

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ



EFİL YAYINEVİ

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

Editör: Osman Erkmen

- A. Coşkun Dalgıç (Gaziantep Üniversitesi)
Arzu Çağrı Mehmetoğlu (Sakarya Üniversitesi)
Ayhan Atlı (Harran Üniversitesi)
Aykut Aytaç (Hacettepe Üniversitesi)
Aykut Barazi (Gaziantep Üniversitesi)
Aytül Sofu (Süleyman Demirel Üniversitesi)
B. İrem Omurtag Korkmaz (Marmara Üniversitesi)
Birce M. Taban (Ankara Üniversitesi)
Bora Ekinci (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Bülent Kabak (Hitit Üniversitesi)
Duygu Kışla (Ege Üniversitesi)
Emine Aksan (Mustafa Kemal Üniversitesi)
F. Yeşim Ekinci (Yeditepe Üniversitesi)
Funda K. Güler (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Gülsün Akdemir Evrendilek (Abant İzzet Baysal Üniversitesi)
H. İmge Oktay Başeğmez (Adana Alparslan Türkeş Bilim ve
Teknoloji Üniversitesi)
Hasan Vardin (Harran Üniversitesi)
İbrahim Yıldırım (Akdeniz Üniversitesi)
M. Dilek Aşşaroğlu Erkan (Ahi Evran Üniversitesi)
M. Şevket Çetin (İnönü Üniversitesi)
Mehtap Akın (Selçuk Üniversitesi)
Meryem Elif Öztürk (Ankara Üniversitesi)
Mihriban Korukluoğlu (Uludağ Üniversitesi)
Muhammet Arıcı (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Mutlu B. Akın (Harran Üniversitesi)
Münevver Arısoy (Ankara Üniversitesi)
Nafi Çoksöyler (Yüzüncü Yıl Üniversitesi Teknokent)
Nihat Akın (Selçuk Üniversitesi)
Nural Karagözlü (Celal Bayar Üniversitesi)
Nükhet N. Zorba (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi)
Osman Erkmen (Gaziantep Üniversitesi)
Osman Sağıdıç (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Özlem Turgay (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi)
Ramazan Gökçe (Pamukkale Üniversitesi)
Serap Coşansu (Sakarya Üniversitesi)
Serol Korkmaz (Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü Müdürlüğü)
Zerrin Erginkaya (Çukurova Üniversitesi)
Zeynep Dilek Heperkan (İstanbul Aydın Üniversitesi)

GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

EDİTÖR: Osman Erkmen

Genel Yayın Nu.: 42

ISBN: 978-605-4334-02-5

1. Basım, Şubat 2010

Gözden geçirilmiş 2. Basım, Ekim 2010

Gözden geçirilmiş 3. Basım, Eylül 2011

Gözden geçirilmiş 4. Basım, Ekim 2013

Gözden geçirilmiş 5. Basım, Kasım 2017

Gözden geçirilmiş 6. Basım, Kasım 2021

EFLATUN Basım Dağıtım Yayıncılık Danışmanlık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti.©2021

Efil©2021

Bu kitabın tüm hakları saklıdır.
Herhangi bir şekil ya da yöntemle çoğaltılamaz.

Sertifika Nu.: 45550

Kapak-Sayfa Tasarımı: Aysu Alagöz

Baskı ve Cilt: Ayrıntı Basım Yayıncılık ve Matbaacılık Hizmetleri Sanayi Ticaret Anonim Şirketi
Saray Mahallesi 126. Cadde No:20 Kazan/Ankara
Tel: (+90) 312 394 55 90 E-mail: info@ayrintibasimevi.com.tr
Sertifika Nu.: 49599



EFİL YAYINEVİ

EFLATUN Basım Dağıtım Yayıncılık Danışmanlık Yatırım ve Tic. Ltd. Şti.

Bağcılar Mahallesi Şemsettin Günaltay Caddesi 283. Sokak

Ata Apt. No: 9/7 06670 Çankaya/Ankara, Türkiye

Tel : (+90) 312 442 52 10

GSM : (+90) 530 108 99 76

Faks : (+90) 312 442 52 12

www.efilyayinevi.com

Gıda Mikrobiyolojisi; gıdalarda bozulma ve sağlık riski oluşturan mikroorganizmalar, gıda koruma yöntemleri, fermentasyon mikrobiyolojisi, gıda kaynaklı mikroorganizmalar, gıdalarda mikroorganizmaların izolasyonu ve sayımı, mikroorganizmaların çoğalmasını etkileyen faktörler, gıda güvenliği gibi konularla ilgilenen bir bilim dalıdır. Gıda Mikrobiyolojisi birçok bilim alanından faydalanır; bunlar mikrobiyoloji, biyokimya, hücre biyolojisi, genetik, taksonomi, patojenik mikrobiyoloji, çevre, biyoteknoloji, fermentasyon, endüstriyel mikrobiyolojidir. Gıda ile ilgili eğitim alan ve uğraşı olan herkesin mikroorganizmalar (virüsler, bakteriler, mantarlar, funguslar, algler ve parazitler) ve bunların gıdalardaki durumları ile ilgili bilgilere gereksinim vardır. Dünyada üretilen gıdaların yaklaşık dörtte biri mikrobiyolojik bozulmalar sonucu tüketilemez hale geldiği düşünüldüğünde mikroorganizmaların neden olduğu beslenme ve ekonomik kayıpların ne denli büyük olduğu görülür. Ayrıca gıda endüstrisindeki yeni üretim yöntemlerinin kullanımına paralel olarak gıda kaynaklı mikrobiyal sorunların artışına neden olmaktadır. Bu alanla ilgili olarak gıda kaynaklı hastalıklardaki artış, beslenme sorunları, ekonomik kayıplar, küreselleşen ekonomide müşteri ihtiyaçlarının karşılanması, tüketici beklentilerine cevap verme ve gıda güvenliği ön plana çıkan temel başlıklar gündemde yer almaktadır. Gıda Mikrobiyolojisi bir bilim alanı olarak tüm bu sorunlarla ilgilenerek daha güvenli ve kaliteli gıda üretiminin gerçekleştirilmesi için gerekli bilgileri sunar.

Gıda Mikrobiyolojisinin 6. Baskısından itibaren yeni dört bölüm (9., 10., 19. ve 30. bölümler) eklenmiştir. Bu kitapta Gıda Mikrobiyolojisi konuları 7 kısıma ayrılarak 31 bölümde sunulmuştur. Birinci kısmında iki bölüm halinde gıdalarda mikroorganizmaların ve çoğalmalarına yer verilmiştir. Gıdalarda oluşan mikrobiyal bozulmalar ikinci kısımda iki bölüm halinde açıklanmıştır. Üçüncü kısımda altı bölüm halinde gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklara, sindirim sistemi mikrobiyotası ve sporlara yer verilmiştir. Gıda koruma yöntemleri dördüncü kısımda on bir bölüm halinde açıklanmıştır. Beşinci kısımda gıda güvenliği indikatörleri iki bölüm halinde anlatılmıştır. Altıncı kısımda mikroorganizmaların faydalı kullanımı üç bölüm halinde yer almıştır. Gıda mikrobiyolojisinde analiz yöntemleri, GDO'lu gıdalar ve gıda güvenliğine beş bölüm halinde yedinci kısımda yer verilmiştir.

Gıda Mikrobiyolojisi kitabı en son bilgilerden faydalanılarak bu alanda eğitim alan lisans ve lisansüstü öğrencilerine, gıda üretiminde çalışan veya gıdayla uğraşı olanlara, bu alanda kariyer için hazırlananlar ve ilgili meslek konularında araştırma yapanlara yönelik olarak belirli düzeyde temel gıda mikrobiyolojisi bilgisi yalın bir anlatım dilinde hazırlanmaya çalışılmıştır.

Bölüm yazarları ile birlikte kitabın yararlı olması dileğiyle.

