



GAZİ ÜNİVERSİTESİ

KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

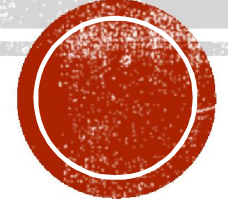
2019-2020 BAHAR DÖNEMİ (UZAKTAN EĞİTİM DÖNEMİ)

KM482 KİMYA MÜHENDİSLİĞİ LABORATUVARI III

4-a DÖNER KURUTUCU DENEYİ

Prof. Dr. Nuray OKTAR

Arş. Gör. Hazal ÖZTAN



SUNUM İÇERİĞİ

1) DENEYİN AMACI

- Döner kurutucuda madde ve enerji denkliklerinin uygulanması

2) TEORİK BİLGİLER

- Havanın Nemi
 - Mutlak ve Relatif Nem Kavramları
 - Hava Rutubetinin Ölçülmesi
- Kurutma İşlemi
- Kurutma Mekanizması
- Endüstride Kullanılan Kurutucu Tipleri
- Döner Kurutucu

3) DENEY DÜZENİĞİ

4) DENEYİN YAPILIŞI

KAYNAKLAR



DENEYİN AMACI



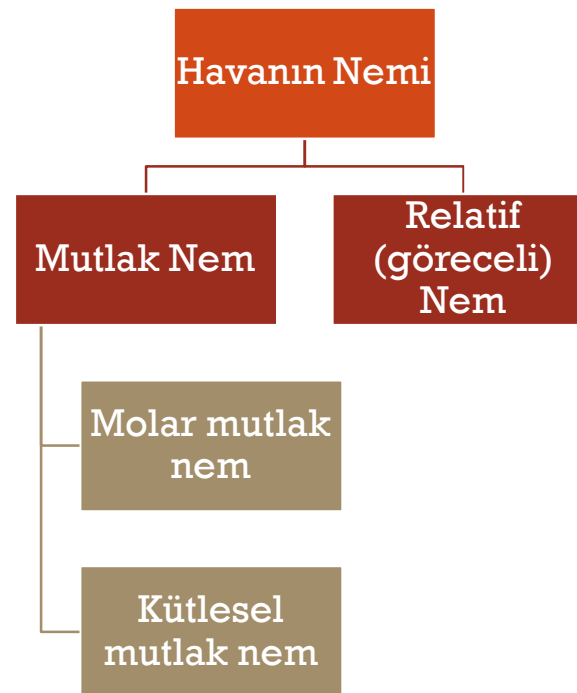
DÖNER KURUTUCUDA MADDE VE ENERJİ
DENKLİKLERİNİN UYGULANMASI

KURUTUCU VERİMİNİN BELİRLENMESİ



HAVANIN NEMİ

- ❖ İçinde su buharı bulunan havaya “rutubetli (nemli) hava” denir. Atmosferik hava kuru halde olmayıp, daima içinde bir miktar su buharı taşır.



MUTLAK VE RELATİF NEM

❖ **Mutlak nem:** birim kütledeki kuru havanın taşımış olduğu su buharı kütlesi olarak tanımlanır.

$$H \frac{kg \text{ su buharı}}{kg \text{ kuru hava}} = \frac{P_s}{(P-P_s)} \frac{kg \text{ mol su buharı}}{kg \text{ mol hava}} \times \frac{18,02 \text{ kg su buharı}}{kg \text{ su buharı}} \times \frac{1}{28,97 \text{ kg hava/kg mol hava}}$$

$$H = \frac{18,02}{28,97} \frac{P_s}{(P-P_s)}$$

❖ **Relatif (göreceli) nem:** Belli bir V hacmindeki **nemli hava içinde bulunan su buharı mol sayısının, aynı sıcaklık ve hacimde doymuş hava içinde bulunan su buharı mol sayısına oranı** olarak tanımlanır.

$$H_R = \frac{P_s}{(P_s^o)} = \frac{\text{havadaki su buharının anlık kısmi basıncı}}{\text{aynı sıcaklıktaki doymuş havadaki su buharının kısmi basıncı}}$$

H= Mutlak nem (Humidity)

H_R = Relatif nem (Relative humidity)

