

Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler

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). Gıda Mühendisliğinde Temel İşlemler. In *Gıda Mühendisliğine Giriş* (pp. 69-101). 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 Kitabeveeri, 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
Pişirme.....	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 Yönetimini 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
Uygunsuzluk 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 4

GIDA MÜHENDİSLİĞİNDE TEMEL İŞLEMLER

Giriş

Gıda mühendisliğinde temel işlemler; çeşitli gıdaların hazırlanması sırasında uygulanan genel işlemleri ifade etmektedir. Gıda üretiminde kullanılan temel işlemler sayesinde ham maddeler tüketilebilecek hâle getirilir, bileşeninde bulunan zararlı, sindirimi zorlaştırıcı maddeler ve mikroorganizmalar yok edilir, sağlıklı şekilde gıdaların saklama süreleri artırılır, taşınması kolaylaştırılır ve yeni ürünlerin geliştirilmesi sağlanır. Gıda temel işlemlerinin iyi şekilde anlaşılabilmesi için öncelikli olarak birimlerin, boyutların, ısı ve kütle transfer mekanizmalarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu bölümde kütle, ağırlık, hacim, basınç, uzunluk, yoğunluk gibi büyüklükler ve dönüşümleri, ısı transfer mekanizmaları ve gıdaların işlenmesinde akışkan, akış, viskozite ve akış ölçümleri hakkında temel bilgilere yer verilmiştir.

Gıda ile İlgili Temel Tanımlar

Gıda Maddesi

Genel olarak karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral gibi besin öğelerinin yanında su gibi insanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli maddelerin bir kısmını ya da tümüne sahip olan ve tütün ve ilaç olarak kullanılanlar hariç içki ve sakız dâhil olmak üzere yenilen veya içilen yarı işlenmiş veya son ürün olan her türlü madde, gıda maddesi olarak tanımlanabilir. Gıda maddeleri ana kaynaklar olarak bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilir. Gıda maddeleri tüm bu özelliklerinin yanında psikolojik, duyuşsal, sosyolojik ve kültürel olgulara da sahiptir.

BÖLÜM 4

GIDA MÜHENDİSLİĞİNDE TEMEL İŞLEMLER

Giriş

Gıda mühendisliğinde temel işlemler; çeşitli gıdaların hazırlanması sırasında uygulanan genel işlemleri ifade etmektedir. Gıda üretiminde kullanılan temel işlemler sayesinde hammaddeler tüketilebilecek hale getirilir, bileşeninde bulunan zararlı, sindirimi zorlaştırıcı maddeler ve mikroorganizmalar yok edilir, sağlıklı şekilde gıdaların saklama süreleri artırılır, taşınması kolaylaştırılır ve yeni ürünler geliştirilmesi sağlanır. Gıda temel işlemlerinin iyi şekilde anlaşılabilmesi için öncelikli olarak birimlerin, boyutların, ısı ve kütle transfer mekanizmalarının çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla bu bölümde kütle, ağırlık, hacim, basınç, uzunluk, yoğunluk gibi büyüklükler ve dönüşümleri, ısı transfer mekanizmaları ve gıdaların işlenmesinde akışkan, akış, viskozite ve akış ölçümleri hakkında temel bilgilere yer verilmiştir.

Gıda ile ilgili temel tanımlar

Gıda Maddesi

Genel olarak karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineral gibi besin öğelerinin yanında su gibi insanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gerekli maddelerin bir kısmını ya da tümüne sahip olan ve tütün ve ilaç olarak kullanılanlar hariç içki ve sakız dahil olmak üzere yenilen veya içilen yarı işlenmiş veya son ürün olan her türlü madde gıda maddesi olarak tanımlanabilir. Gıda maddeleri ana kaynaklar olarak bitkisel ve hayvansal kaynaklardan elde edilirler. Gıda maddelerinin tüm bu özelliklerinin yanında psikolojik, duyuşsal, sosyolojik ve kültürel olgulara sahiptir.

Gıda mühendisleri gıda maddelerini işler, kalitesini sağlar ve takip eder, muhafaza eder ve yeni ürünler geliştirmek için araştırmalar yapar.

Gıda Bilimi

Gıdaları fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, biyolojik, mikrobiyolojik, beslenme, enzim yönünden inceleyen, gıda bozulma nedenlerini araştıran, gıda işleme ve tüketim aşamasına

kadar geçen tüm süreçleri kapsayan konularda temel bilimler ve mühendislik bilgileri ışığında çözümler üreten bir bilim dalıdır.

Gıda teknolojisi ise gıda biliminin uygulama alanı olup bu üretilen bilgi ve çözüm yollarını kullanarak sağlıklı ve besleyici gıdaların üretimini, saklanması, ambalajlanmasını, sevkiyatını ve güvenli olarak tüketimini sağlar.

Gıda İşleme

Gıda hammaddelerinin veya yarı işlenmiş gıdaların tüketime hazır hale getirilmesi için yapılan tüm işlemler bütünüdür.

Hammadde

Gıda hammaddesi yarı işlenmiş ürün veya tüketime yönelik son ürünlerin elde edilmesi için bitki ve hayvanlardan elde edilen ve işlenerek tüketime yönelik son ürün elde edilmesine yarayan temel maddedir. Gıda retiminde kullanılan hammaddeler organik maddeler olmasından dolayı; mekanik ve ısı gibi birçok hassas işlemler ve belirli depolama koşullarını gerektirmektedir. Gıda hammaddelerinin özellikle mikrobiyolojik bozulmalara elverişli olması nedeniyle; elde edilmeleri sonrasında zaman geçirmeden işlenmeli ve uygun koşullarda depolanmalıdır.

Proses

Hammadde ve diğer içeriklerin ürüne dönüştürmesi için yapılan tüm işlemler bütününe proses denir. Gıda üreten işletmelerde yapılan bina yerleşimi, fabrika dizaynı, makine parkurunun planlanma aşamalarının tümü üretim prosesi odağa alınarak yapılır. Günümüzde geleneksel proses yönetimlerinin yanında matematiksel modellemeler ve simülasyonlar üzerine kurulmuş robotik otomasyon sistemleri kullanılmaktadır.

Boyutlar, Büyüklük, Birim, lme ve Birim Dönüşümleri

İnsanoğlu yeryüzünde grdğu veya diğer duyularıyla algıladığı varlıkları ve cisimleri tanımlama, karşılaştırmak ve dışa vurmak için ortak bir dil geliştirme ve kullanma zorunluluğu vardır. Ortak bir dil oluşturulmuş bu değerler biz fiziksel büyüklükler olarak nitelendirmekteyiz. Fiziksel büyüklük bir maddenin ölçülebilen nitelikleri olup ortak dil gereği genellikle Latince, yunanca veya İngilizce karşılıklarının baş harfleri ile gösterilmektedir. Bir fiziksel büyüklüğün tanımlanabilmesi için nicel ve nitel olarak gözlemlenerek ölçümlerinin yapılabilmesi gerekir.

Temel ve Türetilmiş Büyüklükler

Fiziksel büyüklükler temel ve türetilmiş büyüklükler olarak ifade edilebilmektedir. Temel büyüklüklerde; yapılan ölçümler sonucunda ifade edilen büyüklükte başka hiçbir büyüklük bulunmaz. Türetilmiş büyüklükler ise başka büyüklüklerin desteği ile ifade edilebilmektedir. Fiziksel büyüklüklere ağırlık, uzunluk, zaman, hız, alan, hacim, sıcaklık, iş, güç, enerji vb. örnek olarak verebiliriz.

Temel büyüklüğe uzunluk (m) örnek verilebilirken türetilmiş büyüklüğe alan (m²) örnek olarak verilebilir.

Birim

Rastgele seçilen bir büyüklüğün ölçümünün yapılabilmesi için gerekli olan referans büyüklüğü ifade eder. Başka bir ifadeyle aynı cinsten olan fiziksel büyüklüklerin sayısal değerinin saptanması için karşılaştırma büyüklüğüdür.

Ölçme

Bir büyüklüğün aynı cinsten olan ancak bilinen bir büyüklükle karşılaştırarak sayılarla ifade edilmesidir. İnsanlar tarih boyunca fiziksel büyüklükleri duyularıyla ölçmeye çalışmış ancak nesnel olmayan sonuçlar nedeniyle insan duyularından etkilenmeyen ölçme aletleri geliştirmeye gayret etmişlerdir. Ölçme işlemlerine gıda mühendisliği alanında ve özellikle üretim, laboratuvar ve araştırma geliştirme faaliyetlerinde çok fazla gereksinim duyulmaktadır.

Birimler ve Dönüşümleri

Birimler binlerce yıldır uluslar tarafından kullanılmaktaydı. Ancak bu birimlerin çoğunluğu bilimsellikten uzaktı. Tüm bu karışıklıklar uluslararası anlaşmalarla engellenmiştir. Bu uluslararası birimlerinden en çok kullanılan üçü CGS - Birim Sistemi (Centimeter, Gram, Second), MKS - Mutlak Birimler Sistemi (Metre, Kilogram, Second) - ve SI - Uluslararası Birim (Système International D'unités) sistemidir.

CGS Birim Sistemi

Uzunluk, kütle ve zaman temel kavramları üzerine kurulmuş bir sistemdir. Uzunluk için santimetre, kütle için gram ve zaman için saniye kavramları türetilmiştir. Gelişen bilim ve teknoloji ile yerini SI birim sistemi almıştır (Tablo 1).