Prof. Dr. Osman Erkmen

2021 - Gaziantep

ALTINCI BASKIYA ÖNSÖZ	v
-----------------------------	---

I. KISIM

GIDALARDA MİKROORGANİZMALAR VE ÇOĞALMALARI

1.BÖLÜM: GIDA MİKROBİYOLOJİSİNE GİRİŞ, ÖNEMLİ MİKROORGANİZMALAR VE MİKROORGANİZMA KAYNAKLARI	3
--	---

Nihat Akın ve Mehtap Akın

I. GİRİŞ	3
II. GIDA MİKROBİYOLOJİSİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
A) Mikroorganizmaların Keşfi	3
B) Mikroorganizmalar Nereden Gelmiştir?	4
C) Mikroorganizmaların Fonksiyonları	4
D) Gıda Mikrobiyolojisinde Gelişmeler	5
E) Gıda Mikrobiyolojisi	8
F) Gıda Mikrobiyolojisi ve Gıda Mikrobiyologları	10
III. GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALARIN SINIFLANDIRILMASI, ÖNEMİ VE ÖZELLİKLERİ	11
A) Bakteriyel Taksonomi	11
IV. GIDALARDA BULUNAN ÖNEMLİ MİKROORGANİZMALARIN KAYNAKLARI	28
A) Toprak	29
B) Su	30
C) Hava	32
D) Hayvanlar ve Bitkiler	34
E) İnsanlar	36
F) Kanalizasyon	38
G) Ekipmanlar	38
H) Katkı Maddeleri	39
I) Ambalajlama	40

KAYNAKLAR	41
-----------------	----

2.BÖLÜM: GIDALARDA MİKROORGANİZMALARIN ÇOĞALMASI VE ÇOĞALMAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER	45
---	----

Zeynep Dilek Heperkan

I. GİRİŞ	45
----------------	----

II. MİKROORGANİZMALARIN BESLENMESİ VE ENERJİ TEMİNİ.....	45
III. MİKROORGANİZMALARIN ÇOĞALMASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	48
A) Çevresel Faktörler.....	49
B) Gıda Maddesinin Özellikleri.....	54
IV. MİKROORGANİZMALARDA ÇOĞALMANIN MATEMATİKSEL İFADESİ.....	60
KAYNAKLAR.....	62

II.KISIM

GIDA BİLEŞENLERİNİN METABOLİZMASI VE GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR

3.BÖLÜM: GIDA BİLEŞENLERİNİN MİKROBİYAL METABOLİZMASI 67

Mihriban Korukluoğlu

I. GİRİŞ.....	67
II. ÇEŞİTLİ GIDA MOLEKÜLLERİNİN KATABOLİZMASI.....	70
A) Karbonhidrat Katabolizması.....	71
B) Protein ve Amino Asit Katabolizması.....	75
C) Lipid Katabolizması.....	76
KAYNAKLAR.....	76

4. BÖLÜM: GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR..... 78

Emine Aksan

I. GİRİŞ.....	78
II. GIDALARIN MİKROBİYAL BOZULMASINDA ÖNEMLİ FAKTÖRLER.....	78
A) Mikroorganizmanın Önemi.....	78
B) Gıdanın Önemi.....	79
C) Gıda Bileşenlerinin Kullanımı.....	80
III. GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR.....	81
A) Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....	81
B) Balık ve Diğer Deniz Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....	91
C) Yumurta ve Yumurta Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....	94
D) Süt ve Süt Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....	95
E) Meyve ve Sebzelerde Mikrobiyal Bozulmalar.....	100
F) Tahıl ve Tahıl Ürünlerinde Mikrobiyal Bozulmalar.....	105
G) Fermente Ürünlerde Mikrobiyal Bozulmalar.....	107
H) Konserve Gıdalarda Mikrobiyal Bozulmalar.....	112
I) Diğer Ürünlerde Mikrobiyal Bozulmalar.....	115
KAYNAKLAR.....	117

III.KISIM

GIDA KAYNAKLI MİKROBİYAL HASTALIKLAR

Nükhet N. Zorba

I. GIDA KAYNAKLI HASTALIKLAR.....	123
KAYNAKLAR.....	124

5.BÖLÜM: GIDA KAYNAKLI İNVAZİV ENFEKSİYONLAR..... 125

Nükhet N. Zorba

I. GİRİŞ.....	125
II. BAKTERİYAL İNVAZİV ENFEKSİYONLAR.....	125
A) <i>Campylobacter</i>	126
B) <i>Patojenik Escherichia coli</i>	129
C) <i>Listeria monocytogenes</i>	133
D) <i>Salmonella</i>	136
E) <i>Shigella</i>	140
F) <i>Yersinia enterocolitica</i>	142
G) <i>Vibrio</i>	145
H) Diğer Bakteriyel Enfeksiyonlar.....	147
KAYNAKLAR.....	151

6.BÖLÜM:GIDA KAYNAKLI TOKSİKOENFEKSİYONLAR..... 153

Nural Karagözlü

I. TOKSİKOENFEKSİYONLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	153
II. TOKSİKOENFEKSİYONLAR.....	154
A) <i>Aeromonas hydrophila</i>	154
B) <i>Bacillus cereus</i> (ishal tipi).....	156
C) <i>Clostridium perfringens</i>	158
D) Enteropatojenik ve Enterotoksijenik <i>Escherichia coli</i>	160
E) <i>Plesiomonas shigelloides</i>	162
F) <i>Vibrio cholerae</i>	164
KAYNAKLAR.....	166

7.BÖLÜM: GIDA KAYNAKLI İNTOKSİKASYONLAR..... 172

S. Aykut Aytac ve Birce M. Taban

I. İNTOKSİKASYON KAVRAMI.....	172
II. GIDALARDAKİ DOĞAL TOKSİNLER.....	172
A) Doğal Toksinlerin Tanımı.....	172
B) Bitki Kaynaklı Doğal Toksinler.....	173
III. GIDA KAYNAKLI MİKROBİYAL TOKSİNLER.....	176
A) <i>Clostridium botulinum</i>	176
B) <i>Bacillus cereus</i> (<i>emetic sendrom</i>).....	178
C) <i>Staphylococcus aureus</i>	180
KAYNAKLAR.....	182

8.BÖLÜM: FIRSATÇI PATOJENLER, KÜFLER, PARAZİTLER, VİRÜSLER, PRİONLAR VE ALG TOKSİNLERİ..... 184

Zerrin Erginkaya ve Bülent Kabak

I. FIRSATÇI PATOJENLER.....	184
A) Fırsatçı Patojen Bakteriler.....	185
B) Fırsatçı Patojen Funguslar.....	186
II. KÜFLER.....	187
A) Mikotoksinler.....	188

III. PARAZİTLER	190
A) Protozoalar	190
B) Helmintler	193
IV. VİRÜSLER	194
A) Norovirüsler	195
B) Viral Hepatitler	196
C) Avian İnfluenza	197
D) Diğer Gıda Kaynaklı Virüsler	198
V. PRİONLAR	198
VI. ALG ZEHİRLENMELERİ	199
A) Paralitik Kabuklu Zehirlenmeleri	200
B) Amnezik Kabuklu Zehirlenmeleri	201
C) Nörotoksik Kabuklu Zehirlenmeleri	201
D) Diyaretik Kabuklu Zehirlenmeleri	201
E) Ciguatera Zehirlenmeleri	201
VII. SU ÜRÜNLERİ KAYNAKLI ZEHİRLENMELER	202
KAYNAKLAR	202

9.BÖLÜM: GIDA KAYNAKLI HASTALIKLARIN HALK SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ VE KORUNMA YOLLARI

B. İrem Omurtag Korkmaz ve Serol Korkmaz

I. GİRİŞ	205
II. GIDA KAYNAKLI HASTALIKLARDA PATOJEN İLE KONAK İLİŞKİSİ	207
III. GIDA KAYNAKLI HASTALIKLAR AÇISINDAN RİSKLİ GRUPLAR	208
A) Yenidoğanlar Ve Çocuklar	208
B) Yaşlılar	209
C) Kronik Hastalar	209
IV. GIDA KAYNAKLI PATOJENLERE MARUZ KALMA	210
A) Patojenlerin Etki Mekanizması ve Maruziyet	210
B) Gıda Hazırlama Biçimi ve Maruziyet İlişkisi	211
C) Kültürel ve Etnik Yapı	212
D) Coğrafi Koşullar	212
V. GIDA KAYNAKLI PATOJENLERE KARŞI BAĞIŞIKLIK KAZANILMASI	213
VI. GIDA KAYNAKLI HASTALIKLARDAN KORUNMA YOLLARI	214
A) Riskli Gıdalar	214
B) Kişisel Hijyenin Önemi	214
C) Çapraz Bulaşma ve Kontrolü	215
D) Isıl İşlemin Önemi	215
D) Muhafaza Koşullarının Önemi	216
E) Güvenilir Gıda ve Su Temini	216
KAYNAKLAR	217

