



KÜTLE DENKLIĐI



Kütle dengesine dayalı hesaplamalardan:

- Reçete düzenlemede (formülasyon),
- Yeni karışımdaki çeşitli maddelerin konsantrasyonlarının belirlenmesinde,
- Randıman saptamada,
- Mekaniki ayırma sistemlerinin etkinliğinin bulunmasında yararlanır.

Kütle dengesine dayalı hesaplamaların ilkesi;

Madde varken yok,
yokken var olmaz!!

➤ “Maddenin sakınımı” yasasına dayanmaktadır.

Sisteme akış = sistemden dışarı akış + sistemde birikim

Bir prosesin gerçekleştiği sistemde;

KARARLI
PROSES

Birikim = 0



Sisteme
giren
maddeler

=

Sistemi
terk eden
maddeler

Bir prosesin gerçekleştiği sistemde;

Birikim $\neq 0$

KARARSIZ
PROSES



Sistemdeki maddelerin konsantrasyonu
zaman içinde deđiřir

SİSTEM:

Ör: Sıvı akışına olanak vermeyen tank

KAPALI SİSTEM

Bu sistemlerin çevresi ile arasında;

- Kütle transferi bulunmaz!!
- Isı alışverişi bulunabilir.

Sistem; tank ve borulardan oluşuyorsa;

AÇIK SİSTEM

Bu sistemlerin çevresi ile arasında;

- Kütle transferi bulunur!!

İzole sistemler;

Bu sistemler çevresi ile;

- Isı alışverişinde bulunmaz!!
- Kütle transferi gerçekleşmez!!

SİSTEMLER:

Sistemle çevresi
arasında ISI
alışverişi yoksa



**ADYABATİK
SİSTEM**

Reaksiyon sabit
sıcaklıkta gerçekleşiyor
ve çevresi ile ISI
alışverişi sözkonusu
ise



**İZOTERMAL
SİSTEM**

Kütle dengesine dayalı hesaplamalarda;

ilk iş :

- ❖ Sistemin belirlenmesi
- ❖ Sistemin sınırlarının saptanmasıdır!!

İkinci iş:

Bir baz (temel) seçilmesidir.

Bir konsantrasyon işleminde 4 türlü baz alınabilir :

1. Evaporatöre giren meyve suyu miktarı
2. Evaporatörden çıkan konsantre miktarı,
3. Evaporatöre giren meyve suyunun evaporatörden çıkan konsantreye oranı,
4. Evaporatörden çıkan konsantratin evaporatöre giren meyve suyuna oranı olabilir.

**Kesikli
sistemde**



belli miktarda madde
sisteme bir defada girer,
aynı miktarda madde
sistemden çıkar.

**Sürekli
sistemde**



belli bir zaman dilimi baz
olarak alınarak, kütle
denklikleri kesikli
sistemlerdeki gibi yapılır.

Bir sistemde madde dengesi kurulurken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır :

- Soruda verilen tüm akımlardaki (giren ve çıkan) maddelerin miktarları ile kompozisyonları belirlenir.
- Madde akış diyagramı oluşturulur. Giren ve çıkan akımlar diyagramda işaretlenir. Sistemin sınırları çizilir.
- Akış diyagramı üzerine eldeki tüm veriler yazılır.
- Gerektiğinde sorunun çözümü için bir baz alınır (örneğin kütle veya zaman).
- Toplam ve bireysel madde denklikleri oluşturulur. Her bir bilinmeyen için bir denkleme ihtiyaç bulunmaktadır.
- Madde denklikleri ardarda çözümlenerek bilinmeyen değerler hesaplanır.

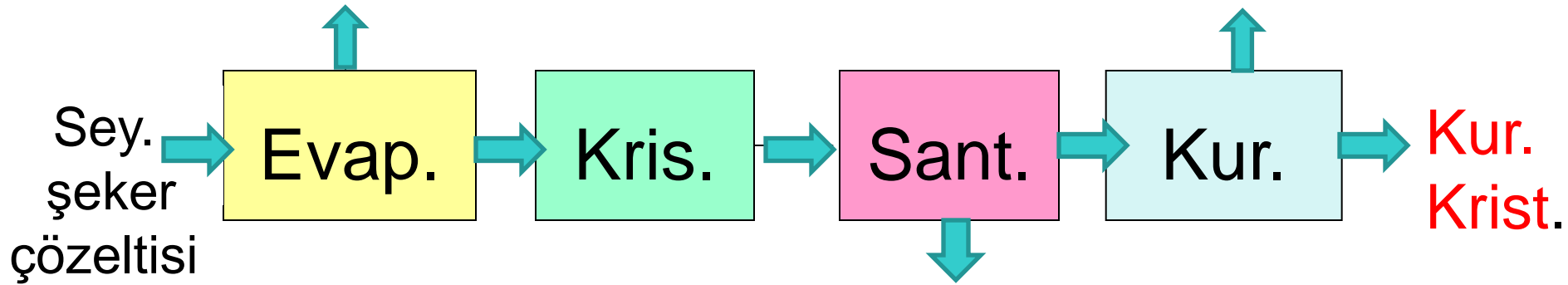
Proses akış diyagramları:


