok antik çağ düşünürü bunu tahmin etmiştir. Örneğin antik Yunanda küçük yaratıklardan kuşkulandığına dair kayıtlar mevcuttur. Ancak mikroskop icat edilene kadar mikropların varlığı kanıtlanamamıştır. Ancak tüm bu hipotezler mikrobiyolojinin bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasına önemli katkı sağlamıştır.

İnsanlık tarih öncesi (en az 1 milyon yıl önce) gıda toplayıcısı iken yerleşik hayata geçmesi ile gıda üreticisi olmuştur. Toplayıcı dönemde insanlar hayvanları avlamışlar ve yabani otlar ve meyvelerle beslenmişlerdir. Bu tarihsel dönemde insanlar önce topladıklarını çiğ tüketmişler

ve daha sonraki tarihlerde pişirerek tüketmişlerdir. Gıda üreticisi dönem ise 10000 yıl öncesine dayanmaktadır. Yapılan arkeolojik kazılarda bulunan bulgular; milattan önce 6000'li yıllarda toprak çanaklarda buğdayın pişirildiği ve depolandığını göstermektedir. Babil'de milattan önce 7000'li yıllarda bira üretimi yapıldığına dair arkeolojik kanıtlar bulunmuştur. Anadolu'da Sümerler ve Mısırlılar sütü işlemişler ve tereyağı ve peynir üretmişlerdir. Romalıların milattan 1000 yıl önce balıkların saklanması için kar kullandıkları bilinmektedir. Ancak bu tür saklama yöntemlerinin kullanılması mikroorganizmaların farkına vardıkları anlamına gelmemektedir.

İlk büyük gıda zehirlenmesi milattan sonra 900'lerde Fransa'da çavdardan (Ergotizm) kaynaklanmıştır.

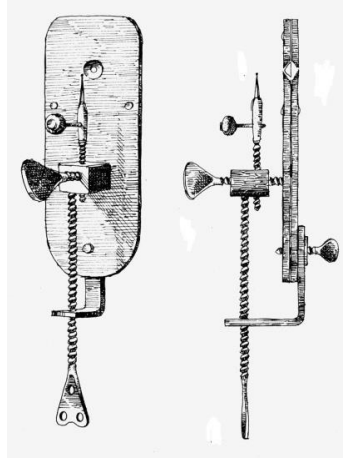
1546 yılında İtalyan hekim Girolamo Fracastoro bulaşıcı hastalıkların tohumlar (jermeler) aracılığı ile hastalıklı insanlardan sağlıklı insanlara taşındığını kitaplarında belirtmiştir.

1658 yılında Alman bilim insanı Athanasius Kircher gıdaların bozulmasına gözle görülmeyen kurtçukların neden olduğunu öne sürmüştür.

1664 yılında İngiliz bilim insanı Robert Hooke geliştirdiği mikroskopta büyük mikroorganizmalardan olan protozoları gözlemlemiştir. (Resim 1.) 17. Yüzyılın sonlarına doğru Hollandalı bilim insanı Anton van Leeuwenhoek kendi geliştirdiği mikroskopta tek hücreli canlı olan bakterileri detaylı olarak incelemiştir. (Resim 2.)



Resim 1. Robert Hooke'un kullandığı mikroskop

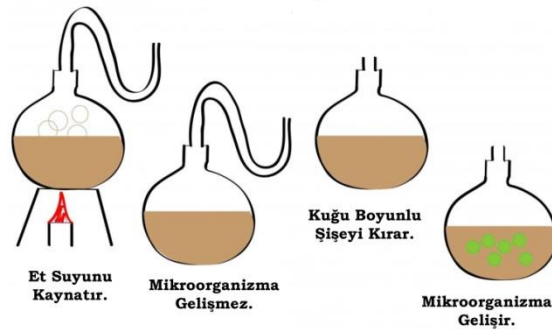


Resim 2. Anton van Leeuwenhoek'un geliştirdiği mikroskop

1765 yılında İtalyan bilim insanı Lazzaro Spallanzani hava almayan ve sıkı şekilde kapatılmış et suyunun bozulmadığı gstermiştir. Bu deneyi kendiliğinden oluşum (abiyogenez- spontan generasyon) hipotezini ürtmek iin yapmış ancak canlılık iin yaşamsal önemi olan oksijeni engellediği iin kabul edilememiştir.

1862 yılında Fransız mikrobiyolog Louis Pasteur ilk havada görülen yapılar ile bozulmuş gıdalarda görülen yapıların birbirine ok benzediğini fark etti ve böylece kendiliğinden oluşum (abiyogenez) tezini rtmş oldu. (Resim 3).

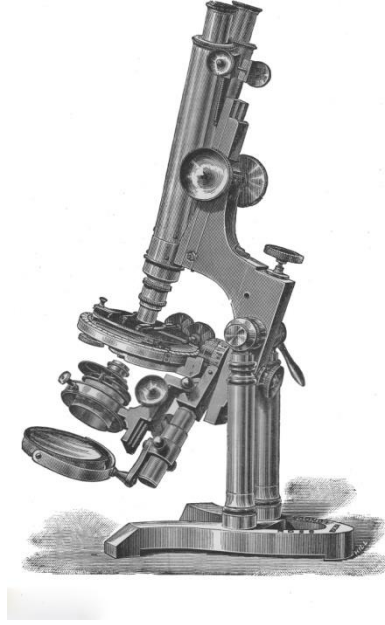
Pasteur'un Abiyogenez Tezini rttğ Deney



Resim 3. Louis Pasteur'un kuğu boyunlu şişelerle yaptığı deney

Louis Pasteur mikroorganizmaların gıdalardaki önemini anlayan ve saptayan bilim insanıdır. şarapta bozucu faaliyette bulunan mikroorganizmaları yok etmek iin ısıl işlemi ilk

uygulayandır. Bu işlemle kendi adıyla anılan pastörizasyon yönteminin temelini atmış oldu.1843 yılında İngiliz mucit Andrew Ross binoküler mikroskobu yapmıştır (Resim).



Resim . Ross –Zentmayer Mikroskobu (1885)

20 yüzyılın başlarında Alman fizikçi Otto Lehmann floresans mikroskobunu yapmıştır. 1933 yılında Alman bilim adamları Max Knoll ve Ernst Ruska ilk elektron mikroskobu yapmışlardır.Günümüzde gıda muhafaza, fermentasyon, biyoteknoloji gibi bir çok farklı alanda mikrobiyoloji biliminden yararlanılmaktadır.

Mikroorganizma Hakkında Genel Bilgiler

Bakteriler, mayalar, küfler ve algler birer mikroorganizmadır ve gözle görülemeyecek kadar küçük ve tek hücreli canlılardır. Ancak milyonlarcası çoğalarak bir araya gelir ve koloni oluştururlar. Böylece mikroorganizmaları çıplak gözle görmemiz mümkün olur. Örneğin küflenen limon üzerinde siyah olarak gördüğümüz küflerdir. Sivilcelerimizi sıktığımızda çıkan irinin bir kısmını bakteriler oluşturur. Yeryüzünde altı milyon civarında mikroorganizma türü olduğu tahmin edilmektedir.

