

# GM206 Reaksiyon Kinetiği

**Öđretim Üyesi :** Mehmet Özkan

**Tel:** 596 1146

**e-posta:** [mozkan@ankara.edu.tr](mailto:mozkan@ankara.edu.tr)

**Görüşme saatleri :** Cuma, 09:00–10:00

Cuma, 15:00–16:00

**Asistan :** Betül Erkan Koç

**Tel:** 596 1157

**e-posta:** betl5152@gmail.com

# Dersin amaçları

- Gıdaların **işlenmesi** ve **depolanması** sırasında oluşan ve kaliteyi etkileyen reaksiyonların uygun bir kinetik model ile tanımlanması ve bu reaksiyonlara ilişkin kinetik parametrelerin hesaplanması (**stabilite**)
- Gıdalarındaki kaliteyi etkileyen kimyasal reaksiyonların hızı üzerine sıcaklığın etkisini gösteren kinetik parametrelerin hesaplanması (**sıcaklığın etkisi**)

- Gıdaların raf ömrünü hesaplayabilmek için gerekli kinetik parametrelerin hesaplanması (raf ömrü)

# Ders programı

- 01. Hafta : Dersin tanıtımı
- 02. Hafta: Aritmetik ve yarı-logaritmik grafik çizimi
- 03. Hafta: Doğrusal regresyon hesaplamaları
- 04. Hafta: Reaksiyon hızı ve reaksiyon dereceleri
- 05. Hafta: Sıfırıncı derece reaksiyonlar için kinetik parametrelerin hesaplanması
- 06. Hafta: Birinci derece reaksiyonlar için kinetik parametrelerin hesaplanması

- 07. Hafta: İkinci derece reaksiyonlar için kinetik parametrelerin hesaplanması
- 08. Hafta: Ara sınav
- 09. Hafta: Çarpışma teorisi
- 10. Hafta: Geçiş dönemi teorisi
- 11. Hafta: Gıdalardaki reaksiyonların hızı üzerine etki eden faktörler
- 12. Hafta: Aktivasyon enerjisi ( $E_a$ ) ve  $Q_{10}$  değerlerinin hesaplanması

- **13. Hafta:** Gıdalardaki önemli reaksiyonlar için  $E_a$  ve  $Q_{10}$  değerlerinin hesaplanması
- **14. HAFTA:** Gıdalardaki önemli reaksiyonlar için  $E_a$  ve  $Q_{10}$  değerlerinin hesaplanması
- **15. HAFTA:** Gıdalardaki önemli reaksiyonlar için  $E_a$  ve  $Q_{10}$  değerlerinin hesaplanması

# Önerilen Kaynaklar

- 1) Özkan M, Cemeroğlu B, Kırca Toklucu A. 2010. *Gıda Mühendisliğinde Reaksiyon Kinetiği*. Bizim Grup Basımevi, Ankara.  
(**Kitabın alınabileceği kitapevi:**  
Nobel Yayın Dağıtım)



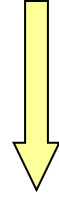
2) Toledo RT. 1994. *Fundamentals of Food Process Engineering*. 2<sup>nd</sup> ed., Chapman & Hall, New York.

**Chapter 1:** Review of mathematical principles and applications in food processing, p.1-50.

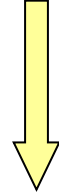
**Chapter 8:** Theory of chemical reactions in foods, p.302-314.

# Gıdaların işlenmesi

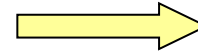
**Ham madde**



**Ürün (İşleme)**



**Depolama**



**Tüketiciye  
sunum**

# Gıda üretiminde amaç

- Tüketicilerin istek ve ihtiyaçları göz önüne alınarak gıdaların üretilmesi,
- Çeşitli işleme yöntemleri uygulanarak öncelikle gıdaların uzun süre dayandırılmalarının sağlanması,  
Bu amaçla ısı işlem uygulanabilir. Isıl işleme, gıdalarda bulunan **patojen ve/veya normal depolama koşullarında bozulma yapan m.o. lar** ile **gıdalarda kalite kayıplarına neden olan enzimler** inaktive edilir.

