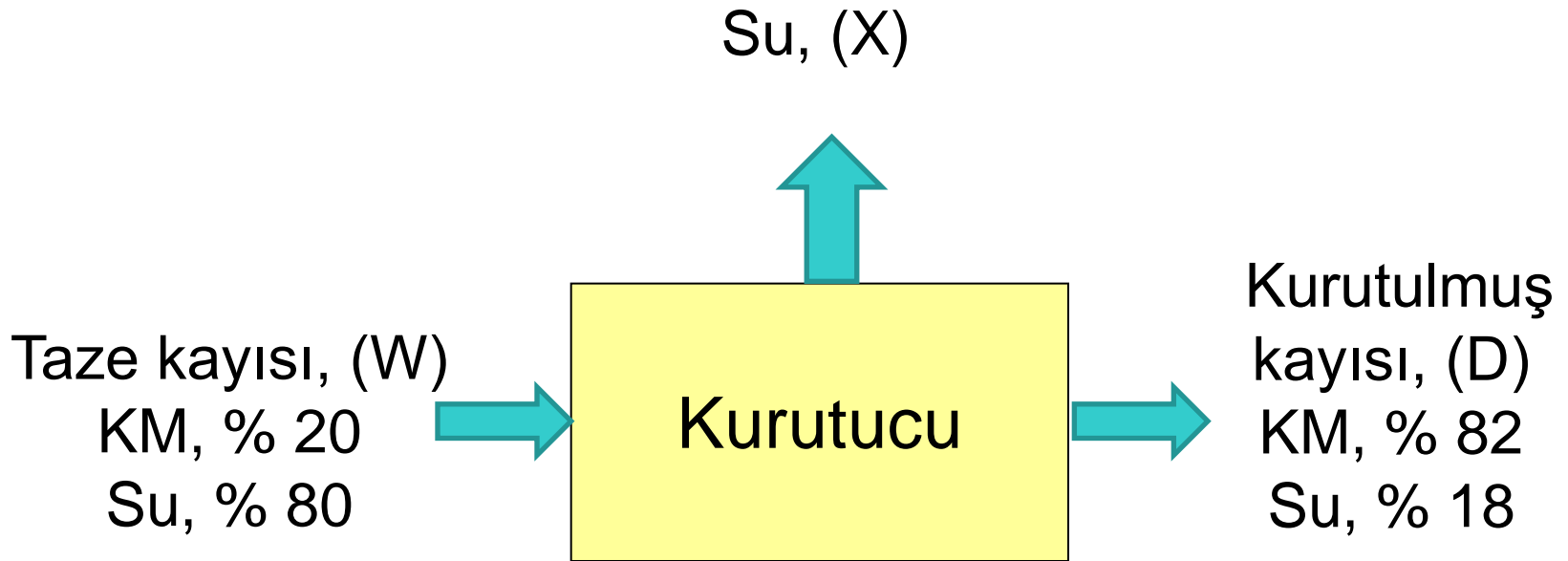



Kurutma teknolojisinde kütle dengesi hesaplamalarına ilişkin uygulamalar

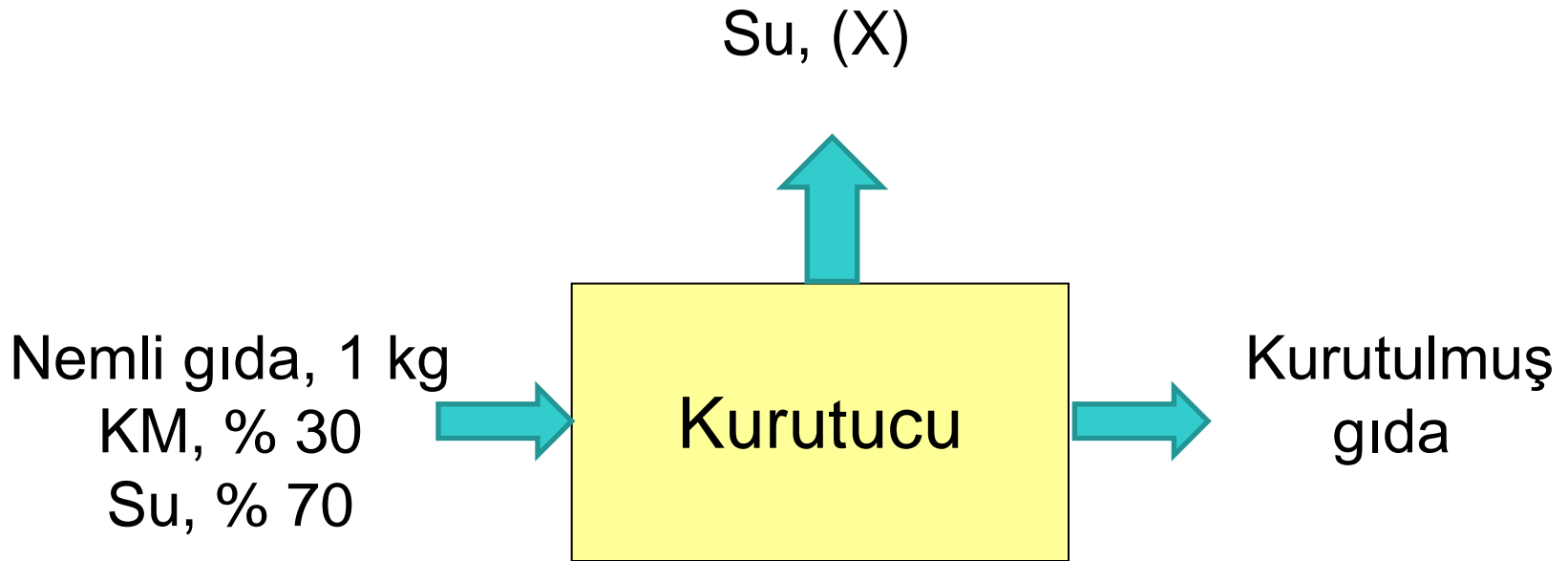
- **Örnek 24 :** Su içeriği %80 olan kayısılar %18 olana kadar kurutulunca ağırlığının ne kadar azaldığını hesaplayınız.