P= ortamın toplam basıncı

P_s = havadaki su buharının anlık kısmi basıncı

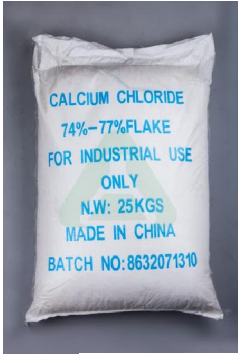
P_s^o = aynı sıcaklıktaki doymuş havadaki su buharının kısmi basıncı

Ref: (Geankoplis,2003:565)



HAVA RUTUBETİNİN ÖLÇÜLMESİ

- Kimyasal yöntemler



- Saçlı higrometreler

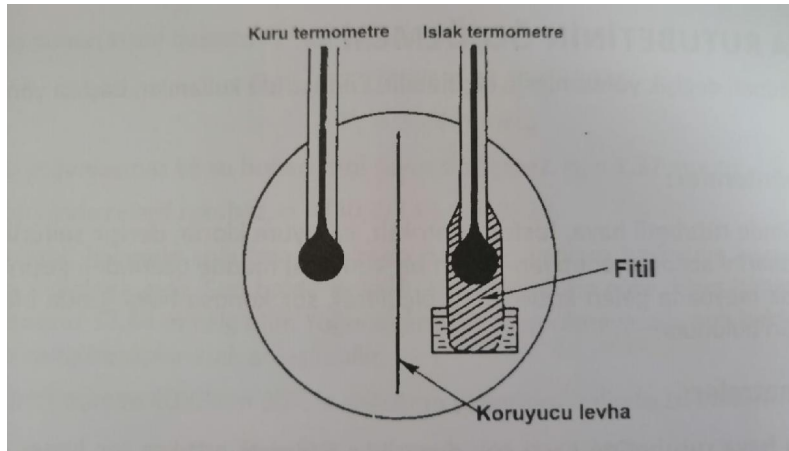


- Islak ve kuru termometreli higrometreler

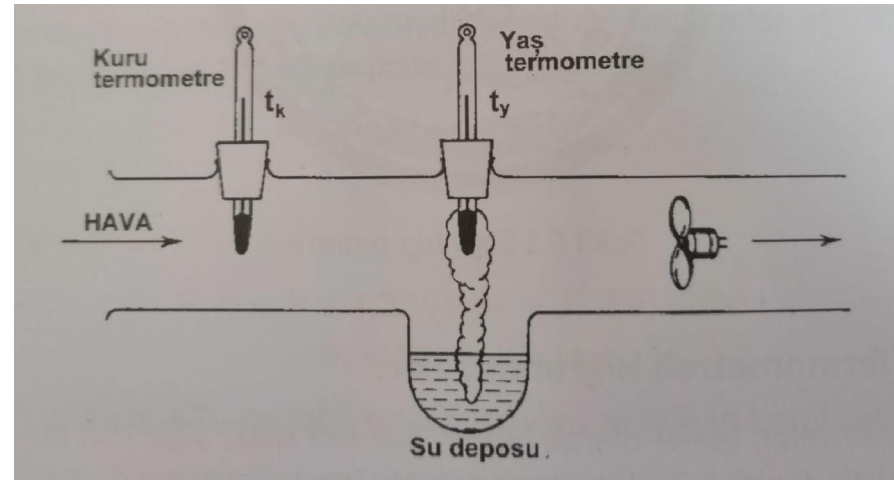


KURU VE ISLAK TERMOMETRELİ HİGROMETRELER

- ❖ Bu tip higrometreler, genel olarak birinin haznesi ıslak diğerinin kuru olan iki termometreden oluşur.
- ❖ **Kuru termometre** havanın sıcaklığını ölçen normal bir termometredir.
- ❖ **Islak termometre**nin haznesi bir fitil ile sarılıdır. Fitil su dolu bir kap içine daldırılarak termometre haznesinin sürekli olarak ıslak kalması sağlanır. **Fitil üzerinde buharlaşan suyun termometre haznesinden ısı alması sonucu ıslak termometre sıcaklığı kuru termometre sıcaklığından daha düşüktür.**