Genellikle mikroorganizmaların büyüklükleri belirlenirken bakteriler, fungi ve algler için mikrometre (μm) , virüsler için nanometre (nm) birimi kullanılmaktadır. Örneğin bakterilerin

apı metrenin milyonda biri ve virüslerin apı ise metrenin milyarda biri civarındadır. Işık mikroskobunda bakteriler gözlemlenebilirken virüsler ancak elektron mikroskobunda gözlemlenir.

Günümüze kadar tüm bu mikroorganizmaların ancak % 5'i tanımlanabilmiştir. Tüm bu mikroorganizmaların içindeki patojen mikroorganizma miktarı çok düşüktür. Bir kısmı ise insan için yararlı mikroorganizmayken geriye kalanların milyonlarcasının insanlara zararı veya zararı yoktur.

Mikroorganizmaların yarar ve zararları

Yararları kısaca; bazıları çürükçüdür ve tüm organik maddeleri çürüterek doğaya kazandırır. Böylece yeryüzünün azot dengesini sağlar ve toprak verimini artırır. Bazıları fermente gıdalarımızın oluşmasında iş görür. Bunlar birkaçına örnek verirsek yoğurt, peynir, tarhana, alkollü içkiler ve sirke sayılabilir. Bağırsaklarımızda yaşayan probiyotik mikroorganizmaların sağlığımıza birçok yararı vardır.

Zararları kısaca; bazıları patojendir, insan, hayvan ve bitkilerde hastalık yapar ve öldürebilir. Zehirlenmelere neden olabilir. Gıdaları bozarak kalitesini bozar ve yenemez hale getirir.

Mikrobiyolojinin Dalları

Mikrobiyoloji viroloji, bakteriyoloji, protozooloji, algoloji ve mikoloji alt kısımlarına ayrılmıştır. Viroloji virüsleri, bakteriyoloji bakterileri, protozooloji protozoonları, mikoloji fungusları inceler. Günümüzde mikroorganizmaların sınıflandırılması devam etmekte ve sistematığı yenilenmektedir. Bunun yanında hücresel yapıların çalışıldığı sitoloji, mikroorganizmaların ortaya koyduğu kimyasal reaksiyonların incelendiği mikrobiyal biyokimya ve mikroorganizmalardan yararlanarak birçok yeni çözümlerin üretildiği biyoteknoloji günümüz mikrobiyolojisine yön vermektedir.

Mikroorganizmaları Sınıflandırma

Mikroskopun icadı ile mikroorganizmaların sınıflandırılması başlamıştır. Hollandalı bilim insanı Anton van Leeuwenhoek kendi geliştirdiği mikroskopla mikropları inceleyerek şekillerini çizmiş ve hareketlerini belirlemiştir. İsveçli bir botanist Carolus Linneaus mikroorganizmaları cins (genus) ve tür (species) olarak sınıflamıştır. Danimarkalı bir doğa bilimcisi olan Otto Frederich Müller bakterileri yuvarlak ve çubuk şeklinde sınıflandırmış; Alman zoolojist Christian Gottfried Ehrenberg sınıflandırmaya protozoonları da eklemiş ve Alman bir biyolojist olan Ernst Haeckel tek hücrelileri hayvan ve bitkilerden ayırmak için protista grubunda toplamıştır. 1957 yılında Christopher F. Steiner protistaları ikiye ayırmış; yeşil algleri, protozoaları, mantarları yüksek protista; bakterileri ve mavi-yeşil algleri basit protista grubuna dahil etmiştir. Bununla birlikte günümüzde yeni tekniklerin geliştirilmesi ve yeni mikroorganizmaların bulunma çalışmaları devam etmekte bunun sonucu olarak sistematik sınıflandırmalar yenilenmektedir.

Hücre yapılarına göre sınıflandırma

Canlılarda bulunan hücreler tüm karmaşıklığına rağmen prokaryotik ve ökaryotik olarak sınıflandırılabilir. Mikrobiyolojinin temel ilgi alanlarından olan bakteriler prokaryot grupta yer alırken diğer önemli ilgi alanı olan fungusler ökaryotik grupta yer almaktadır. Diğer bir ilgi alanı olan virüsler ise hücre yapısı olmadığı için herhangi bir grupta yer almamaktadır.

Oksijen gereksinimlerine göre sınıflandırma

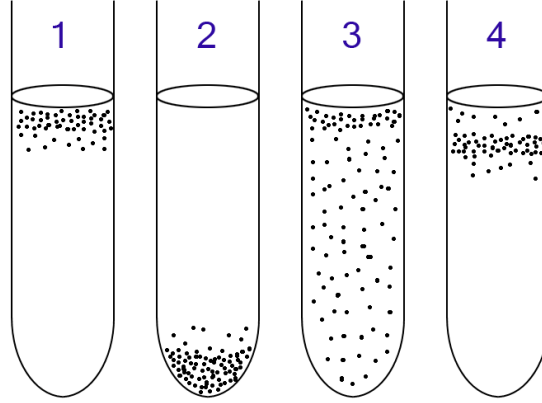
1.Aerobik mikroorganizmalar: Enerji sağlayabilmeleri, gelişmeleri ve çoğalmaları için oksijene gereksinim duyarlar. Doğal olarak yeryüzünde diğerlerinden daha fazladır.

Laboratuvar koşullarında tüp besiyerin üst kısmında gelişirler.

2.Anaerobik mikroorganizmalar: Oksijensiz ortamda gelişebilirler. Oksijen bu tür mikroorganizmanın gelişmesini engeller. Laboratuvar koşullarında tüp besiyerin alt kısmında gelişirler.

3.Fakültatif mikroorganizmalar: Oksijenli ve oksijensiz ortamda gelişebilirler ve enerji mekanizmaları ve enzim sistemleri her iki koşula uyum sağlayabilir. Laboratuvar koşullarında tüp besiyerin orta kısmında gelişirler.

4.Mikroaerofilik mikroorganizmalar: Gelişmeleri için atmosfer koşullarındaki oksijen fazla gelirken % 5'e kadar olan oksijen yeterlidir (Resim).



Resim . Oksijen gereksinimlerine göre sınıflandırma

Sıcaklık gereksinimlerine göre sınıflandırma

Sıcaklık mikroorganizmaların hücre içi kimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için önemlidir. 34°C'den 100°C aralığına kadar farklı sıcaklık aralıklarında yaşayabilen mikroorganizmalar vardır ve sıcaklık gereksinimlerine göre genel olarak soğuk seven (psikrofil), ılık seven (mezofil), sıcak seven (termofil) mikroorganizmalar olarak üçe ayırabiliriz (Tablo)

Mikroorganizmaların yaşabileceği maksimum minimum ve optimum sıcaklıklar aralıkları bulunmaktadır. En iyi gelişimi optimum sıcaklıkta gösterirler. Küf ve mayalar genellikle psikrofil ve mezofildir. Bakteriler ise her üç grupta da olabilir. Ancak bazı bakteriler buzdolabı koşullarında gelişebilir ve et, balık, tavuk, yumurta süt ve ürünlerinin bozulmasına neden olabilir. Bu bakterilere *Pseudomonas*, *Alcaligenes* ve *Lactobacillus* örnek verilebilir. Termofilik mikroorganizmaların dışında termodurik (sıcaklığa tolerans gösteren) mikroorganizmalar vardır. Bunlar yüksek sıcaklıkta canlılıkları sürdürürler ancak

çoğalamazlar. Bazı *Bacillus* ve *Clostridium* türleri termofiliktir ve bu bakteriler aynı zamanda ısıya dirençli spor oluşturmaları nedeniyle özellikle konserve sanayinde çok önemlidir.