Kayısıların kurutulmasında madde akış diyagramı



- 
- **Örnek 25 :** Bir kurutma işlemi sonunda, %70 nem içeren bir gıdadan başlangıçtaki su içeriğinin %80'ini uzaklaştırılmıştır.
 - a) Uzaklaştırılan su miktarını nemli gıdanın her 1 kg'ı için hesaplayınız
 - b) Kurutulmuş gıdanın bileşimini hesaplayınız.

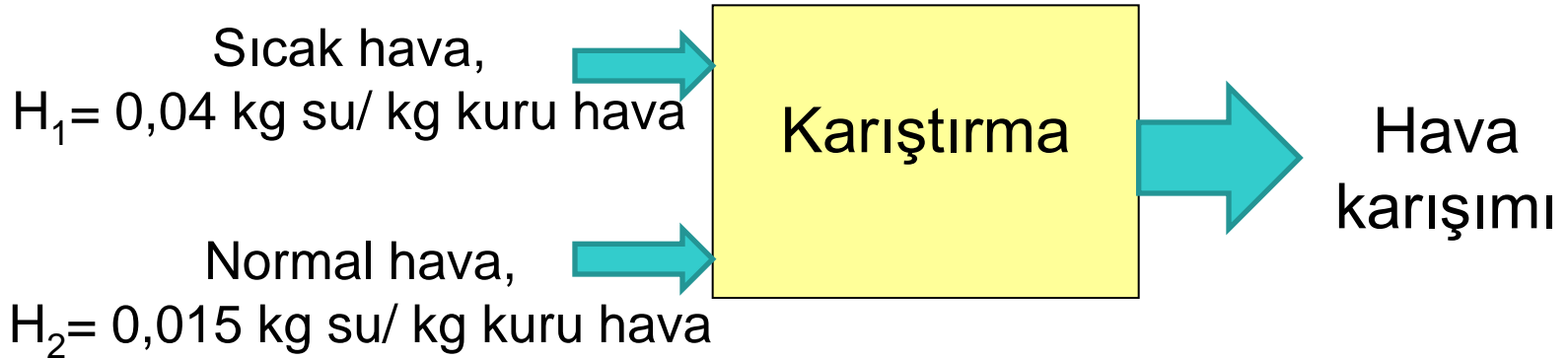
Bir gıdanın kurutulmasında madde akış diyagramı



- **Örnek 26** : Bir kurutucudan dışarı atılan, mutlak nemi $H_1 = 0.04$ olan kullanılmış sıcak havadan dakikada 2080 kg miktarda alınarak , mutlak nemi $H_2 = 0.015$ olan 9135 kg dış atmosfer havasıyla karıştırılmaktadır. Böylece elde edilen ılık hava, bir ısıtıcı yardımıyla ısıtıldıktan sonra kurutucuya sevk edilmektedir. Bu karışım havanın mutlak nemini (H_3) hesaplayınız.

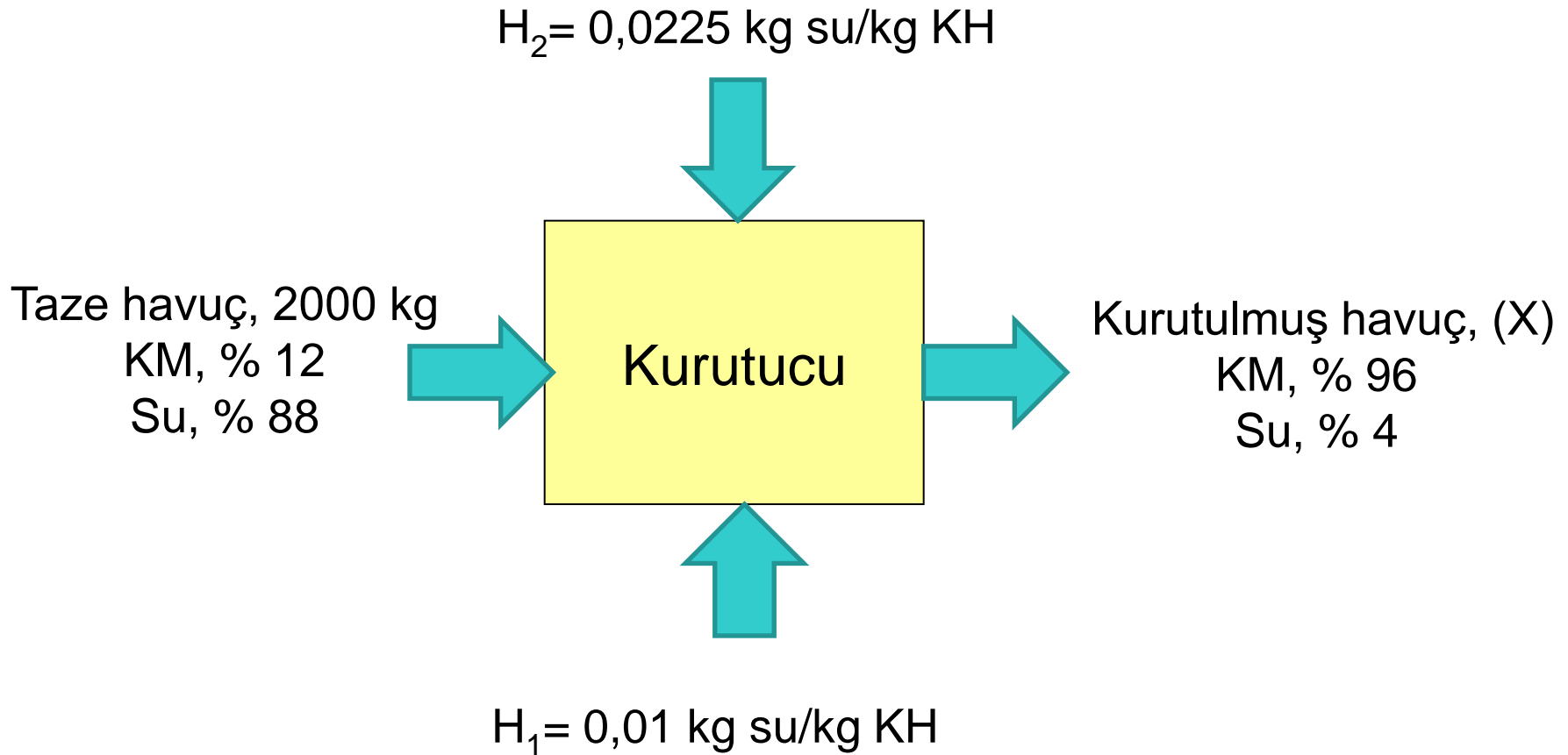
- Mutlak nem, “kg su buharı/kg kuru hava” birimiyle ifade edilen bir özelliktir. Buna göre örneğin, havanın mutlak nemi 0.04 ise, bu havada her kg kuru havaya karşın 0.04 kg su buharı bulunuyor demektir.
- Nemli bir havanın kütlesi verilince, bunun; kuru hava ile bu miktar kuru havanın beraberinde taşıdığı su buharı toplamından oluştuğu anlaşılır. Örneğin mutlak nemi 0.04 olan 1.04 kg hava, 1 kg kuru hava ile 0.04 kg su buharından oluşur.


