



GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Department of Food Engineering

Isı ve Kütle Transferi Ders Sunumu

Dersin Adı: GM 204 – Isı ve Kütle Transferi

Dersin Hocası: Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE

atauni.edu.tr    Atauni1957



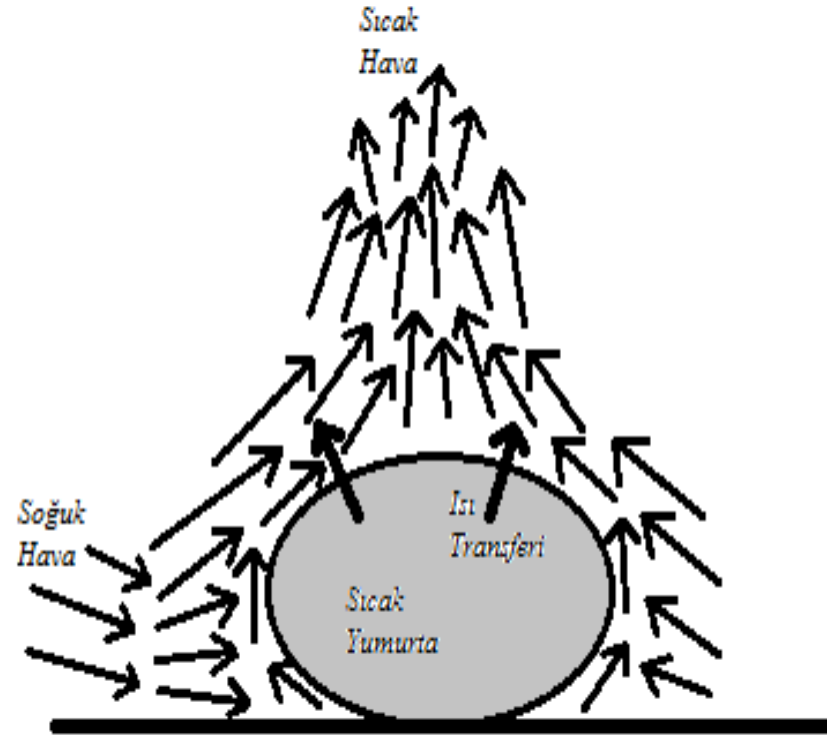
KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

➤ **Serbest (Tabii) Konveksiyonda “h” Değerinin Belirlenmesi**

Serbest konveksiyonda akışkan hareketi, sıcak bir yüzeye temas eden akışkanın yoğunluğundaki değişimden kaynaklanmaktadır. Bu şekilde sıcaklığı yükselen bir akışkanın yoğunluğu düşmekte ve kaldırma kuvvetlerinin etkisiyle yukarıya doğru hareket etmektedir. Bu sırada daha soğuk olan akışkan ise onun yerini almaktadır.

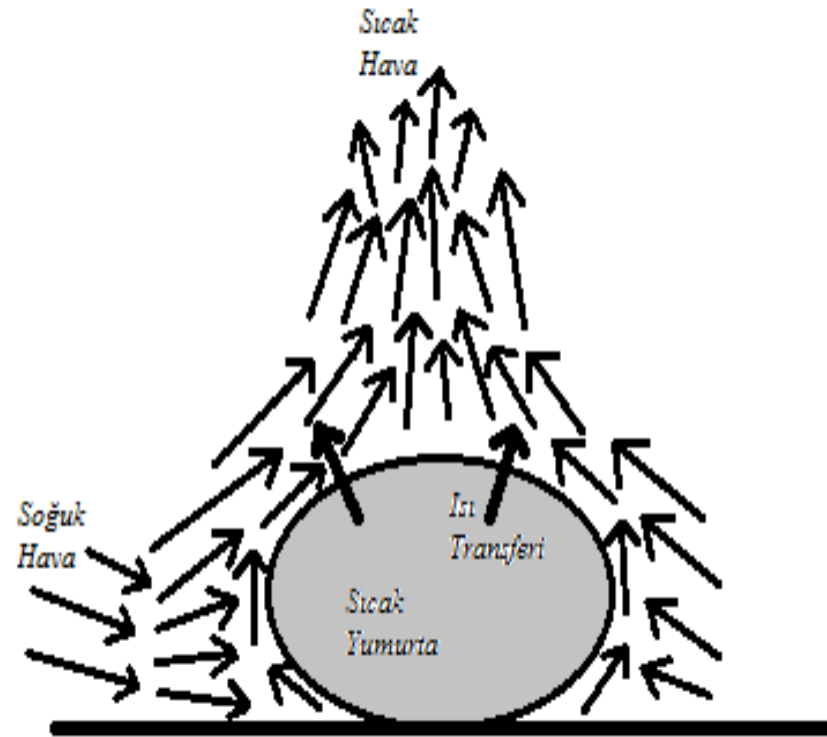
KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Işınım ile ısı transferini ihmal ederek pişirilmiş sıcak bir yumurtanın veya fırınlanmış sıcak bir patatesin soğuk bir ortamda soğumasının fiziksel mekanizmasını ele alalım.