Kütle denklikleri oluşturulmadan önce,



Sistem göz önüne alınarak akış diyagramı oluşturulur!!

Kristalizasyon işlemine ilişkin proses akış diyagramı :

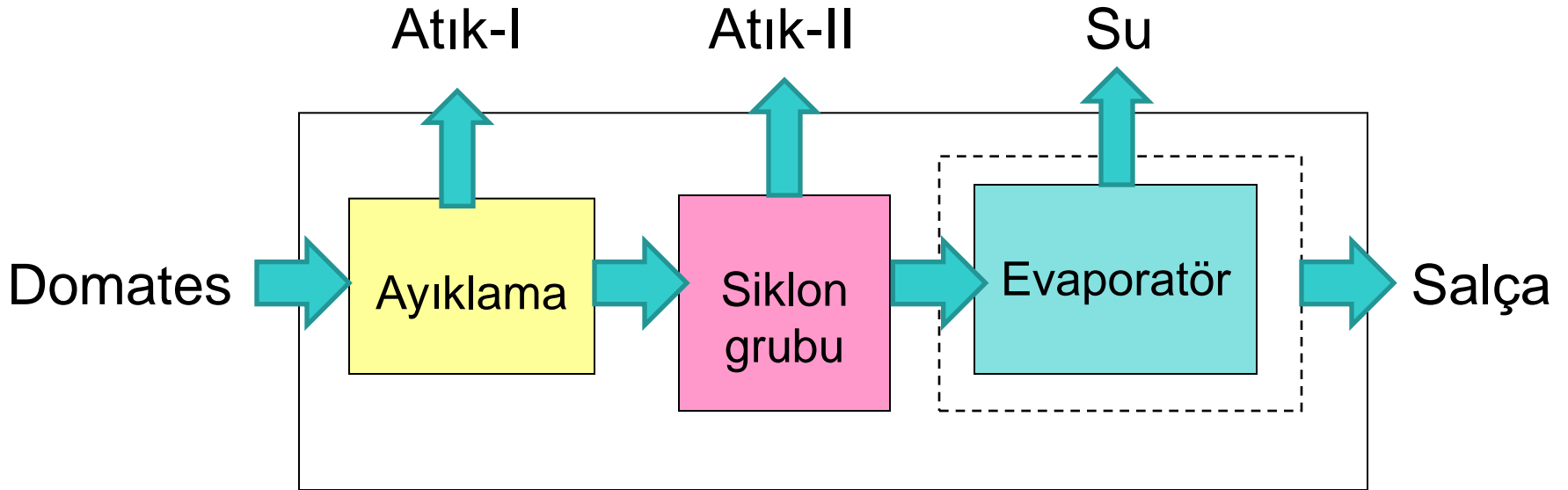


- 
- **Örnek 1:** Domates salçası üretiminde, uygulanan “akım diyagramını,” randımanı belirlemek amacıyla yapılacak hesaplamalar için gerekli “madde akış diyagramını” düzenleyiniz ve hesaplamalarda kullanılacak bazı belirleyiniz.

Domates salçası üretimi

- Domateslerin yıkanması,
- Domateslerin ayıklanması,
- Domateslerin parçalanması,
- Parçalanmış domateslerin ısıtılması,
- Sıcak mayşenin bir siklon grubunda (palper) pulp haline getirilmesi
- Pulpun evaporatörde konsantre edilerek salça haline getirilmesi,
- Salçanın tubular ısıtıcıda 93°C'ye kadar ısıtılması
- Kutulara 93°C'de sıcak dolum yapılması ve kapatılması
- Kutuların soğutulması
- Kutuların kartonlara ambalajlanması
- Depolama

Domates salçası üretiminde, madde akış diyagramı



Toplam kütle dengesi:

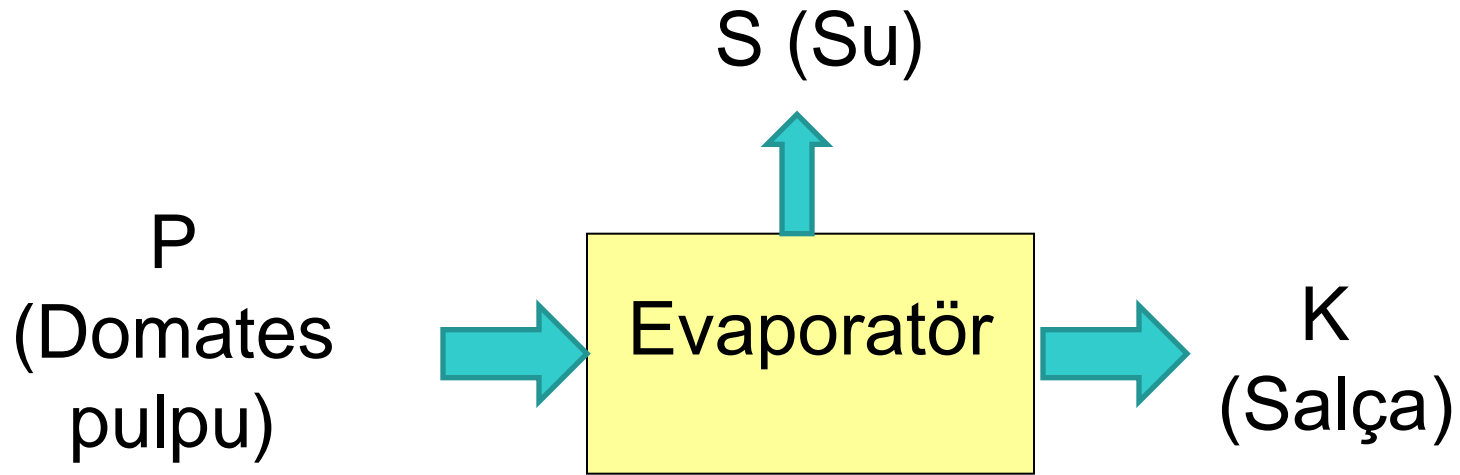
Sisteme giren maddelerin toplamı ile sistemi terk eden maddelerin toplamının birbirine denkliğini belirten eşitliklere;



toplam kütle dengesi denir.