Tablo 1. CGS Birim Sistemi

Fiziksel Nicelik	Büyüküğü	Birim	Sembolü
Uzunluk	Temel	Santimetre	cm
Kütle	Temel	Gram	g
Zaman	Temel	Saniye	s
Hacim	Türetülmüő	Santimetreküp	cm ³
Hız	Türetülmüő	Santimetre/saniye	cm/s
Kuvvet	Türetülmüő	Dyne	dyn
Enerji	Türetülmüő	Erg	erg

MKS Birim Sistemi

Bu sistem CGS gibi uzunluk, kütle ve zaman kavramları üzerine kurulmuőtur. Elektrik akım Şiddeti de temel birimler içine girmektedir. Uzunluk için metre, kütle için kilogram, zaman için saniye ve akım için amper kabul edilmiő ve kısaca MKS veya MKSA birim sistemi olarak adlandırılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. MKS Birim Sistemi

Fiziksel Nicelik	Büyüküğü	Birim	Sembolü
Uzunluk	Temel	Metre	m
Kütle	Temel	Kilogram	kg
Zaman	Temel	Saniye	s
Hacim	Türetülmüő	Metreküp	m ³
Hız	Türetülmüő	Metre/saniye	m/s
Kuvvet	Türetülmüő	Newton	N
Enerji	Türetülmüő	Joule	J

Uluslararası Birim Sistemi (SI- Systeme International d'Unites)

Her birim sistemi ölçümler için farklı simgeler kullanmıő bu nedenle birimlerin çevriminde karıőıklıklara ve karmaőaya neden olmuştur. Tüm bu yaőanan sorunların giderilmesi amacıyla 1971 yılında düzenlene Uluslararası Ölçüler Konferansında uzunluk, kütle ve zamanın dışında dört temel büyüküük (elektrik akımı, sıcaklık, madde miktarı ve ışık Şiddeti) dahil edilerek yeni bir birim sistemi tanımlanmıştır. Yeni sistem MKS-Mutlak Birimler

Sistemini kapsamaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan en önemli birim sistemidir (Tablo 3).

Tablo 3. SI Birim Sistemi

Fiziksel Nicelik	Büyüküğü	Birim	Sembolü
Uzunluk	Temel	Metre	m
Kütle	Temel	Kilogram	kg
Zaman	Temel	Saniye	s
Elektrik akımı	Temel	Amper	A
Termodinamik sıcaklık	Temel	Kelvin	K
Madde miktarı	Temel	mol	mol
Işık şiddeti	Temel	Candela	cd
Hacim	Türetilmiş	Metreküp	m ³
Hız	Türetilmiş	metre/saniye	m/s
Kuvvet	Türetilmiş	Newton	N
Enerji	Türetilmiş	Joule	J

Birimler arası dönüşümler

Bazı büyüklükler arasındaki dönüşümler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Birimler arası dönüşüm

Fiziksel Nicelik	CGS	MKS	SI
Kütle	Gram (g)	Kilogram (kg)	Kilogram (kg)
Uzunluk	Santimetre (cm)	Metre (m)	Metre (m)
Sıcaklık	Kelvin (K)	Kelvin (K)	Kelvin (K)
Zaman	Saniye (sn.)	Saniye (sn.)	Saniye (sn.)
Enerji, İş	Erg	Joule (J)	Joule (J)
Kuvvet	Dyne	Newton (N)	Newton (N)
Akım	Esu/s	Amper (A)	Amper (A)
Basınç	bar	Pascal (Pa)	N/cm ²

Kütle ve Ağırlık Kavramı

Kütle maddenin değişmez miktarı olup 'm' sembolü ile gösterilmektedir. Arkeolojik kazılar insanların madde miktarlarını belirlemede farklı ölçü aletleri kullandıklarını kanıtlamıştır. İlk olarak milattan önce 3500'lü yıllarda Mısırlıların tarım ürünlerini tartmak için standart tartı ağırlıkları kullandıkları bilinmektedir. Hammurabi Yasalarında standart tartılardan ve ağırlık birimlerinden söz edilmektedir. Eski Yunan ve Roma' da ise ağırlık ölçü birimleri yaygın olarak kullanılır olmuştur. İlk zamanlar her devlet kendi ağırlık birimlerini belirlemiştir. Ancak bu devletlerarası alışverişte sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle uluslararası birimlere gereksinim doğmuştur. Kütle ölçülebilmesi için belirli bir büyüklükteki maddenin seçilerek diğerleri ile karşılaştırılması gerekmektedir. İlk çalışmalar 17. yüzyılda başlamış kütle standardı olarak +4°C sıcaklıktaki 1 Litre (1dm³) suyun ağırlığı kabul edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar metrik sistemin temelini oluşturmuş ve nihayet 1779 yılında kolay kullanımı sağlamak için ağırlık birimi olarak platin ve iridyum alaşımından üretilen bir referans kütle kabul edilmiştir. Hazırlanan bu referans kütle Fransa'nın Sevres Uluslararası Ağırlık ve Ölçmeler Bürosu arşivlerinde *arsiv kilogram* adıyla saklanmakta ve dünyanın diğer standart laboratuvarlarına buradan gönderilmektedir.

Binlerce yıldır eşit kollu terazilerde cisimlerin kütleleri ve böylece ister istemez ağırlıkları da karşılaştırılmıştır. Bu nedenle günümüzde bile kütle ve ağırlık kavramları da birbirinin yerine kullanılmakta ve karıştırılmaktadır. Ancak gıda mühendisliği analizlerinin nicel ölçümlerinde kütle teriminin tercih edilmesinde yarar olacaktır.

Bir cismin ağırlığı yerkürenin cisme uyguladığı çekim kuvveti ile ifade edilir. Ağırlık aslında bir kuvvet olup vektörel bir büyüklüktür. Vektörün yönü ise kütle çekim kuvvetinin yönü ile aynıdır. Ağırlık büyüklüğü "Newton" gibi kuvvet birimleriyle ölçülür.

Ağırlık ile kütle arasındaki ilişki $W = m \cdot g$ denklemi ile ifade edilir.

W (weight) : ağırlık

m (mass) : kütle

g (gravity) : yer çekimi ivmesidir.

Yeryüzünün farklı bölgelerinde bir m cisminin ağırlığı g değeri farklılaştığı için farklı sonuçlar verecektir. Bu nedenle 1 kg kütleli m cismin, g değerinin 9,79 m/s² olduğu bölgede, ağırlığı 9,79 N iken aynı cismin, g değerinin 9,81 m/s² olduğu bölgede, ağırlığı 9,81N gelecektir. Kütle çekim kuvvetinin olmadığı bölgede cismin ağırlığı sıfırdır ancak kütle her yerde aynıdır değişmez.

Ağırlık hesaplamaları yapılırken brüt ağırlık, net ağırlık ve dara terimlerinin iyi bilinmesi ve doğru kullanılması gerekir.

Brüt Ağırlık

Bir cismin kabı, paketi veya ambalajı ile tartım sonucu ölçülen kütleyle *brüt ağırlık* denir.

Dara

Boş kabın, paketin veya ambalajın kütlesine *dara* denir. Kütle ölçümlerinde ilk yapılması gereken kabın darasını almaktır.

Net Ağırlık

Bir cismin tek başına tartımı sonucu ölçülen kütle *net ağırlıktır*. Net ağırlık brüt ağırlıktan daranın çıkarılması ile bulunur. Hesaplama yapılırken birimlerin aynı olması gerekir.

Örnek

9 gram tartılmış katı besiyeri kabına 1 gram gıda örneğinden ekim yapılmış ve inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası besiyeri kabı 10,001 gram tartılmış ve 200 koloni sayılmıştır. Buna göre bir bakteri kolonisi kaç mikrogramdır.

Çözüm

$$\text{Brüt ağırlık} = 9 + 1 + 0.001 = 10,001 \text{ g}$$

$$\text{Dara} = 9 + 1 = 10 \text{ g}$$

$$\text{Net ağırlık} = \text{Brüt ağırlık} - \text{Dara}$$

$$\text{Net ağırlık} = 10,001 \text{ g} - 10 \text{ g} = 0,001 \text{ g} \text{ (200 koloni birim)}$$

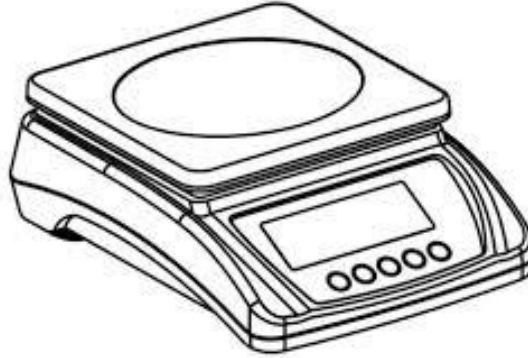
$$1 \text{ koloni bakteri} = 0,001/200 = 0,000005 \text{ g} = 0,000005 \times 1,000,000 = 5 \mu\text{g} \text{ (mikrogram)}$$

Gıda Mühendislerinin Kullandığı Tartım Araçları

Bir cismin kütlesini terazi ile ölçer ve ölçüme tartma işlemi deriz. Günümüzde gıda mühendislerinin kullandığı teraziler analitik terazi olarak adlandırılan elektronik teraziler olup dengeleme kuvveti bir elektromanyetik devreden elektrik akımı geçirerek oluşturulan bir manyetik kuvvettir. İlk önce terazi kefesinde başlangıç tartım koşulu sağlanır ve cisim kefeye yerleştirilir ve böylece ilk tartım koşulu bozulmuş olur. Denge koşulunun sağlanması için elektromanyetik devreden ek bir elektrik akımı geçirilir ve geçen bu akımın büyüklüğü cismin kütlesi ile orantılı okumaya dönüşür. Günümüzde teraziler genellikle tek kefeli olup hassas ve analitik terazi olarak sınıflandırılır ve bu aletlerle kütleyi doğrudan okumak mümkündür.

Hassas Terazi

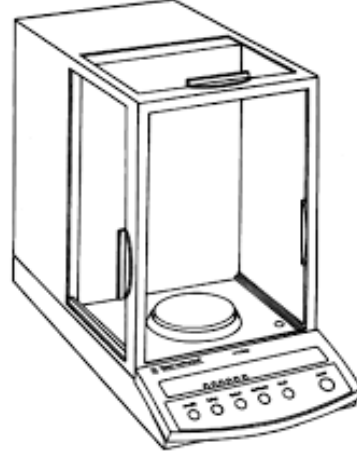
0,1 mg ve 0,01 mg hassasiyette tartım sağlayan teraziler olup kimyasal analizler için yeterli olmaktadır (Resim 1).



