



# Ekstrüzyon nedir?

- **Ekstrüzyon**; pişirme, yüksek sıcaklıklarda ve basınçta kısa sürede gerçekleştirilen termomekanik bir pişirme işlemidir.
- Ekstrüzyon sırasında meydana gelen *denatürasyon ve jelatinizasyon* sonucu protein ve karbonhidratların yapıları değişir ve bu değişimler sonucunda;
  - ✓ Ürünün tekstürel özelliklerinin iyileştiren yeni bağların oluşumu,
  - ✓ Proteinlerin sindirilebilirliğinin artması ve
  - ✓ Besinsel kalitenin geliştirilmesi sağlanır.



# Yem Ekstrüzyon Temel Kavramları

- Yem içeriği (formüller) ekstrüzyon kovanından helezonlar vasıtasıyla geçtiğinde, içerikler mekaniksel sürtünme tarafından ısıtılır (dış ısıtmada uygulanabilir.) karıştırılır, ufalanır, kıvama getirilir ve sıkıştırılır.
- Daha sonra belirlenmiş bir basınçla diskten geçirilir. Kovanın içerisindeki ve dışarısındaki basınç farkından dolayı, bu kıvama getirilmiş içerikler farklı şekiller ve farklı yoğunluklar halinde disk deliklerinden geçirilerek, daha sonra da soğutmada kurutulularak ürün haline getirilir.



## Extruder işlevleri

- İlerletmek
- Harmanlama
- Isıtma
- Kırpma
- Basınçlama
- Yoğurma/Kesme

## Extruder sonrası içerikteki değişimler

Harmanlanmış

Homojenize edilmiş

Jelatinleşmiş

Sıkıştırılmış

Genleşmiş

Peletlenmiş



# Ekstrüde Edilmiş Ürünlerin Karakteristik Özellikleri

- Jelatinize edilmiş nişasta;
- Değiştirilmiş protein yapısı;
- Artırılmış Lezzet;
- Kısmen süzdürülmüş ;
- Kontrol edilebilir ürün şekli ve yoğunluğu ;
- Yüksek ısıda hijyenize edilmiş ve toksin olarak arındırılmış;
- Besleyiciliği önleyen örneğin tripsin inhibitörleri; urase, lipolystic enzim ve vb etmenlerin etkinliği önlenmiştir;

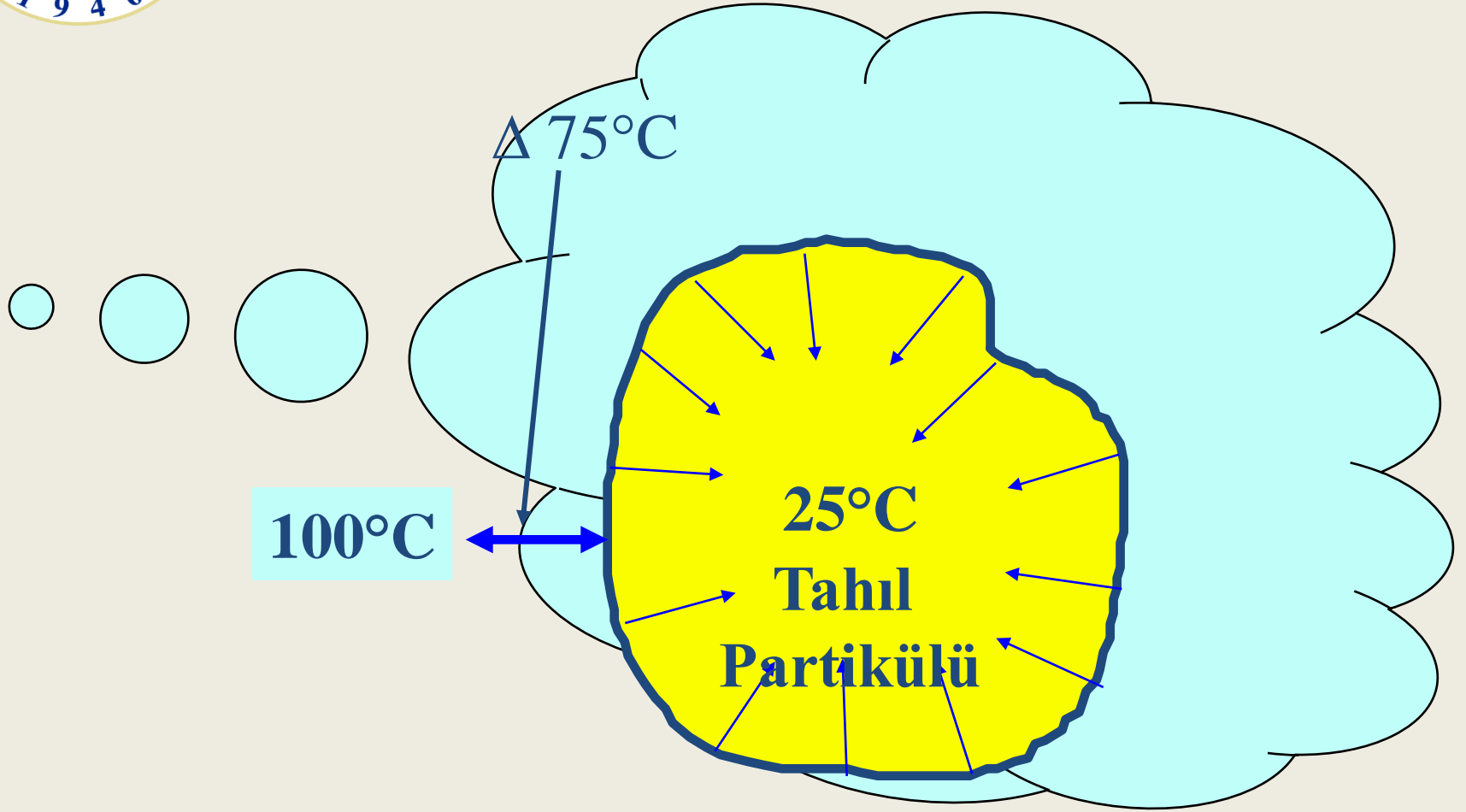


# Yem Üretiminde Ekstrüzyonun Ana Uygulama Alanları

- Full fat soya, mısır ve diğer yem içeriklerinde
- Balık yeminde (yüzen & batan pelet türleri)
- Yavru hayvan besiciliği yemlerinde
- Geviş getiren tüm hayvanların yemlerinde
- Soya proteinin işlenmesinde
- Evcil hayvan yemlerinde
- Hayvan kesimlerinde ve tarımda arta kalan atıkların yeme dönüştürülmesinde kullanılmaktadır...