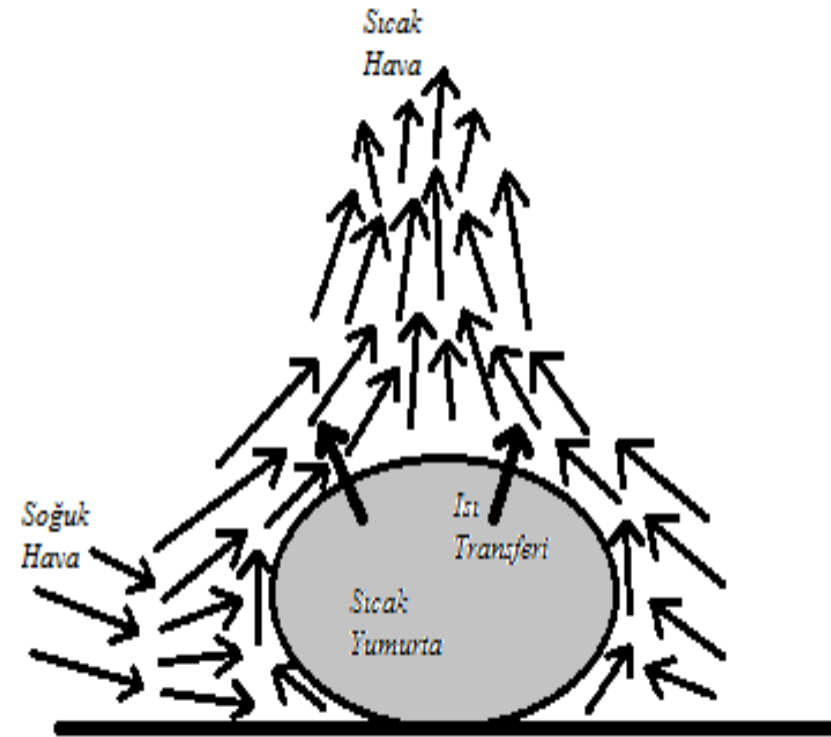
KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Böyle bir durumda, sıcak yumurta soğuk hava etkisinde kalır kalmaz, yumurta kabuğunun dış yüzey sıcaklığı bir miktar düşer ve kabuktan havaya olan ısı transferi sebebiyle kabuğun bitişiğindeki havanın sıcaklığı yükselir.