Nem düzeyi farklı iki havanın karıştırılması



- **Örnek 27** : Sürekli çalışan bir kurutucuda saatte 2000 kg taze havuç kurutulularak nem düzeyi %88'den %4'e kadar düşürülmektedir. Sıcak hava, kurutucuya mutlak nemi "0.01 kg su/kg kuru hava" olarak girmekte, kurutucuyu "0.0225 kg su/kg kuru hava" olarak terk etmektedir. Buna göre, saatte üretilen kurutulmuş havuç miktarıyla kurutucuya giren sıcak hava miktarını kuru hava ve nemli hava olarak hesaplayınız.

Bir kurutucuda havuçların kurutulması





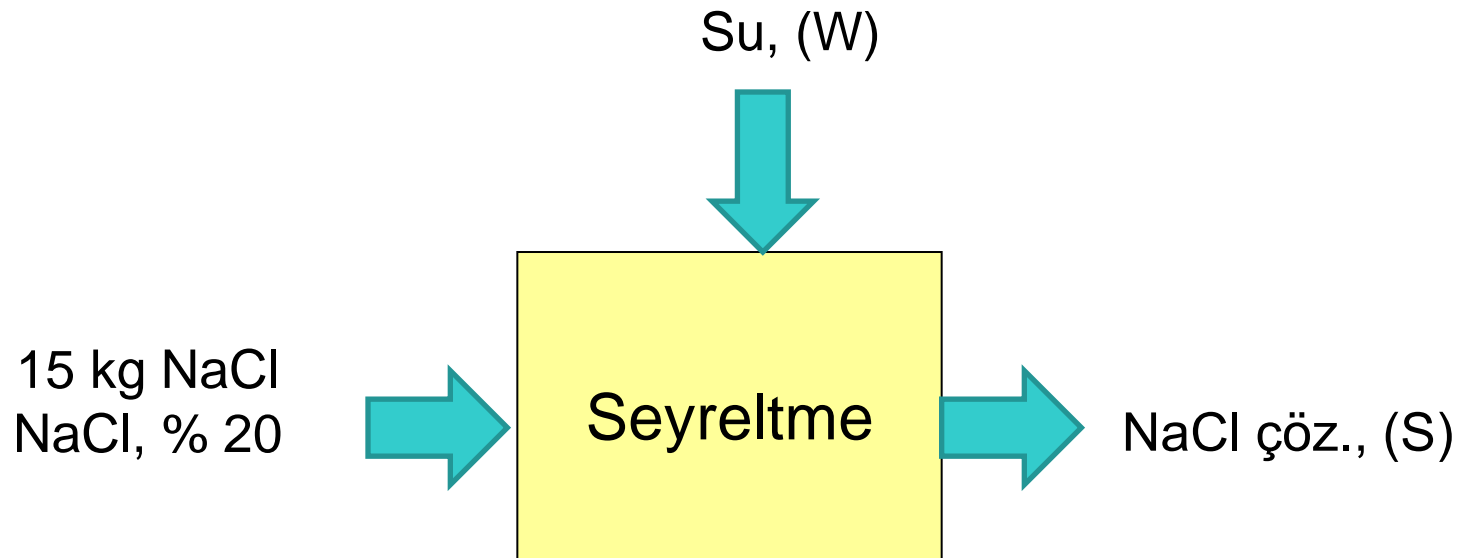
Seyreltme ve karıştırma işlemlerinde kütle dengesi hesaplamalarına ilişkin uygulamalar

■ **Örnek 28:** 15 kg %20 NaCl içeren bir çözeltinin su ile seyreltilmesi sonucunda elde edilen %10 NaCl içeren çözeltinin kütlesini hesaplayınız

a) Bu soruyu kütle denkliğini kullanarak,

b) Kütle kesrini kullanarak çözünüz.


NaCl'ün seyreltilmesi



Sıvıların karıştırılması sırasında hacimdeki değişim

- Birbirleri ile karışabilen iki sıvı karıştırıldığında, genellikle elde edilen karışımın kütlesi başlangıçtaki sıvıların hacminden farklıdır.
- Alkol çözeltilerinde, NaCl çözeltilerinde ve şeker çözeltilerinde sıklıkla karşılaşılmaktadır.




- Kütle dengesine ilişkin hesaplamalarda hacim denkliklerinden kaçınılmalıdır.
- 
- Kütle denkliklerinde mutlaka kütle temel alınmalıdır.