# Isıl işlem

Sıcaklığı ve süreye bağlı olarak gıdanın;

- **duyusal özellikleri**
- **besleme değerinde**

önemli kayıplar ortaya çıkmaktadır.

# Kalite kaybı

Gıdalarda, **üretimden** başlayarak ve **depolamada** devam ederek, tüketime kadar uzanan sürede devamlı bir **kalite kaybı** ile karşılaşmaktadır.

# Tablo 1 Gıdaların işlenmesi sırasında oluşan başlıca değişimler

- **Kimyasal:** Hidroliz, oksidasyon, polimerizasyon, denatürasyon, esmerleşme
- **Fiziksel:** Jelleşme, tekstürün yumuşaması veya sertleşmesi
- **Biyolojik:** Mikroorganizmaların gelişimi veya ölümü, glikoliz, olgunlaşma sırasındaki fizyolojik değişimler

- **Besinsel:** Vitamin kayıpları ve amino asit kayıpları
- **Duyusal:** Aroma ve flavor kayıpları ve değişimleri, tekstürel değişimler, rengin açılması veya esmerleşmesi

Reaksiyon	Tipik duyuşal değişiklikler	Tipik besin öęesi kaybı	Reaksiyona etki eden temel çevresel faktörler
Enzimatik olmayan esmerleşme	a) Proteinlerde çözünme kaybı b) Esmerleşme c) Bayatlamış ve pişmiş off flavor	➤ C vitamini kaybı • Bazı esansiyel amino asit kaybı	• Sıcaklık, su aktivitesi Sıcaklık, su aktivitesi, ambalaj içindeki gaz fazının bileşimi
➤ Lipid oksidasyonu	• Yağ viskozitesinde yükselme • Acılaşmış off flavor • Esmerleşme	A ve E vitamin kaybı Esansiyel yağ asitleri kaybı	Sıcaklık, su aktivitesi
▲ Protein ve polisakkaritler gibi polimerlerde çapraz bağ oluşumu Soğukta saklanan meyve ve sebzelerde enzimatik değişmeler	Sertleşip-samanlaşma Su tutma kapasitesi kaybı Off flavor oluşumu	Protein sindirilme kaybı Vitamin kaybı	Sıcaklık, ambalaj içindeki gaz fazının bileşimi Sıcaklık, ambalaj içindeki gaz fazının bileşimi
Et pigmentlerinin oksidasyonu	Etlerde renk bozulması	–	–
▲ Lipid oksidasyonu		–	–



# Gıdalardaki değişimlerin izlenmesi

- Kimyasal analizler
- Fiziksel analizler
- Mikrobiyolojik analizler
- Duyusal analizler

# Gıdanın kalitesini etkileyen reak.

- M.O.'ların gelişimine neden olan reaksiyonlar
- Enzimatik reaksiyonlar
- Kimyasal reaksiyonlar (Kompozisyona ya da kimyasal kalite üzerine etkili olan reaksiyonlar)
- Duyusal özelliklerine etki eden reaksiyonlar

# Gıdaların işlenmesi veya depolanması sırasında

- Önce **temel kalite** kriteri belirlenir,
- Bu kriterdeki değişimler, **süreye** bağlı olarak ortaya konur.
- Hedeflenen kalite kriterindeki değişimler, uygun **analiz yöntemi** kullanılarak ölçülür.

# Gıdalarda meydana gelen reaksiyonların hızına etki eden faktörler

- Sıcaklık,
- Su aktivitesi,
- Ambalaj içindeki gaz fazın bileşimi

# Matematiksel eşitlik ve modeller

- Önce laboratuvarıda **deneysel veri** elde edilir.
- Bu verilere uygun **matematiksel eşitlikler** elde edilir.
- Bu eşitliklerle, proses veya depolama koşulları dışında kalan koşullardaki, kalite kriterlerindeki değişimler tahmin edilebilir.

# Gıdaların raf ömrü

- Gıdaların gerek **işlenmesinde** gerekse de **depolanmasında hedef**, gıdaların istenilen kalite özelliklerinin korunması ve kalitedeki değişimlerin **minimum düzeyde** tutulmasıdır.
- Depolama süresince, gıdanın kalitesini belirleyen kriterin “**end point**” olarak adlandırılan “**minimum kabul edilebilir düzeye**” ulaşması önlenmeye veya geciktirmeye çalışılmaktadır.
- Bu **minimum kalite düzeyi** de, gıdaların **raf ömrünü** belirleyen kalite düzeyidir.