10.BÖLÜM: SİNDİRİM SİSTEMİ MİKROBİYOTASININ İNSAN SAĞLIĞI, BESLENME VE METABOLİZMA ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Bora EKİNCİ

I. GİRİŞ	219
----------------	-----

II. MİKROBİYOTA TANIMINDA KOCH KRİTERLERİ	220
III. MİKROBİYOTA KAVRAMI	221
A) Mikrobiyotanın Oluşumu	222
IV. MİKROBİYOMUN FONKSİYONLARI	225
V. HASTALIKLAR VE MİKROBİYOTA	228
A) Disbiyozis	229
B) Metabolik Sendrom	231
C) Obezite	231
D) Diyabet	233
E) GİS Bozuklukları	234
F) Karaciğer Rahatsızlıkları	236
G) Sinir ve Bağışıklık Sistemleri	237
KAYNAKLAR	243

IV.KISIM GIDA KORUMA YÖNTEMLERİ

11.BÖLÜM: ISIL İŞLEMLERLE GIDALARIN KORUNMASI	247
Nafi Çoksöyler ve M. Dilek Avşaroğlu Erkan	
I. GİRİŞ	247
II. ISIL İŞLEMİN MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE ETKİSİ	248
A) Isıl İşlemin Hücre Zarına Etkisi	248
B) Isıl İşlemin Nükleik Asitlere ve Ribozomalara Etkisi	249
C) Isıl İşlemin Proteinlere Etkisi	250
III. GIDALARDA MİKROORGANİZMALARIN ISIL DİRENCİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER	250
A) Gıda Kaynaklı Koruyucu Etki	250
B) Mikroorganizmaların Duyarlılığı	251
IV. MİKROORGANİZMALARIN ISIL İŞLEMLE İNAKTİVASYONU	253
A) Termal Ölüm Süresi	253
B) TÖS Eğrisi ve z Değeri	254
C) Canlı Kalma Eğrisi ve D Değeri	254
V. GIDA SANAYİNDE KULLANILAN ISIL İŞLEMLER	258
A) Sterilizasyon	259
B) Pastörizasyon	260
KAYNAKLAR	261
12.BÖLÜM: DÜŞÜK SICAKLIKLARDA GIDALARIN KORUNMASI	263
Hasan Vardin ve Mutlu Buket Akın	
I. GİRİŞ	263
II. MİKROORGANİZMALARIN DÜŞÜK SICAKLIKLARDA ÇOĞALMASI	265
III. GIDA MUHAFAZASINDA DÜŞÜK SICAKLIK UYGULAMALARI	265
A) erin Depo Uygulamaları	265
B) Soğuk Depolama	266
C) Dondurarak Depolama	268
KAYNAKLAR	273

13.BÖLÜM: ANTİMİKROBİYAL MADDELERLE GIDALARIN KORUNMASI 274

Ramazan Gökçe

I. GİRİŞ.....	274
II. GIDA KORUNMASINDA KULLANILAN ANTİMİKROBİYAL MADDELER.....	275
A) Organik Asitler.....	275
B) Sülfürdioksit ve Sülfidler.....	278
C) Nitrit ve Nitratlar.....	279
D) Klor ve Türevleri.....	281
E) Lizozim Enzimi.....	282
F) Etilen ve Propilen Oksitler.....	282
G) Hidrojen Peroksit.....	283
H) Ozon.....	283
I) Antibiyotikler.....	284
I) Diğer Antimikrobiyaller.....	285
KAYNAKLAR.....	286

14.BÖLÜM: DÜŞÜK SU AKTİVİTESİYLE GIDALARIN KORUNMASI 289

Duygu Kışla

I. GİRİŞ.....	289
II. SU AKTİVİTESİNİN MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE ETKİSİ.....	290
A) Su Aktivitesinin Tanımı.....	290
B) Gıdaların Su Aktivitesi Değerleri.....	291
C) Su Aktivitesinin Mikrobiyal Çoğalma Üzerine Etkisi.....	292
III. GIDALARIN SU AKTİVİTESİNİN DÜŞÜRÜLMESİNDE KURUTMANIN ETKİSİ.....	296
IV. ORTA DERECEDE NEMLİ GIDALAR.....	298
KAYNAKLAR.....	299

15.BÖLÜM: MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMLERİYLE GIDALARIN KORUNMASI 301

Aykut Ö. Barazi ve Osman Erkmen

I. GİRİŞ.....	301
II. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMLERİ.....	302
A) Modifiye Atmosfer Paketleme.....	303
B) Kontrollü Atmosfer Paketleme.....	304
C) Vakum Paketleme.....	304
D) Denge-Modifiye Atmosfer Paketleme.....	305
E) Aktif Paketleme.....	306
III. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMİNİN ÖNEMİ.....	307
IV. MODİFİYE ATMOSFERDE KULLANILAN GAZLAR.....	308
A) Karbon Dioksit.....	308
B) Oksijen.....	309
C) Nitrojen.....	309
D) Karbon Monoksit.....	310
E) Soy Gazlar.....	310
V. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMLERİYLE PAKETLENEN GIDALAR.....	310
A) Et ve Et Ürünleri.....	310
B) Ekmek ve Unlu Mamuller.....	311
C) Deniz Ürünleri.....	311

D) Meyve ve Sebzeler.....	312
E) Hazır Yemekler.....	312
VI. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMLERİNDE KULLANILAN CİHAZLAR.....	313
A) Vakumlarına ve Paketleme için Kullanılan Cihazlar	313
B) Gaz Mikseri	316
VII. PAKETLEME MATERYALLERİ.....	317
VIII. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMİNİN MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE ETKİSİ....	318
IX. GIDALARIN SAKLAMA SÜRESİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	320
X. MODİFİYE ATMOSFER YÖNTEMİNİN GELECEĞİ.....	320
KAYNAKLAR.....	322
16.BÖLÜM: RADYASYONLA GIDALARIN KORUNMASI.....	323
İbrahim Yıldırım	
I. GİRİŞ.....	323
II. GIDA IŞINLAMASINDA KULLANILAN IŞINLAR.....	324
A) İyonize Olmayan Işınlar.....	324
B) İyonize Işınlar	325
III. GIDALARDA İYONİZE RADYASYONUN KULLANILMASI	326
IV. İYONİZE RADYASYONUN MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE ETKİSİ	327
V. IŞINLAMANIN GIDA BİLEŞENLERİNE ETKİSİ.....	329
A) Karbonhidratlar	329
B) Amino Asitler ve Proteinler.....	330
C) Lipidler.....	330
D) Vitaminler.....	330
VI. GIDA IŞINLAMADA MEVCUT YASAL DURUM	331
KAYNAKLAR.....	332
17.BÖLÜM: GIDALARIN KORUNMASINDA MİKROORGANİZMALAR VE ÜRÜNLERİ..	333
Muhammet Arıcı ve Osman Sağdıç	
I. GİRİŞ.....	333
II. LAKTİK ASİT BAKTERİLERİNİN KORUYUCU OLARAK KULLANIMI.....	334
A) Organik Asitler	335
B) Diasetil	336
C) Karbon Dioksit	337
D) Hidrojen Peroksit.....	337
E) Küçük Molekül Ağırlıklı Antimikrobiyal Maddeler	338
F) Bakteriyosinler	339
III. KORUYUCU OLARAK MAYA METABOLİTLERİ	346
KAYNAKLAR.....	346
18.BÖLÜM: YENİ YÖNTEMLERLE GIDALARIN KORUNMASI.....	348
Gülsün A. Evrendilek, Arzu Ç. Mehmetoğlu, Serap Coşansu ve Osman Erkmen	
I. GİRİŞ.....	348

II. YENİ GIDA KORUMA YÖNTEMLERİ.....	349
A) Yüksek Hidrostatik Basınç.....	349
B) Yüksek Basınçlı Karbon Dioksit	351
C) Yüksek Gerilim Darbeli Elektrik Alanı	353
D) Salınımlı Manyetik Alan	357
E) Ohmik Isıtma.....	358
F) Mikrodalga Isıtma.....	360
G) UV Işınları.....	365
H) Ultrason	367
I) Darbeli Işık.....	368
İ) Darbeli X-Işını.....	370
J) Yüksek Voltaj Ark Deşarjı.....	371
K) Ozon.....	372
L) Bakteriyosinler	375
M) Yenilebilir Filmler ve Gıdaların Kaplanması	377
KAYNAKLAR.....	381