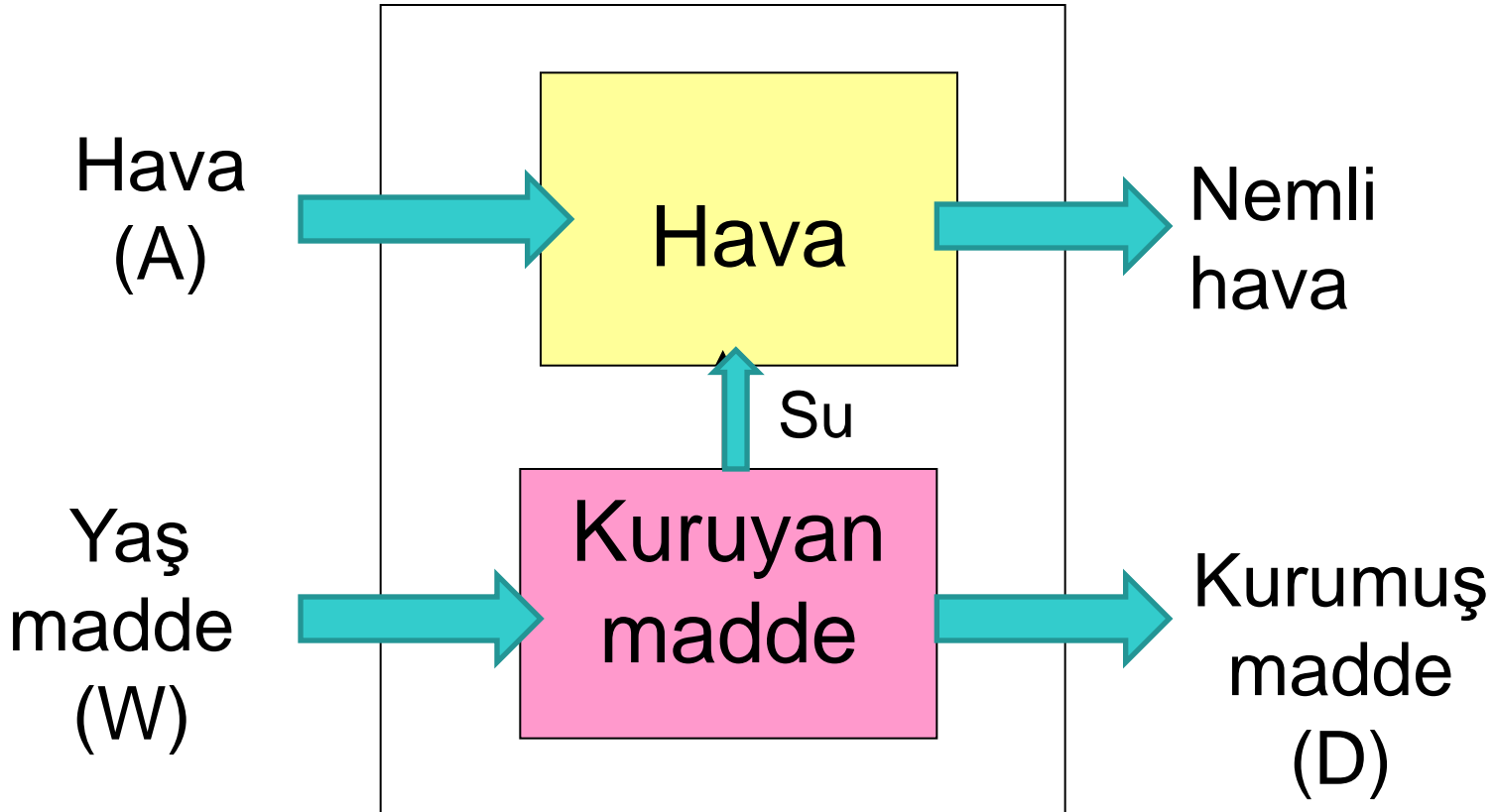
- **Örnek 2 :** Bir evaporatöre giren domates pulpu, burayı konsantre edilmiş olarak yani salça halinde terk etmekte ve bu işlemde bir kısım su buharlaşarak uzaklaşmaktadır. Kararlı bir prosesin gerçekleştiği bu sistemde, sisteme giren domates pulpunun ağırlığı (P), buharlaşan suyun ağırlığı (S) ve salçanın ağırlığı (K) ile simgelenirse, sistemdeki toplam kütle dengesini tanımlayan eşitliği oluşturunuz.

Bir evaporatörde buharlaştırma işleminde giren ve çıkan maddelerin diyagramı



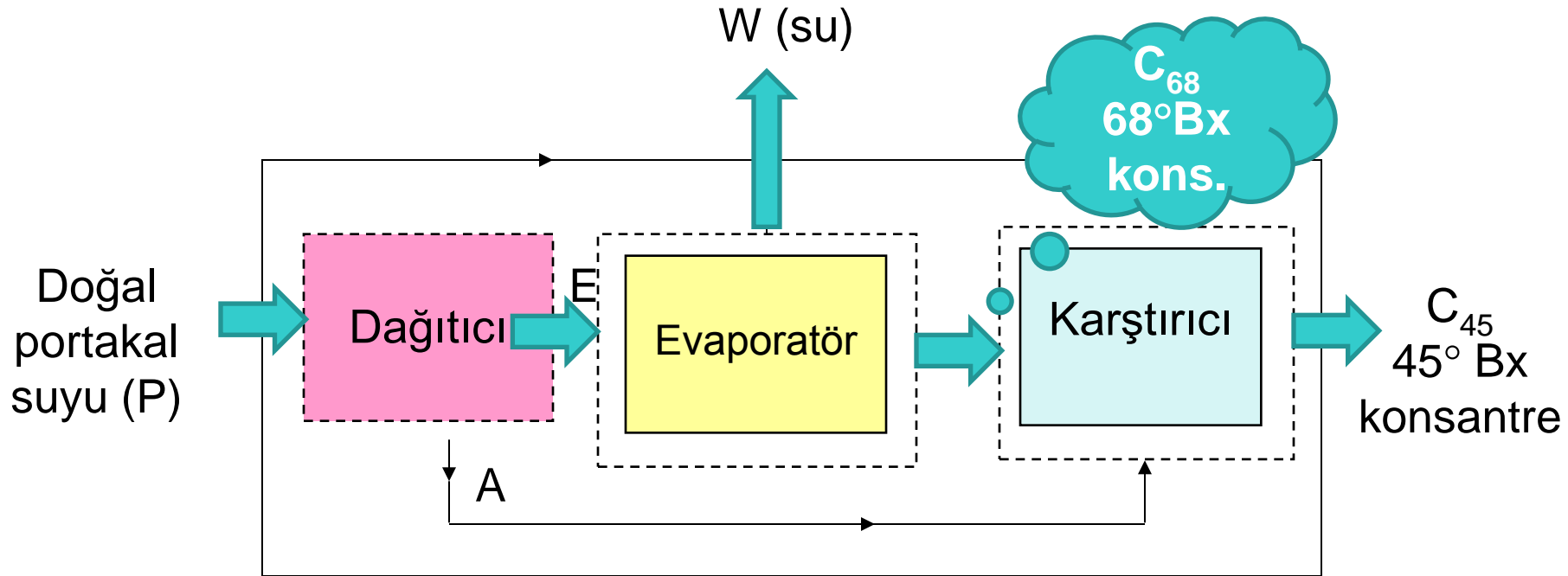
- **Örnek 3** : Bir kurutucu, W kg/dak. yaş maddeyle ve A kg/dak. sıcak hava ile beslenmekte ve kurutulmuş madde D kg/dak. miktarda olmak üzere sistemi terk etmektedir. Bu verilere göre sistemi tanımlayan bir diyagram çiziniz ve toplam kütle dengesine ilişkin eşitliği saptayınız.