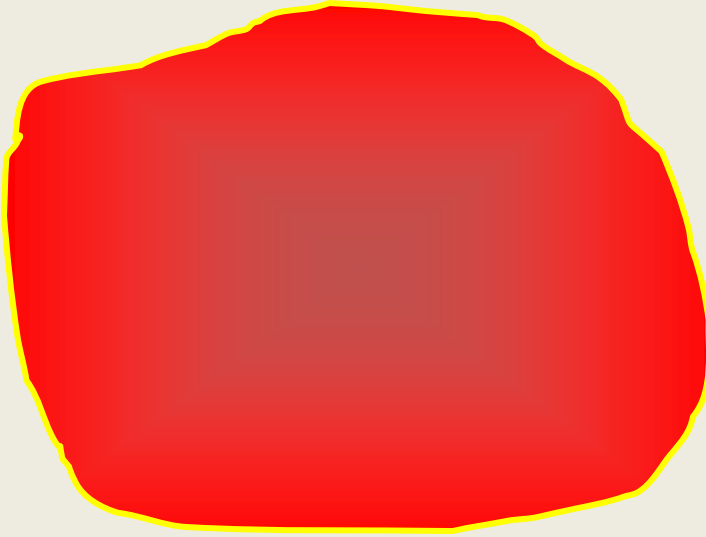


# BUHARIN YOĞUŞMASI





## ISI / BUHAR YAYILIMI

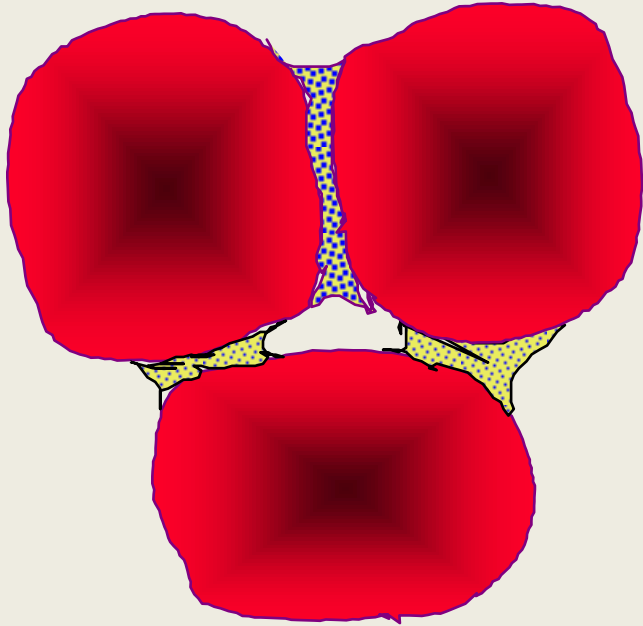


Partikülün yüzeyindeki nişasta jelatinize olur ve çözünür hale geçer.

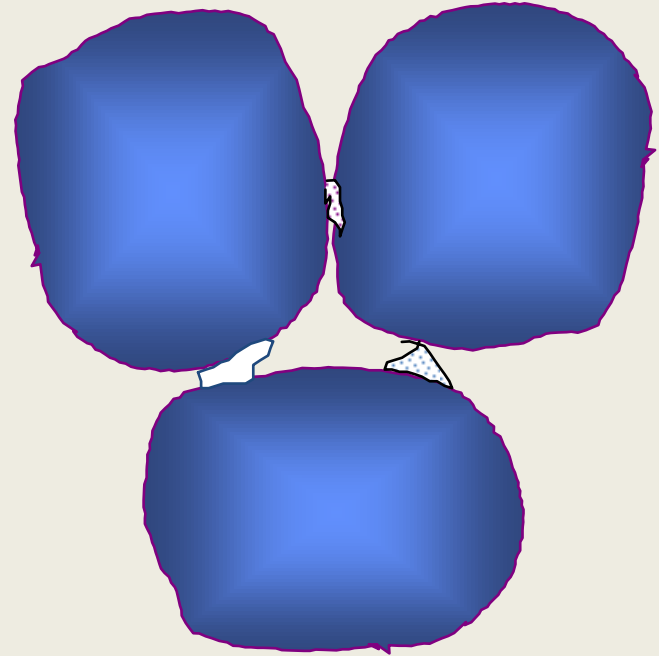
SÜRE !!!!