Islak ve kuru termometreli higrometre



Higrometre ile hava neminin ölçülmesi

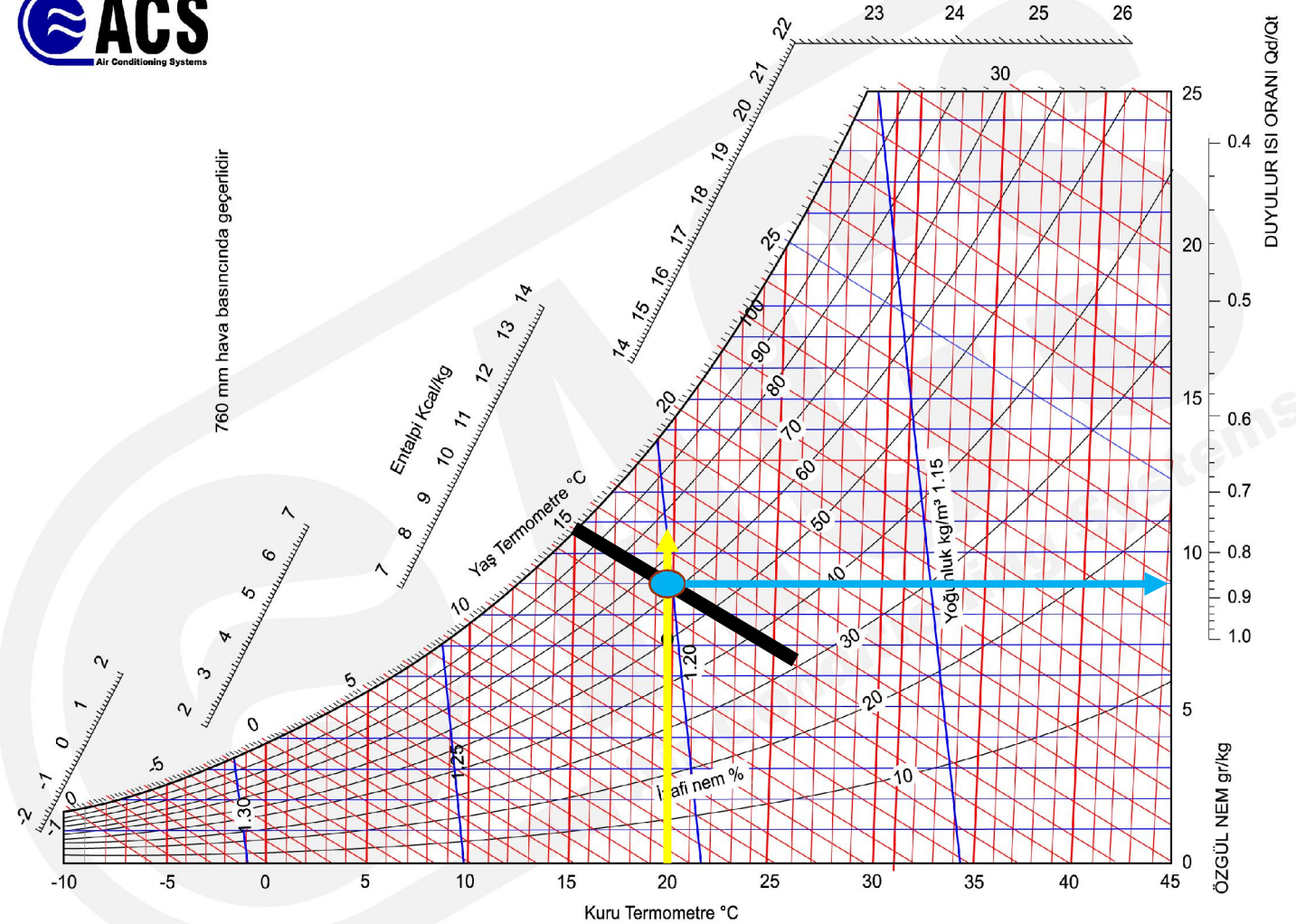


KURU VE ISLAK TERMOMETRELİ HİGROMETRELER



- ❖ Islak ve kuru termometreli higrometreden okunan sıcaklıklar yardımı ile söz konusu havanın relatif nemi hazırlanmış tablolardan okunabilir.
- ❖ Havanın belirli sıcaklıktaki **relatif nemini** gösteren diyagramlar “**psikrometrik diyagram (psychrometric chart)**” olarak adlandırılır.

!!!!Bkz. Geankoplis,2003:568
Figure 9.3-2.