- **Örnek 29** : Alkollü içeceklerin alkol içeriği hacimce “% alkol” miktarı olarak ifade edilmektedir. 1 L %60 (w/w) etanol çözeltisi elde etmek için gerekli etanol ve su miktarlarını hesaplayınız. Elde diledik etanol çözeltisinin “% alkol” oranını hesaplayınız.
- **Not:** %60 etanol içeren etanol çözeltisinin yoğunluğu, 0.8911 g/cm^3 'tür.

Etanol çözeltilerinin karıştırılmasına ilişkin akış diyagramı

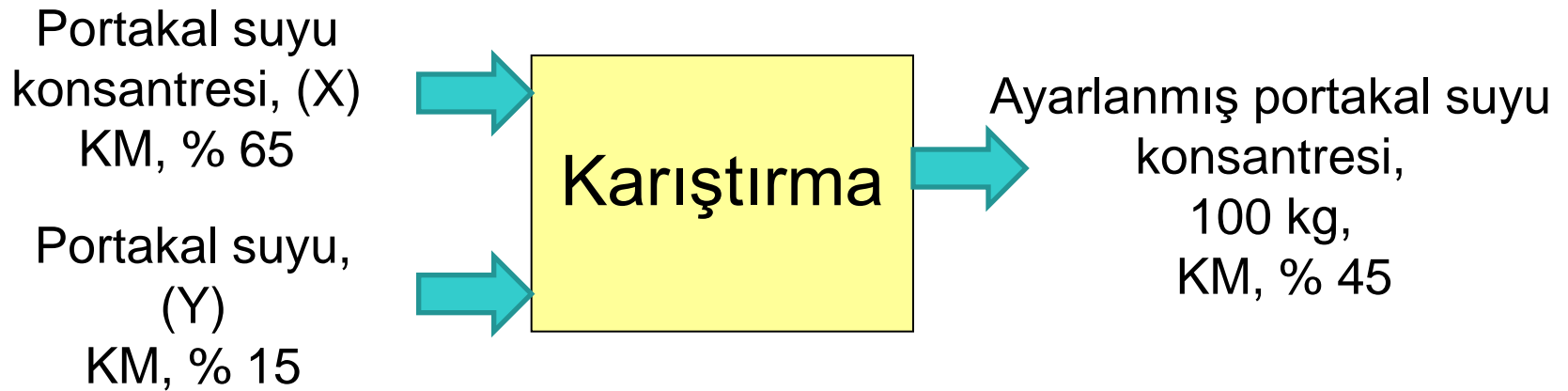




**Gıda ingrediyanlerinin
kariştırılma işlemlerinde
kütle dengesi
hesaplamalarına ilişkin
uygulamalar**

- **Örnek 30** : 100 kg %45 kuru madde içeren portakal suyu konsantresi elde etmek için gerekli %65 kuru madde içeren konsantre ile %15 kuru madde içeren doğal portakal suyu miktarlarını hesaplayınız.

Portakal suyu ile portakal suyu konsantresinin karıştırılmasında madde akış diyagramı



Matris

- Doğrusal eşitliklerdeki katsayılar matrisler yardımıyla da hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} & \blacksquare a_1 x + b_1 y + c_1 z = d_1 \\ & \blacksquare a_2 x + b_2 y + c_2 z = d_2 \\ & \blacksquare a_3 x + b_3 y + c_3 z = d_3 \end{aligned}$$

- Eşitliklerde verilen x , y ve z değişkenleri düzenlenen matrisden hesaplanır!!

Matris:

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} X \\ Y \\ Z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{vmatrix}$$

$$X = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad Y = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad Z = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}$$
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

2 x 2 matrisinin çözümü :

ÇARPMA İŞLEMİ

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = \boxed{a_{11} a_{22}} - a_{21} a_{12}$$

3 x 3 matrisinin çözümü :