# PARTİKÜLLERİN BİRBİRİNE YAPIŞMASI



SICAK/YAŞ  
ŞARTLANDIRMA



SOĞUK/KURU  
ŞARTLANDIRMA

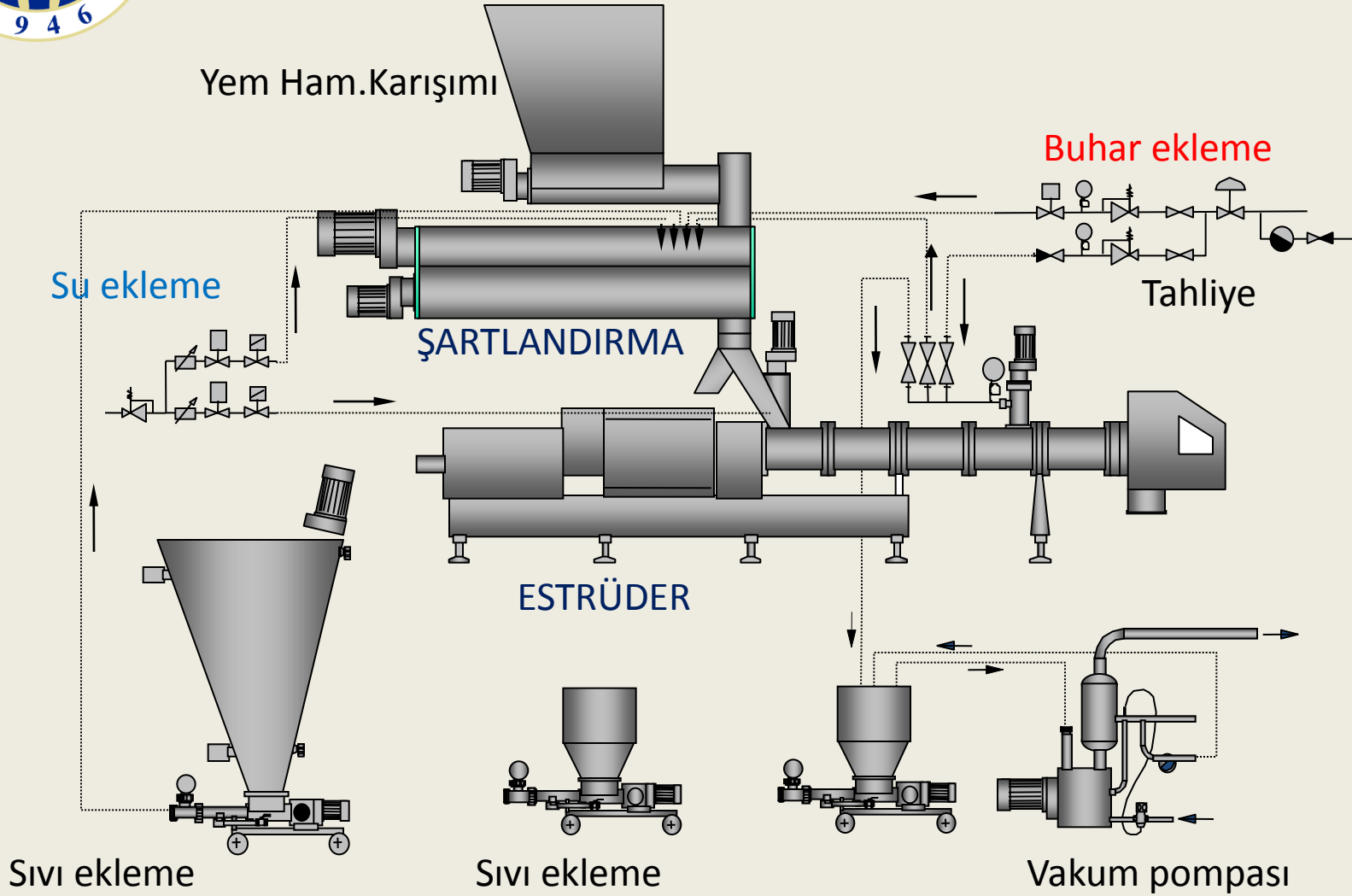




# Yem Ekstrüder Çeşitleri

- Tek helezonlu ekstrüder
- Çift helezonlu ekstrüder

# Ekstrüzyon Sistemi



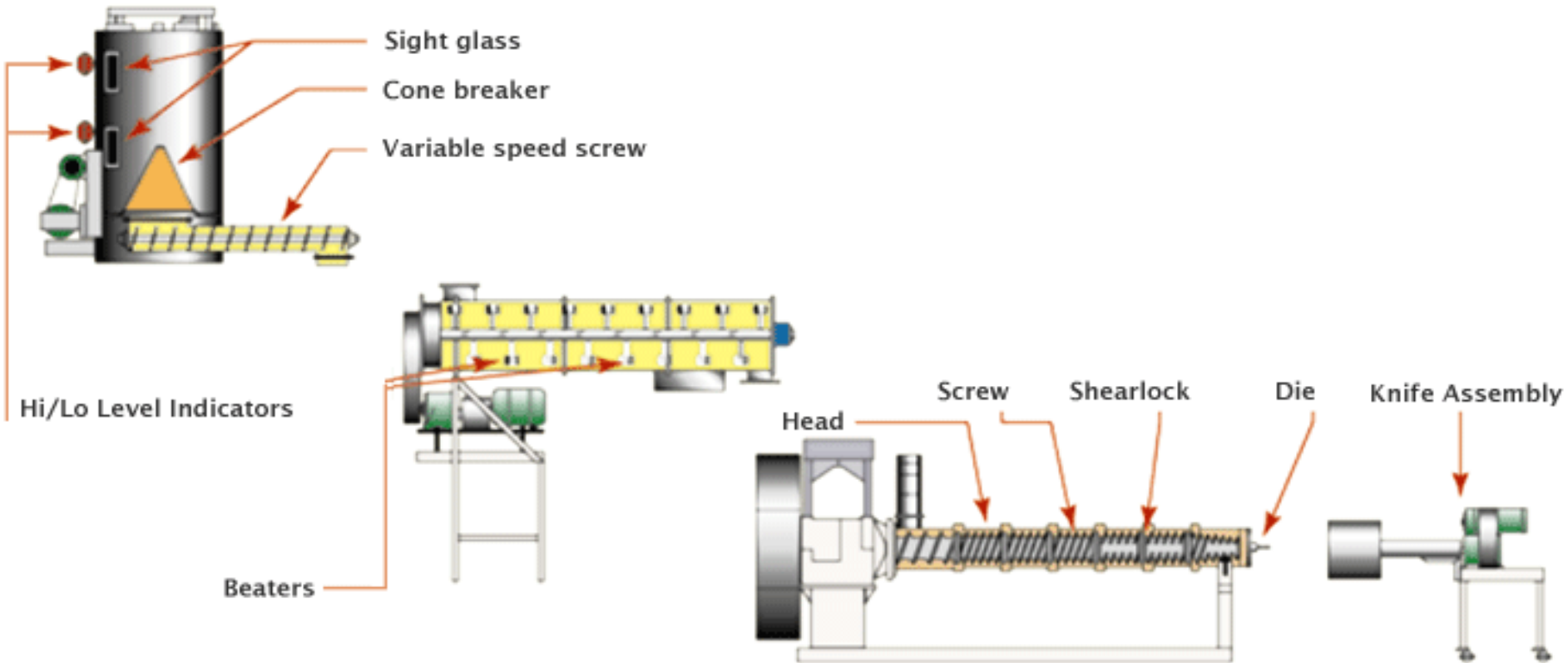


# Ekstüder

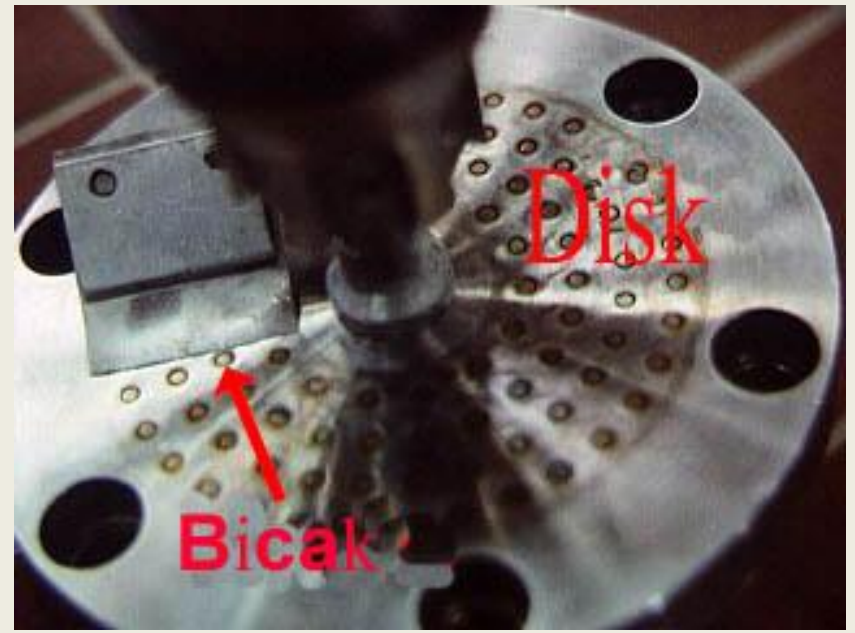


# Ektrüder Makinesinin Parçaları

## EXTRUSION HARDWARE









# Üretimi Etkileyen Temel Parametreler



***SU***



***sıcaklık***



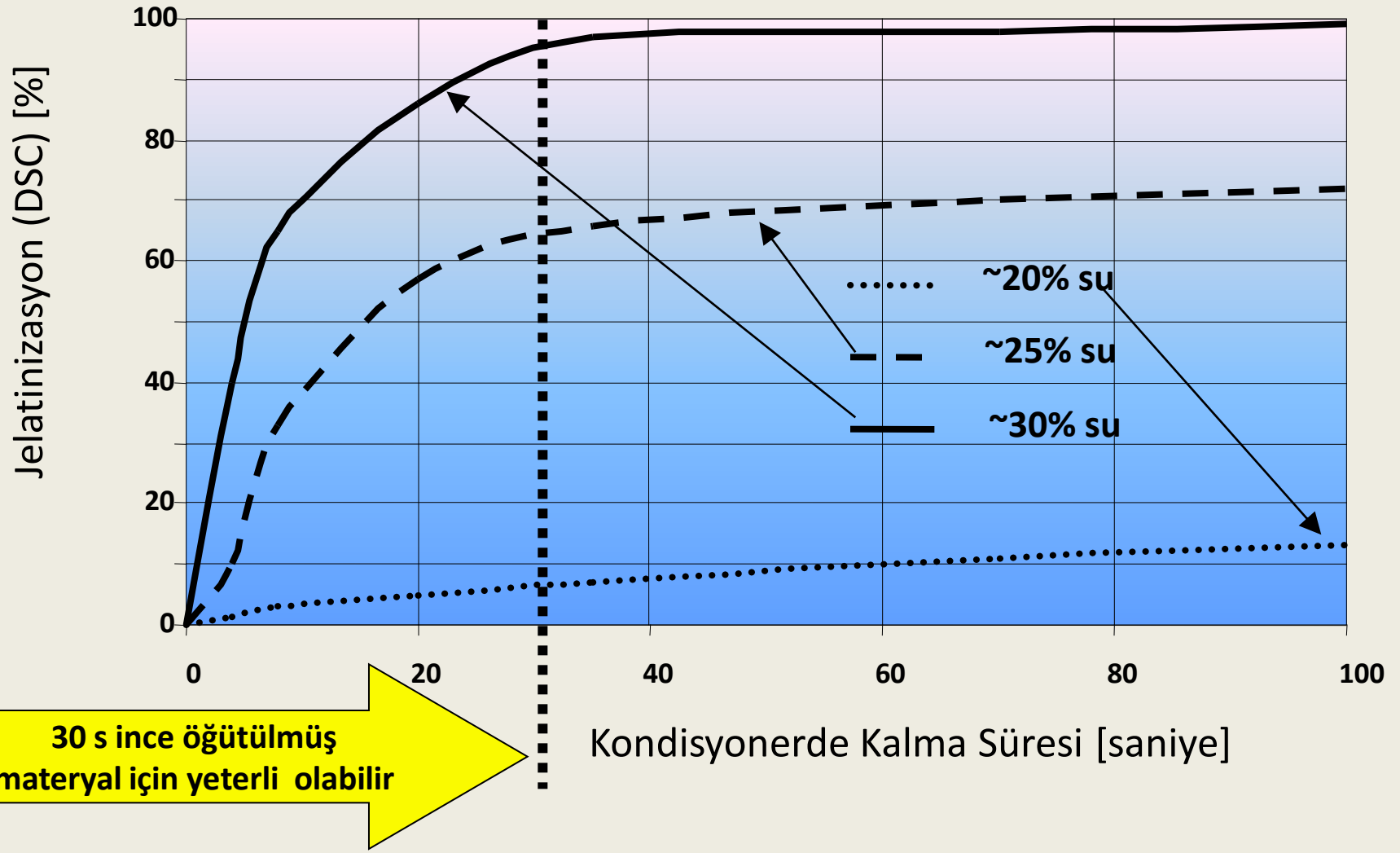