Küfler ve Mayalar

- Bakterilerden daha geniş sıcaklık aralıklarında gelişebilir.
- Aspergillus, cladosporium gibi pek çok küf buzdolabı sıcaklığında yumurta, et, meyve ve sebzelerin yüzeyinde gelişebilme yeteneğindedir.
- Mayalar ise psikrofil ve mezofilik sıcaklıklarda gelişebildikleri hâlde termofilik sıcaklıklarda genellikle gelişme gösteremez.

Tablo. Mikroorganizmaların göre minimum, optimum ve maksimum gelişme sıcaklıkları

Mikroorganizma türü	Minimum °C	Optimum °C	Maksimum °C
Psikrofiller	-5°C ile 5 °C arası	15°C ile 30 °C arası	20°C ile 40 °C arası
Mezofiller	5°C ile 25 °C arası	30°C ile 40 °C arası	40°C ile 50 °C arası
Termofiller	35°C ile 45 °C arası	45°C ile 65 °C arası	60°C ile 90 °C arası

Fonksiyonlarına (metabolizmalarına) göre sınıflandırma

- Laktik asit bakterileri
- Asetik asit bakterileri
- Propiyonik asit bakterileri
- Bütirik asit bakterileri
- Proteolitik bakteriler
- Lipolitik bakteriler
- Sakkarolitik bakteriler
- Gaz üreten bakteriler

Mikroorganizmaların İsimlendirilmesi

Mikroorganizmalar isimlendirilmesi iki sözcükten (binomial-nomenklatur) oluşmaktadır. İlk sözcük cinsi gösterir ve büyük harfle başlar ikinci sözcük türü gösterir ve küçük harfle başlar. Her iki isimde eğik yazılır ve genellikle Latince veya Yunanca kökenlidir. İlk isim mikroorganizmanın morfolojik, fizyolojik gibi önemli bir özelliğini gösterir. İkinci isim ise rengi, yerleştiği yer, hastalık gibi çeşitli karakteristik özelliklerini belirtir. *Escherichia coli*,

Staphylococcus aureus, *Salmenolle typhi* bunlara birer örnektir. *Escherichia coli* 'nin ilk adı bu bakteriyi bulan Alman Bilim İnsanı Theodor Escherich'a istinaden verilmiş ve bağırsakta (kolon) çoğalabildiği için ikinci adı coli olmuştur. *Staphylococcus aureus*'un ilk ismi üzüm salkımı demektir. Bu ise bakterinin mikroskop altında üzüm salkımı şeklinde görünmesindedir. İkinci isim olan aereus ise Latince altın para anlamındadır. Bu bakteri koloni oluşturduğunda altın sarısında görülmektedir.

Mikroorganizmaların Gelişmesini Etkileyen Faktörler

Genel olarak ortam sıcaklığı, nem, oksijen, pH, osmatik basınç, radyasyon ve besin ögesi mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen faktörlerdir. Gıda mühendislerinin; mal kabulü, gıda işleme, depolama ve taşıma gibi birçok süreçte olan ve gelişen mikroorganizmaların varlığını ve etkilerini bilmeleri; başarılı sonuçlar yakalamaları için gereklidir. Mikroorganizmalar gıda ürünlerinde yararlı veya zararlı birçok etkiye sahiptir. Mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen faktörler ile gıdalardaki mikrobiyel gelişmeyi etkileyen faktörler birbirine çok yakındır. Bu nedenle gıdalarda mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli faktörleri bilmek yararlı olacaktır. Günümüze kadar yazılmış literatüre bakıldığında; mikrobiyal gelişmeyi iç faktörler ve dış faktörler olarak ikiye ayırabiliriz.

İç Faktörler

pH

Bakteriler genellikle nötr pH'da iyi şekilde gelişirler. Patojen bakterilerin gelişebildikleri pH aralığı daha dardır. Küf ve mayalar düşük ve yüksek pH değerlerine daha fazla dayanırlar. Laktik asit ve asetik asit bakterileri düşük pH değerlerinde gelişirler. Gıdaları fermente eden mikroorganizmalar ortama asit salarak düşük pH değerlerinin oluşmasını sağlar ve gelişirler.

Genellikle mikroorganizmaların optimum pH aralığı çok dardır ve pH'daki küçük değişiklikler gelişmeyi olumsuz etkileyebilir. Asitler mikroorganizmaların enzim aktivitelerini olumsuz etkiler ve DNA'larının denatüre olmasına neden olur. Mikroorganizmaların gelişebildikleri pH değerleri Tablo verilmiştir.

Tablo . Bazı mikroorganizmaların gelişebildikleri pH değerleri

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

Meyveler düşük PH değerlerinden dolayı küflenirken sebze ve etlerin pH değerleri nötre daha yakın olduğundan bakteriyel bozulma gerçekleşir (Tablo).

Tablo . Bazı gıdaların yaklaşık pH değerleri

Ürün	pH	Ürün	pH	Ürün	pH
Sebzeler		Meyveler		Et Ürünleri	
Kabak	4,8-5,2	Elma	2,9-3,3	Sığır (Kıyma)	5,1-6,2
Maydanoz	5,7-6,0	Elma (suyu)	3,6-3,8	Dana	6,0
Soğan	5,3-5,8	Karpuz	5,2-5,6	Tavuk eti	6,2 6,4,
Ispanak	5,5-6,0	Üzüm	3,4-4,5	Balık ve Deniz Ürünleri	
Domates	4,2-4,3	Kavun	6,3-6,7	Balık	6,6-6,8
Patates	5,3-5,6	Muz	4,5-4,7	Ton Balığı	5,2-6,1
Kıvırcık salata	6,0	İncir	4,6	Karides	6,8-7,0
Havuç	4,9-5,2	Portakal (suyu)	3,6-4,3	İstiridye	6,5
Karnabahar	5,6	Süt Ürünleri		Midye	4,8-6,3
Pancar	4,2-4,4	Süt	6,3-6,5	Yumurta akı	7,6-9,5
Lahana	5,4-6,0	Tereyağı	6,1-6,4	Yumurta sarısı	6,0-6,3
Fasulye	4,-6,5	Krema	6,5	Bal	6,0-6,8
Kereviz	5,7-6,0	Yoğurt	3,8-4,1	Ekmek	5,0-6,0
Patlıcan	4,5	Peynir	4,9-6,1	Sirke	4,0-4,5

Su aktivitesi(aw)

Mikroorganizmaların gelişebilmesi için ortamlarında yeterli suyun bulunması gerekir. Gıdalardaki mikrobiyal faaliyeti anlayabilmek için nem oranından daha çok su aktivitesine odaklanmak gerekmektedir. Su aktivitesi gıdadaki suyun buhar basıncının aynı sıcaklıktaki suyun buhar basıncına oranıdır. Başka bir ifade ile gıdanın atmosferden aldığı veya verdiği suyun bağıl nem dengesinin yüze oranıdır.