Resim 1. Elektronik hassas terazi

Analitik Terazi

0,001 mg ve daha hassasiyetli tartım yapabilen terazilerdir. Çok hassas tartım gerektiren çalışmalarda (gıda kalite, gıda mikrobiyoloji vb. laboratuvar) kullanılmaktadır. Bu tür terazilerde hava akımını engellemesi için kefenin çevresi kabin ile korunmakta olup kabinin üst ve yanlarında açılabilen kapakları mevcuttur. Günümüzde elektrikli, dijital (elektronik) , tek kefeli, teraziler kullanılmaktadır (Resim 2).



Resim 2. Analitik terazi

Hacim

Cisimlerin uzayda yer kaplarlar ve buna hacim denir. Cismin hacmi seçilen bir birimle karşılaştırılması ile ölçülür. Günümüzde SI sistemi kullanılmakta olup hacim birimi bir kenarı bir metre olan düzgün küp ile tanımlanmıştır. Bir kenarı bir metre olan küpün hacmi $V= a.b.c$ denklemi ile ifade edilir.

V (Volume) : Hacim

a: En

b: Boy

c: Yükseklik

$V= 1m.1m.1m = 1m^3$ (1metreküp)

CGS Birim Sisteminde hacim birimi olarak cm^3 (santimetreküp) kullanılır.

Bazı hacim birimleri ve dönüşümleri Tablo 5 'te verilmiştir.

Tablo 5. Hacim birimleri ve dönüşümleri

1 milimetre küp	(mm^3)	-
1 santimetre küp	(cm^3)	1000 mm^3
1 desimetre küp	(dm^3)	1000 cm^3
1 metre küp	(m^3)	1000 dm^3

Süt, sıvı yağ gibi birçok sıvı gıda maddesi sıvı ölçü birimi olan litre (L) ile ölçülmekte ve 1 dm³ hacme karşılık gelmektedir (1 dm³ = 1 L).

Tablo 6. Hacim birimleri ve litreye dönüşümleri

Sıvı Ölçüsü	Litreye Çevrimi
1 mililitre (mL)	0,001 L
1 santilitre (cL)	0,01 L
1 desilitre (dL)	0,1 L
1 litre (L)	1 L
1 dekalitre (daL)	10 L
1 hektolitre (hL)	100 L
1 kilolitre (kL)	1000 L

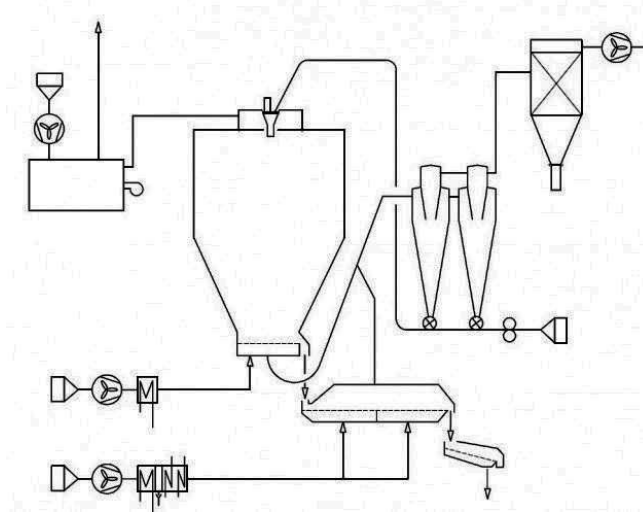
Hacim Ölçüm Araçları

Su, sıvıyağ ve süt gibi sıvı gıdaların miktarları hacimleri ölçülerek belirlenir. Sıvı gıdalar buldukları kabın şeklini aldıklarından ölçümleri kolaydır. Kalite laboratuvarlarında; sıvı gıdalardan alınan örneklerin ölçümleri mezür, pipet, balon joje ve büret ile yapılır (Resim 3).



Resim 3. Laboratuvar hacim ölçüm araçları

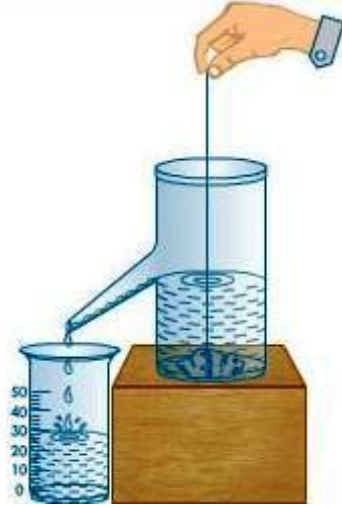
Sıvıyağ, süt vb. sıvı gıdaları işleyen tesislerin ve ekipmanların kapasitesi hacimsel akış hızlarıyla ifade edilmektedir. Örneğin bir süt işleme tesisinde büyük ölçekli bir püskürtmeli kurutucunun kapasitesi 1100 L/saat ile ifade edilebilmektedir (Resim 4)



Resim 4. Püskürtmeli kurutucu

Düzensiz boyutlu olmayan veya boyutları bilinmeyen katı gıda örneklerinin hacimlerini ölçülmesi

Katı cisimlerin hacmini sıvıların yer değiştirme özelliğinden yararlanarak ölçmek mümkündür. Daha basit bir ifadeyle, katı maddelerin hacimlerinin sıvıları taşıma özelliğinden faydalanarak ölçümleri yapılabilir. Ölçüm yapılırken katı gıda örneğinin ölçüm yapılacak sıvı cisimden etkilenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır (Resim 5).



Resim 5. Sıvı taşıma yöntemi ile katı hacim ölçümü

Uzunluk

Bir uzunluğun doğru şekilde ifade edilebilmesi için ölçmeden sonra değerin birimle birlikte verilmesi gerekir. Örneğin bisküvi fırın uzunluğu 60 m, bezelye tanesinin çapı 40 mm gibi. Yapılan uzunluk ölçümleri her zaman hata payı barındırır ve gerçek uzunluğu en doğru şekilde bulmak için ölçü birimlerini küçültmemiz gerekmektedir. Ölçme sırasında yapılan hatanın küçültülmesi ölçmenin duyarlılığını vermektedir. Duyarlı ölçümlerin sağlanabilmesi için küçük ölçü birimleri tercih edilmelidir.

Uluslararası Uzunluk Birimleri

Metre dünya meridyen dairesinin uzunluğunun kırk milyonda biri olan uzunluk olarak kabul edilmiştir. Büyük uzunluk ölçümlerinde metrenin katları, küçük uzunluklarda ise askatları kullanılır.

Tablo 7. Metrenin katları ve askatları

Birim	Kısaltma	Büyükklük
Kilometre	km	1,000 m
Hektometre	hm	100 m
Dekametre	Dm	10 m
Metre	m	1m
Desimetre	dm	1/10 m
Santimetre	cm	1/100 m
Milimetre	mm	1/1,000 m
Mikrometre	μm	1/1,000,000 m
Nanometre	nm	1/1,000,000,000 m
Pikometre	pm	1/1,000,000,000,000 m

Gıda Ambalajlarında Yüzey alan/ hacim oranının bilinmesinin önemi

Plastik torba, konserve kutu vb. gıda ambalajında paketlenen gıdaların ısıtıldıklarında yüzey alanı/hacim oranlarının yüksek olması istenir. Bunun sonucu ısı transferi hızı artar ve istenen işlem sıcaklığına ulaşmak kolaylaşır ve gereken süre kısalır.

Yoğunluk, Özgül Ağırlık ve Özgül Kütle

Yoğunluk (ρ)

Yoğunluk sadece kütleyle bağlı bir kavram değildir. Eğer kütleyle bağlı bir kavram olsaydı gemiden attığımız taş suyun derinliklerine batmaz ve içinde bulunduğumuz gemi ise denizde yol alamazdı. Yani yoğunluk birim hacimdeki madde kütlesi olup “ ρ ” harfi ile gösterilir. Başka bir ifade ile +4°C ‘deki sıvının özgül kütlelerinin suyun özgül kütlelerine oranına bağlı yoğunlukta denebilir ($d = \rho / \rho_{su}$). Aynı cinsten iki büyüklüğün oranı olduğu için birimsiz ve boyutsuz bir büyüklüktür.

$$\rho = m / V$$

$$\rho = \text{Yoğunluk (g/cm}^3 \text{)}$$

$$m = \text{Kütle (g)}$$

$$V = \text{Hacim (cm}^3 \text{)}$$

Sıvının yoğunluğu birden küçükse sudan hafif birden büyük ise sıvının sudan ağır olduğunu gösterir. Suyun yoğunluğu birdir. Yoğunluk kavramı gazlarda kullanılmamakta ve karşılaştırma hidrojen ve hava ile yapılmaktadır. Gazların yoğunluğu basınç ve sıcaklığa daha çok bağlıdır.

Katı ve tozlar için iki tür yoğunluk kavramından söz edilebilir. Taneciğin parçacık yoğunluğu $\rho_k = W_k / V_k$, (g/cm³) formülü ile gösterilir. Bir partikülün iç bölgesindeki gözeneklerine göre hesaplanan yoğunluğudur.

Yığın yoğunluk ise düzgün geometrik şekle sahip olan katı cismin kütlesi ve hacmi formülle hesaplanarak bulunur. Düzgün geometrik şekle sahip olmayan katı cismin kütlesi bulunur ve katı cismin mezür ve su kullanılarak taşırma yöntemi ile hacmi hesaplanır. Hacmi bulunan katının da yoğunluğu bulunur. Tuzun yoğunluğu 2160 kg/m³ iken kitlesel yoğunluğu 960 kg/m³’dür.