19.BÖLÜM: MİKROBİYAL SPORLAR, ZARARLANMA VE GIDA KORUNMASINDA ÖNEMLERİ

Serap Coşansu

I. MİKROBİYAL SPORLAR	386
A) Giriş	386
B) Bakteri Sporları.....	386
C) Küf ve Maya Sporları.....	394
D) Gıda Endüstrisinde Sporların Önemi.....	395
II. MİKROBİYAL ZARARLANMA	399
A) BAKTERİLERDE ZARARLANMA	399
B) Bakteri Sporlarında Zararlanma	406
C) Küf ve Mayalarda Zararlanma.....	406
D) Canlı Fakat Kültüre Alınamayan Oluşumlar	407
E) Mikrobiyal Zararlanmaların Gıda Endüstrisindeki Önemi.....	407
KAYNAKLAR.....	408

20.BÖLÜM: BİRDEN FAZLA KORUMA YÖNTEMİYLE GIDALARIN KORUNMASI

Gülsün A. Evrendilek

I. GİRİŞ.....	412
II. MİKROORGANİZMALARIN DAVRANIŞI	413
III. GIDA KORUNMASINDA KOMBİNE YÖNTEMLERİN KULLANIMI	415
IV. FARKLI GIDALARDA KOMBİNE YÖNTEMLERİN KULLANIMI VE GEREKLİLİĞİ.....	418
V. YAYGIN OLARAK TÜKETİLEN BAZI ÜRÜNLERDE KULLANILAN KOMBİNE KORUMA YÖNTEMLERİ	419
VI. KOMBİNE YÖNTEMLERİN KULLANIMINDA YENİ EĞİLİMLER.....	421
A) Gram Negatif Bakterilerin Dış Zarflarının Geçirgenliğinin Bozulması	421
B) Doğal Enzimlerle Antimikrobiyal Sistemler	422
C) Antimikrobiyal Ambalaj Materyalleri	423
VII. KOMBİNE YÖNTEMLERİN GELECEĞİ	425
KAYNAKLAR.....	426

21.BÖLÜM: MİKROBİYAL İNAKTİVASYON KİNETİĞİ MODELLERİ	427
Nafi Çoksöyler	
I. GİRİŞ	427
II. MİKROBİYAL İNAKTİVASYON KİNETİĞİ MODELLERİ	429
A) Klasik Modeller	429
B) Doğrusal Modeller	431
C) Doğrusal Olmayan Modeller	436
D) Modeller için Bazı Kavramlar	439
E) Proses Modelleri	442
III. MODELLEME	444
A) Model Parametrelerinin Hesaplanması için Deney Planlama	444
B) İnaktivasyon Denemesi	447
C) Model Parametrelerinin Hesaplanması ve Modelin Onaylanması	447
D) Modellerin Kullanılması	449
KAYNAKLAR	450

V.KISIM GIDA GÜVENLİĞİ İNDİKATÖRLERİ

22.BÖLÜM: GIDALARDA PATOJEN İNDİKATÖRLERİ	453
M. Şevket Çetin	
I. GİRİŞ	453
II. GIDA GÜVENLİĞİ İNDİKATÖRLERİ	454
III. KOLİFORMLAR, FEKAL KOLİFORMLAR VE E. COLI	455
A) Koliformlar	455
B) Fekal Koliformlar	455
C) E. coli	456
IV. ENTEROKOKLAR	456
V. TOPLAM CANLI MİKROORGANİZMA SAYISI	457
VI. DİĞER GÜVENLİK İNDİKATÖRLERİ	458
KAYNAKLAR	460
23.BÖLÜM: GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMA İNDİKATÖRLERİ	461
Funda K. Güler ve H. İmge Oktay Başeğmez	
I. GİRİŞ	461
II. BOZULMA İNDİKATÖRÜ MİKROORGANİZMALAR	462
III. BOZULMA İNDİKATÖRÜ MİKROBİYAL METABOLİTLER	465
KAYNAKLAR	467

VI.KISIM
FERMENTE GIDALARIN MİKROBİYOLOJİSİ**24.BÖLÜM: GIDA FERMENTASYONUNDA KULLANILAN MİKROORGANİZMALAR ... 471**

Osman Sağdıç ve Muhammet Arıcı

I. GİRİŞ.....	471
II. FERMENTE GIDA ÜRETİMİNDE KULLANILAN KÜLTÜRLER.....	474
A) Probiyotik Kültürler.....	475
B) Laktik Starter Kültürler.....	477
C) Diğer Bakteriyel Starter Kültürler.....	485
D) Mayalar ve Küfler.....	487
KAYNAKLAR.....	488

25.BÖLÜM: FERMENTE GIDALAR 491

Zerrin Erginkaya ve Bülent Kabak

I. FERMENTASYONUN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	491
II. FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ.....	492
A) Peynir.....	492
B) Yoğurt.....	493
C) Tereyağı.....	494
III. FERMENTE ET ÜRÜNLERİ.....	494
A) Sucuk.....	496
IV. FERMENTE MEYVE VE SEBZE ÜRÜNLERİ.....	496
A) Turşu.....	497
B) Sirke.....	498
V. FERMENTE TAHIL ÜRÜNLERİ.....	499
A) Ekmek.....	500
B) Ekşi Hamur.....	502
VI. FERMENTE ALKOLLÜ İÇECEKLER.....	503
A) Bira.....	503
B) Şarap.....	505
VII. GELENEKSEL FERMENTE GIDALAR.....	507
A) Kefir.....	507
B) Kımız.....	508
C) Şalgam.....	509
D) Boza.....	509
E) Tarhana.....	510
VIII. FONKSİYONEL VE PROBİYOTİK FERMENTE GIDALAR.....	510
KAYNAKLAR.....	512

26.BÖLÜM:BIYOTEKNOLOJİK İŞLEMLERLE ELDE EDİLEN ÜRÜNLER 515

Zerrin Erginkaya ve Bülent Kabak

I. MİKROBİYAL BİYOKÜTLE ÜRETİMİ.....	515
A) Tek Hücre Proteini.....	515
B) Ekmek Mayası.....	517
II. ENZİM ÜRETİMİ.....	518

III. ORGANİK ASİT ÜRETİMİ.....	520
A) Sitrik Asit.....	520
B) Glukonik Asit.....	521
C) Laktik Asit.....	521
D) İtakonik Asit.....	522
IV. ANTİBİYOTİK ÜRETİMİ.....	522
V. VİTAMİN ÜRETİMİ.....	523
VI. AMİNO ASİT ÜRETİMİ.....	524
KAYNAKLAR.....	525

VII.KISIM

GIDALARIN MİKROBİYOLOJİK ANALİZ YÖNTEMLERİ VE GIDA GÜVENLİĞİ SİSTEMLERİ

27.BÖLÜM: MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER İÇİN ÖRNEK ALIMI VE HAZIRLANMASI ... 529

Mutlu Buket Akın ve Ayhan Atlı

I. GİRİŞ.....	529
II. ÖRNEK ALINMASI.....	529
A) Örnek Alımı İçin Kullanılan Araç ve Gereçler.....	530
B) Örnek Cinsi.....	530
C) Örneklerin Taşınması ve Depolanması.....	531
III. ÖRNEKLERİN ANALİZE HAZIRLANMASI.....	532
A) HOMOJENİZASYON.....	532
B) Seyreltme.....	533
IV. GIDALARDA MİKROBİYOLOJİK ANALİZLER İÇİN ÖRNEK ALMA PLANI.....	533
A) İki sınıflı örnekleme planları.....	534
B) Üç sınıflı örnekleme planları.....	535
KAYNAKLAR.....	537

28.BÖLÜM: GELENEKSEL MİKROBİYOLOJİK GIDA ANALİZ YÖNTEMLERİ..... 538

Özlem Turgay

I. GİRİŞ.....	538
II. GELENEKSEL MİKROBİYOLOJİK GIDA ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	539
A) Doğrudan Mikroskopik Sayım Yöntemleri.....	539
B) Mikroorganizma Sayımında Plak Kültür Yöntemleri.....	542
KAYNAKLAR.....	548