$a_w = P/P_0 = \text{Denge Bağıl Nemi}/100$

$P = \text{Gıdadaki Suyun Buhar Basıncı}$

$P_0 = \text{Saf Suyun Buhar Basıncı}$

Mikroorganizmalar metabolik faaliyetlerini sürdürebilmek için suya gereksinim duyarlar. Eğer suyu yeterli alamazlarsa; gelişme yavaşlar, hücre içine ve dışına maddelerin taşınması zorlaşır, hücre zarı akışkanlığı azalır.

Kurutma, tuz ve şeker ekleme vb. işlemlerle gıdaların su aktivitelerini azaltma imkânı vardır. Ancak düşük a_w değerlerinde gelişebilen mikroorganizmalarda bulunur. Halofil mikroorganizmalar yüksek tuzlu ortamları severler. Osmofil mikroorganizmalar yüksek şekerli ortamları severler. Kserofil mikroorganizmalar çok kuru ortamları severler ve genellikle küflerdir.

Bazı mikroorganizmaların gelişmesi için gerekli olan minimum su aktivitesi değerleri Tablo 'te verilmiştir.

Tablo . Bazı mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli minimum su aktivitesi

Mikroorganizmalar	a_w	Mikroorganizmalar	a_w
<i>Lactobacillus plantarum</i>	0,95	<i>Klebsiella aerogenes</i>	0,94
<i>Lactococcus lactis</i>	0,97	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,97
<i>Clostridium sporogenes</i>	0,95	<i>Streptococcus thermophilus</i>	0,99
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0,92	<i>Bacillus cereus</i>	0,92
<i>Pseudomonas fluorescenes</i>	0,95	<i>Clostridium perfringens</i>	0,97
<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	0,67	<i>Enterobacter faecalis</i>	0,94
<i>Lactobacillus helveticus</i>	0,97	<i>Listeria monocytogenes</i>	0,94
<i>Clostridium botulinum</i>	0,93	<i>Lactococcus lactis subsp.lactis</i>	0,95
<i>Enterobacter aerogenes</i>	0,95	<i>Staphylococcus aureus</i>	0,86
<i>Escherichia coli</i>	0,96	<i>Bacillus subtilis</i>	0,95
<i>Sarcina luteus</i>	0,92	<i>Klebsiella aerogenes</i>	0,94
Gıdalarda bozulmaya neden bakteriler	0,90	Halofilik bakteriler	0,75
Gıdalarda bozulmaya neden mayalar	0,88	Kserofilik küfler	0,61
Gıdalarda bozulmaya neden küfler	0,80	Osmofilik mayalar	0,61

Özellikle patojen bakterilerin toksinlerini üretebilmeleri için gereken su aktivitesi gelişmeleri için gerekli olandan daha fazladır. *Clostridium botulinum* 0,93 su aktivitesinde gelişirken 0,94

su aktivitesinde toksin oluşturur. *Staphylococcus aureus* enterotoksin A üretimini 0,87-0,89 aralığında sağlarken enterotoksin B'yi bu aralıkta üretemez. Ortam su aktivitesi 0,97'e indiğinde enterotoksin B üretimi durur. Ortam sıcaklığı artıkça ve optimum üreme sıcaklık aralığına geldiğinde mikroorganizmlara daha düşük su aktivitelere tolerans gösterebilirler. Aynı şekilde optimum pH aralıklarından sapma mikroorganizmaların gelişebileceği su aktivitesi ihtiyacını artırır. Aerobik mikroorganizmaların oksijen kaynağı yeterli ise daha düşük su aktivitelere tolerans gösterirler. Anaerobik mikroorganizmalar oksijensiz koşullarda gelişmeleri için daha az su aktivitesine ihtiyaç duyarlar. *Staphylococcus aureus*'un aerobik koşullarda gelişebileceği minimum su aktivitesi 0,86 iken anaerobik koşullarda 0,90 civarındadır. Ortamın besin öğeleri artıkça mikroorganizmaları gelişebileceği optimum su aktivitesi aralığı artar. Ortamda gelişmeyi engelleyen inhibitör kimyasallar varsa mikroorganizmaların gelişebilecekleri optimum su aktivite aralığı daralır.

Yükseltgenme ve indirgenme potansiyeli

Mikroorganizmaların geliştikleri gıda veya besiyer ortamının kendine özgü yükseltgenme-indirgenme potansiyeli vardır. Gerçekleşen bu olay elektriksel olup elektrik transferine dayanır. Elektron kaybederek yükseltgenir (oksidasyon) ve elektron kazanarak indirgenir (redüksiyon). Yükseltgenme- indirgenme potansiyeli O/R veya Eh ile gösterilir. Bir ortamın elektron kaybetmesi veya kazanması H iyonlarını kaybetme veya kazanmadır. Ortamda gerçekleşen kimyasal tepkime sonucu oluşan potansiyel fark milivolt (mV) ile ölçülür. Ortamın Eh'sini ölçmek için pH metreye platin bir elektrot takılır. Gıdaların Eh değeri genel olarak +400 mV ile -400 mV arasında değişmektedir. Ortamda eğer oksijen mevcutsa Eh değeri yüksektir. Bu durum özellikle aerobik mikroorganizmaların gelişmesine olanak sağlar. Eh değeri düşükse ortamda oksijen azdır ve aerobik mikroorganizmaları gelişemez. Özellikle aerobik bazı bakteriler, küfler ve mantarlar gelişebilmeleri için oksijene gereksinim duyarlar. Gıda maddeleri vakumla veya MAP (modifiye atmosfer paketlenme) ile ambalajlanırsa yani oksijenin etkisini azaltmak için azot veya karbondioksit gazları kullanılırsa ortam Eh değeri düşmüş olur. Böylece mikroorganizmalar gelişemez ve o gıdanın raf ömrü artmış olur.

Besin maddeleri

Mikroorganizmalar gelişebilmeleri ve yaşamlarını devam ettirebilmeleri için suya, enerjiye, karbon, azot, vitaminler ve mineraller gibi besin öğelerine gereksinim duyarlar. Besin gereksinim miktarları açısından Gram (+) mikroorganizmalar, Gram (-) mikroorganizmalar, mayalar ve küfler şeklinde sıralanabilir. Küflerin enzim sistemleri daha gelişmiş olmasından dolayı az besin bulunan ortamlarda da rahatlıkla gelişebilirler. Diğer mikroorganizmaların enzim sistemleri daha az gelişmiştir. Gıdalarda çoğalan mikroorganizmalar enerji kaynağı olarak genellikle şekerleri, alkolleri, aminoasitleri, yağ asitlerini kullanırlar. Gıda kaynaklarının birçoğu mikroorganizmaların besin gereksinimlerini kolaylıkla karşırlar.