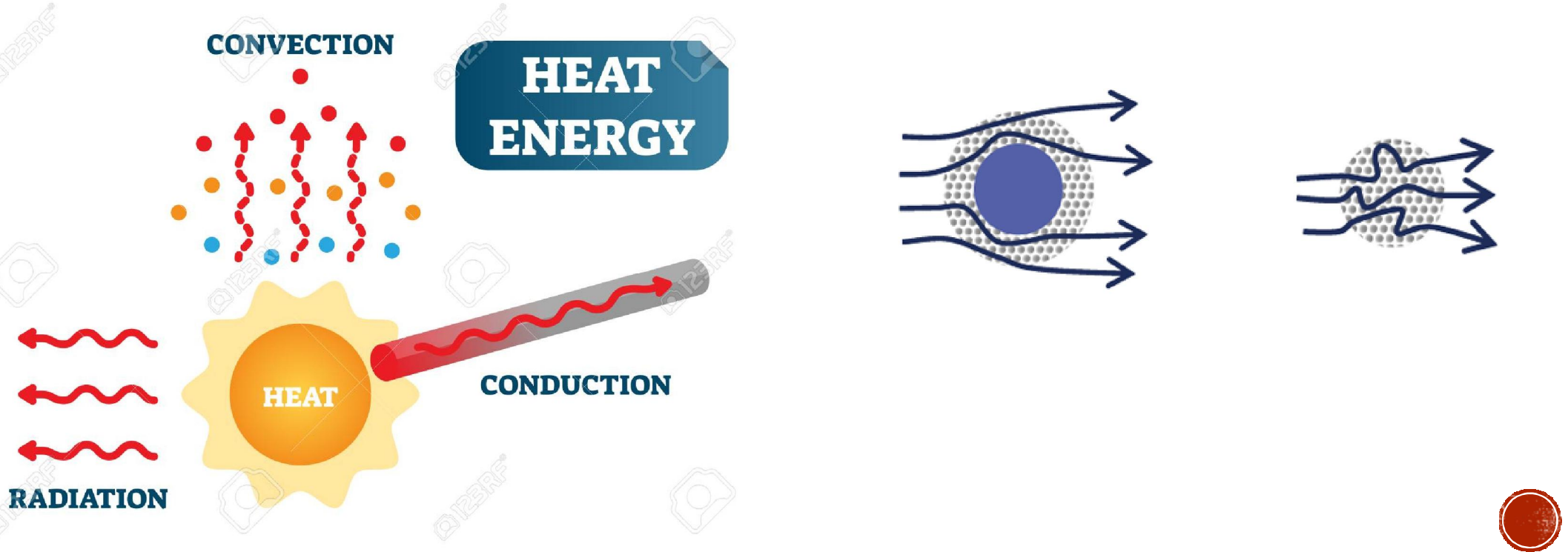
KURUTMA İŞLEMİ

- ❖ Kurutma, katı bir madde içindeki az miktardaki suyun ya da uçucuların uzaklaştırılması işlemidir. Bunun için kurutucu içine ters veya paralel akımlı olarak düşük rutubetli hava gönderilir. Yaş malzemeden buharlaşarak uzaklaşan rutubet, kurutucudan çıkan hava ile taşınır. Böylece, kurutucudan kuru katı malzeme elde edilir ve rutubetli hava çıkışı gerçekleşir (Geankoplis,2003:559).