Düzgün şekilli cisimlerin hacmini ve yoğunluğunun belirlenmesi kolaydır. Ancak meyve ve sebze gibi gıda ürünlerinin küçük ve geometrik şekilli olmamaları ve gözenekli yapı göstermeleri nedeniyle hacimlerinin ve yoğunluklarının ölçümleri oldukça zordur. Bu nedenle ürün özelliklerine göre farklı ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Düzgün yüzeyli meyve ve sebzelerin ölçümleri için suyu taşırma yöntemi kullanılır. Öncelikli olarak meyve veya sebzelerin terazide kütlesi saptanır. Daha sonra su dolu ölçekli bir kaba ürün koyulur ve taş su ölçülür.

Bağıl yoğunluk= ürünün kütlesi x suyun yoğunluğu /yer değiştiren suyun yoğunluğu formülü ile hesaplanır.

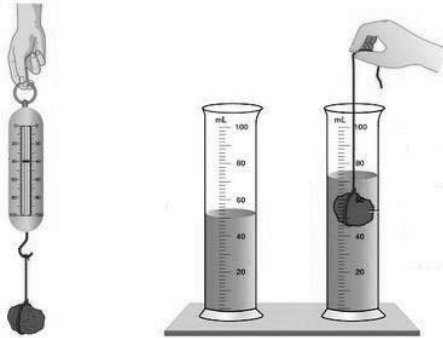
Yoğunluk ölçümleri gıda ürünlerinin kalitesi hakkında bize önemli ipuçları sunmaktadır. Özellikle gıdaları ayırma işleminde ve toz gıdaların pnömatik (sıkıştırılmış hava gücü ile çalışan iş ekipmanı) taşınımının tasarlanması ve planlanmasında yoğunluklarını bilmemiz işimizi kolaylaştıracaktır. Bunun dışında sıvı gıdalarının yoğunluğunu bilmemiz pompalama gücünün hesaplanması için gereklidir.

Gıda örneklerin yoğunluklarını belirleme

Bir gıda örneğinin 1 cm³ 'ünün gram cinsinden kütlesi o örneğin yoğunluğu ya da özkütlesidir. Yoğunluk birimi g/cm³ olmasına rağmen uluslararası birim sisteminde (SI) yoğunluk kg/m³ olarak verilir. Bir maddenin yoğunluğu sabit bir sıcaklıktaki yoğunluğudur. Sıcaklık değişimlerinde maddenin hacmi değişeceğinden yoğunluğu da değişir. Örneğin 0°C 'deki buzun yoğunluğu 0,93 g/cm³ ken -10°C'deki buzun yoğunluğu 0,93 ve - 20°C'deki buzun yoğunluğu 0,94 'dür. Bu nedenle belirli hacimlerdeki gıda kutularında paketlenen sıvı gıdaların eğer soğuk hava depolarında saklanacaklarsa yoğunlukları ve hacim artışları dikkate alınmalıdır. Hacim artışları dikkate alınmazsa paketlerden taşmalar ve kutu patlamaları kaçınılmazdır.

Düzgün boyutlu olmayan veya boyutları bilinmeyen katı gıda örneklerinin yoğunluklarının ölçülmesi

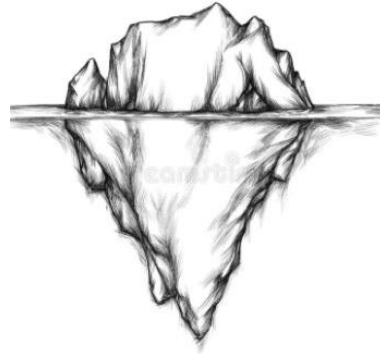
İlk olarak örneğin kütlesi terazide gram cinsinden ölçülür. Daha sonra dereceli bir ölçüm silindirine su doldurulur ve örnek silindire daldırılır ve artan hacim cm³ cinsinden okunur. Daha sonra $d=m/V$ formülüyle örneğin yoğunluğu hesaplanır (Resim 6).



Resim 6. Katı cismin yoğunluğunun ölçümü

Suyun yoğunluğu ve önemi

Normal koşullarda sıvılar soğudukça taneciklerinin hızı yavaşlamakta ve birbirlerine yaklaşmaktadırlar. Bu nedenle hacimleri küçülür ancak kütle değişmez ve yoğunlukları artmış olur. Genel olarak sıvılarda bu davranışı gözlemler ve ölçümleriz. Ancak su sıvı olmasına rağmen bu davranışı göstermez. Bunun yanında katı bir cismin yoğunluğu sıvı halinden daha büyük olmasına rağmen buzun yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçüktür. Bunun nedeni ise su donarken tanecikleri birbirine yaklaşmaz tam tersi uzaklaşır. Bunun sonucu aynı kütledeki buz parçasının hacmi suyun hacminden daha fazla olur. Böylece deniz yüzeyleri önce donar ve buzullar okyanus yüzeylerinde batmadan dururlar (Resim 7). Suyun bu özelliği sayesinde su canlıları denizlerde yaşayabilmektedir. Şişelerde boşluk bırakılmadan doldurulan su dondurucuda bu özellik nedeniyle patlar.



Resim 7. Buzdağı

Gıda Endüstrisinden Bir Örnek: Piknometre Yöntemi

Ham yağ üretim tesislerinde yağlı tohumların yoğunluklarının ölçümünde kullanılabilecek bir yöntemdir. Tolüenin (C₆H₅CH₃) çözügen bir sıvı olması ve ham yağın tohumdan ayrılmasında kullanılması ve yoğunluk ölçümünde sağlıklı sonuç vermesi nedeniyle yoğunluk ölçümünde kullanılabilir.

Piknometre boşken tartılır daha sonra 20°C sıcaklıktaki saf su ile doldurulur tekrar tartılır. Şişedeki tolüen ağırlığı ile aynı sıcaklıktaki tolüenin yoğunluğu hesaplanır (Resim 8).

Tolüen yoğunluğu = Tolüen ağırlığı / Suyun ağırlığı

Örnekten 10 gram tartılarak piknometreye konur ve şişenin içine 20°C 'deki tolüen doldurulur. Şişe tartılır ve buradan tane yoğunluğu hesaplanır.

Tane Bağıl Yoğunluğu = Tanelerin ağırlığı x Tanelerle yer değiştiren tolüenin yoğunluğu / Tolüenin yoğunluğu



Resim 8. Piknometre

Özgül Ağırlık (γ)

Bir maddenin birim hacminin ağırlığına özgül ağırlık denir.

$$\gamma = W/V \text{ veya } \gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = W/V$$

γ : Özgül Ağırlık (g/cm³),

W: Ağırlık (g),

V: Hacim (cm³)

Yoğunluk ile özgül ağırlık arasında $\gamma = \rho \cdot g$ ilişkisi bulunmaktadır (g yerçekimi ivmesidir).

Özgül Kütle (ρ)

Bir sıvının birim hacminin kütlesi özgül kütlelerdir. Akışkanların özgül kütlesi o akışkanın kütesinin hacmine oranı ile elde edilmektedir. Boyutsuz bir değerdir.

$$\rho = m/V$$

Gazların özgül kütlesi ise ideal gaz kanunu kullanılarak hesaplanır.

$$P = p \cdot R \cdot T$$

p: Mutlak basınç R: Gaz sabiti T: Mutlak sıcaklık

Gaz moleküllerinin hacmi gazın hacmine göre çok küçüktür. Bu nedenle molekül ve gaz arasında çekim kuvveti yok denebilecek kadar azdır. Bu tür gazlara ideal gaz denir ve özgül kütleleri basınç ve sıcaklıkla değişebilir. Sıvılarda ise sıcaklıkla özgül kütle değişirken basınçla çok az değişir.

Sıcaklık

Sıcaklık bir cismin sıcak veya soğuk oluşunun bir ölçüsüdür. Bir maddeyi oluşturan tanecikler (atom ve moleküller) statik durumda olmayıp hareket etmektedir. Sıvı ve gaz halindeki maddelerin tanecikleri serbestçe hareket ederken katı maddelerde ise bulunduğu yeri değiştirmeden oldukları konumda titreşerek hareket ederler. Maddeler kendilerini oluşturan taneciklerin hareketi sonucu bir miktar kinetik enerjiye sahip olurlar. Hareket eden bir maddelerin kinetik enerjileri kütleleri ve hızlarına bağlıdır. Sıcaklık yaklaşık bir taneciğinin kinetik enerjisidir.

İki cisim birbirine teması sırasında daha sıcak olan cisimden daha soğuk cisme doğru ısı transferi olur. Biz bu durumu sıcak cismin soğumaya başladığını ve soğuk olan cismin ısınmaya başladığı şeklinde saptarız. Biraz daha beklediğimizde her ikisinin aynı sıcaklığa geldiğini görürüz. Bu gözlemler sonucu sıcaklık bir cismin ısı durumunu belirten ve ısı geçişine neden olan faktördür diyebiliriz (Resim 9).

Sıcaklık ve ısı kavramı birbiriyle karşılaştırılmaktadır. Sıcaklık enerji değildir. Ortalama tanecik kinetik enerjisi ile doğru orantılı bir ölçüdür. Ortalama tanecik kinetik enerji yükselirse sıcaklık da yükselir. Termodinamiğin ikinci yasasına göre sıcaklık ile ısı doğru orantılı olup bir cismin sıcaklığını artırmak istiyorsak ısıtmamız başka bir ifade ile ek bir ısı enerjisi vermemiz gerekir. Sıcaklık bir sonuçtur. Sıcaklık ölçümü etkiden yola çıkılarak ısının cisimler üzerinde yaptığı etkilerden yararlanırken sıcaklık ölçümü yapılır.



Resim 9. Isı transferi ve fincanda sıcaklık artışı

Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık bir ısı ölçüsüdür ve sabit sıcaklıklarda meydana gelen fiziksel olaylar şeklinde ifade edilir. Bu olayların sıcaklıkları sabit noktalar olarak adlandırılır. Her ölçüm sisteminde bir referans noktası bulunur. Sıcaklık ölçümlerinde referans noktası suyun donma sıcaklığı alınmış olup bu sıcaklık 0°C (santigrat derece) olarak kabul edilmiştir. Sıcaklığın doğru şekilde ölçülmesi ve kontrol altında tutulabilmesi için bir sıcaklık ölçeğinin kullanılması gerekmektedir. Sıcaklığı ölçmek için termometre aleti kullanılmaktadır. Termometre aleti içinde sıvı bir madde olan ince cam bir borudan yapılmış ve sıvıların genleşmesi prensibine göre çalışır. Günümüzde Celsius (°C), Fahrenheit (°F) ve Kelvin (°K) ölçekleri yaygın olarak kullanılır.