***Enerji***



***süre***

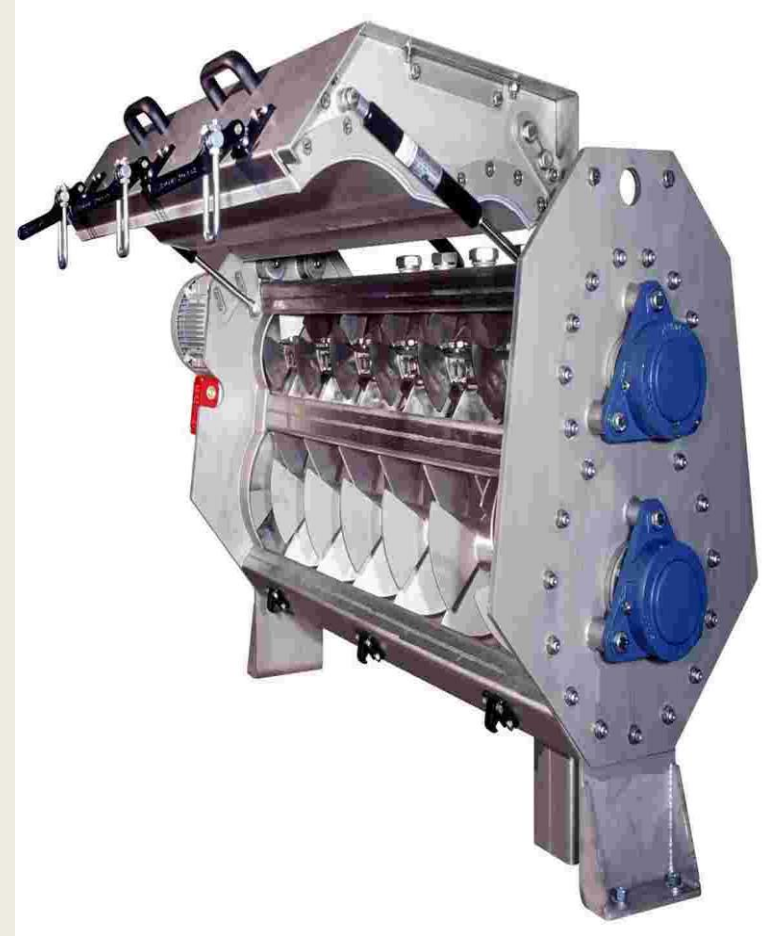


# Şartlandırma – Kalma süresi ve Nem içeriği



# Şartlandırma

- Doğal nişasta, selüloz ve protein farklı su çekme özelliğine sahiptir
- Yüksek hızda karıştırma hammaddeler arasında nemin daha iyi karışımını sağlar
- Yüksek hızda karıştırma partiküllerin tüm yüzeyine ulaşmayı sağlar
- Kondisyonerde kalma süresi özellikle partikül büyüklüğüne bağlıdır