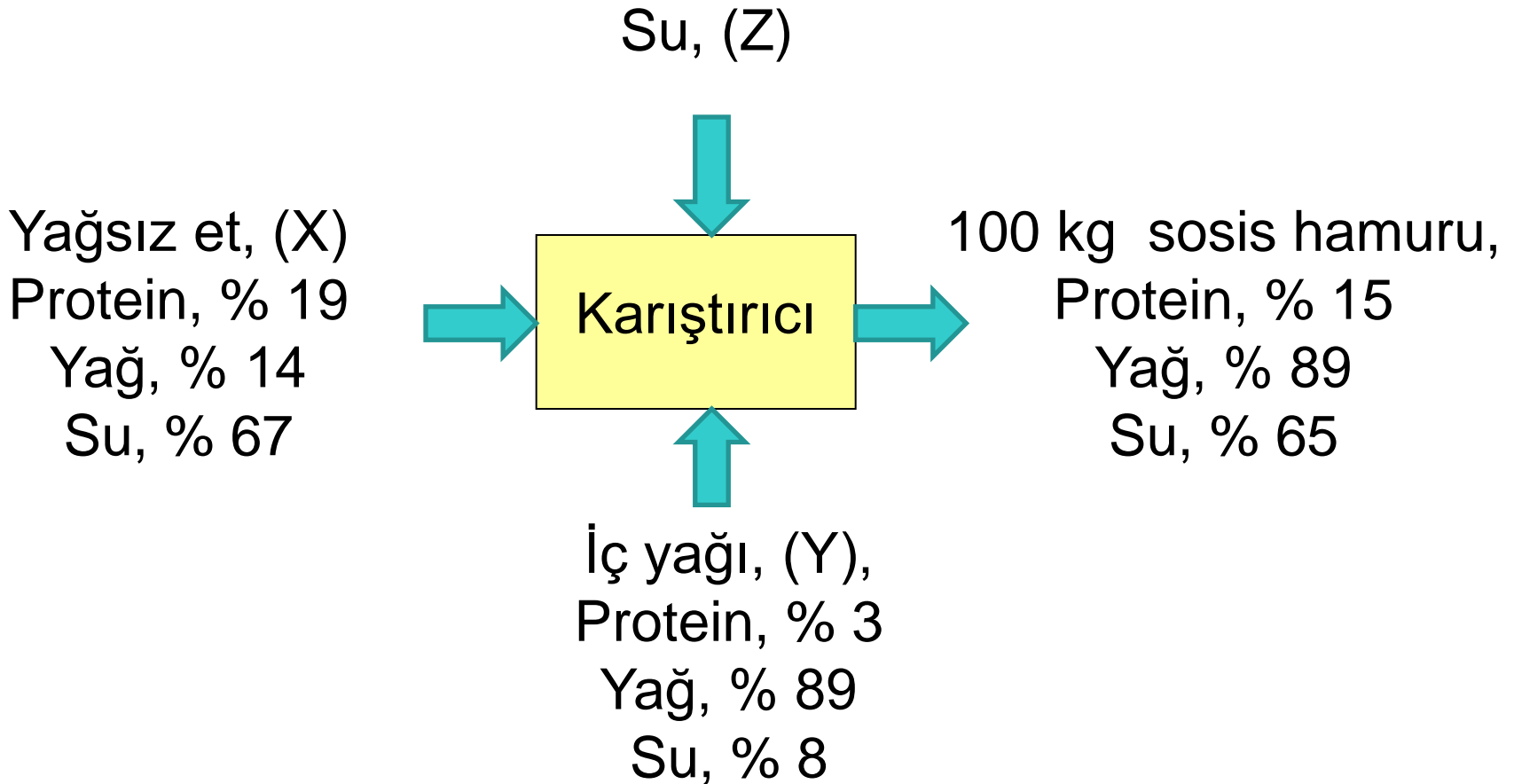
$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{|c|ccc|}
 \hline
 \mathbf{a_{11}} & a_{12} & a_{13} & \\
 \hline
 a_{21} & \mathbf{a_{22}} & \mathbf{a_{23}} & \\
 \hline
 a_{31} & \mathbf{a_{32}} & \mathbf{a_{33}} & \\
 \hline
 \end{array}
 &
 \begin{array}{|c|ccc|}
 \hline
 a_{11} & \mathbf{a_{12}} & \mathbf{a_{13}} & \\
 \hline
 \mathbf{a_{21}} & a_{22} & a_{23} & \\
 \hline
 a_{31} & \mathbf{a_{32}} & \mathbf{a_{33}} & \\
 \hline
 \end{array}
 &
 \begin{array}{|c|ccc|}
 \hline
 a_{11} & \mathbf{a_{12}} & \mathbf{a_{13}} & \\
 \hline
 a_{21} & \mathbf{a_{22}} & \mathbf{a_{23}} & \\
 \hline
 \mathbf{a_{31}} & a_{32} & a_{33} & \\
 \hline
 \end{array}
 \\
 \\
 \begin{array}{c}
 \mathbf{a_{11}} \begin{array}{|c|cc|}
 \hline
 a_{22} & a_{23} & \\
 \hline
 a_{32} & a_{33} & \\
 \hline
 \end{array}
 & - &
 \mathbf{a_{21}} \begin{array}{|c|cc|}
 \hline
 a_{12} & a_{13} & \\
 \hline
 a_{32} & a_{33} & \\
 \hline
 \end{array}
 & + &
 \mathbf{a_{31}} \begin{array}{|c|cc|}
 \hline
 a_{12} & a_{13} & \\
 \hline
 a_{22} & a_{23} & \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}$$

- **Örnek 31** : Aşağıda verilen eşitliklerdeki x , y ve z değişkenlerinin değerlerini hesaplayınız.

- $x + y + z = 100$
- $0.8x + 0.62y + z = 65$
- $0.89x + 0.14y = 20$

- **Örnek 32** : 100 kg sosis üretmek için gerekli yağsız et, iç yağı ve su miktarını hesaplayınız. Hammaddenin ve sosisin bileşimi aşağıda verilmiştir.
- Yağsız et : %14 yağ, %67 su, %19 protein
- Domuz yağı (iç yağı) : %89 yağ, %8 su, %3 protein
- Sosis : %20 yağ, %65 su, %15 protein