Antimikrobiyal maddeler

Gıda maddeleri içinde doğal olarak bulunan bazı kimyasal maddeler bazı mikroorganizmaların gelişme göstermesini belirli bir oranda engelleyebilirler. Örneğin yumurta akında doğal olarak bulunan lizozim enzimi Gram (+) mikroorganizmaları engeller. Ayrıca yumurta akında bulunan avidin biotinle birleşerek ve konalbümin ise demirle birleşerek birçoğ mikroorganizmanın gelişimini engeller. Çiğ sütte buluna laktoperoksidaz kompleksi birçoğ streptokok mikroorganizmanın gelişimini engeller. Gıdalar katılan korucu kimyasallar mikroorganizmalara karşı engelleyici (inhibitör) etki gösterir. Örneğin et ürünlerine katılan nitrat ve nitrit kimyasalı patojen ve çoğ tehlikeli bir bakteri olan *Clostridium botulinum* 'u inhibe eder.

Biyolojik yapılar

Birçoğ gıdanın doğal koruyucu biyolojik yapıları bulunur ve bu yapılar sayesinde mikroorganizmalar gıdaya giriş yaparak o gıdayı bozamazlar. Yumurtanın ve elmanın kabuğu, fıncığın ve bademin dış kabuğu bu yapılara örnektir. Bu koruyucu yapılardaki çatlaklar ve zedelenmeler mikroorganizmaların gıdaların iç dokularına geçişini kolaylaştırarak bozulmalarına neden olur.

Dış Faktörler

Gıdaların saklandığı ortamın çevresel koşulları mikroorganizmaların gelişimini etkilemektedir. Bu çevresel koşullar depolama sıcaklığı, depolanan gıdanın çevresel bağıl nemi ve çevrede bulunan gazlar ve oranlarıdır.

Depolama sıcaklığı

Gıdaların depolama sıcaklıkları mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen önemli etmenlerden biridir. Gıdaların kalitesini olumsuz etkilemeyecek ve mikrobiyal bozulmaların önüne geçilebilecek depolama sıcaklıkları farklılık gösterebilir. Örneğin muz 15°C civarında depolanırsa 4°C'ye göre kalitesini daha çok korur.

Depolanan gıdanın çevresel bağıl nemi

Çevrenin bağıl nemi depolanan gıdaların su aktivitesini etkilemelerinin yanında mikroorganizmaların gelişimini de etkiler. Özellikle kuru gıdalar bağıl nemi yüksek olan depo ortamlarında saklanırsa nem miktarları dengeye gelene kadar çevreden nem alırlar. Böylece ürün yüzeyi ve hemen altının su aktivitesi mikrobiyal ve enzimatik bozulmalara elverişli hale gelir. Gıdalar bağıl nemi çok düşük ora-tamlarda saklanırsa nem kaybederek istenmeyen büzüşmeler ve değişiklikler olur. Gıdaların depolama koşulları belirlenirken deponun bağıl nemi ve sıcaklığı önemli parametrelerdir. Deponun ortam bağıl neminin değiştirilemediği durumlarda ise depo atmosfer gazının bileşimi değiştirilerek gıdaların mikrobiyal bozulmalarının önüne geçilebilir. Bağıl nem ortam havasında hapsolmuş su buharı halindeki nemin, ortamın sıcaklığı ve basıncına bağlı olarak tutabileceği maksimum su miktarına oranın yüz ile çarpımıdır.

Çevrede bulunan gazlar ve oranları

Atmosferik ortamda belirli oranda oksijen, karbondioksit, azot ve diğer minör gazlar bulunur. Doğal depolama koşullarında oksijen varlığı aerobik mikroorganizmaların gıdaların özellikle yüzey alanlarında gelişimini hızlandırır. Ortamdaki oksijenin azaltılması veya bertaraf edilmesi bu tür mikroorganizmaların gelişimini engeller. Gıdaların depolandığı ortamlara kontrollü atmosfer adı verilen teknik ile çeşitli gazlar verilir ve raf ömürleri artırılır. Bunun dışında ambalajlanan gıda paketinin içine modifiye atmosfer adı verilen teknik ile çeşitli gazlar verilir. Genellikle KA (Kontrollü Atmosfer) tekniğinde %10 karbondioksit gazı depolara verilir. Bu

teknik ile birçok meyve muhafaza edilmekte ve meyvelerde oluşabilecek fungal (küf ve maya) bozulmalar engellenmektedir. MAP (Modifiye Atmosfer Paketleme) tekniği için %70 azot %30 karbondioksit gazı verilir. Bunların dışında depolara ozon gazı verilerek depo atmosfer koşulları değiştirilir.

Mikroorganizma bulaşma kaynakları

Mikroorganizmalar genellikle

- Su, toprak, toz ve hava
- Bitkiler
- Hayvan ve insan bağırsak sistemi
- Hayvan derisi
- Hayvan yemleri
- Gıda işleme ve taşıma araçları
- Çalışanlardan bulaşabilir.

Su, toprak, toz ve hava

Alcaligenes, Bacillus, Clostridium, Enterobacter, Micrococcus, Pseudomonas ve Serratia genellikle Su ve toprak kaynaklı mikroorganizmalardır. Ayrıca *Aspergillus, Rhizopus, Penicillium, Trichotecium, Fusarium* vb. küfler toprakta çok kolay gelişirler. *Bacillus* ve *Micrococcus* vb. türleri havada ve tozda kolaylıkla gelişebilir. Birçok küf ve maya hava ve tozla taşınır.

Bitkiler

Acetobacter, Erwinia, Flavobacterium, Lactobacillus, Leuconostoc, Pediococcus ve *Streptococcus* gibi mikroorganizmalar doğal olarak bitkilerde bulunabilir. *Saccharomyces* bitkilerde doğal olarak bulunabilir. Örneğin *Saccharomyces cerevisiae* üzüm kabuğunda doğal olarak bulunur ve üzüm şirasının fermente (mayalanma) olmasını sağlar.

Hayvan ve insan bağırsak sistemi

Escherichia, Lactobacillus, Salmonella, Shigella, Staphylococcus ve *Streptococcus* insan ve hayvan bağırsak sistemlerinde en çok rastlanan mikroorganizmalardır. Bağırsak sisteminde bulunan mikroorganizmalar kolaylıkla toprak ve suya geçebilir ve toprak ve sudan bitkilere

bulaşabilir. Normalde insan bağırsak siteminde fungal mikroorganizmalar bulunmaz. Ancak bir istisna olarak *Candida*'ya rastlanmaktadır.

Hayvan derisi

Hayvan derisinde toprakta, suda vb. tüm ortamlarda olabilecek mikroorganizmalar bulunabilir. Bu mikroorganizmalar hayvan derilerinden çalışanlar, gıda işleme ekipmanlarına ve gıdalara bulaşabilir.

Hayvan yemleri

Salmenolle bakterisinin yayılmasına kaynaklık ederek gıda işletmelerde hızlı şekilde yayılmasına neden olabilir.

Gıda işleme ve taşıma araçları

Gıda işleme ve taşıma araçları yukarıda sayılan faktörler nedeniyle mikroorganizmaları taşıyabilir. Özellikle dezenfeksiyon programı uygulamayan gıda işletmelerinde bu araçlar gıda güvenliği açısından her zaman risk barındırırlar.