29.BÖLÜM: HIZLI MİKROBİYOLOJİK GIDA ANALİZ YÖNTEMLERİ..... 550

F. Yeşim Ekinci ve Aytül Sofu

I. GİRİŞ.....	550
II. BİYOKİMYASAL VE ENZİMATİK YÖNTEMLER.....	551
A) Minyatüre Edilmiş Biyokimyasal Testler.....	551
B) Kromojenik Besiyeri.....	552
C) Kantitatif Enzimatik Yöntemler.....	552

III. İMMUNOESSEYE DAYALI YÖNTEMLER	554
A) Radyoimmünoessey	554
B) İmmunofloresans	555
C) Enzim İmmunoessey	556
D) İmmünodifüzyon	557
E) İmmunopresipitasyon	557
F) İmmunomanyetik Ayırma	558
G) Lateks Aglütinasyonu	558
IV. NÜKLEİK ASİTE DAYALI YÖNTEMLER	559
A) Polimeraz Zincir Reaksiyonu	559
B) Hibridizasyon	560
C) DNA Mikroarray	561
V. METABOLİK AKTİVİTEYE BAĞLI YÖNTEMLER	563
A) Empedans Yöntemi	563
B) Mikrokalorimetre	565
VI. BAKTERİYOFAJ PROBLARI	565
VII. BİYOSENSÖRLER	566
A) Biyosensörlerin Genel Özellikleri	566
B) Flow İnjeksiyon Analizi (FIA) ve Online Sistem Çalışan Biyosensör	568
C) Gelecekte Biyosensör Kullanımı	568
VIII. HIZLI TANI YÖNTEMLERİNİN SINIRLAMALARI	568
KAYNAKLAR	569

30.BÖLÜM: GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALAR, GIDA ÜRETİMİNDE KULLANIMLARI VE YASAL DÜZENLEMELER

Meryem Elif Öztürk ve Münevver Arısoy

I. GİRİŞ	571
II. GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALAR VE GIDA ÜRETİMİNDE KULLANIMLARI	572
A) Genetiği Değiştirilmiş Mikroorganizmaların Gıda Üretiminde Kullanımları	572
B) Genetiği Değiştirilmiş Bitkilerin Gıda Üretiminde Kullanımları	574
C) Genetiği Değiştirilmiş Hayvanların Gıda Üretiminde Kullanımı	579
II. GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ GIDALAR VE YASAL DÜZENLEMELER	580
A) Abd'de Yasal Düzenlemeler	580
B) Çin'de Yasal Düzenlemeler	581
C) Japonya'da Yasal Düzenlemeler	581
D) Kanada'da Yasal Düzenlemeler	582
E) Yeni Zelanda'da Yasal Düzenlemeler	582
F) Avrupa Birliği (Ab)'nde Yasal Düzenlemeler	582
G) Bm Cartagena Biyogüvenlik Protokolü	583
H) Türkiye'de Yasal Düzenlemeler	584
KAYNAKLAR	587

31.BÖLÜM: GIDA GÜVENLİĞİ VE KALİTE YÖNETİM SİSTEMLERİ

A. Coşkun Dalgıç

I. GİRİŞ	589
II. KALİTE KAVRAMI	589
III. KALİTE YÖNETİM SİSTEMLERİ	592

A) ISO 9000-Kalite Yönetim Sistemi.....	592
B) Kalite Yönetim Sistemleri Dokümantasyonu	596
C) Süreç Yönetimi	598
D) Kalite Yönetim Sistemleri Denetim Yapısı.....	599
IV. GIDA GÜVENLİĞİ	600
A) Gıda Güvenliği Uygulamaları	600
B) Gıda Güvenliği Ön Gereksinim Programları.....	603
C) Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları-HACCP.....	605
V. GIDA GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMLERİ	616
A) ISO 22000-GIDA GÜVENLİĞİ YÖNETİM SİSTEMİ.....	616
B) IFS-Uluslararası Gıda Standardı (International Food Standard).....	620
C) BRC (British Retail Consortium).....	621
VI. GIDA GÜVENLİĞİ VE KALİTE YÖNETİM SİSTEMLERİ SERTİFİKASYONLARI.....	622
KAYNAKLAR.....	622
DİZİN	625

I.KISIM

GIDALARDA MİKROORGANİZMALAR VE ÇOĞALMALARI

1. Bölüm

Gıda Mikrobiyolojisine Giriş,
Önemli Mikroorganizmalar ve
Mikroorganizma Kaynakları

2. Bölüm

Gıdalarda Mikroorganizmaların Çoğalması
ve Çoğalmayı Etkileyen Faktörler

GIDA MİKROBİYOLOJİSİNE GİRİŞ, ÖNEMLİ MİKROORGANİZMALAR VE MİKROORGANİZMA KAYNAKLARI

Nihat Akın¹ ve Mehtap Akın²

¹*Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü, Konya*

²*Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi
Biyoloji Bölümü, Konya*

I. GİRİŞ

Gıdalar bir veya birden çok mikroorganizma grubunu içerir. Bunlardan bazıları gıdalarda normal yaşamsal fonksiyonlarını sürdürürken, bazıları gıda üretiminde kullanılır (örneğin, fermente gıdaların üretimi), birçoğu ise gıdalarda bozulmaya veya gıda kaynaklı hastalıklara neden olurlar. Gıdalarda mikroorganizmaların rolünü araştırmak ve gerektiğinde kontrol etmek için bunların saf olarak izole edilip morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve genetik özelliklerinin araştırılması gerekir. Bu tür çalışmalar birçok mikroorganizma üzerinde yapılmıştır ve yapılmaktadır.

II. GIDA MİKROBİYOLOJİSİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

A) Mikroorganizmaların Keşfi

Mikroorganizmaların keşfi, mikroskobun bulunması ve geliştirilmesi ile gerçekleşmiştir. 1658'li yıllarda Athanasius Kircher, ilk olarak bozulmuş gıdalarda mikroorganizmaların rolünün olduğunu; bozulmuş et, süt ve diğer gıdaları inceleyerek bunlarda gözle görülmeyen kurtçukların varlığını belirtmiştir. 1664 yılında Robert Hooke küflerin yapısını tanımlamıştır. Mikroorganizmaları mikroskopta ilk tanımlayan ve mikroorganizmalar

üzerinde inceleme yapan kişi Antony Van Leeuwenhoek'tur. Leeuwenhoek, bakteriyi tükürük, yağmur suyu, sirke ve diğer materyallerde incelemiş, inceleme sonucunda gördüğü canlıları taslak olarak yuvarlağımsı, çubuk ve spiral olarak 3 morfolojik (görünüş) şekil grubuna ayırmış ve hareket edebilen canlıların varlığını tanımlamıştır. Araştırmacı, bu canlıları hayvanlar arasında sınıflandırmıştır (1676-1683). 19. yüzyılda endüstriyel devrim sonrasında daha gelişmiş mikroskobun yapılması ve yaygın kullanımı nedenleriyle birçok canlıyı incelemek ve tanımlamak mümkün hale gelmiştir. 1830 yılında Ehrenberg bakteri terimini kullanarak 4 cinste en az 16 tür bakteri önermiş ve 1875'te Ferdinand Cohn bakterilerin ön sınıflandırma sistemini geliştirmiş ve spor üreten bakterilerin varlığını belirlemiştir. 19. yüzyılın ortalarında (1940) elektron mikroskobunun keşfi ile virüsler görüntülenebilmiştir.

B) Mikroorganizmalar Nereden Gelmiştir?