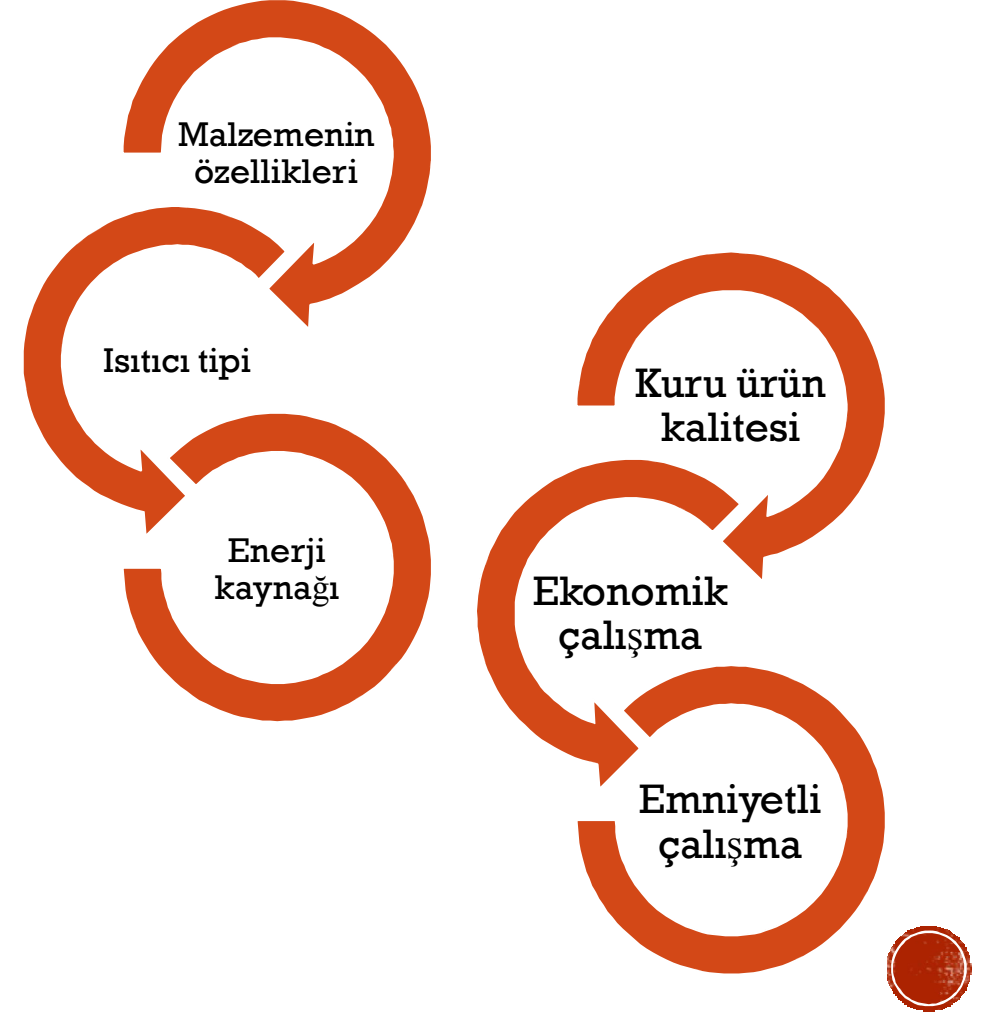
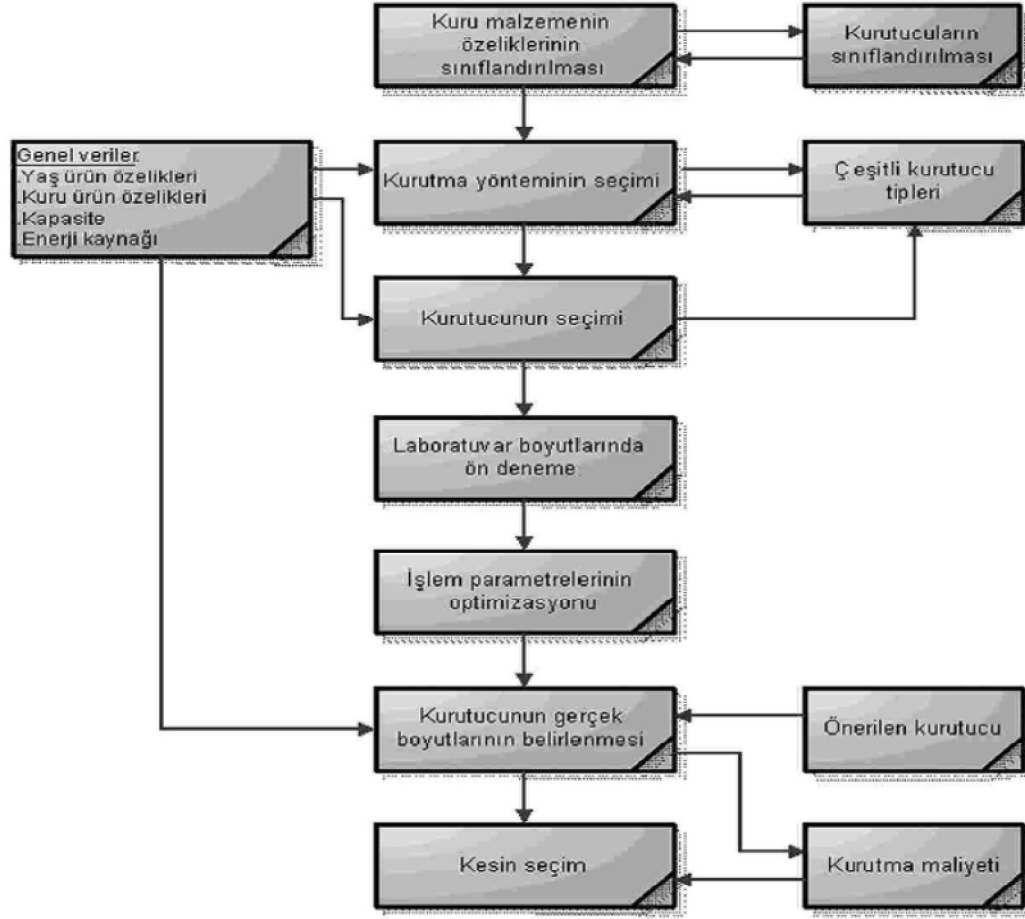
KURUTMA MEKANİZMASI