Çalışanlar

Staphylococcus, *Salmonella*, *Shigella* ve diğerleri çalışanlar tarafından gıdalara taşınabilir.

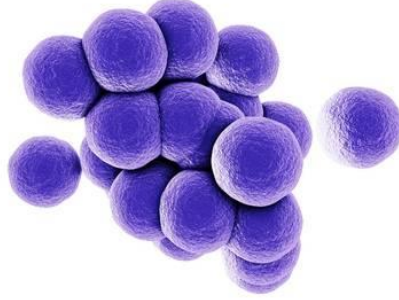
Gıdalarda bulunabilen mikroorganizmalar ve fonksiyonları

Gıdalarda bulunabilen mikroorganizmalar fonksiyonlarına göre zararlı, yararlı ve inert (insana ne zararlı ne de yararlı etkisi olanlar) şeklinde ayırabiliriz. Zararlı olanlar ya gıdayı bozar veya hastalıklara neden olurlar. Yararlı olanlar ürünün tadını, lezzetini iyileştiren, kalitesini artıran, başka bir ürüne dönüştüren mikroorganizmalardır.

Gıda zehirlenmelerine ve hastalıklara neden olan mikroorganizmalar (bakteriler)

Staphylococcus

Bu cins bakteriler Gram (+) ve kok (yuvarlak) şeklindedir. Mikroskop altında üzüm salkımı gibi görünürler (Resim).



Resim. *Staphylococcus aureus*'un mikroskop altında görünümü
Staphylococcus aureus türü özellikle gıda işletmeleri personelinden gıdalara bulaşarak enterotoksin üreterek gıda zehirlenmelerine neden olabilir. Bu bakteri personellerin siville çibanlarından ellerine, buradan da ekipmanlara ve gıdalara bulaşabilir.

Salmonella

Salmonella Gram (-) fakültatif anaerob ve kısa çubuk şeklinde olurlar. Gıda kodeksine göre gıdalarda kesinlikle bulunmamalıdır. Birçok serotipi (alt tür) vardır. En çok dikkat edilmesi gereken *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* serotipleridir. *Salmonella typhi* tifoya ve *Salmonella paratyphi* paratifoya, neden olurken ; *Salmonella typhimurium* ve *Salmonella enteritidis* gıda zehirlenmeleri sonucu gastroenterik hastalıklara neden olur.

Escherichia

Escherichia cinsi bakteriler Gram (-), kısa çubuk şeklindedir. İnsan ve hayvan dışkılarından suya, toprağa ve gıdalara bulaşabilirler. *Salmonella* gibi gıdalarda kesinlikle olmaması gerekir. Hastalık yapan türleri Enteropatojenik *Escherichia coli* (EPEC),Enterotoksijenik *Escherichia coli* (ETEC),Enteroinvasiv *Escherichia coli* (EIEC) ve Enterohemorajik *Escherichia coli* (EHEC)'dir.

Shigella

Shigella cinsi bakteriler Gram (-) hareketsiz kısa çubuklardır. Özellikle lağım suları karışmış sularda bulunur. Dizanteriye neden olur. *Shigella*'nin gıdalarda olmasına izin verilmez. *Shigella dysantheria*, *Shigella boydii*, *Shigella flexneri* ve *Shigella sonnei* bağırsak hastalıklarına neden olur

Clostridium

Clostridium cinsi bakteriler Gram (+) , anaerobik, sporludur. Bu tür bakterinin gıdada bulunması uygun sterilizasyonun yapılmadığının işaretidir. Tetenoza ve gazlı kangrene neden olur. *Clostridium botulinum* botulizme ve *Clostridium perfringens* perfringens tipi gıda zehirlenmelerine neden olur.

Campylobacter

Campylobacter cinsi bakteriler Gram (-), hareketli, kapsülsüz, sporsuz ve kıvrımlı çubuk şeklindedir. Mikroskop altında S veya kıvrık şekilde görülür. Kırmızı, tavuk ve balık eti, sebze ve meyvelerde bulunur.

Vibrio

Vibrio cinsi bakteriler sporsuz, hareketli, virgüle benzer sekinde kıvrık veya kısa çubuklar şeklindedirler. En önemli türleri *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*'dur.

Listeria

Listeria cinsi bakteriler Gram (+), çubuk şekilli, fakültatif anaerobiktir. Bu grupta *Listeria monocytogenes*, *Listeria ivanovii*, *Listeria innocua*, *Listeria seeligeri* ve *Listeria welshimeri*, *Listeria grayii* türleri bulunmaktadır. *Listeria monocytogenes* asitli, tuzlu, çok az oksijen içeren ve buzdolabı sıcaklıklarında canlılıkları koruyabilir. Özellikle çiğ süt, peynir, kırmızı, tavuk ve balık etlerinde gelişebilir.

Brucella

Brucella cinsi bakteriler Gram (-), aerobiktir, kokobasil veya kısa çubuk şeklindedir. Bazı türleri Brusellozis hastalığa neden olur. Özellikle pastörize edilmeden çiğ süt ile yapılmış peynirlerin tüketilmesi sonucu Brusellozis görülür.

Pseudomonas

Pseudomonas cinsi bakteriler katalaz (+), Gram (-), aerobik, hareketli çubuklardır. Bazı türleri insan, hayvan ve bitki patojenidir. *Pseudomonas aureginosa* saprofit (çürükçül) olmasına rağmen gastroenterik hastalıklara neden olabilir.

Streptococcus

Streptococcus cinsi bakteriler Gram (+), katalaz (-), fakültatif anaerobik koklardır. Bazı türleri üst solunum yolları hastalıklarına yol açar.

Gıdalarda bozulmalar neden olan mikroorganizmalar (bakteriler)

Acetobacter

Acetobacter cinsi bakteriler Gram (-), aerobik, katalaz (+), spor oluşturmeyen, çubuk şeklindedir. Biyoreaktörlere sirke üretimi sırasında *Acetobacter xylinum* bulaşarak aşırı mukoz maddeler oluşturarak jeneratörlerin tıkanmasına neden olur.

Alcaligenes

Alcaligenes cinsi bakteriler Gram (-) veya Gram (+) olabilir, aerobik, çubuk, kokobasil veya kok şeklindedir. Toprakta, suda, çiğ sütte ve tavuk etinde bulunabilir. Özellikle etlerde 20°C'den 37°C'ye kadar putrefaktif (çürütücü) etkiye neden olurlar.

Bacillus

Bacillus cinsi bakteriler Gram (+), aerobik veya fakültatif anaerobik, spor oluşturan çubuk şeklindedir. *Bacillus anthracis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus coagulans* ve *Bacillus stearothermophilus* gibi türleri vardır. Özellikle konserve gıdalarda *Bacillus coagulans* ve *Bacillus stearothermophilus* pH=4,2'de gelişerek bozulmalara neden olur.

Enterobacter

Enterobacter cinsi bakteriler Gram (-), çubuk şeklindedir. Çok yaygın bakterilerdir. Bitki, su, fekal (dışkı) kaynaklıdır. Koliform grubuna aittir.

Enterobacter

Enterobacter aerogenes ve *Enterobacter cloacae* iki türü vardır. Sütte sünmeye neden olurlar.