Mutlak Ölçekler

Kelvin ve Rankine ölçeklerinde sıfır derece mutlak sıfırı gösterecek şekilde düzenlenmiştir. Bu nedenle bu ölçeklere mutlak ölçek denir. Bilimsel çalışmalarda genellikle Kelvin ölçeği kullanılır ve termodinamik mutlak sıcaklık ölçeğidir (Resim 10,11).

Celsius (°C)

Suyun Donma Noktası: 0 derece

Suyun Kaynama Noktası: 100 derece

Donma - Kaynama Noktası Arasında Bölme: 100 derece

Bu ölçeğe Centigrade (Santigrat) ölçeği denir ve °C ile simgesi ile gösterilir.

Fahrenheit

Suyun Donma Noktası: 32 derece

Suyun Kaynama Noktası: 212 derece

Donma - Kaynama Noktası Arasında Bölme: 180 derece

Birim Simgesi: °F

Kelvin

Suyun Donma Noktası: 273 derece

Suyun Kaynama Noktası: 373 derece

Donma - Kaynama Noktası Arasında Bölme: 100 derece

Birim Simgesi: °K

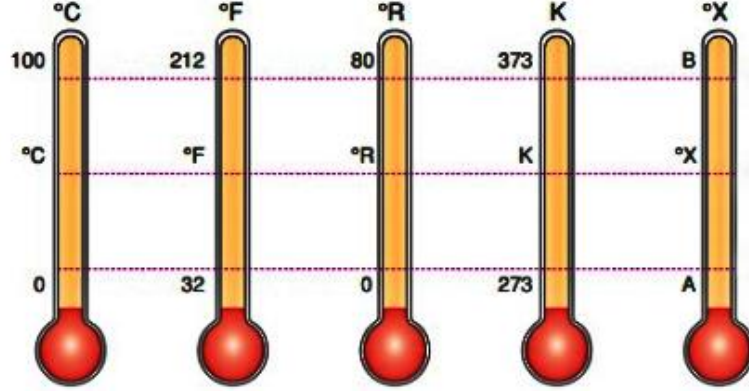
Rankine

Suyun Donma Noktası: 492 derece

Suyun Kaynama Noktası: 672 derece

Donma - Kaynama Noktası Arasında Bölme: 180 derece

Birim Simgesi: °R



Resim 10 . Termometre Ölçeklerinin Birbirine Çevrilmesi

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{R}{80} = \frac{K - 273}{100}$$

Resim 11. Termometre Ölçeklerinin Birbirine Çevrilme Formülü

Isı

Isı maddelerin farklı sıcaklıkları nedeniyle birbirleri arasında yaptıkları enerji geçişi olup kalorimetre ile ölçülür. İnsanların tükettiği besinler metabolizmasında yakılarak kalori elde edilir ve verilen ısı yine kalorimetre ile ölçülür. Başka bir ifade ile maddenin sahip olduğu atomların yaptığı hareket sonucu oluşturdukları toplam kinetik enerjidir. Isı enerjisi başka enerji türlerine dönüştürülebilmektedir. Örneğin ısı enerjisi hareket enerjisine dönüşebilir ve insan vücudunda besinlerden metabolize edilen ısı enerjisi insanın hareket etmesini sağlayan hareket (kinetik) enerjiye dönüştürülür.

Sıcak maddelerin oluşturduğu atom ve moleküllerin hareket enerjisi soğuk maddelerinkine göre daha büyüktür. Eğer sıcak madde ve soğuk madde birbiriyle temas ettirilirse sıcak maddenin atom ve molekül enerjilerinin bir kısmı soğuk maddeninkilere geçer. Böylece sıcak cisim soğuk cisim ısınır. Bu durum her iki maddenin sıcaklıkları eşitlenene kadar sürer ve dengeye gelerek ısı transferi sonlanır.

Uluslararası Isı Birimleri

Isı birimi joule ve kalori kullanılır ve Uluslararası Birim (SI) sisteminde ise enerji birimi joule 'dür.

Isı ve Sıcaklığın Karşılaştırılması

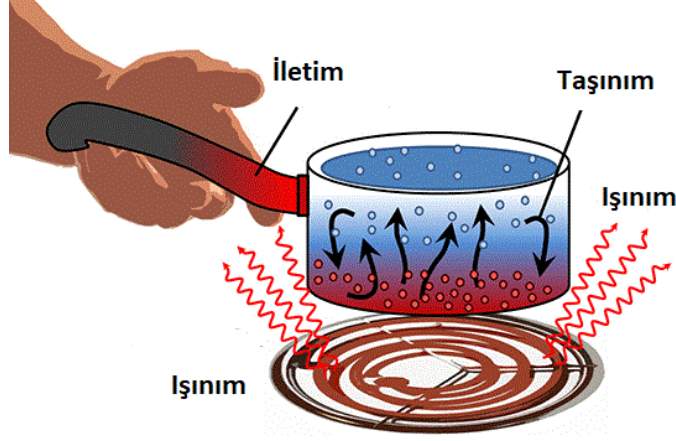
Isı ve sıcaklık birbirinin yerine yanlışlıkla kullanılan kavramdır. Isı maddenin atom ve moleküllerinin hareketi sonucu oluşan enerjiyi ifade ederken sıcaklık atom ve moleküllerin hızını ifade eden bir büyüklüktür. Aşağıdaki Tablo 5 'te ısı ve sıcaklık kavramları arasındaki farklar kısaca belirtilmiştir.

Tablo 8. Isı ve sıcaklık kavramları arasındaki farklar

Isı	Sıcaklık
Maddenin toplam atom ve moleküllerinin hareketi sonucu oluşan kinetik enerjidir.	Maddenin atom ve moleküllerinin ortalama hızıdır.
Birimi kalori veya joule' dur.	Birimi °C, ° F , °K , °R'dur.
Kalorimetri cihazı ölçülür.	Termometre ile ölçülür.
Büyüklüğü madde miktarına bağlıdır.	Büyüklüğü madde miktarına bağlı değildir.

Isı Transfer Mekanizmaları

Isı hiçbir cisimde depo edilemez ancak transfer sırasında belirlenebilir. İki veya daha fazla sistem arasında sıcaklık farklarından söz ediliyorsa yüksek sıcaklıklı sistemden soğuk sıcaklıkta olan sisteme ısı transferi olur. Bu durum her iki cismin sıcaklıkları eşitlene ve dengeye gelene kadar devam eder. Bu enerji akışı iletimle (**kondüksiyon**), taşınım ile (**konveksiyon**) veya ışımla (**radyasyon**) olur (Resim 12).



Resim12. İletim, Taşınım ve Işınım

Isının kondüksiyon (iletim) yoluyla transferi

Maddenin sahip olduğu atom ve molekülleri birbirine çarparak ısı enerjisi transfer edilmesi ve iletilerek yayılmasına ısının iletim yoluyla yayılmasıdır. Isının iletim yoluyla tüm katı, sıvı ve gaz olan maddelerde olabilir. Ancak katı maddelerinin iletimi sıvı ve gaz halindeki maddelere göre daha kolaydır. Katılar ısılarını sadece iletimle transfer edebilirler.

Isının konveksiyon (taşınım) yoluyla transferi

Maddenin sahip olduğu atom ve moleküller yer değiştirerek ısı transfer ediliyorsa bu taşınım yoluyla ısının transferidir. Kalorifer çalışan bir ortamda havayı oluşturan atom ve moleküller ısınarak yukarı doğru hareket eder ve yerini soğuk atom ve moleküller alır ve oda içinde ısı döngüsü gerçekleşir.

Isının radyasyon (ışınım) yoluyla transferi

Isının ışınlar ile transferine ışıma yoluyla ısı transferi denir. Güneş altında bir kaptaki bekletilen suyun ısınması, mikrodalga fırınlardaki ısınma ışıma yoluyla transferlerdir. Her maddenin ışıma yoluyla ısı yayma özelliği vardır ve boşlukta transferidir.

Gıdaların Kalori Değerini Hesaplama

Sindirim sistemi temel besinler olarak alınan karbonhidrat, yağ, proteinler yapıtaşlarına parçalayarak sindirir ve emilimini sağlar. Daha sonra bu besin öğeleri damar yoluyla hücrelere aktarılır ve burada kimyasal tepkimler sonucu enerji açığa çıkar. Biz bu açığa çıkan enerjiyi

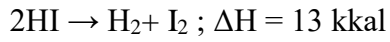
hesaplamak için 1 gr suyu 1°C sıcaklık artışı sağlayan büyüklük olarak ölçeriz ve kalori olarak belirtiriz. Ancak besinlerin kalorisinden söz edilirken 1 kalori dendiğinde aslında 1000 kalori denmektedir. Yani 1kilokalori 1000 kalordir. Örneğin 150 kalori olduğu ifade edilen bir dilim ekmek aslında 150,000 kalordir. Besinlerimizin kalori değerlerini bomba kalorimetre cihazı ile ölçeriz. Cihaza besin yerleştirilir, oksijenle yakılır ve besinin ürettiği ısı enerjisi cihazda buluna suyu ısıtır ve termometreyle sıcaklık artışı ölçülür. Yukarıda belirtilen formüle göre kalori hesabı yapılır. Besin öğelerinden olan protein, karbonhidrat ve yağ yakıldığında sırasıyla 4 kcal , 4 kcal ve 9 kcal enerji açığa çıkar. Alınan besin miktarlarından ortalama besin kalorileri hesaplanabilir.