Leeuwenhoek'un mikroskobu keşfini takiben, mikroskobik canlıları gözleme çalışmaları artmasına rağmen, bu canlıların farklı maddeler içinde hayvancıklar olarak yayıldığı belirtilmiştir. Bu dönemde toplum, Rönesans faaliyetleri ve deneysel filozofi bilimi olarak bilinen fikirlerin henüz başlangıcındaydı. Aynı dönemde, gözle görülmeyen canlıların varlığı ile ilgili "spontaneous generasyon" teorisi (kendiliğinden olan veya belirsiz neslin kökeni cansız maddeler olması) bazı araştırmacılar tarafından ileri sürülmüştür. Bu teori 19. yüzyılda başta Louis Pasteur ve Francesco Redi tarafından yapılan deneylerden sonra çürütülmüştür. Sonuçta bu teorinin yerine mikroorganizma teorisi ve hücre teorisi ortaya çıkmıştır. 1749'da Turbevill Needham, üstü kapatılmış bir kap içerisindeki kaynamış et veya et suyunda depolamayı takiben kısa süre içerisinde kurtçuk olarak adlandırılan varlıkların oluştuğunu göstermiştir. Lazzaro Spallanzani (1765) yapmış olduğu çalışmada, kaynatılmış et suyun organizmaların bulaşmasını önlemek ve saklamak amacıyla kabin ağzını kapattığında kurtçuk oluşumunu engellediğini belirtmiştir. Antoine Laurent Lavoisier ve çalışma arkadaşları bazı canlıların oksijene ihtiyacı olduğunu belirlediler. Schulze (1830) asit içerisinden, Theodore Schwan (1838) çok sıcak bir tüp içerisinden ve Schröder (1854) pamuktan yaptığı filtreden geçirdiği havayı gıdalar üzerinden geçirdiklerinde bakterilerin gıdalarda çoğalmadığını gözlemişlerdir. Louis Pasteur (1861) havada bulunan toz içerisindeki bakterilerin kaynamış et suyuna bulaşmaları durumunda gelişebildiklerini belirtmiştir.

C) Mikroorganizmaların Fonksiyonları

İnsanlarda birçok hastalıktan sorumlu, gözle görülmeyen organizmalar, Roger Bacon tarafından 13. yüzyılda belirtilmiştir. 16. yüzyılda Venona'da Girolamo Fracastoro da birçok hayvan hastalığının küçük yaratıklarla

insandan insana taşındığını ileri sürmüştür. Bu görüşü 1658 yılında Kircher de belirtmiştir. Viyana'da 1762 yılında von Plenciz farklı hastalıklardan görünmez organizmaların sorumlu olduğunu belirtmiştir. Theodere Schwan (1837) ve Hermann Helmholtz (1843), kokuşma ve fermentasyonun havadan gelen organizmaların varlığı ile ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Pasteur 1875 yılında, şarap üretiminin mikroorganizmaların üzüm üzerindeki etkileri sonucu gerçekleştiğini göstermiştir. Pasteur, et ve sütteki bozulmanın mikroorganizmalarla ilişkili olduğunu belirlemiştir. Daha sonra yine Pasteur, insanlarda ve hayvanlarda görülen birçok hastalıkta mikroorganizmaların sorumlu olduğunu belirtmiştir. Bu hastalıklara karşı Pasteur tarafından aşı geliştirilmiştir. Robert Koch 1880-1890 yılları arasında, kolera ve tüberküloz hastalıklarından sorumlu bakterileri (saf kültür olarak) izole etmiştir. Ayrıca Koch bazı özel hastalıklarla spesifik bakteriler arasında ilişkiyi gösteren Koch teorisini sunmuştur. Yine Koch saf kültür olarak bakteri izolasyonu için agarda sayım yöntemleri ve bakterilerin daha iyi gözlenmesi için boyama teknikleri geliştirmiştir. Bunlar ve benzeri araştırmalarda toprak verimliliği, bitki hastalıkları, fermentasyon, gıda bozulması, gıda kaynaklı hastalıklar ve diğer mikrobiyolojik gelişmeler sağlanmıştır. Araştırmalar sonucunda mikrobiyoloji ayrı bir disiplin olarak gelişmiştir. Daha sonra tıbbi mikrobiyoloji, toprak mikrobiyolojisi, bitki patolojisi, gıda mikrobiyolojisi gibi farklı mikrobiyolojik disiplinler oluşturulmuştur.

D) Gıda Mikrobiyolojisinde Gelişmeler

Avcılık ve tarım işleriyle uğraşan ilk insanların gıda kaynaklı hastalıklar ve gıdalardaki bozulmaların farkında oldukları kabul edilmektedir. Milattan önce 8000 civarında tarım ve hayvancılık benimsenerek hayvanların evcilleştirilmesi dönemine geçildi. Gıdaların korunması ve üretilmesi önemli hale geldi. Milattan önce 8000-1000 arasında birçok gıda koruma yöntem, kurutma, pişirme, fırınlama, tutsüleme, tuzlama, şekerleme, düşük sıcaklıkta depolama (buz içerisinde), havasız ortam (yeraltında depolama), fermentasyon (meyveler, sebzeler, tahıllar ve süt), baharatlama, gibi yöntemler muhtemelen gıdaların daha az bozulmasını sağlamak amacıyla kullanılmış.

Leeuwenhoek tarafından 1670'li yıllarda, her yerde varlığı keşfedilen mikroorganizmaların gıda bozulması, gıda fermentasyonu ve gıda kaynaklı hastalıklara neden olacağı düşünülmüştür. 19. yüzyıl öncesi ve sonrası başta Pasteur olmak üzere gıda kaynaklı mikroorganizmalar incelenmiştir. Bunlar 20. yüzyılda yapılan mikrobiyolojik çalışmalar için temel taşlar olmuştur. 19. yüzyılda gıda muhafazası, gıda bozulmaları ve gıda zehirlenmeleri tarihi ile ilgili en önemli olayların bazıları aşağıda listelenmiştir.

Gıda korunması ile ilgili çalışmalar:

- 1782 — İsveçli kimyacı, sirkenin konservelenmesini gerçekleştirmiştir.
- 1810 — Fransa'da Appert, gıdanın konservelenerek muhafazasıyla ilgili patent almıştır.
- 1813 — Donkin, Hall ve Gamble, konserve gıdalarda işlem sonrası inkübasyon uygulamasını başlatmışlardır.
- 1825 — T. Kensett ve E. Daggett, teneke kutu içerisinde gıda muhafazası için patent almışlardır.
- 1835 — İngiltere'de Newton'a yoğunlaştırılmış süt yapımı için patent ödülü verilmiştir.
- 1840 — Balık ve meyve ilk defa konserve edilmiştir.
- 1843 — I. Winslow Maine, ilk buharla sterilizasyon gerçekleştirmiştir.
- 1853 — R. Chevallier-Appert, otoklavlamayla gıdanın sterilizasyonu için patent almıştır.
- 1854 — Pasteur şarap üretimini gerçekleştirmiş ve 1867-1868'de ısı ile işleme ticari sterilizasyon uygulamıştır.
- 1855 — İngiltere'de ilk defa Grimwade, süt tozu üretmiştir.
- 1865 — ABD'de ticari boyutlarda balıkların yapay yöntemle dondurulmasına başlanmış ve 1889'da bunu yumurta izlemiştir.
- 1878 — Avustralya'dan İngiltere'ye ilk kez dondurulmuş et gönderilmesi gerçekleştirilmiştir.
- 1880 — Almanya'da süt pastörize edilmiştir.
- 1882 — Krukowitsch, bozulma yapan bakteriler üzerine ozonun yıkıcı etkisini belirlemiştir.
- 1886 — Meyve ve sebzelerin mekanik olarak kurutulmasını, A. F. Spawn gerçekleştirmiştir.
- 1907 — E. Metchnikoff ve arkadaşları, yoğurt bakterilerinden biri olan ve bugünkü adı *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* olan bakteriyi izole ederek isimlendirmişlerdir.
- 1908 — ABD'de sodyum benzoatın, bazı gıdalarda koruyucu olarak kullanılmasına izin verilmiştir.
- 1916 — Almanya'da gıdalarda hızlı dondurma yöntemi başlatılmıştır.
- 1922 — Esty ve Meyer tarafından yapılan çalışmada, fosfat tamponu içerisinde *Clostridium botulinum* için $z = 18^{\circ}\text{F}$ olarak belirlenmiştir.
- 1928 — Avrupa'da elmada kontrollü atmosfer şartları ticari olarak kullanılmıştır.
- 1929 — Yüksek enerjili radyasyon kullanımı ile gıda korunumu sağlanmıştır.

- 1943 — ABD'de hamburger etlerinin korunması için iyonize radyasyon kullanılmıştır.
- 1954 — İngiltere'de bazı işlenmiş peynirlerde *Clostridium*'un kontrolü için nisin kullanılmıştır.
- 1997 — ABD'de ozonun gıdalarda kullanımı FDA tarafından güvenli olarak kabul edilmiştir.