Erwinia

Erwinia cinsi bakteriler Gram (-), katalaz (-), anaerobik ve enterik çubuklardır. Ürettikleri protopektinaz enzimi bitkilerde bulunan pektini yumuşatarak bozulmalarına neden olur.

Flavobacterium

Flavobacterium cinsi bakteriler Gram (-), hareketsiz, aerobik, sporsuz, katalaz (+) çubuklardır. Buzdolabı sıcaklıklarında saklansa bile et, çiğ süt ve sebzelerde bozulmalara neden olabilirler.

Serratia

Serratia cinsi bakteriler Gram (-), aerobik, proteolitik, bazı gıdalarda kırmızı renk oluşturur. *Enterobacteriaceae* ailesindedir. *Serratia marcescens* ette ve sütte gelişir ve kırmızı pigment oluşturur.

Pseudomonas

Buzdolabında saklanan kırmızı, tavuk ve balık etinde ve yumurtada bozulmalara neden olur. *Pseudomonas fluoresans* gıdalar üzerinde yeşil, *Pseudomonas nigrificans* siyah renk oluşturarak koloni oluştururlar.

Yersinia

Yersinia cinsi bakteriler Gram (-), oksidaz (-), fakültatif anaerob, glikoz fermente eden çubuk bakterilerdir. *Yersinia pestis* bobonic ve pnömonik vebaya, *Yersinia pseudotuberculosis* septisemiye ve *Yersinia enterocolitica* enteritlere neden olur. Psikrotrofik bakterilerdir. Buzdolabı koşullarında; vakumlu pakette saklanan etlerde, sütte ve peynirde geliştiği saptanmıştır.

Gıdalarda yararlı sonuçlara neden olan mikroorganizmalar (bakteriler)

Lactobacillus

Lactobacillus cinsi bakteriler Gram (+) , katalaz (-), fakültatif anaerobik veya mikroaerofilik, çubuk ve spor oluşturmazlar. Genellikle homofermantatifirler (fermetasyon sonucu tek ürün oluşturur). Birçok fermente ürünün üretilmesinde starter kültür olarak kullanılırlar. *Lactobacillus bulgaricus* yoğurt üretiminde, *Lactobacillus laktis* peynir üretiminde kullanılır.

Streptococcus

Gıdalar için önemli tür *Streptococcus thermophilus* 'dur. Bu bakteri *Lactobacillus bulgaricus* ile birlikte yoğurt için starter kültürdür.

Lactococcus

Lactococcus cinsi bakteriler Gram (+), katalaz (-), oksidaz (-), fakültatif anaerob, spor oluşturmayan koklardır. Homofermantatifirler. Karbohidratları fermente ederler. *Lactococcus cremoris* tereyağı olgunlaştırılmasında kullanılır.

Propionibacterium

Propionibacterium cinsi bakteriler Gram (+), hareketsiz, anaerobik, katalaz (+), spor oluşturmaz çubuktur. *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* İsviçre peyniri üretiminde starter kültür olarak kullanılmaktadır. Bu tip peynirde; bu bakterinin ürettiği propiyonik asit kendine has koku ve aromaya ve karbondioksit gözeneklere neden olur.

Bacillus

Bacillus subtilis ürettiği bir tür antimikrobiyal madde olan subtilin bakteriyosini üretir. Bu enzim et sanayinde etlerin yumuşatılmasında kullanılır. *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus* ve *Bacillus stearothermophilus* proteinaz enzimi üretir. *Bacillus subtilis*, *Bacillus amiloliquefaciens* ve *Bacillus stearothermophilus* nişasta bazlı şurup üretiminde kullanılan amilaz enzimini üretir.

Enterococcus

Enterobacter cinsi bakteriler Gram (+), fakültatif anaerob, kapsül oluşturmaz koklardır. Bazı peynir türlerinin üretiminde starter kültür (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*) olarak kullanılabilirler. İnsan ve hayvan dışkıında bulunabilir.

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar (küfler)

Küfler bitki ve hayvanlar üzerinde gelişebilecek çok küçük mantarlardır. Küfler diğer mikroorganizmalardan farklı olarak eşeysiz çoğalmanın yanında bazıları eşeyli de çoğalabilir. Eşeyli çoğalma eşeysize göre daha az görülmektedir. Küflerin çoğalmaları sporlarla olur. Askospor, zigospor ve oosporla şeklinde eşeyli çoğalma çeşitleri vardır. Küflerdeki en çok çoğalma eşeysiz çoğalmadır. Sporangiospor, Konidium ve Klamidospor şeklinde eşeysiz çoğalma çeşitleri vardır.

Küfler bakterilerden farklı olarak çok hücreli canlılardır. Gıda üzerinde çoğalabilir ve gıdanın iç yapısına doğru ilerlemek için misellerini (ipliksi yapı) kullanırlar.

Alternaria

Septalı (bölmeli) misel oluştururlar. *Alternaria solani* patatesten sert çürümeye, *Alternaria tenuis* meyvelerde maviküf çürümesi *Alternaria radicina* havuç ve kerevizde siyah beneklere, *Alternaria brassicae* marulda siyah beneklere, *Alternaria citri* limon, portakal vb. meyvelerde yumuşak çürümeye neden olur. *Alternaria citri* ve *Alternaria alternata* tenuozonik asit mikotosini üretir.

Aspergillus

Septalı (bölmeli) misel oluştururlar. Depolamada gıdalarda gelişebilirler ve sarı, yeşil, turuncu veya siyah renkli görünürler. Bazı türler kanserojen toksinler üretirken bazıları ise gıda endüstrisinde kullanılabilen maddeler oluşturur. *Aspergillus flavus* ve *Aspergillus parasiticus* aflatoksin, *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus alliaceus*, *Aspergillus ostiarius* ve *Aspergillus melleus* okratoksin ve *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus nidulans* ve *Aspergillus rugulosus* sterigmatoksin üretirler. *Aspergillus niger* meyvede siyah ve ekmekte sarı küfe neden olur. Gıda endüstrisinde kullanılmak üzere *Aspergillus oryzae*'den alfa-amilaz, *Aspergillus niger*'den sitrik asit, lipaz, invertaz, glukoamilaz ve b-galaktozidaz, *Aspergillus fumigatus* ile protein üretimi yapılır.

Botrytis

Septalı (bölmeli) misel oluştururlar. Bitkisel gıdalarda (çilek, armut, üzüm vb.) gri küf oluştururlar. *Botrytis cinerea* üzüm bağlarında küllenmeye neden olur. *Botrytis allii* soğanların boyunlarında gri çürümeye yapar, dokuyu yumuşatır.

Byssochyلامys

Askosporla çoğalı ve ısıya dayanıklıdır. Konserve gıdalarda bozulmalara neden olurlar. Düşük Eh değerlerine dayanırlar. *Byssochyلامys fulva* ve *Byssochyلامys nivea* asidik gıdalarda ve özellikle konserve meyvelerde bozulmalara neden olurlar. Patulin toksini üretirler. Bazı türleri pektinaz enzimi üretiminde kullanılır.

