

**HAYVAN BESLEMENDE  
ENKAPSÜLASYON  
TEKNOLOJİSİ VE  
ÖZELLİKLERİ**

*Prof.Dr. Seher KÜÇÜKERSAN*

- Enkapsülasyon katı, sıvı ve gaz malzemelerin kaplanarak kapsüller içinde tutulması ile çok küçük bir maddeyi veya tüm bileşeni koruyarak, belirli koşullarda ve belirli hızlarda bunların salınmasını sağlayan teknolojidir.
- Kaplanan malzeme “aktif” veya “öz”,
- Kaplamada kullanılan malzeme ise “kabuk”, “taşıyıcı” veya “enkapsülant” olarak adlandırılır

# Enkapsülasyon uygulamalarının kullanıldığı alanlar

- İlaç üretimi
- Gıda sanayi
- Tekstil sanayi
- Yem katkı maddeleri üretimi
- Elektronik
- Tarım

# Enkapsülasyon uygulamalarının amaçları

- Depolama kaybı önlenir
- Üretim kayıpları önlenir
- Kötü aroma,
- Kötü koku,
- Yapının bozulması,
- Enzim aktivitesi kaybı azaltılır veya önlenir,
- Nem kontrol edilir,
- Oksidasyona karşı korunur,
- Biyoyararlanım arttırılır

- Hedeflenen dokularda kontrollü salınım sağlanır
- Salınımın belirli hücre tipi ya da dokuya hedeflenebilmesi nedeniyle zararlı etkilerin azaltılması,
- Gerek duyulan ilaç miktarının azaltılabilmesi,
- Dozaj miktarının azaltılabilmesi,
- Kısa yarılanma ömrüne sahip ilaçlarda (örneğin proteinler ve peptid ilaçlar) yönetiminin kolaylaştırılması.

# Enkapsülasyonda aktif bileşenin kaplanmasında

- Başlıca üç teknik kullanılır:
- 1- Fiziksel teknikler
- 2- Fizikokimyasal teknikler
- 3- Kimyasal teknikler

# Enkapsüle Edilen Başlıca Etken Maddeler

- Vitaminler, mineraller
- Enzimler, proteinler
- Organik asitler
- Probiyotikler ve prebiyotikler
- Esansiyel yağlar
- Tatlandırıcılar, koruyucular, renklendiriciler, aromalar
- Yağ asitleri
- Karotenoidler
- Antioksidanlar)

# Başlıca Kaplama Materyalleri

- Aljinat
- pektin,
- kitosan,
- peynir altı suyu,
- gum,
- nişasta,
- karagenan
- jelatin



# Bazı Enkapsülasyon Metotları

- **Püskürtmeli kurutma**

- Enkapsülasyon teknolojisinde kullanılan en yaygın metottur.
- Ekonomik, kullanışlı ve sürekli olması nedeniyle gıda endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır.
- Nişasta, maltodekstrin ve gamlar taşıyıcı malzeme olarak kullanılır
- Aljinat, guar gum, kitosan, sodium kazeinat, peynir altı suyu protein, soya protein gibi proteinler de püskürtmeli kurutma yönteminde kaplama materyali olarak kullanılabilir
- Suda çözünürlüklerinin düşük olması ve pahalı olmaları bu yöntem için dezavantajdır
- Isıya duyarlı biyoaktif maddelerin yüksek sıcaklıkta kolaylıkla bozulabilir

- **Dondurarak kurutma metodu**
- Isıya duyarlı biyoaktif bileşenlerin ve aromatik maddelerin kurutulmasında kullanılır
- Numune -90 ile -40°C'ye dondurulur ve düşük basınç ile düşük sıcaklık altından kurutulur.
- Bu yöntemde aktif bileşen ve taşıyıcı malzeme suda çözünür
- Yüksek enerji kullanımı ve uzun işlem süresi gerektirmesi nedeniyle pahalı bir yöntemdir
- Suda çözünen bileşenler elde edilir

- **Damlatma (iyonik jelleştirme) metodu**
- Damlatma metodu pratik değildir, daha çok laboratuvar uygulamalarında kullanılır.
- Polimer çözeltisi ile aktif madde homojenize edilerek şırınga vasıtasıyla veya enkapsülasyon cihazlarıyla dağıtıcı faz içine ( $\text{CaCl}_2$  gibi) damlatılarak küresel jel partikülleri elde edilir
- Damlatma metodu en çok kalsiyum - aljinat taneciklerinin elde edilmesinde kullanılır. Çapraz bağlanma ile  $\text{CaCl}_2$  deki kalsiyum ile sodyum aljinat daki sodyum bağlanır.

- **Enkapsülyasyonda Kullanılacak Kaplama Materyallerinin Sahip Olması Gereken Özellikler**
- İstenilen miktardaki kaplanacak materyali etkili bir şekilde enkapsüle edebilmeli ve onu hapsedebilmelidir.
- Kaplanacak maddenin aktif halde kalabilmesi için kimyasal bozulmalardan korumalıdır.
- Kaplanacak materyalin salınımını kontrol edebilmelidir.
- Ürünün görünüşünde, tadında ve raf ömründe olumsuz bir etkiye neden olmamalıdır.
- Üretim, depolama, taşıma ve işleme boyunca meydana gelebilecek çevresel etkilere karşı dirençli olabilmelidir
- Enkapsüle materyalin biyoyararlılığına ters bir etki göstermemelidir.

## Enkapsülasyon uygulamalarında başarı kriterleri:

- Enkapsüle edilmek istenen bileşenin ne kadarının kapsül içine hapsedildiği (Enkapsülasyon Etkinliği)
- Mide-bağırsak koşullarında ne kadarının nerede salındığı in vitro analizlerle tespit edilmelidir.