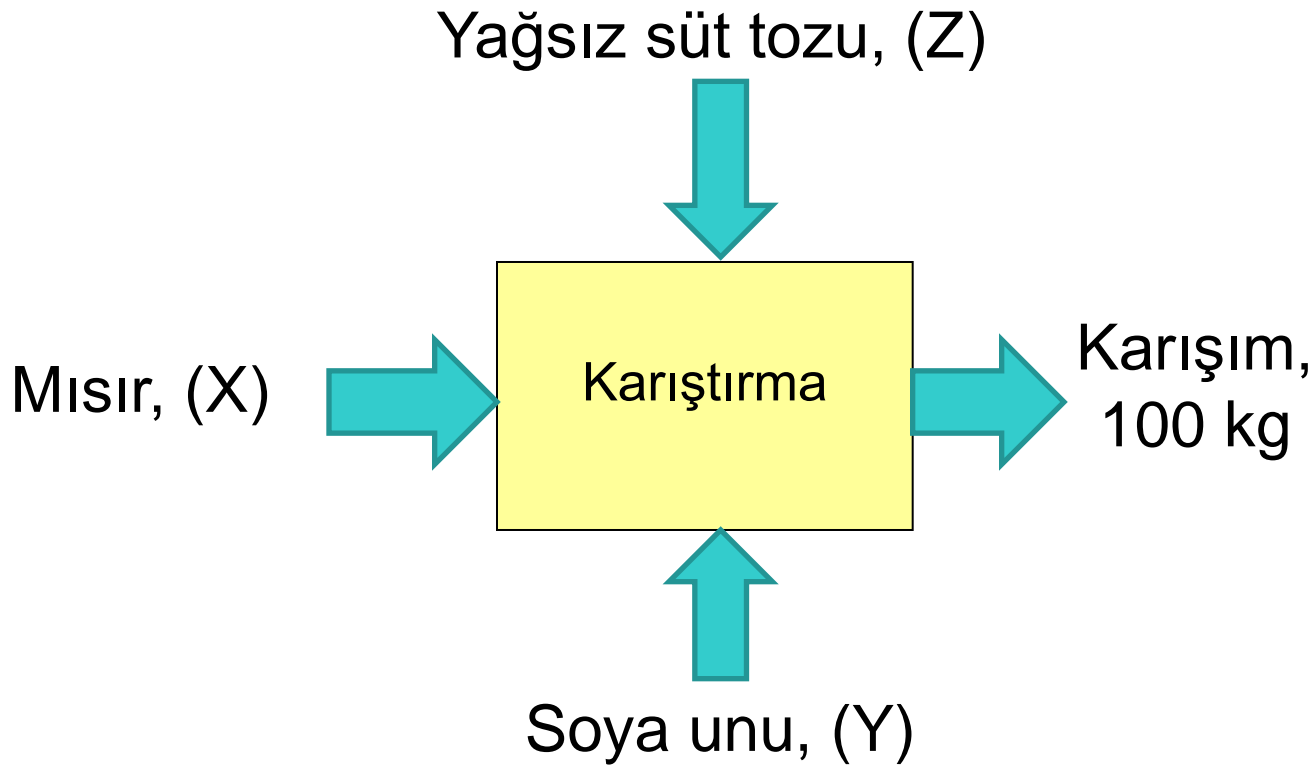
Sosis üretiminde madde akış diyagramı



- **Örnek 33** : Proteince zengin, ancak metiyonin (MET) gibi bazı esansiyel amino asitlerce fakir 2 farklı bitkisel ürün yağsız süt tozu ile karıştırılarak metiyonince zengin bir gıda karışımı elde edilecektir. Bu üç ürünün protein ve MET içerikleri aşağıda verilmiştir.
- **Mısır** : %15 protein ve 1.2 g MET/100 g protein
- **Soya unu** : %55 protein ve 1.7 g MET/100 g protein
- **Yağsız süt tozu** : %36 protein ve 3.2 g MET/100 g protein


100 kg %30 protein ve 3.2 g MET/100 g protein içeren bir karışım elde etmek için bu üç üründen kullanılması gereken miktarları hesaplayınız.

Bir karışımın MET içeriğinin 3 farklı protein kaynağının karıştırılması ile yükseltilmesi