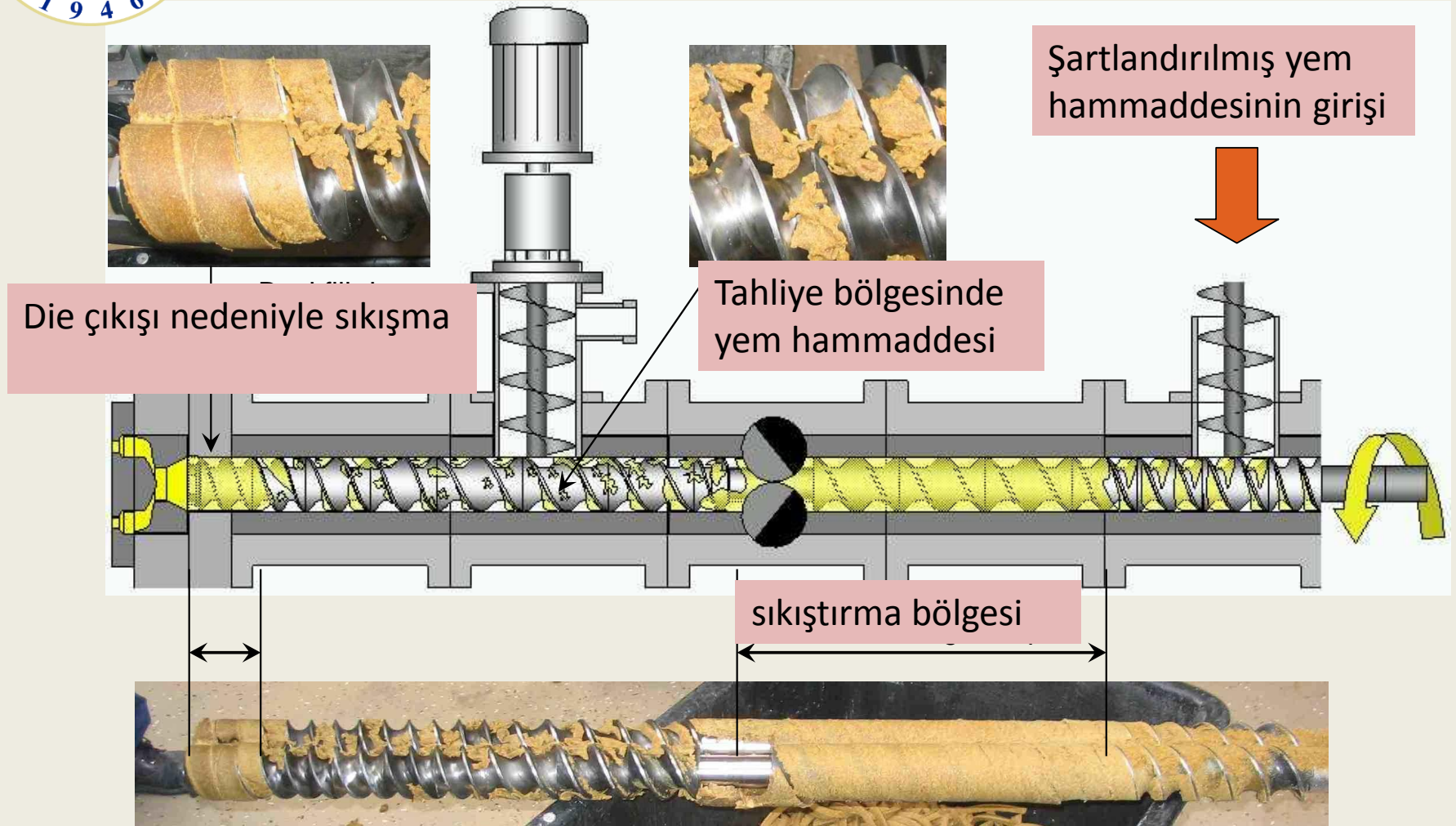




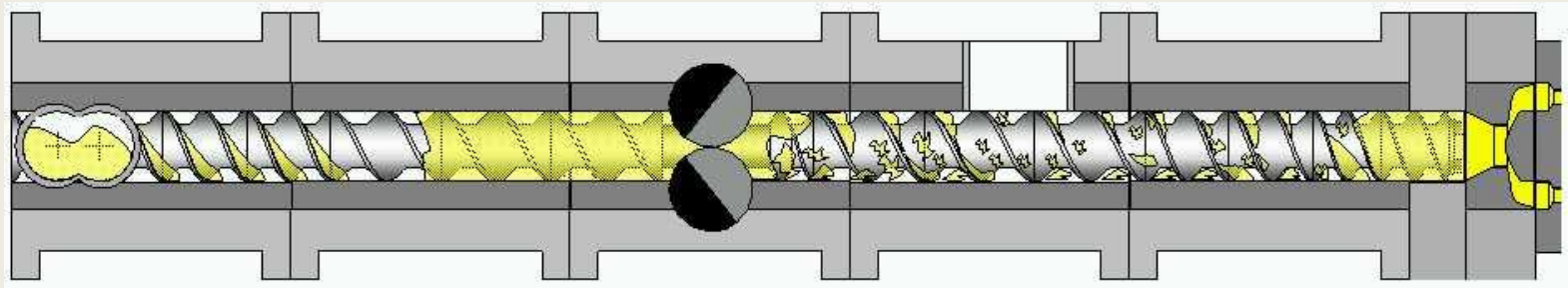
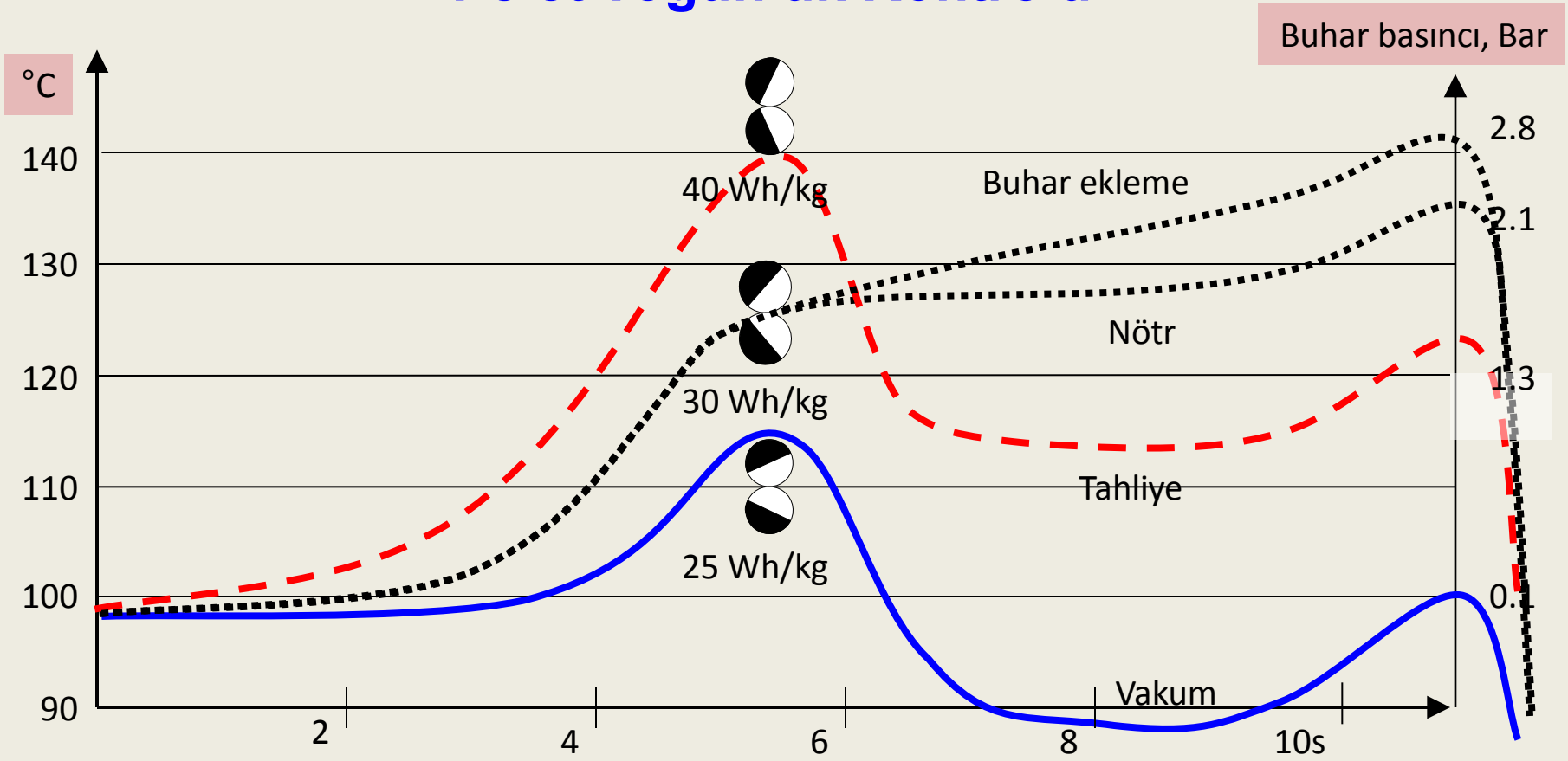
# Ekstrüder Pelet Makinesi



## Piştirme, Tahliye Ve Sıkıştırma Bölgesi



# Pelet Yoğunluk Kontrolü





# Kabarma Peletin Yoğunluğunu Değiştirir

**Buhar basıncı die'dan çıkarken kabarmada itici güçtür**

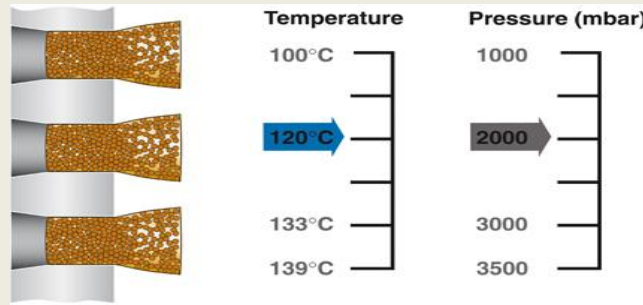
- Daha yüksek sıcaklık- daha yüksek buhar basıncı demektir

**Akma direnci kabarmaya karşı direnç gösterir**

- Die'daki basınç viskozitenin bir göstergesidir
- Yüksek su içeriği viskoziteyi azaltır

**Esneklik kabarma için sınırlayıcı bir faktördür**

- Elastik olmayan maddeler kabarma esnasında kopabilir
- Aşırı esneklik geri büzülmeye neden olabilir