Tepkime Isısı

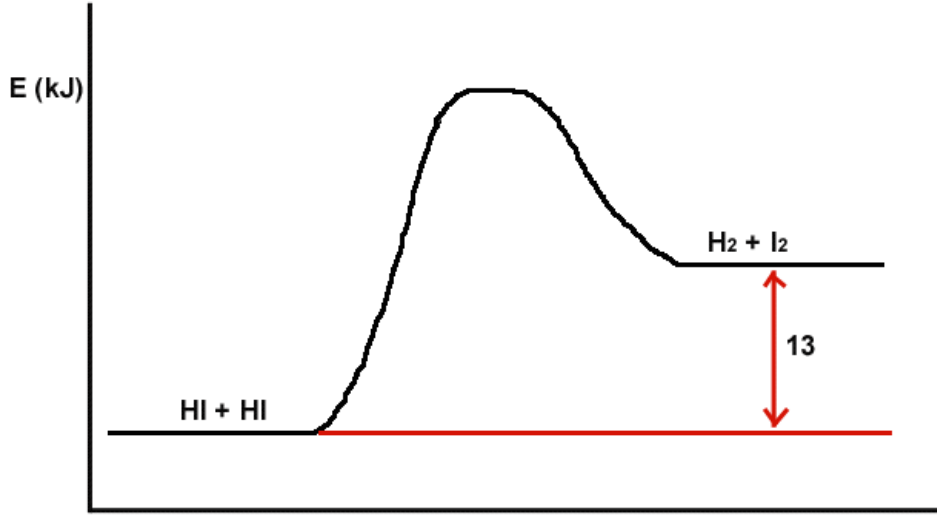
Endotermik Tepkimeler

Kimyasal tepkimeye giren maddelerin iç enerjileri toplamı, tepkime sonucunda oluşan iç enerjileri toplamından küçük olursa fark kadar dışarıdan ısı transferi olur. Bu tür tepkime endotermik tepkimedir. Sistemin entalpisi büyür ve pozitifdir (Resim 13, Şekil 1).

Örnek



Resim 13. Endotermik tepkime



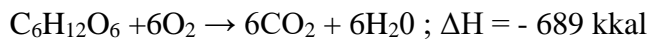
Şekil 1. Endotermik tepkime

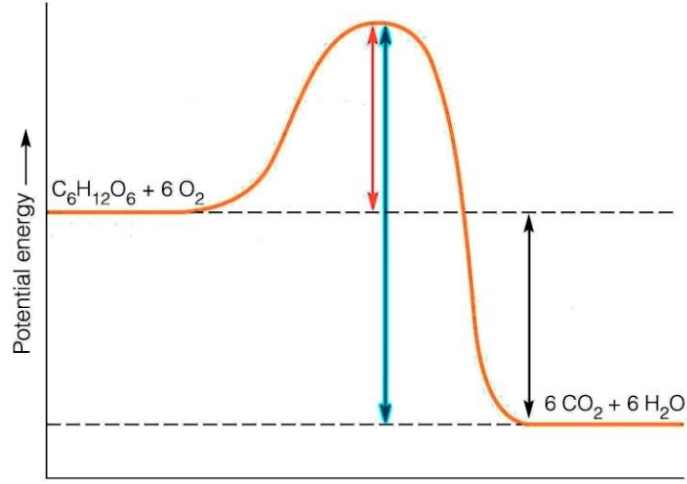
Ekzotermik Tepkimeler

Kimyasal tepkimeye giren maddelerin iç enerjileri toplamı, tepkime sonucunda oluşan iç enerjileri toplamından büyük olursa fark kadar dışarıya ısı transferi olur. Bu tür tepkime ekzotermik tepkimedir. Sistemin entalpisi azalır ve negatiftir (Resim 14 ve Şekil 2).



Resim 14. Ekzotermik tepkime





Şekil 2. Ekzotermik tepkime

Gıda Sanayinde Isı Aktarımının Önemi

Gıdalarda kurutma, buharlaştırma ve konsantre hale getirmek, soğutma, dondurma, ekstrüzyon, pastörizasyon, sterilizasyon ve pişirme gıda endüstrisinde kullanılan birer ısı aktarım işlemleridir.

Isıl İşlemler

Kurutma

Kurutma maddeden suyun uzaklaştırıldığı fiziksel bir işlem olup ısı ve kütle transferini içeren bir süreçtir ve bu süreç sonunda kurutulan gıda ürününde fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişimler gerçekleşir. Kurutma ile gıdaların besin içeriği, renk, koku ve dokusunda bazen istenen bazen istenmeyen değişimler olur. Kurutma yapılarak gıdanın su aktivitesi azaltılır ve böylece mikrobiyal, kimyasal ve biyokimyasal bozulmalar önlenir. Kurutma ile gıdaların raf ömrü uzar, paketlenme ve taşıma kolaylaşır. Özellikle gıdaların su aktivitesini bilmek önemlidir. Su aktivitesi 0.7'den büyük olan gıdalarda küfler, 0.85'ten büyük olan gıdalarda mayalar, 0.90'dan büyük olan gıdalarda bakteriler gelişir. Ayrıca su aktivitesi 0,40'tan büyük olan gıdalarda enzimatik reaksiyonlar ve 0,1 büyük olan gıdalarda oksidatif reaksiyonlar oluşur.

Kurutma işlemi genellikle doğal olarak güneşte ya da yapay olarak kurutma yapılır. Yapay kurutma işleminin birçok farklı şekli vardır. Bunlar kurutma kabinleri ve fırınları (kesikli yöntem) , tünel tipi (kesiksiz yöntem), valsli, püskürtmeli kurutuculardır. Bunların dışında

dondurarak kurutma (lyophilization- freeze-drying) işlemi de mevcuttur. Örneğin filtre kahveler genellikle bu yöntemle üretilir. Bu yöntem sayesinde kahve tat ve aromasını korur.

Buharlaştırma ve Konsantrasyon Hale Getirme

Sıvı gıdaların bir miktar suyu buharlaştırılarak ayrılmasıdır. Genellikle meyve sularında uygulanan bir yöntemdir. Gıdanın yapısında bulunan serbest suyun ısı ile alınmasıdır. Bu yöntem aseptik koşullarda uygulanarak uzun süreli raf ömrü sağlanmakta ve depolama alan tasarrufu sağlanmaktadır. Bu yöntemin amaçlarından biri ürünün su aktivitesini (a_w) düşürmektir. Böylece mikrobiyal aktivite engellenmektedir.

Soğutma

Soğutma bir gıdanın ısını almasıdır. Uygulanan soğutma işlemi gıda bulunan suyun donmasına neden olmamalıdır. Eğer gıdadaki su, buz kristallerine dönüşürse suyun hacmindeki artış ürüne zarar verebilir.

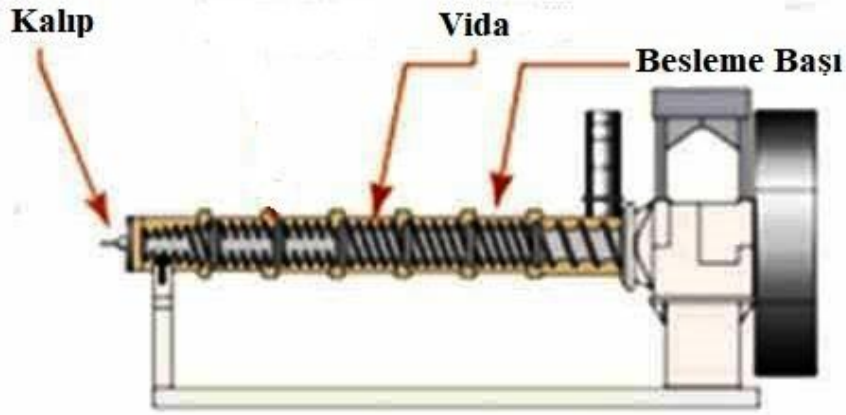
Gıdaların organik materyaller olması onların mikrobiyolojik bozulmalara maruz kalmasına neden olmaktadır. Tüm mikroorganizmaların gelişebilecekleri optimum ortam sıcaklıkları vardır. Bu nedenle düşük sıcaklık derecesi birçok mikroorganizmanın gelişme hızlarını olumsuz etkiler ve bazılarını tamamen durdurur. Özellikle 0°C ve $+4^{\circ}\text{C}$ arası sıcaklıklar mikroorganizmaların enzim aktivitelerini engelleyerek gıdaların bu sıcaklıkta bu mikroorganizmalar tarafından bozulmalarını önler. Ancak soğuğu seven veya tolerans gösteren (psikrofil veya psikrotrof) türü mikroorganizmaların gelişmesine elverişli gıdalarda üremesinin engellenmesi için -10°C 'nin altında saklanmaları gerekir.

Dondurma

Sıvı maddelerden ısı enerjisi uzaklaştırılarak katılaşmasının sağlanması donma olayıdır. Donma olayında sıvı fazdan katı faza geçiş gerçekleşir ve bu sırada kristaller oluşmaya başlar ve daha sonrasında irileşir. Gıdaların içeriğinde bulunan suyun kristalleşerek donma gerçekleşir. Gıdalar dondurularak fiziksel ve kimyasal ve mikrobiyolojik bozulmaları engellenir ve böylece uzun süre saklanırlar. Günümüzde gıdalar dondurulmasında yeni teknolojilerden yararlanılmaktadır. Individual Quick Frozen (IQF) sistemi bunlardan biridir. Bu yöntem ile gıdalar -40°C 'te tek tek dondurulur. Örneğin eski dondurma yönteminde ıspanak vb. gıdalar blok halinde dondurulurken bu yöntem ile ürün tane tane halinde ambalajlanır.