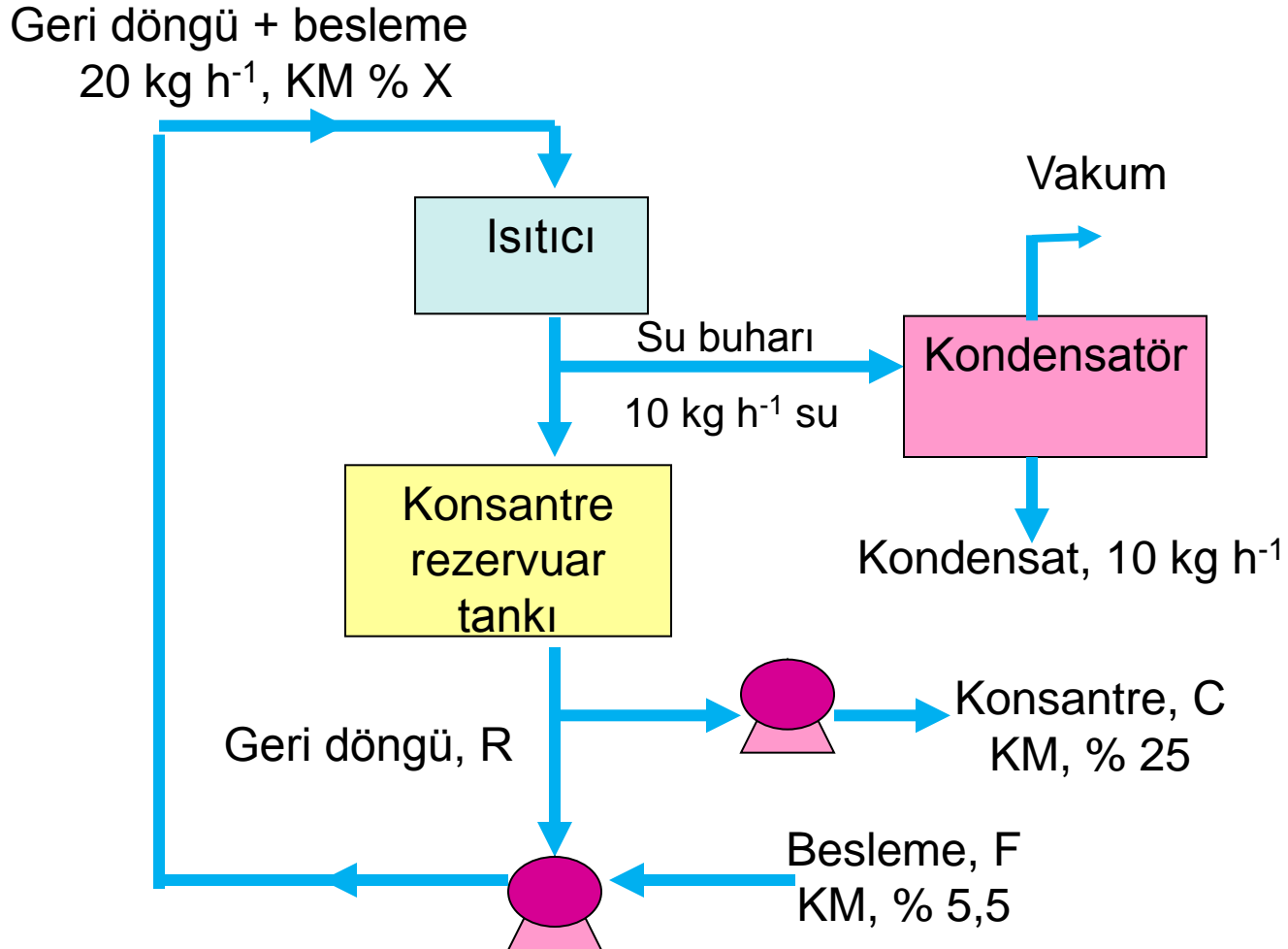


Evaporasyon

- **Örnek 34** : İnen film evaporatörünün, evaporasyon kapasitesi 10 kg su /h'tir. Sistem, bir film şeklinde sıvıyı ısıtan bir ısıtıcı ile oluşan su buharının yoğunlaştırıldığı bir kondansatörden oluşmaktadır. Buharlaşma, kaynama noktasındaki sıvının yüksek basınçtan bir anda düşük basınçlı bölüme geçtiği anda meydana gelmektedir. Bu olay "flashing" olarak adlandırılmaktadır. Elde edilen konsantratin bir bölümü geri-döngü pompasıyla besleme ile karıştırılarak evaporatöre geri verilmektedir. Geri döngü pompasının kapasitesi 20 kg/h'tir. Besleme %5.5, konsantrat ise %25 KM içermektedir.

- 
- a) Besleme akış hızını,
 - b) Konsantrat üretim hızını,
 - c) Geri döngü hızını,
 - d) Geri döngü akımındaki KM içeriğini hesaplayınız

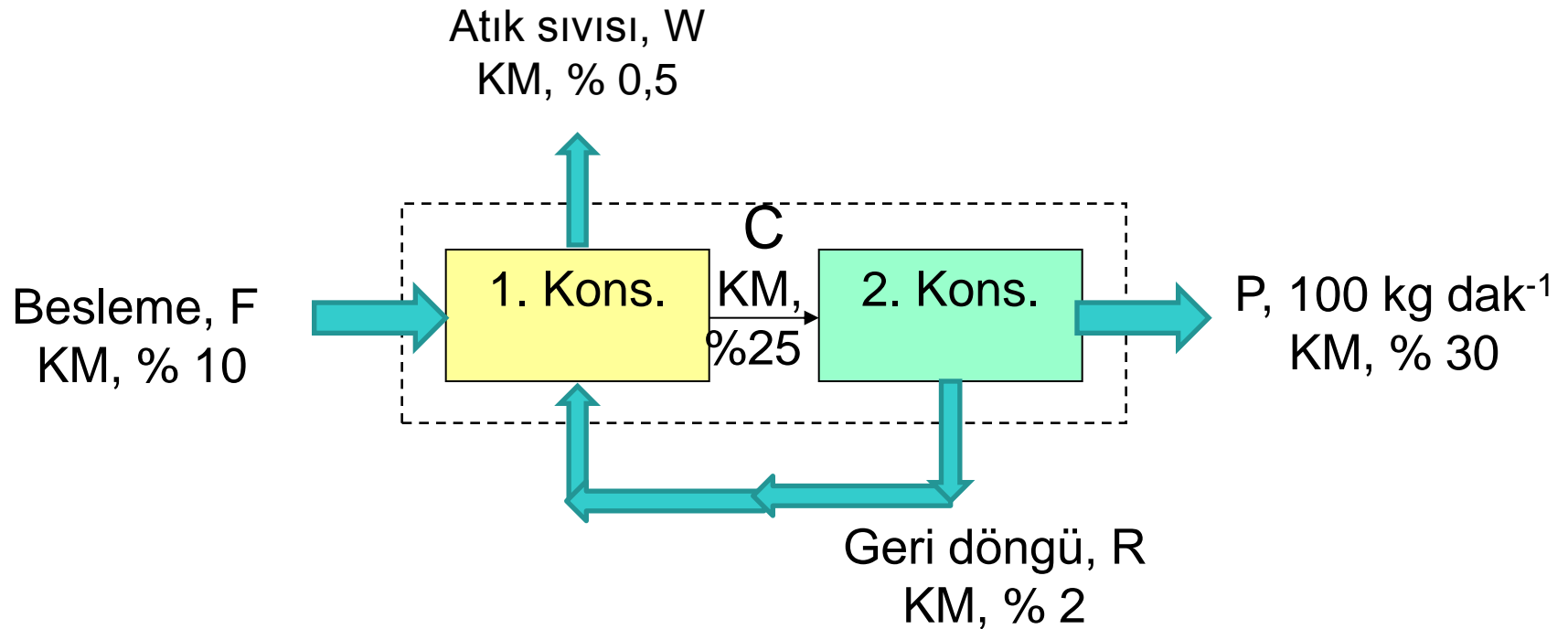
İnen film evaporatörü ile bir gıdanın konsantre edilmesi



Membran sistemi ile konsantrasyon


- **Örnek 28 :** Membran sistemi ile sıvı bir gıda %10 KM'den %30 KM'ye konsantre edilmektedir. Konsantrasyon işlemi iki aşamada gerçekleşmekte olup, ikinci aşamadan elde edilen bir kısım düşük kuru maddeli sıvı birinci aşamaya verilmektedir. Geri beslenen bu sıvı %2 KM, atık sıvısı %0.5 KM ve birinci konsantrasyon işlemi sonunda elde edilen konsantrat ise, %25 KM içermektedir. Dakikada 100 kg %30 KM içeren ürün elde edilebilmesi için 1 h'teki geri besleme akış hızını hesaplayınız.