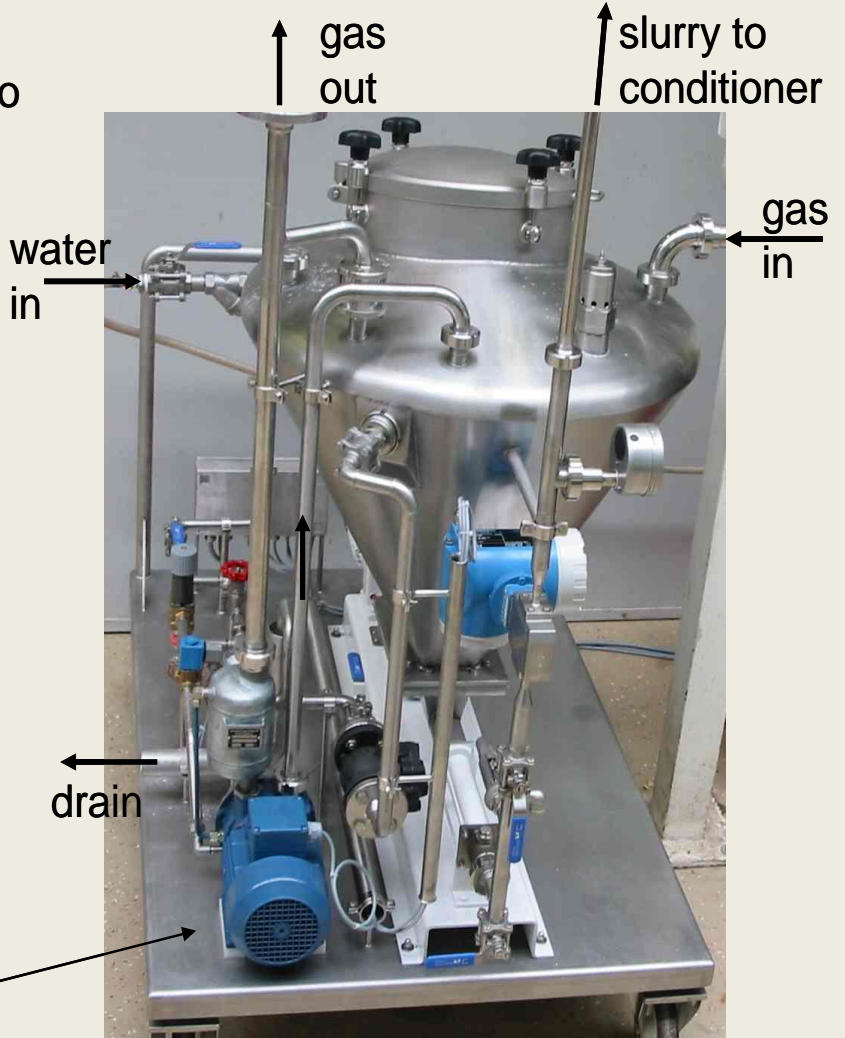
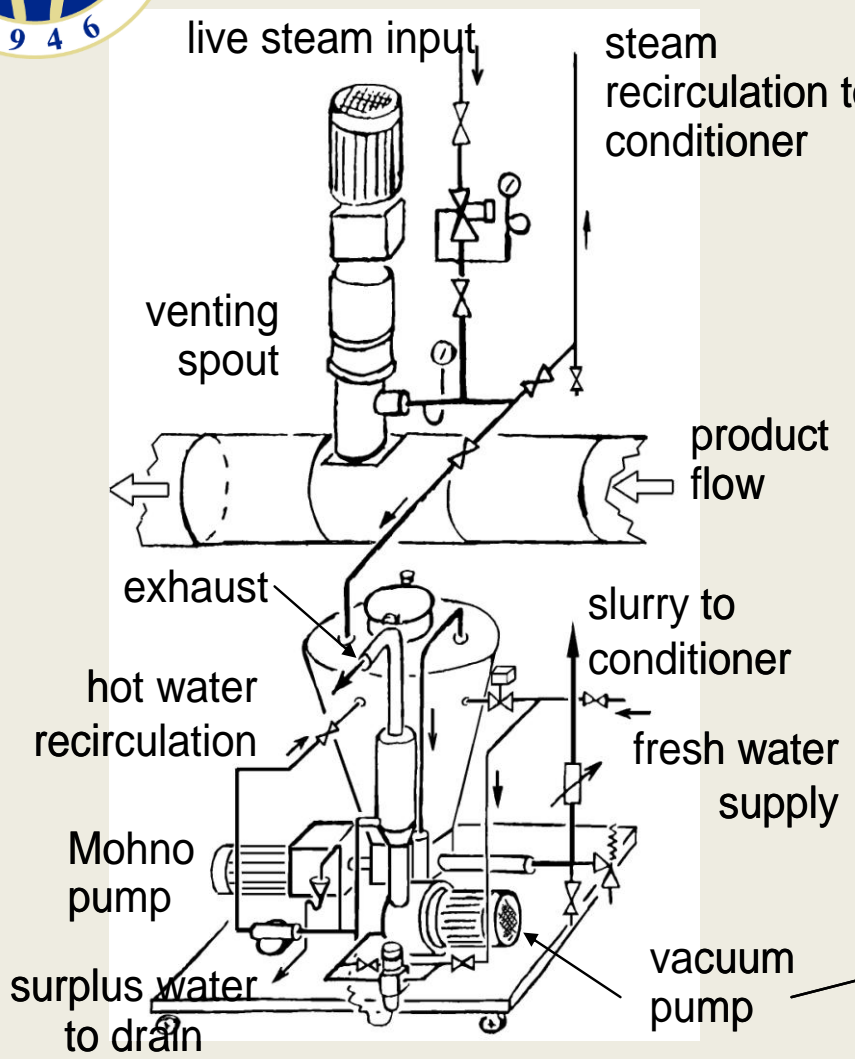


## Yoğunluk Kontrolü

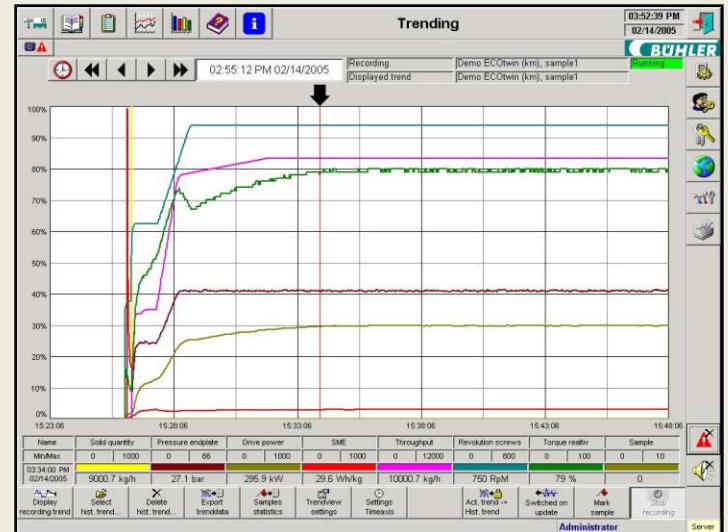
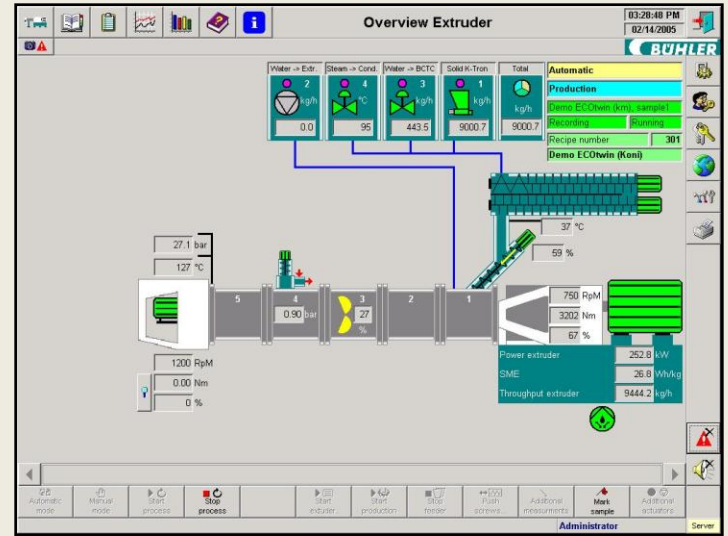
- Buhar basıncı değiştirilerek dolaylı olarak peletin kabarma oranı-yoğunluğu ayarlanabilir
- Nem uçurulurken hammadde soğutulur
- Buhar miktarına göre sıcaklık değişir
- Buhar, tahliye ve vakum yoluyla buhar basıncı 4,5-5 bar arası ayarlanabilir