- ❖ Gaz akımından katı yüzeyine konveksiyonla ısı transferi
- ❖ Katı içinde kondüksiyonla ısı transferi
- ❖ Katıdan dış ortama nem transferi

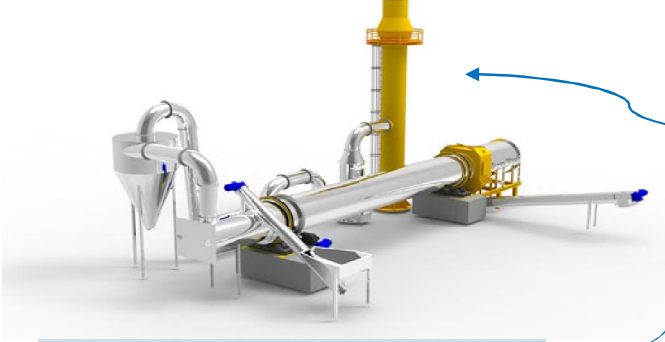


KURUTUCU SEÇİMİ

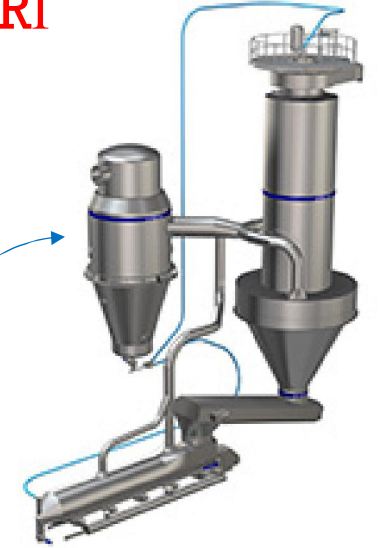
- ❖ Kurutma işleminin gerek ürün kalitesi gerekse işletmenin karlılığı açısından başarısı uygun bir kurutucu seçilmesine bağlıdır (TTMD, 13. sayı).



ENDÜSTRİDE KULLANILAN KURUTUCU TİPLERİ



- ❖ Döner kurutucular
- ❖ Kabinli ve bölmeli kurutucular
- ❖ Tünel kurutucular
- ❖ Tepsili kurutucular
- ❖ Sprey (püskürtmeli) kurutucular
- ❖ Akışkan yataklı kurutma
- ❖ Flash kurutma



DÖNER KURUTUCU

- ❖ Döner kurutucularda kurutulacak malzeme, kurutucu **tüp içerisindeki kanatçıklar** yardımıyla besleme noktasından çıkış bölgesine doğru ilerlerken, **kurutucu gaz akımı da paralel ya da ters yönde katı ile temas ettirilerek** katının nemi uzaklaştırılır.