Membran sistemi ile bir gıdanın konsantre edilmesi

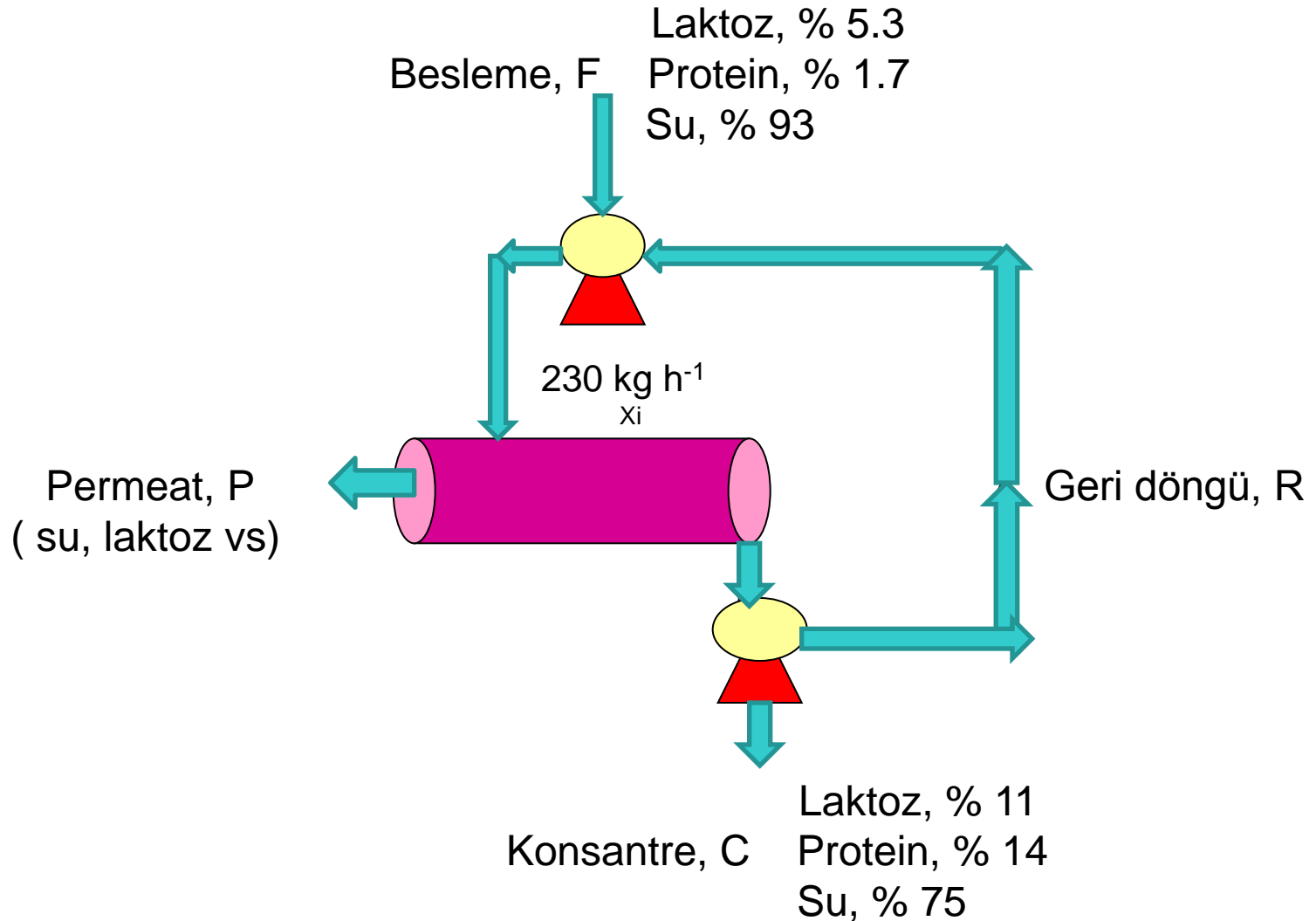


Ultrafiltrasyon tekniđi ile konsantrasyon

- **Örnek 35** : Peynir altı suyu (whey) proteinleri ultrafiltrasyon tekniği ile %1.7 KM'den %14 KM'ye konsantre edilecektir. Bu sistemin membran alanı 0.75 m² ve su geçirgenliği (permeabilitesi) 180 kg/m² h'tir. Bir kısım konsantre ürün sisteme geri döndürülerek sistemin daha etkili çalışması sağlanmaktadır. Besleme akımı ve geri-döngü akımı karıştırılarak sisteme 230 kg/h akış hızıyla verilmektedir. Konsantre ürün %11 laktoz ve %14 protein içermektedir. Buna karşın besleme pompasına verilen peynir altı suyu; %5.3 laktoz, %1.7 protein içermektedir. Permeat ise, protein içermemektedir.

- 
- a) Konsantrat üretim hızı,
 - b) Geri-döngü hızı,
 - c) Permeatta bulunan laktoz miktarı,
 - d) Ultrafiltreye giren akımdaki laktoz miktarı,
 - e) Sisteme giren ve çıkan laktoz miktarına göre, membranın laktozu reddetme faktörünü hesaplayınız.

Ultrafiltrasyon tekniđi ile peynir altı suyunun konsantre edilmesi



Kristal şeker üretimi

- **Örnek 36** : Şekil 3.28'de gösterilen kristalizasyon prosesinde elde edilen kristallerin % sakaroz oranı ile safsızlık oranını hesaplayınız. Şeker şurubu kütlece %67 sakkaroz içermektedir. Santrifüjden çıkan kristal kütlesinin %15'i kurutucuda kaybedilmektedir. Kurutucudan çıkan kristaller su içermemektedir.

Çözücü ekstraksiyonu

- **Örnek 37** : Et materyali (%15 protein, %20 yağ, %64 su ve %1 inert, çözünmeyen katı), kütlesinin 5 katı yağ çözücüsü ile ekstrakte edilmektedir. Dengede, yağ, çözücü ve su birbirleri içinde çözünmekte ve et materyalindeki yağ da bu karışım içinde çözünmektedir. Karıştırma işleminden sonra, karışım filtre edilerek katı faz sıvı fazdan ayrılmaktadır. Katı faz içindeki uçucu maddeler kurutma işlemi ile uzaklaştırılmaktadır. Kurutucudan çıkan katı, filtre kekinin ağırlığının %50'si kadardır. Yağ, protein ve inert maddenin uçucu olmadığı gerçeğinden hareketle, kurutucudan çıkan katıdaki yağ oranını hesaplayınız.

- **İpucu :** Filtrattaki yağın kütle kesri hesaplanırken, filtratın 20 kg yağ, 64 kg su ve 500 kg çözücü içerdiği varsayılabılır

Et materyalinden yağın ekstraksiyonuna ilişkin madde akış diyagramı