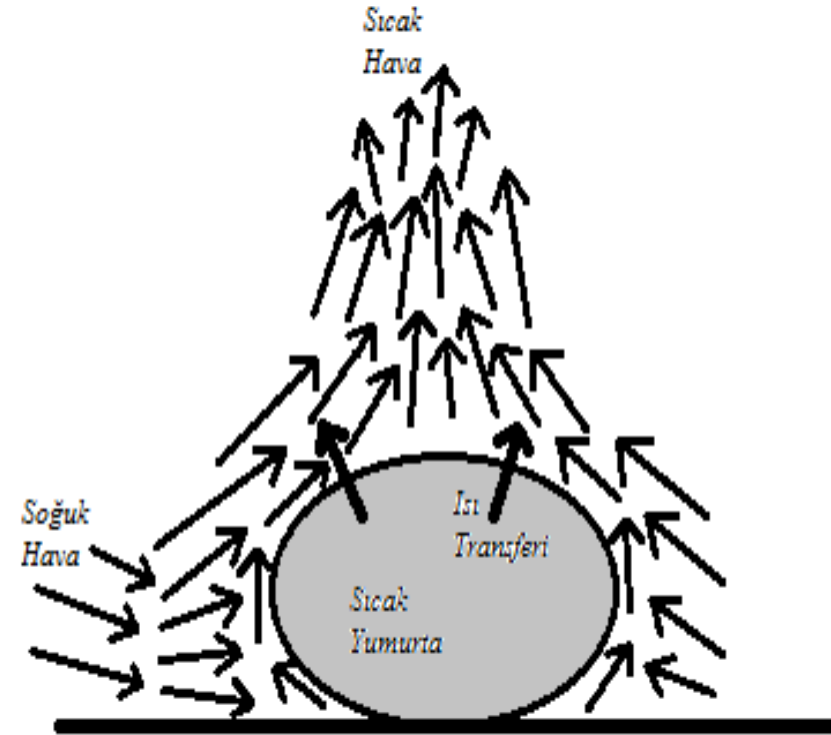
KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Sonuçta yumurta daha sıcak ince bir hava tabakasıyla çevrilir. Sabit basınçta bir gazın öz kütlesi sıcaklıkla ters orantılı olduğu için, yumurtanın bitişiğindeki sıcak havanın da öz kütlesi daha düşük olacaktır.



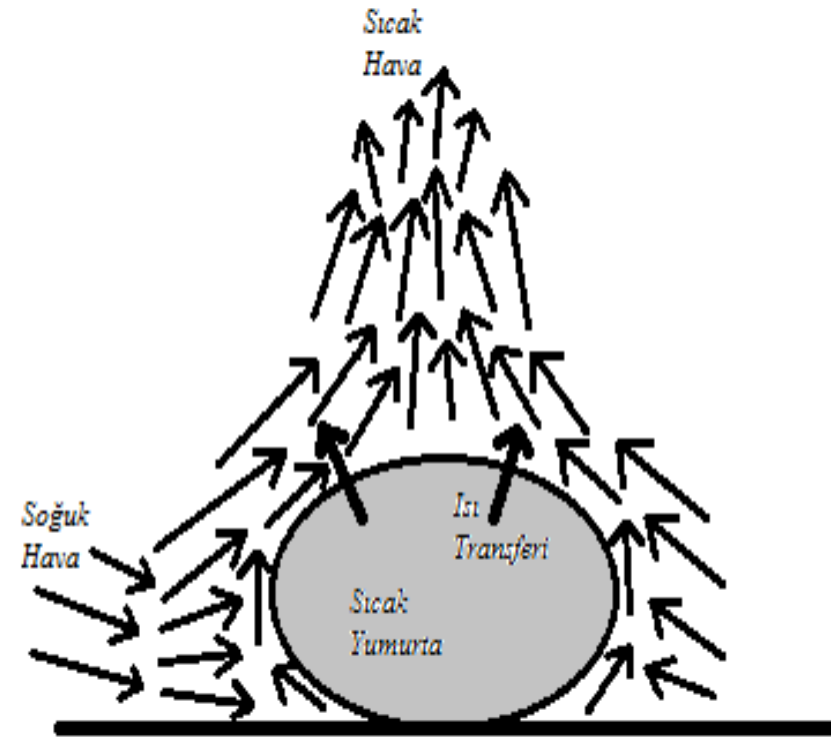
KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Böylece, etrafı öz kütlesi daha büyük veya “ağır” bir gaz tarafından çevrili düşük öz kütleli veya “hafif” bir miktar gazın olduğu bir durum söz konusu olacaktır.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Bu durumda, yumurtanın etrafındaki sıcak hava, kaldırma kuvvetlerinin etkisiyle yükselecek, onun boşalttığı yeri ise yakındaki soğuk hava dolduracaktır. Yumurtanın bitişiğinde soğuk havanın varlığı soğuma işlemini hızlandıracaktır.





KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Sıcak havanın yükselmesi ve soğuk havanın onun yerini alması, yumurtanın ortam sıcaklığına soğumasına kadar devam edecektir. Yumurtanın bitişiğindeki ısınan havanın, yakındaki daha soğuk hava ile sürekli yer değiştirmesi sonucu meydana gelen harekete serbest konveksiyon akımı, böylece gerçekleşen ısı transferine ise serbest (tabii) konveksiyon adı verilmektedir. Bu durumun tersi de doğru olup soğuk bir kola şişesi etrafındaki hava akımı düşünülebilir.



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

- ✓ *Sabit basınçta bir akışkanın öz kütlesinin sıcaklıkla değişimini gösteren özellik hacimsel genleşme katsayısıdır (β).*
- ✓ *Serbest konveksiyonda, konvektif ısı transfer katsayısının hesaplanmasında, boyutsuz sayılar arasındaki genel korelasyon şu şekilde verilmektedir:*



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

$$N_{Nu} = \frac{hD}{k} = a(N_{Ra})^m$$

N_{Ra} = Rayleigh Sayısıdır (birimsiz) ve ($N_{Ra} = N_{Gr} \times N_{Pr}$) olarak tanımlanır.

Burada a ve m değerleri işlem şartlarına bağlı olarak belirlenir.

N_{Gr} = Grashof sayısı (birimsiz)

$$N_{Gr} = \frac{D^3 \rho^2 g \beta \Delta T}{\mu^2} \text{ olarak tanımlanmaktadır.}$$



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

$D = \text{karakteristik boyut (m)}$

$\rho = \text{yoğunluk (kg/m}^3\text{)}$

$g = \text{yer çekimi ivmesi (9,81 m/s}^2\text{)}$

$\beta = \text{hacimsel genleşme katsayısı (K}^{-1}\text{)}$

$\Delta T = \text{Katı ve çevresindeki akışkan arasındaki sıcaklık farkı}$

$\mu = \text{viskozite (kg/ms, Pa} \cdot \text{s)}$



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

Geometri:	N_{Ra}	a	m
<i>Düşey Plaka ve Silindir (Uzunluk < 1m)</i>			
<i>Laminar</i>	$N_{Ra} < 10^4$	1,36	1/5
<i>Laminar</i>	$10^4 < N_{Ra} < 10^9$	0,55	1/4
<i>Türbilant</i>	$N_{Ra} > 10^9$	0,13	1/3
<i>Küre ve Yatay Silindir (Çap < 0,2m)</i>			
<i>Laminar</i>	$10^3 < N_{Ra} < 10^9$	0,53	1/4
<i>Türbilant</i>	$N_{Ra} > 10^9$	0,13	1/3
<i>Yatay Plaka (Üst Yüzeyi Isıtılmış)</i>			
<i>Laminar</i>	$10^5 < N_{Ra} < 2 \times 10^7$	0,54	1/4
<i>Türbilant</i>	$2 \times 10^7 < N_{Ra} < 3 \times 10^{10}$	0,55	1/3
<i>Laminar (Alt Yüzeyi Isıtılmış)</i>	$3 \times 10^5 < N_{Ra} < 3 \times 10^{10}$	0,27	1/4



KONVEKSİYONLA ISI TRANSFERİ

✓ *Serbest konveksiyonun söz konusu olduğu durumlarda fiziksel özellikler film sıcaklığında dikkate alınmalıdır.*

$$T_f = \frac{T_s + T_\infty}{2}$$

T_s = yüzey sıcaklığı

T_∞ = ortalama akışkan sıcaklığı