# Balık Yemi– Vakum Pompasıyla Yoğunluk Kontrolü



# Operatörün Çalışması





# Ekstrüderde Elde Edilen Ürünün Yoğunluğu Ve Yüzme Kabiliyeti

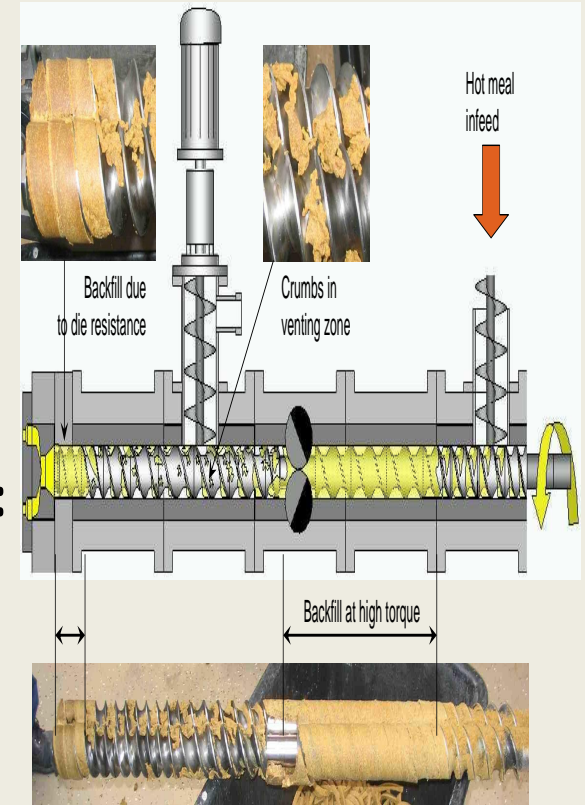
Yem karakteristiği	Deniz suyu (20°C)	Tatlı su (20°C)
Hızlı batan	>640 g/l	>600 g/l
Yavaş batan	580-600 g/l	540-560 g/l
Nötr	520-540 g/l	480-500 g/l
Yüzen	<480 g/l	<440 g/l





## Çift Helezonlu Ekstrüder

- Bir çift helezonlu ekstrüder , ekstrüzyon kovanına paralel olarak yerleştirilmiş iki helezondan meydana gelir.
- Şu şekillerde sınıflanabilir:
  - ilişkilendirilmiş çift helezonlu ekstrüder:  
İki helezon aynı yönde hareket eder.  
iki helezon aksi yönlerde hareket
  - ilişkilendirilmemiş çift helezonlu ekstrüder:  
İki helezon aynı yönde hareket eder.  
iki helezon aksi yönlerde hareket eder.





# Çift Helezonlu Ekstrüderin Temel Avantajları

- Yüksek viskozite değeri olan formüller kadar yüksek yağ ve su oranına sahip formüllere de uygundur;
- Ekstrüzyon da partikül büyüklüklerinde daha geniş bir yelpaze sunar;
- Ürün kalitesi daha iyi kontrol edilebilir;
- İşleme Teknolojisinde daha yüksek bir esneklik sağlar;
- Muntazam ürün şekli ve rengi ile iyi bir görünüm elde edilir;
- Helezonların birlikte işletilmesi helezonların kendilerini temizlemesini de sağlar;
- İleriye doğru ekstrüzyon sağlandığı için, materyal akışı daha muntazam olur;



# Ekstrüde edilmiş partikülleri kontrol etmek için kullanılan son temel metotlar

- Rasyondaki nişasta içeriğini düzenlemek:

yüzen yem  $> 20\%$

batan yem  $\geq 10\%$

- Disk üzerinde açılmış delik oranı :

yüzen yem 200-250mm<sup>2</sup>/t·h

batan yem 550-600mm<sup>2</sup>/t·h



## Ekstrüde edilmiş partikülleri kontrol etmek için kullanılan son temel metotlar

- Yağ katkısının artırılması: Yağ katkısının oranı 12~22% arasında olduğunda, pelet yoğunluğu belirli bir orana değin artacaktır.
- Ekstrüksüyon kapasitesini azaltmak: Ürün yoğunluğunu geliştirmek amacıyla yapılabilir.
- Ekstrüde edilmiş ürünün yoğunluğunu yükseltmek amacıyla helezon dönüş hızı düşürülebilir. (Özellikle frekans değişimi vasıtasıyla hızı ayarlanan çift şaftlı ekstrüderler de bunun etkisi çok daha bellidir.)



# Balık yemi partiküllerinin suda katılığının korunması

- Ekstrüzyon sonrası balık yeminin jelatinizasyonu  $> 60\%$  olmamalıdır.
- Eğer suya dayanıklı bir balık yemi isteniyorsa bu oran daha da yükseltilir. Bu işlem partiküllerin sadece daha iyi birleşmesini sağlamakla kalmaz onların suya dayanma kabiliyetlerini de artırır.
- Buda pek tabii ki yemin içerisindeki besinlerin hazmedilebilirliğini ve emilim değerlerini yükseltir.
- Ekstrüde edilmiş ürünün pelet dayanıklılık indeksi (PDI):  $\geq 90\%$



## Ekstrüde edilmiş ürünün kurutulma kalitesini etkileyen temel faktörler

- Kurutma sıcaklığı :Kurutma sıcaklığı genel olarak 100~175 °C arası kontrol edilir. Ürün kalitesini etkileyecek bir koşul oluşturmadıkça mümkün olduğunca artırılabilir.
- 
- Kurutma süresi: Kurutma süresindeki değişiklikler kurutucu üzerindeki taşıyıcı kayışın kalınlığına, ürün yoğunluğuna, serbest su içeriği, nemin ekstrüde edilmiş üründen havaya transferi için gerekli süreye göre değişir. Gözenekli ürünlerin kurutulması çok daha kısa sürede tamamlanmaktadır.



# Ekstrüde edilmiş peletlere içerisine dahil edilecek yağ miktarının kontrolü

- **Ekstrüder içerisine yağ eklenmesi:**

Tek helezonlu ekstrüder için, 7~12% aralığında olmalıdır;

Çift helezonlu ekstrüder için , 22% kadar kontrol edilebilmektedir.

- **Ekstrüder dışında yağ eklenmesi:**

Vakum kaplama için yağ eklenmesi 30~35% kadar olabilir;

Atmosferik kaplama için , yağ eklenmesi yaklaşık 15% kadardır.

Ekstrüder içerisinde eklenen yağ oranı 12% geçtiğinde, pelet sertliği azalacaktır. Bu yüzden, 12% geçen yağ eklemelerinin ekstrüder dışında yapılması tavsiye edilir.