Gıda bozulmalarıyla ilgili çalışmalar:

- 1659 — Kircher, sütte bakterileri tespit etmiştir.
- 1680 — Leeuwenhoek, ilk defa maya hücrelerini mikroskop kullanarak gözlemlemiştir.
- 1780 — Scheele, ekşimiş sütlerde temel asidin laktik asit olduğunu belirlemiştir.
- 1857 — Pasteur, sütün ekşimesinin içinde gelişen organizmalardan kaynaklandığını göstermiştir.
- 1873 — Yumurtada mikrobiyal bozulmayla ilgili tespit yapılmıştır.
- 1876 — Tyndall, parçalanmış maddelerdeki bakterilerin havaya ve diğer maddelere bulaşabileceğini gözlemiştir.
- 1878 — Cienkowski yaptığı çalışmada, *Leuconostoc mesenteroides* tarafından sünme yapıldığını belirlemiştir.
- 1902 — Psikrofil terimi Schmidt-Nielsen tarafından, 0°C'de gelişen mikroorganizmalar için kullanılmıştır.
- 1915 — B.W. Hammer, *Bacillus coagulans* pıhtılaştırılmış süttten izole etmiştir.
- 1933 — İngiltere'de Oliver ve Smith, *Byssochlamys fulva*'nın gıdalarda bozulma yaptığı belirlemiştir.

Gıda zehirlenmeleriyle ilgili çalışmalar:

- 1857 — İngiltere'de W. Taylor Penrith tarafından, sütün tifo ateşi hastalığının taşıyıcısı olduğunu belirtmiştir.
- 1888 — Gaertner, gıda zehirlenmesine neden olan *Salmonella Enteritidis*'i etten izole etmiştir.
- 1896 — Van Ermengem *C. botulinum*'un izolasyonunu ve tanımlanmasını yapmıştır.
- 1906 — *Bacillus cereus*'un gıda zehirlenmelerine neden olduğu belirlenmiştir.
- 1939 — Schleifstein ve Coleman, *Yersinia enterocolitica*'nın gıdalarla yendiğinde bağırsak iltihabına neden olduğunu belirtmiştir.

- 1945 — McClung, *Clostridium perfringens*'in gıda zehirlenmesine neden olduğu belirmiştir.
- 1960 — *Aspergillus flavus* tarafından aflatoksin üretimi rapor edilmiştir.
- 1978 — Avustralya'da Norwalk virüsünün neden olduğu gıda kaynaklı gastroenteritis kaydedilmiştir.
- 1981 — ABD'de gıda kaynaklı listeriosis zehirlenmesi belirlenmiştir.
- 1986 — İneklerde Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) adlı beyin hastalığı ortaya çıkarılmıştır.

E) Gıda Mikrobiyolojisi

20. yüzyılın başlarında, özellikle gıdalarda, başta patojen bakteriler olmak üzere, mikroorganizmaların önemi ve birlikte yaşamlarının anlaşılması için çalışmalar devam etmiştir. Mikroorganizmaların izolasyonu ve identifikasyonunda özel yöntemler geliştirilmiştir. Mikroorganizmaların bulaşmasının azaltılması için gıdaların saklanması sanıtasyona önem verilmiştir. Gıda bozulmalarına neden olan ve patojenik mikroorganizmaların öldürülmesi ve çoğalmalarının engellenmesi için de özel yöntemler üzerinde çalışılmıştır. Başta süt fermentasyonu olmak üzere, gıda fermentasyonlarında yararlı bakteri kaynaklarının izolasyonu üzerinde de yoğun ilgi olmuştur. 1950'lerden sonra gıda mikrobiyolojisi çeşitli mikroorganizma tiplerinin biyolojik karakteristikleri, gıdalla etkileşimleri, fizyolojileri, biyokimyası, mikrobiyal fizyolojisi, genetiği, immunolojisi gibi konularla ilgilenmiştir. Son yıllarda gıda fermentasyonu, probiyotikler, gıda bozulması, gıda kaynaklı hastalıklar, rekombinant DNA teknolojisi gibi konular gıda mikrobiyolojisinde etkin olarak yer almıştır.

a) Gıda fermentasyonu/probiyotikler

Fermentasyon anaerobik şartlarda, glikoliz yoluyla ATP üretimini sağlayan önemli bir biyokimyasal süreçtir. Fermentasyon ve probiyotiklerle ilgili önem arz eden konular şunlardır:

- Türler arasında genetik transferle istenilen metabolik aktivitedeki türlerin geliştirilmesi.
- Bakteriyofajlara dirençli laktik asit bakterilerinin geliştirilmesi,
- Bağışıklık proteinlerini taşımak için laktik asit bakterilerinin kullanım metodlarının geliştirilmesi.
- Özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için önemli laktik asit bakterileri ve bakteriofaj genomlarının sıralanması.
- İstenilen bakteriler ve onların antimikrobiyal metabolitleri kullanılarak gıdaların biyolojik yöntemlerle korunması.

- Probiyotik bakterilerin önemli özelliklerini anlama ve istenilen türlerin geliştirilmesi.
- Gıda işlemlerinde doğrudan kullanım için starter kültür üretiminin etkili yöntemlerle yapılması.

b) Gıda bozulmaları

Gıda bozulmaları ile ilgili önem arz eden konular şunlardır:

- Gıda işleme ve muhafaza yöntemlerindeki gelişmelere paralel olarak yeni bozulma etkeni mikroorganizmaların kontrolü ve belirlenmesi.
- Soğutarak veya dondurarak raf ömrü uzatılan gıdaların bakteriyel enzimlerinden dolayı bozulmasının tespiti.
- Gıdalarda bozulma etkeni mikrobiyal metabolitlerin belirlenmesi için moleküler metodların geliştirilmesi.
- Zararlı mikroorganizmalarda antimikrobiyal koruyuculara karşı dirençlilik çoğalmasında çevresel faktörlerin öneminin belirlenmesi.

c) Gıda kaynaklı hastalıklar

Gıda kaynaklı hastalıklarla ilgili önem arz eden konular şunlardır:

- Mikroorganizma bulaşmış gıdalardan gıda kaynaklı patojenik bakterilerin teşhisi için tekniklerin geliştirilmesi.
- Gıda ve çevresindeki patojenik bakterilerin hızlı teşhisi için moleküler biyoloji tekniklerin kullanılması.
- Gıda kaynaklı patojenik virüslerin etkili teşhisi ve kontrolü için yöntemlerin geliştirilmesi.
- Gıda kaynağı olarak kullanılan hayvanlardan insanlara bulaşan hastalıkların taşınma potansiyellerinin belirlenmesi.
- Patojenlerin belirlenmesi ve öldürülmesi için çevresel stresin öneminin belirlenmesi.
- Gıdalarda antibiyotiğe dirençli patojenlerde artışla ilişkili faktörler belirlenmesi.
- Gıda ve gıda üretiminde kullanılan alet-ekipmanların yüzeyinde gıda kaynaklı patojenlerin tespiti.
- Gıda kaynaklı patojenlerin patojenite mekanizmalarının belirlenmesi,
- Gıda kaynaklı hastalıkların epidemiyolojik çalışmasında etkili yöntemlerin kullanılması.
- Gıdalarda patojenlerin kontrol edilmesi.

d) Diğerleri

Bu alanda sürdürülebilecek diğer çalışmalar şunlardır:

- Gıdaların üretiminde, işlenmesinde ve muhafazasında kritik kontrol noktalarında tehlike analizlerinin (HACCP) uygulanması,

- Gıda işleme teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması.
- İşlenmemiş gıdaların ve işlenmiş yemeye hazır gıdaların mikrobiyolojisinin araştırılması.
- Çiftlikten sofraya gıdaların mikrobiyal kontrolü.
- Gıda güvenliği düzenlemeleri.