Sıcak hava kurutucu sistemlerinde sisteme akış ve sistemden dışarı akışa ilişkin diyagram



- **Örnek 4 :** Turunçgil işleyen bir meyve suyu fabrikasında üretilen doğal portakal suyu, bir evaporatörde bir kısım suyu (W) buharlaştırılarak 68° Briks derecesine kadar konsantre (C_{68}) edilmektedir. Böyle bir portakal suyu konsantratinin aroması çok zayıf olduğundan, buna üretilmekte olan doğal taze portakal suyu ilave edilerek briksi düşürülmek suretiyle 45° Briks derecesinde, daha zengin aromalı konsantrat elde edilmektedir. Bu konsantrat ise dondurularak muhafaza edilmektedir. Cut-back denilen bu yöntemin uygulandığı sistemi tanımlayan diyagramı çiziniz. Ayrıca, ana sisteme ve mümkün olan tüm alt sistemlere ait kütle dengelerini eşitliklerle gösteriniz.

Portakal suyu konsantratına doğal taze portakal suyu eklenmesiyle hazırlanan ve dondurularak muhafaza edilen “yarı konsantrat” üretimine ilişkin madde akış diyagramı



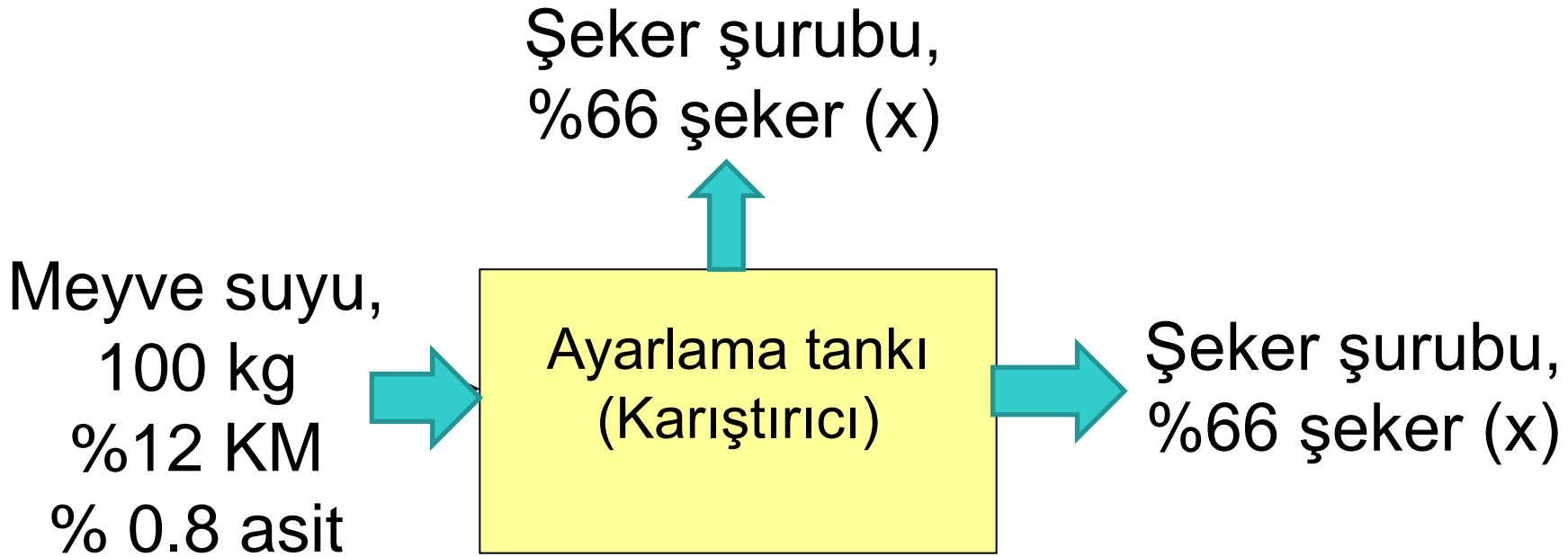
Bireysel maddelere ait kütle dengesi;