# Örnek 1 : Portakal sularının önemli kalite kriterlerini belirleyiniz.

- Portakal suyunun sahip olduğu “taze portakal **aroma** ve **flavoru**” onun en önemli kalite kriteridir.
- Bu değişimler, esas olarak ürünün maruz kaldığı sıcaklık derecesine ve ambalajdaki oksijen düzeyine göre farklılık göstermektedir.
- Aroma ve flavor analizleri kromatografi yöntemi kullanılarak yapılmakta ve elde edilen sonuçlar duyu analizi sonuçları ile ilişkilendirilmektedir.

- Eđitimli panelistlerin belirleyeceği minimum aroma ve flavor konsantrasyonları dikkate alınarak, portakal sularının raf ömrü hesaplanır.
- Ayrıca, portakal suyuna kabuktan geçen kabuk yağlarının oksidasyonu ile oluşan off-flavor da kromatografi tekniği kullanılarak belirlenebilmektedir.



- Aroma ve flavor kriterlerinden daha da önemlisi, portakal suları patojen mikroorganizmalarla kontamine olmuş olabilir.
- Bu durumda, özellikle A.B.D.'de tüketici ambalajlarında satılan portakal sularının üretiminde, bunlarda bulanabilecek ısıya en dirençli patojen mikroorganizma sayısında **5 log devrelik bir azalma** hedeflenmektedir.

- Portakal suyu üreticileri, bu ürünlerdeki en dirençli patojen m.o.'yı belirlemek ve bu m.o.'nın ölümünün hangi dereceden kinetik bir modelle tanımlanması gerektiğini bilmek zorundadır.

- Bu m.o'nun sayısında hedeflenen düzeyde bir azalma sağlamak için, ya **ısıl işlem** ya da **ısı uygulamasını gerektirmeyen bir yöntem** (yüksek basınç uygulaması veya ışınlama) uygulanmaktadır.

- Kimyasal kalite kriteri olarak **askorbik asit** ile **karotenoid** pigmentleri de alınabilir.
- Gıdaların üretimi sırasında kritik kalite kriteri/kriterleri belirlenirken; **tüketici sağlığı, yönetmeliklerdeki zorunluluk** ya da **tüketici tercihleri** göz önüne alınmalıdır.

# Portakal suyunun kalite kriterleri

- Aroma ve flavor başta gelir,
- Askorbik asit,
- Karotenoid içeriği,
- En önemlisi ise, portakal suyunun dayandırılmasında uygulanan işlemin **en dirençli m.o. sayısında 5 log düzeyinde bir azalma** sağlaması gerekir.

# Gıdaların raf ömürleri belirlenirken gözönüne alınması gereken kriterler

- Gıdanın temel kalite kriterlerinin belirlenmesi,
- Bu kriterlerin, gerek tüketici ve gerekse de yönetmelikler tarafından kabul edilen minimum düzeylerinin belirlenmesi,
- Bu kriterlerde zamana bağlı olarak gerçekleşen değişimlerin belirlenmesi,

- Bu kriterlere ilişkin **reaksiyon hız sabitlerinin** hesaplanması,
- Ürünün depolanması süresince, bu kalite kriterleri üzerine başta **sıcaklık** olmak üzere çeşitli faktörlerin etkisinin belirlenmesi.

# Gıdaların raf ömrü üzerine etki eden faktörler

<b>Gıda maddesi</b>	<b>Çevre</b>	<b>Ambalaj</b>
<b>Mikrobiyel kalite</b>	<b>Sıcaklık</b>	<b>Geçirgenlik</b>
Patojen m.o.'lar Bozulma yapan bak. Küfler ve mayalar	<b>Su aktivitesi</b>	Oksijen, Su buharı Karbon dioksit, Etilen ve Koku maddeleri
<b>Bileşim</b>	<b>Gaz kompozisyonu</b>	<b>Işık geçirgenliği</b>
Nem içeriği, Asitlik/pH, Tuz içeriği, Koruyucu madde	<b>Işık düzeyi</b>	<b>Ürün/ambalaj materyali interaksiyonu</b>