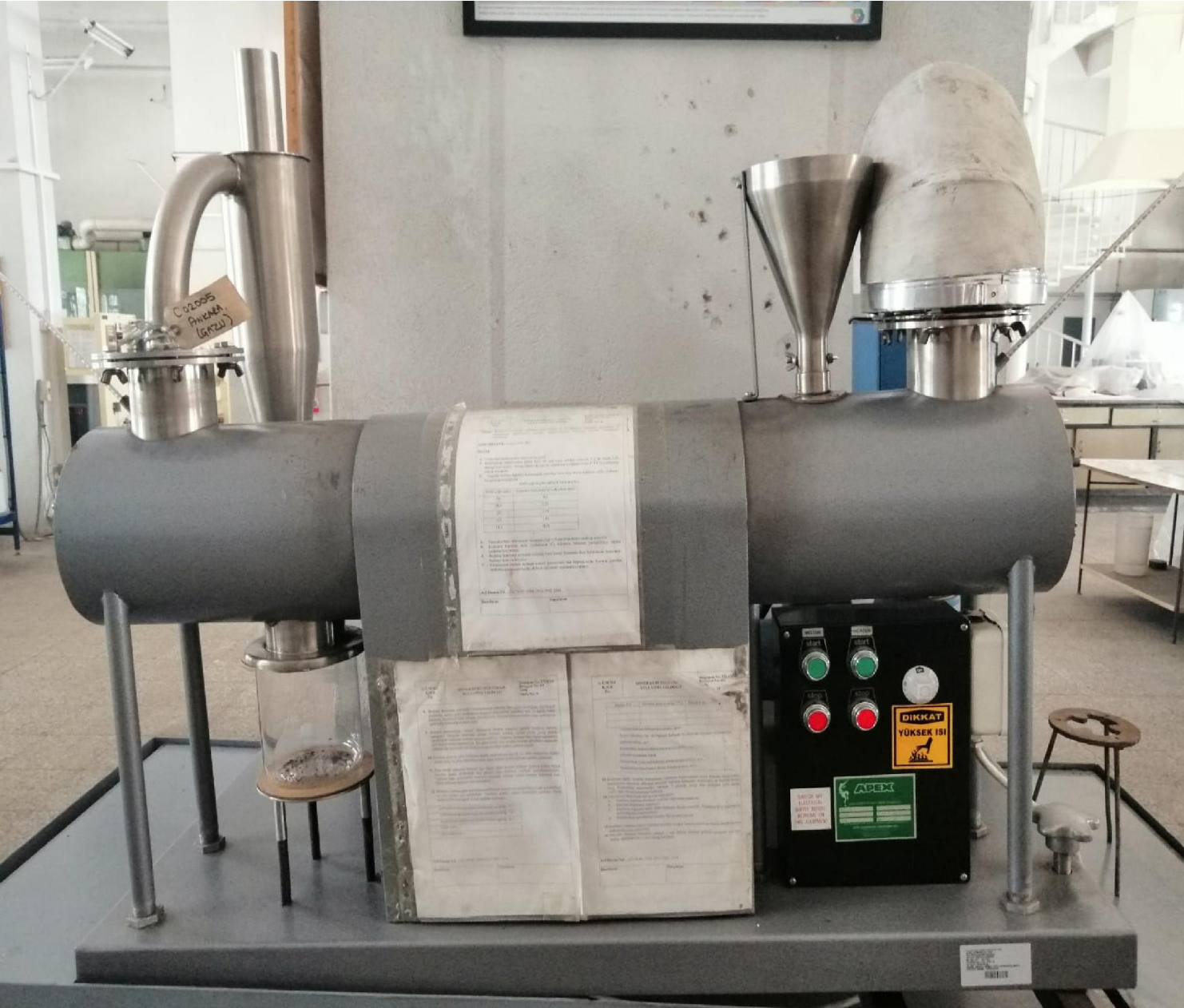
- ❖ Döner kurutucular, serbest akan **tanecikli malzemelerin taşıyıcı bantlar ya da tepsiler içinde** kurutulması zor olduğu durumlarda kullanılır.