Cladosporium

Septalı (bölmeli) misel oluştururlar ve kadifemsi ve siyah renkli görünürler. Hububat ve mısır tarlalarında sıkça rastlanır. *Cladosporium herbarum* kırmızı ette siyah pigment oluştururlar. *Cladosporium herbarum* ve *Cladosporium cladosporiodes* meyve ve sebzelerde kök çürümmesine neden olurlar.

Fusarium

Pembe veya sarı renkli pigmentler oluştururlar. Muzlarda çürümeye neden olurlar. *Fusarium culmorum* tereyağında pembe renkli pigment oluştururlar. Bazı türleri toksin oluşturur. *Fusarium oxysporum* ve *Fusarium sambucinum* sambutoksin, *Fusarium monilioforme*, *Fusarium proliferatum* ve *Fusarium hygami* fumonisin, *Fusarium Graminearum* zearalenon üretir.

Geotrichum

Septalı (bölmeli) misel ve beyaz renkli küf oluştururlar. Domates salçası üreten fabrikalarda makine ve aletlerde gelişebilir. Bu nedenle makine küfü denmektedir. *Geotrichum albidum* narenciye ürünlerinde bozulmaya neden olur. *Geotrichum candidum* ekmek mayalarına bulaştığından bu mayalarla üretilen ekmeklerde küf kokusuna neden olur. Çeşitli peynirler aroma vermek için kullanılır. Bazı türleri uzak doğuda zencefilden yapılan turşuda (Gari) starter kültür olarak kullanılır.

Mucor

Septasız (bölmesiz) misel oluştururlar ve sporları kese (sporangium) içinde meydana gelir. Dondurulmuş etlerde tüylü ve beyaz pigmentli küfler oluştururlar. Meyvelerde çürümeye neden olurlar. Gıda endüstrisinde *Mucor Pyriiformis* 'ten sitrik asit, *Mucor Rouxii*' den amilaz enzimi ve *Mucor Miehei*' den lipaz enzimi üretilir. Peynir üretiminde kullanılan rennin enzimi *Mucor miehei* 'den üretilir.

Penicillium

Septalı (bölmeli) misel oluştururlar. *Penicillium digitatum* ve *Penicillium expansum* meyveleri (özellikle narenciye) yumuşatarak çürütür. *Penicillium citrinum* ve *Penicillium viridicatum* citrinin, *Penicillium patulum*, *Penicillium Expansum* ve *Penicillium claviforme* patulin , *Penicillium viridicatum*, *Penicillium cyclopium* ve *Penicillium variable* okratoksin üretirler. *Penicillium puberulum*, *Penicillium cyclopium* penisilik asit (antibiyotik) üretir. *Penicillium nalgiovensis* ve *Penicillium camemberti* sosislerde starter kültür olarak kullanılır. *Penicillium camemberti* Camembert, Brie, Langres, Coulommiers ve Cambozola peynirlerinin üretiminde kullanılır. Bu peynirlere kendine özgü tat ve aromayı verirler.

Rhizopus

Sporları kese (sporangiumn) içinde meydana gelir ve siyah renkli pigment oluştururlar. Sebze ve meyvelerde yumuşak çürümeye neden olurlar. *Rhizopus stolonifer* ekmekte küflenmeye neden olur. *Rhizopus oligosporus oncom* tempeh (soya ürünü) vb. fermente ürünlerin hazırlanmasında starter kültür olarak kullanılır.

Trichothecium

Hububatlarda bulunabilir. Meyvelerde pembe kök çürümelerine neden olurlar. Trikotesen mikotosini üretirler.

Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar (mayalar)

Mayalar küfler gibi fungi grubu içinde olan ökaryotik mikroorganizmalardır. 1500'den fazla maya türü tanımlanmıştır.

Brettanomyces

Tomurcuklanma yaparak gelişir ve çoğalırlar. Yapıları ovoid (oval sosis gibi) şeklindedir. Aerobik ortamda glikozdan asetik asit üretirler. *Brettanomyces intermedius* pH=1.8'de gelişebilir. Alkollü içkilerde ve turşuda bozulmaya neden olabilirler.

Candida

Karotenoid pigment üretmezler. Bu nedenle beyaz ve parlak şekilde gözlemlenirler Birçoğu asitli ve tuzlu gıdalarda bile bozulmaya neden olurlar. Çiğ et ürünlerinde bulunabilirler. *Candida lipolytica* lipolitik etki ile tereyağının bozulmasına neden olur. Kefirin ve kakaonun fermantasyonunda işlev görürler.

Cryptococcus

Çok yönlü tomurcuklanma yaparak gelişir ve çoğalırlar. Şekerleri fermente edemezler. Kırmızı veya turuncu renkte misel oluştururlar. Meyvelerde, taze et ve kıymada ve balıkta bulunabilirler.

Debaryomyces

Çok yönlü tomurcuklanma yaparak gelişir ve çoğalırlar. *Debaryomyces hansenii* gıdalarda bulunabilen en önemli mayalardandır. Yüksek tuz ve düşük su aktivitesinde gelişebilirler. Peynirlerde gelişebilirler. Yoğurtta bozulmalara neden olabilirler.

Rhodotorula

Çok yönlü tomurcuklanma yaparak gelişir ve çoğalırlar. Spor oluşturmazlar. Hava ve toz ile yayılırlar. *Rhodotorula glutinis* ve *Rhodotorula mucilaginosa* gıdalarda gelişebilirler ve kırmızı, pembe, turuncu renk pigmenti oluştururlar. Bazı türleri psikrofitiktir. Taze kırmızı et, tavuk ve balıkta bozulmalara neden olurlar.

Saccharomyces

Saccharomyces cinsi mayalar karbonhidratları fermente edebilirler. Louis Pasteur 1867 yılında mikroorganizmaların fermantasyonda yer aldığını kanıtlamıştır. Emil Christian Hansen 1888 yılında bira mayasını izole etmeyi başarmıştır. Çok yönlü tomurcuklanma yaparak veya 1 ila 4 arasında spor barındıran askosporla gelişir ve çoğalırlar. Doğal olarak meyvelerde sebzelerde bulunabilirler. Özellikle üzüm kabuğunda bulunur. Şekerleri fermente ederek alkol ve karbondioksit oluştururlar. *Saccharomyces cerevisiae* alkol ve ekmek üretiminde kullanılır. *Saccharomyces cerevisiae* gıdalarda çok nadiren bozulma etkenidir. *Saccharomyces boulardii* ise probiyotik özellik gösteren bir mayadır.

Kaynakça

- [1] Banwart, G. (2012). Basic food microbiology. Springer Science & Business Media.
- [2] Hutkins, R. W. (2008). Microbiology and technology of fermented foods (Vol. 22). John Wiley & Sons.
- [3] Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2008). Modern food microbiology. Springer Science & Business Media.
- [4] Ray, B., & Bhunia, A. (2013). Fundamental food microbiology. CRC press.
- [5] Schlegel, H. G., & Zaborosch, C. (1993). General microbiology. Cambridge university press.
- [6] Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2015). Microbiology: an introduction. Pearson Higher Ed.
- [7] Wheelis, M. (2011). Principles of modern microbiology. Jones & Bartlett Publishers.