Ekstrüzyon (Termomekanik Pişirme Yöntemi)

Ekstrüzyon pişirme yöntemi ile yüksek sıcaklık ve basınçta kısa bir süre içinde termomekanik pişirme gerçekleştirilir. Gıda uzun gövdeli ve teorik sonsuz vida sistemi olan ve daralan ve bu nedenle basınç uygulanmış ısıtılmış bir borudan geçerek pişirilir. Pişme sırasında su buharlaşır böylece su aktivitesi düşer. Bu durum gıda oluşacak enzimatik ve mikrobiyolojik bozulmaların azaltılmasını sağlar. Gıda sanayinde makarna, kahvaltılık gevrek, cips vb. ürünler bu yöntemle üretilmektedir. Bu yöntemle ürünlerin tat ve yapı (şekil, doku, renk vb.) ve beslenme (lif, vitamin, mineral vb.) özellikleri geliştirmektedir (Resim 15).



Resim 15. Ektruder

Pastörizasyon

Pastörizasyon yöntemi sıvıların kaynama noktalarına yakın 100°C sıcaklığın altında yapılan ve özellikle patojen mikroorganizmaları hedef alan bir ısı işlem yöntemidir. Isıl işlem ile gıdalarda mikroorganizmaların yok edilmesi üzerine yaptığı çalışmalardan ötürü Fransız bilim insanı Louis Pasteur'un adına ithafen yöntem pastörizasyon olarak adlandırılmıştır. Günümüzde başta süt olmak üzere birçok gıda ürününün bu işlem işlemle raf ömrü artırılmaktadır. Pastörizasyon genelde iki yöntem üzerine tasarlanmaktadır. Pastörizasyonun ilk yönteminde; sıvı gıdaya 63°C'de 30 dakika, ikinci yöntemde ise sıvı gıdaya 72°C'de en az 16 saniye ısı işlem uygulanır. Süt işleme tesislerinde genellikle pastörizasyon ısı değiştiriciler (eşanjör) ile sağlanmakta ve sürekli sistemler kullanılmaktadır.

Pastörizasyon yöntemi ile hazırlanmış süt ürünlerde besin kayıpları olabilmektedir. Örneğin sütün kalsiyumu % 5, B vitamini % 10 ve C Vitamini % 20 azalır. Bu nedenlerden

dolayı bazı araştırmacılar tarafından pastörize edilmemiş süt önerilmektedir. Sütte oluşan bu kayıplara rağmen yinede B Vitamini aından önemli bir kaynaktır. Bununla birlikte süt önemli C Vitamini kaynağı olmadığı için kayıpta önemli değildir. Ancak pastörize edilmeyen ve doğru pastörize edilmeyen sütler gıda güvenliği aısından sorunludur. Çiğ sütlerle bulaşan patojen mikroorganizmalar her zaman tüberküloz, tifo vb. hastalıkların kaynağı olabilmektedir.

Sterilizasyon

Sterilizasyon işlemi ile teorik olarak gıda bulunan tüm mikroorganizmalar yok edilir. Ancak bazı gıdalarda uygulanması gereken sıcaklık ve zaman o gıda ürünün yenemeyecek kadar yanmasına veya kalitesiz hale gelmesine neden olmaktadır. Bu nedenle 0 mikroorganizma imkânsızdır ve sonuç olarak ticari sterilizasyon kavramı ortaya çıkmıştır. Ticari sterilizasyon işlemi genellikle asidik gıdalar olan meyve suları, salça vb. gıdalarda uygulanabilmektedir. UHT (Yüksek Sıcaklık Uygulaması) ile ambalajlanan bir süt paketinde yetersiz ısıl işlem nedeniyle bir tek canlı mikroorganizma kalsa bile hızla vejetatif hale geçerek gelişir ve sütü bozar. Ancak asidik gıdalarda ise düşük pH nedeniyle bakteri sporları kolayca vejetatif hale geçerek ürünü bozamaz. Konservecilikte özellikle ticari sterilizasyon yöntemi kullanılmakta ve sebze konservelerinde düşük pH'lı ortam sağlanması için domates gibi asitler gıdalar ile birlikte hazırlanmaktadır.

Pişirme

Bir gıdaya belirli bir süre ısıl işlem uygulanarak fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal özellikleri değiştirilerek ve istenen tat ve lezzet sağlanmasına pişirme denir. Pişirilen gıdaların besin özellikleri, sindirilebilirliği ve saklama süresi artar. Birçok pişirme yöntemi vardır. Bunların en önemlileri haşlama, kızartma, sote yapma, ızgara, fırınlama, rosto ve poşe yapmadır.

Haşlama

En yaygın yemek pişirme yöntemleridir. Özellikle kırmızı ve beyaz et ve sebze yemeklerinin hazırlanmasında tercih edilir. Önce tencerede su kaynatılır ve haşlanacak gıda suya atılır. Düşük ateşte bir süre haşlanır. Eğer bu teknik kullanılmazsa etler sertleşir ve sebzeler dağılır. Haşlama işlemi ile yapılan yemeklerde besin kayıpları çok azdır. Fazla kalan haşlama suyu baharatlarla çeşnilendirilerek daha sonra çorba ve sosların hazırlanmasında kullanılabilir.

Kızartma

Yüksek sıcaklıklarda kızdırılmış yağ içerisine gıdanın atılması işlemidir. Genellikle derin yağda ve az yağda kızartma şeklinde yapılabilir. Az yağda kızartma gıdanın yağı çekmesi ve istenen çıtırlıkta olmaması nedeniyle önerilmemektedir. Ayrıca kızartma yapılacak yağların dumanlanma noktalarına dikkat edilmelidir.

Sote yapma

Özellikle küçük parçalara ayrılabilen gıdalarda kullanılan bir pişirme yöntemidir. Yapışma yapmayan bir tava kullanıldığında yağ eklenmesine de gerek duyulmaz. Bu yöntem ile sebzenin özsuğunu salması engellenmiş olur.

Izgara yapma

Gıdalar doğrudan ısıya maruz bırakılır ve her tarafı eşit olarak pişirilmesi için çevrilir. Kömür ile barbekü ve mangal kullanılarak yapılan ızgaralarda kömürün kor haline gelmesine ve ürünün kömüre değmemesi dikkat edilmelidir. Dikkat edilmediği durumlarda gıdalarda Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH) gibi kanserojen maddeler oluşabilmektedir.

Fırlama

Et, balık, sebze ve hamur işleri gibi birçok ürün fırınlama ile pişirilebilmektedir. Her bir gıdanın kendine has pişirme sıcaklığı ve süresi vardır. Ayrıca fırında pişirme kuru ve buharlı olarak ta yapılabilir.

Rosto

Ürün orta sıcaklıkta kuru ısı kullanılarak ve sık sık yağlanarak üstü açık şekilde pişirilir.

Poşe

Sulu pişirme yöntemidir. Özellikle balık ve yumurta bu yöntemle pişirilebilir. Ürün tavaya konur çok az su eklenir ve kapağı kapatılır. Böylece ürün az su ve buhar içinde pişmiş olur.

Basınç

Gıda sanayi süreçlerinde basınç önemli bir parametre olup sıcaklık, viskozite gibi diğer parametreleri de etkiler. Birim alana etki eden kuvvete denir. Başka bir ifade ile katı, sıvı ve gazlar sahip oldukları ağırlıkları nedeniyle buldukları alana kuvvet uygulamaktadırlar. Bu uygulanan dik kuvvet basınçtır (P) . Deniz seviyesinde havanın basıncı bir borudaki cıvanın seviyesini 760 mm yükseltebilmektedir.

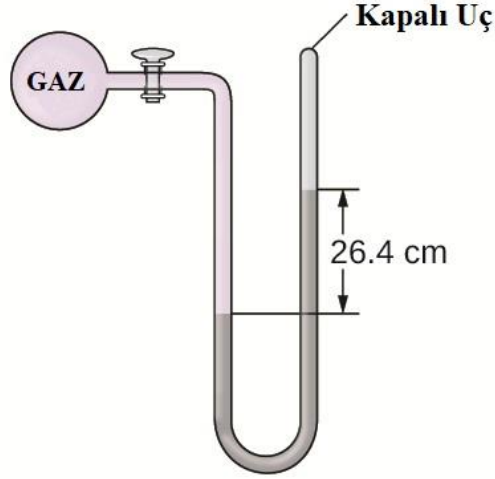
Basınç aynı zamanda sıvı veya gaz akışkanlarının koyuldukları kapların birim alanına uyguladıkları kuvvet de denebilir. Akışkanların basıncı molekülleri ile buldukları kabın yüzeyleri arasındaki momentum değişiminden kaynaklanmaktadır. Akışkanların basıncı iki şekilde olmaktadır. Basınç iki türlü tanımlanabilir.

Efektif basınç: Atmosfer basıncı temel alınarak (0 olarak) ifade edilen basınç değerleri

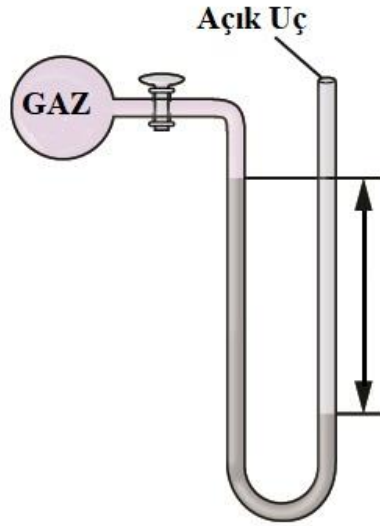
Mutlak basınç: Mutlak sıfır basıncını temel alarak ifade edilen basınç değerleri. abs olarak ifade edilir. Örneğin 1 atm (abs) atmosferik basınca karşılık gelir.

Basınç Ölçümü

Barometre ve Manometre ile ölçüm yapılır. Barometreler mutlak basıncı ölçerler. Açık manometreler, atmosfer basıncını yok sayarak atmosfer basıncı üzerindeki efektif basıncı ölçerler. (Resim 16,17).



Resim 16. Kapalı Manometre (Barometre)



Resim 17. Açık Manometre

Basınç Birimleri

Proses alanında basıncı belirtmek için birçok birim kullanılmaktadır.