F) Gıda Mikrobiyolojisi ve Gıda Mikrobiyologları

Yukarıda anlatılanlardan anlaşılacağı gibi, gıda mikrobiyolojisi bir bilim dalıdır. 1990'dan önce gıda mikrobiyolojisinde gıdaların mikrobiyolojik kontrolü, genel olarak son üründe gıdaların kontrol edilmesi prensibine dayanıyordu. Sonraki yıllarda, teknoloji kullanımıyla gıda mikrobiyolojisi üretim, işleme, muhafaza etme, pazarlama ve gıda tüketiminde etkili olmuştur. Günümüzde modern gıda mikrobiyolojisi yeni gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan problemleri de çözebilmektedir. Bu bilim dalı gıda bozulması, gıda kaynaklı hastalıklar, mikrobiyal gıda üretimi ve mikroorganizmaların kontrolünün etkin bir şekilde sürdürülebilmesi için mikrobiyal ekoloji, fizyoloji, metabolizma ve genetik bilgilerine daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Bu bilgiler, mikrobiyolojik yöntemlerin geliştirilmesi, bozulmuş ve patojen bakterilerin DNA yapılarının etkisinin incelenmesi, fermente gıda üretiminin kolaylaştırılması, gıdalarda sıcağa duyarlı enzimlerin kullanılması, patojenlerin dışlanması gibi birçok çoğalması sağlayacaktır.

Gıda mikrobiyolojisi eğitimini tamamlayan kişiler:

- Uygun teknikler kullanarak gıdaların ve gıda katkı maddelerinin mikrobiyolojik kalitesini belirleme,
- Bozulma ve sağlık açısından tehlike oluşturan mikroorganizma tiplerini ve kaynağını tespit etme,
- Gıda bozulması ve patojenlerin kontrolü için doğru dizayn edilmiş prosedürleri geliştirme,
- Gıdalar ve gıdaların çevresindeki patojen ve zararlı mikroorganizmaları izole etmek ve belirlemek için hızlı metodları kullanabilme,
- Gıda işlemede yeni teknolojilerin uygulanabilmesini ve spesifik mikrobiyolojik problemler ortaya çıktığında bu problemlerin çözümü için yöntemleri belirleme,
- Gıda işleme ortamlarında bozulma ve patojen problemlerini kontrol etmek için etkili sanitasyon prosedürleri düzenleyebilme,
- Fermente gıda üretiminde ve probiyotiklerin kullanımında mikroorganizmaları etkin bir şekilde kullanılması,
- Gıda kanunları (ülke düzeyinde veya uluslararası düzeyde) hakkında bilgi sahibi olma, ve gıda üretim ve denetiminde kullanma,
- Üretilen veya ithal edilen gıdaların mikrobiyolojik problemlerini anlama gibi konularda etkin olur.

III. GIDALARDA BULUNAN MİKROORGANİZMALARIN SINIFLANDIRILMASI, ÖNEMİ VE ÖZELLİKLERİ

İnsan gıdasının kaynağı bitkiler ve hayvanlar olduğundan, bunların doğal yaşam ortamlarıyla mikrobiyal ortamın birlikteliğinin biyolojik prensiplerini anlamak önemlidir. Mikroorganizmalar doğrudan insanlar, bitkiler ve hayvanlarda çeşitli hastalıklara neden oldukları gibi gıdalarda bozulmalara ve gıda kaynaklı hastalıklara da neden olurlar. Fakat bu asla onların doğadaki birincil rolü değildir. Doğadaki mikroorganizmaların rolleri kendi yaşamlarını sürdürmektir. Bu işlem sırasında organik maddeleri kullanma veya oluşturmalarına göre heterotroflar ve ototroflar şeklinde gruplandırılırlar. Bazı mikroorganizmalar organik materyalleri enerji ve inorganik bileşiklere dönüştürebilirler.

Mikroorganizmalar doğada azot ve diğer elementlerin döngüsünü gerçekleştirirler. Bu durum doğal olarak gerçekleşir. Mikroorganizmalar basit olmalarına rağmen, ileri formlarla karşılaştırıldıklarında, devamlılıkları için temel olan birçok kompleks kimyasal reaksiyonları gerçekleştirme yeteneğindedirler. Diğerleri bazı besin bileşenlerini inorganik maddelerden, bazı besinlerini de gıda kaynaklarımızdan sağlarlar.

A) Bakteriyel Taksonomi

Takson, canlıların sınıflandırılmasında, âlemden alt türe kadar bir hiyerarşi içinde düzenlenmiş tüm birimlerin ortak adıdır.

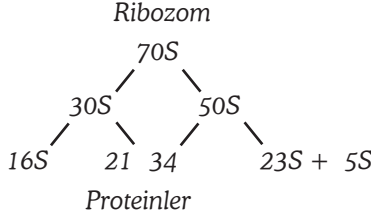
Yeni taksonların çoğu moleküler genetik metodların ya tek başına ya da bazı geleneksel metodlarla kombine edilerek çalışılması sonucunda belirlenmiştir. Mikroorganizmaların sınıflandırılmasında aşağıdaki faktörler kullanılmaktadır:

- DNA yapısı ve DNA'nın G+C % mol içeriği.
- 23S, 16S ve 5S rRNA dizinindeki benzerlikleri.
- Oligonükleotid yapısı.
- Toplam çözünebilir proteinlerin morfolojik ya da biyokimyasal özelliklerinin sayısal taksonomik analizleri.
- Hücre duvarı analizleri.
- Serolojik özellikleri.
- Hücresel yağ asidi çeşidi ve özellikleri.

Uzun yıllardır, sınıflandırmada bunlardan bazıları (örneğin hücre duvarı ve serolojik özellikler) uygulanmış olmasına rağmen, diğerleri (ribozomal RNA (rRNA) sıralama benzerliği) 1980'li yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Bakteriyel taksonomik araç olarak kullanılan yaygın yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

rRNA analizleri:

Bakterilerle ilgili taksonomik bilgi RNA nükleotid sıralamasının karşılaştırılmasıyla sağlanabilir. Prokaryotik ribozom, 70S ünitesinden oluşur. Bu ünite iki ayrı fonksiyonel alt ünite içerir: 50S ve 30S. 50S alt ünitesi 23S ve 5S RNA'ya ilave olarak yaklaşık 34 proteinden oluşurken, 30S alt ünitesi 16S RNA'ya ilave olarak yaklaşık 21 proteinden oluşur. Buna ait şematik görünüm aşağıdaki şekildedir.



Bakterilerin 16S alt ünitesi çağlar itibarıyla yüksek oranda değişmeden kaldığı ve korunduğu için bakterilerin en iyi tanımlayıcısı olduğu düşünülmektedir. Ters transkriptaz ile 16S rRNA nükleotidlerinin toplam sıralamasının yaklaşık % 95'i belirlenebilmektedir. Alternatif olarak 16S rRNA polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile spesifik bölgelerin çoğaltılmasından sonra nükleotidler sıralanabilir.

16S rRNA nükleotid sıralaması için tek bir halka ya da zincirli DNA kopyası kalıp olarak RNA ile ters sentezi sonucunda elde edilir. Tek bir halka ya da zincire sahip DNA çeşitli büyüklüklerdeki DNA parçalarına ayrılabilir ve bunlar sıralanabilir. DNA sıralamasından, kalıp 16S rRNA sıralaması ortaya koyulabilir. Bu çalışmalar sonucunda canlılar üç alemde toplanmıştır. Bunlar, "Eukaryotlar", "Archaeobacterler" ve "Prokaryotlar"dır. Prokaryotlar siyanobakterleri ve eubakterileri içerir. 16S rRNA'nın sıralama benzerliği organizmaların sınıflandırmasında da kullanılmıştır. 23S rRNA'nın sıralaması da bakteriyel taksonomide kullanılmaktadır.

DNA analizleri:

Bakteri DNA'sının G+C moleküllerinin yüzdesi son 20-30 yıldır bakteri taksonomisinde kullanılmaktadır ve 16S ve 5S rRNA dizi verilerinin birlikte kullanımı bunu çok daha fazla anlamlı kılmıştır. 16S rRNA analizleriyle, Gram-pozitif bakteriler 2 gruba ayrılmıştır: Birinci grupta G+C yüzdesi % 50'den fazla ve ikinci grupta % 50'den daha az olanlar bulunur. İlk grup *Bifidobacterium*, *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Propionibacterium*, *Streptomyces*, ve diğerlerini içerir. Daha düşük G+C içerikli grup *Bacillus*, *Clostridium*, *Erysipelothrix*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Listeria*, *Pediococcus*, *Staphylococcus*, ve diğerlerini içerir. İki organizmanın G+C içeriği oranı % 10'dan daha fazla