DENEY DÜZENEĞİ

SSE37M Model Döner Kurutucu

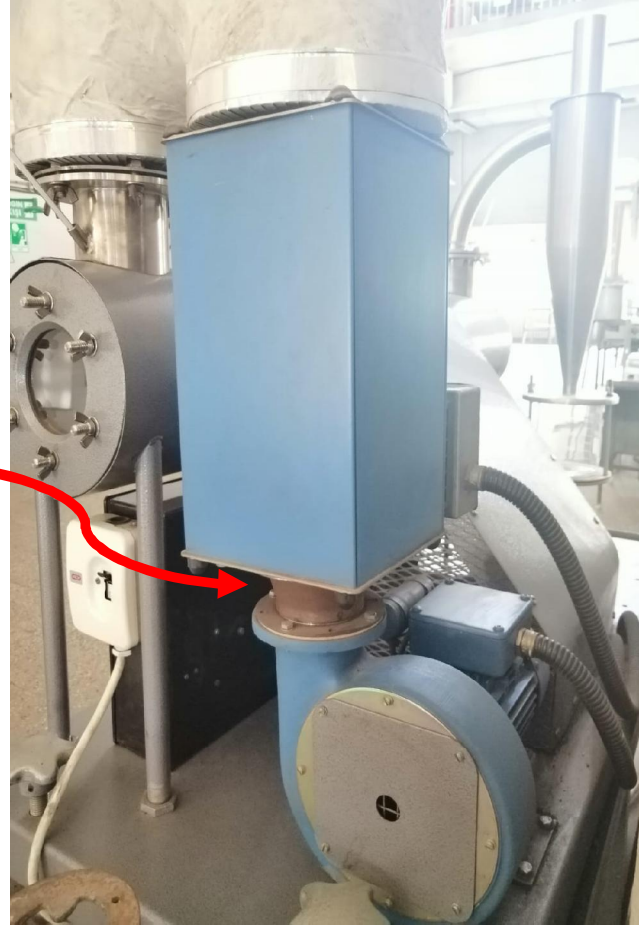
- ✓ Kelebek vanalı besleme hunisi
- ✓ Gaz besleme fanı
- ✓ Gaz besleme ısıtıcısı
- ✓ Siklon ayırıcı
- ✓ Ürün toplama kabı
- ✓ Döner kurutucu tüpü ve motoru



DENEY DÜZENEGİ

- ✓ Döner kurutucu tüpü 76 dişli bir çarka sahiptir. Eğer çark motorun 38 dişli çarkına bağlanırsa kurutucu tüpün dönme hızı 17,5 rpm, 17 dişli çarkına bağlanırsa dönme hızı 7,83 rpm olmaktadır.
- ✓ Hava akış hızını belirlemek için orifis levha kullanılmıştır. Fanın hemen girişine monte edilmiştir.

Orifis çapı (mm)	Kurutucu tüpündeki hava akış hızı (m/s)
34,0	4,60
29,5	2,55
23,0	1,53
19,5	1,02
16,5	0,70



- ✓ Kurutucunun monte edildiği taban üzerinde iki vida bulunmaktadır. Bu vidalar ile tüpe 0° ve 4°'lik eğim verilebilir.
- ✓ 2° ile 41 mm
- ✓ 4° ile 89 mm eşdeğer yükseklik farkı kazandırılabilir.



DENEY DÜZENEGİ

- ✓ Kurutucunun giriş ve çıkışlarında hava sıcaklığını ölçmek için 2 adet daldırmalı tip termometre bulunmaktadır.
- ✓ Hava akımıyla sürüklenen katı tanecikleri tutmak için siklon ayırıcı bulunmaktadır.
- ✓ Tüpün çıkışında camdan yapılmış, yaylı sistem üzerine oturtulmuş toplama kabı yer almaktadır.



DENEYİN YAPILIŞI

1. İstenen miktarda yaş katı numune tartılır.
2. Numune istenen kütlesel akış hızında sisteme beslenir.
3. Higrometredeki yaş ve kuru termometre ile laboratuvar havasının sıcaklıkları ölçülür.
4. Numune beslemesi yapılırken döner kurutucunun giriş ve çıkış sıcaklıkları termometreden okunur.
5. Son numune beslemesi yapıldıktan sonra hata payını en aza indirmek için en az 10 dakika beklenir ve kuru numune döner kurutucudan alınır.
6. Alınan kuru numune tartılır.
7. Yaş malzemeden 1 gram tartılır ve daha sonra 110 °C' deki etüve konulur.
8. Etüvde yaklaşık 30 dakika bekletildikten sonra numune alınır ve tartılır.



KAYNAKLAR

- Geankoplis, C.J., (2003). Transport Processes and Seperation process Principles, 4. Basım, Prentice Hall.
- Foust, A., S., Wenzel, L. A., Clump, C., W., Maus, L., Andersen, L., B., (1980). Principles of Unit Operations, John Wiley and Sons.
- McCabe, W., L., Smith, J., C., Harriot, P., (2001). Unit Operations of Chemical Engineering, 6. Basım, McGraw-Hill.
- Himmelblau, D., M., (2004). Basic Principles and Calculations in Chemical engineering, 7. Basım, Prentice Hall.
- Endüstriyel Kurutma Sistemleri, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği Dergisi, 13. sayı.
- Gürü, M., Yalçın, H., (2015). Stokiometri, 5. Basım, Nobel Yayıncılık, 333-399.