Paskal

SI sistemde kuvvetin birimi Newton (N) ve alan birimi metrekaredir (m^2). Böylece birim alana uygulanan kuvvet olarak tanımlanan basınç, metrekareye Newton olarak ölçülür. Birimi Paskal (Pa) olarak tanımlanır.

Bar

Bazı mühendislik uygulamalarında Paskal'ın çok büyük değerler almasından dolayı hesaplamaları kolaylaştırmak için yerine kullanılan bir basınç birimidir. 1 Bar yaklaşık 1 kg/cm² 'dir (1,033 kg/cm²). 1 Bar 100,000 Paskal ve 1 Bar 14,7 PSI'dir.

PSI

PSI İngiliz standardı olup 1 PSI 1 libre / inch²'dir.

Vakum

Bir sistemin basıncı 1 atm (abs)'den daha küçükse vakumdan bahsedilir. Teknik olarak atmosfer gazından boşaltılmış ortam vakumlu ortamdır. Basınç ve vakum kavramları arasında doğrudan bir bağıntı vardır. Vakum atmosfer basıncından mutlak basıncın çıkarılması ile bulunur. Atmosfer basıncından mutlak basıncın çıkarılması ile vakum formülize edilir. Gıda sanayinde vakum için tasarlanmış araçlarla yapay olarak üretilir. Bu tür araçlar vakum pompası olarak adlandırılır. Hidrofor, dalgıç, kuru, yağlı ve santrifüj gibi çeşitleri vardır.

Gıdaların işlenmesinde akışkan, sıvı transferi, viskozite, akış, akış ölçümleri

Akış ve Akış Tipleri: Laminer (Düzenli) Akış ve Türbülanslı (Girdaplı) Akış

Akışkanlar sıvı ve gaz halinde olabilir. Sıvıların molekül ve atomları birbirine çok yakındır ve aralarındaki çekim kuvveti çok büyüktür. Gazlarda ise bunun tam tersi olup molekül ve atomlar birbirinden çok uzak ve çekim kuvveti çok zayıftır.

Bazı akışkanların akışı düzgünken bazılarının çalkantılıdır. Düzenli akışa laminer çalkantılı ve girdaplı olana ise türbülanslı akış denir. Yağ gibi yüksek viskoziteli akışkanların hareketi çoğunlukla laminarken okyanus akıntıları ve hava akımları türbülanslıdır. Akışkanların akış durumları bunların pompalama için gerekli gücün hesaplanması için önemlidir. Bir akışkanın akışının laminer mi veya türbülanslı mı olduğuna karar vermek için Reynolds sayısı (Re) kullanılmaktadır. Bir boru içinde akışkanlar için Reynolds sayısı 2000'den büyükse akış türbülanslıdır ve 2000 kritik Re sayısıdır. Açık kanallardaki akışlarda ise kritik Re sayısı 500'dür.

Sıkıştırılabilen ve Sıkıştırılamayan Akışkanlar Sıkıştırılabilen ve Sıkıştırılamayan Akışkanlar

Akışkanlar dış güçler altında sürekli ve kolay bir şekilde şekil değiştiren maddelerdir. Yoğunluk basınç ve sıcaklığa bağlıdır. Bir akışkanın yoğunluğu basınç ve sıcaklık değişimi ile değişmiyor ya da çok az değişiyor ise, böyle akışkanlara *sıkıştırılmayan akışkanlar*, Basınç ve sıcaklık değişimi ile birlikte yoğunluk değişimi gösteren akışkanlara *sıkıştırılabilen akışkanlar* denir. İstisnalar olsa da sıvılar sıkıştırılmayan, gazlar sıkıştırılabilen akışkanlardır.

Viskozite

Viskozite bir sıvı veya gazın akışa karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Bir başka ifade ile akışkan maddenin molekül ve atomları arasındaki çekim kuvvetidir. Viskozitenin büyümesi akışkanlığın azalması ve küçülmesi akışkanlığın artması anlamına gelmektedir. Akışkanların akışa karşı gösterdikleri dirence kesme gerilimi ve hız değişkenliği ise kesme hızı (**shear rate**) da denir. Gıda üretim tesislerinde sıvı gıdaların pompalama güçlerinin hesaplanması ve ısıtma, soğutma ve yoğunlaştırma işlemleri için özellikle viskozitelerinin bilinmesi gereklidir. Yüksek viskoziteli akışkanlara kalın akışkanlar, düşük viskoziteli akışkanlara ince akışkanlar denir. Bal kalın akışkanken süt ince akışkandır. Gazların viskozitesi sıcaklıkla artar. Sıvılarda viskozite sıcaklıkla azalır.

Newtonian akışkanlar

Bazı sıvıların kesme kuvvetleri ve kesme hızları arasında doğrusal bir ilişki vardır. Bu tür sıvılara Newtonian akışkanlar denir. Örneğin, su, süt, bal, meyve suları, sıvı yağlar, gazlar, şeker ve tuz ile hazırlanan çözeltilerdir.

Non-newtonian akışkanlar

Kesme kuvvetleri ve kesme hızları arasında doğrusal bir ilişki olmayan sıvıların akışları ise Non-newtonian'dır. Nişasta, pektin ve protein içeren emülsiyon, süspansiyon çözeltileri genellikle Non-newtonian akışkanlardır.

Kesme hızını azaltıcı (Pseudoplastik) sıvılar

Kesme hızının yükselmesi ile viskozitesi düşen sıvılardır. Meyve suları ve püreler bu tür sıvılardır.

Genleşen veya genişleyen (Dilatant) sıvılar

Kesme hızının yükselmesi ile viskozitesi artan sıvılardır. Sıvı çikolata bu tür sıvılardandır.

Bingham veya Casson plastik sıvılar

Kritik kesme kuvvetine kadar bu tür sıvılarda akış olmaz. Ketçap bu tür sıvılardandır.

Thixotropik sıvılar

Bu tür sıvılarda yapılan sürekli kesme kuvveti viskozitesinin düşmesine neden olur. Krema bu tür sıvılardandır.

Rheopektik sıvılar

Bu tür sıvılarda yapılan sürekli kesme kuvveti viskozitesinin artmasına neden olur. Çırpılmış krema bu tür sıvılardandır.

Viskoelastik materyaller

Bir taraftan viskoz özelliğe sahipken diğer taraftan elastik özelliğe sahiptir. Kesme direnci (Shear stres) ortadan kaldırıldığında bu tür maddeler eski haline dönemez. Jöleli gıdalar, hamur ve peynir örnek olarak verilebilir.

Dinamik ve Kinematik Viskozite

Dinamik viskozite kesme direncinin kesme hızına oranıdır. Kinematik viskozite ise dinamik viskozitenin yoğunluğa oranıdır.

Yüzey Aktiflik

Birçok gıda yapısı gereği birbirine karışmaz ve farklı fazlardan oluşabilir. Bu fazlardan biri küçük parçacıklar halinde bulunur diğer faz ise bu küçük parçacıkların dağıldığı sıvıdır. Bu tür sıvıların yüzey alanlarını artırabilmek için yüksek enerji verilmelidir. Örneğin yüksek devirli homojenizatörle homojenize edilen sütlerde yağ parçacıkları çok fazla küçültülerek yeni yüzey alanları oluşturulur. Böylece yağ parçacıkları süt içerisinde çok iyi dağılırlar.

Emülgatörler

Sıvıların yüzey gerilimlerini düşüren kimyasallardır. Yüzey aktif madde veya sürfaktan olarak ta adlandırılır. Gıdalarda doğal olarak buluna emülgatörler protein ve fosfolipitlerdir. Yapay emülgatörler ise polar veya apolar olabilirler. Bunlar polar uçların bağlandığı o/w (su içinde yağ) emülsiyon oluşturan polar ajanlar ve apolar uçların bağlandığı w/o (yağ içinde su) emülsiyon oluşturan apolar ajanlardır.

Emülsiyon tipleri

Gıda sanayinde süt (o/w - su içinde yağ) ve margarin (w/o - yağ içinde su) daha basit emülsiyon sistemlerine sahipken; sosis ve kek gibi ürünler daha karmaşık emülsiyon sistemlerine sahiptir.

Emülsiyon Oluşumu

Bir gıda sisteminde emülsiyon oluşturabilmesi için yağ-su, emülgatör ve karıştırma, boyut küçültme gibi mekanik enerjinin bir araya gelmesi gerekir. Emülgatör sadece emülsiyon oluşturamaz devamlılığını da sağlamalıdır.

Reoloji ve Tekstür

Reoloji maddelere yapılan basıncın oluşturduğu deformasyonu inceleyen bir bilim dalıdır.

Gıdalarda duyuşal olarak algılanan reolojik nitelikler

Gıda ilk ısırıldığında sertlik, yumuşaklık ve çıtırılığı algılanır. Daha sonra çiğnenirken çiğnenebilirliği, parçalanması, parçacıkların boyutu ve biçim,ağzı kaplaması, yapışkanlığı, kumluluğu, yağlılığı boyutu vb. özellikleri anlaşılır.

Kütle Transferi

Gıda üretiminin bir çok aşamasında kullanılan distilasyon,dehidrasyon,ekstraksiyon ve buharlaştırma birer kütle transferidir.

Kaynakça

- [1] Barbosa-Cánovas, G. V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., & Yan, H. (2005). Food powders: physical properties, processing, and functionality (Vol. 86, pp. 71-75). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- [2] Earle, R. L. (2013). Unit operations in food processing. Elsevier.
- [3] Geankoplis, C. J. (2003). Transport processes and separation process principles:(includes unit operations). Prentice Hall Professional Technical Reference.
- [4] Heldman, D. R., Lund, D. B., & Sabliov, C. (Eds.). (2018). Handbook of food engineering. CRC press.
- [5] Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. (2011). Food process engineering operations. CRC Press.
- [6] Patankar, S. (2018). Numerical heat transfer and fluid flow. CRC press.
- [7] Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2001). Introduction to food engineering. Gulf Professional Publishing.
- [8] Stevens, M. J., & Covas, J. A. (2012). Extruder principles and operation. Springer Science & Business Media.