- Aynen toplam kütle dengesine ilişkin hesaplamalarda izlenen ilkelere uyulur.
- Kaç madde varsa, o kadar eşitlik düzenlenebilir.

- **Örnek 5 :** %8.1 “kuru madde” içeren 7 kg miktardaki bir materyal, bir kurutucuda kurutulularak, kuru madde içeriği %90’na yükseltilmiştir. Kurutulmuş materyalin ağırlığını hesaplayınız.

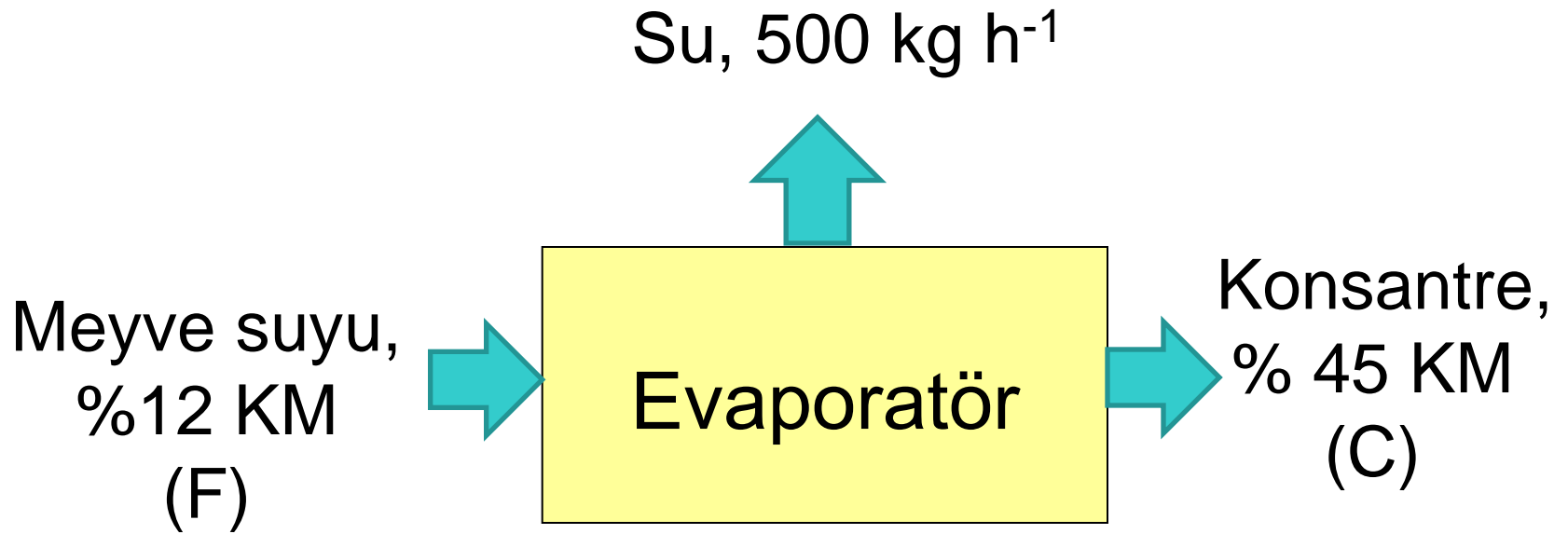
- **Örnek 6** : Kuru madde oranı %12, asit oranı %0.8 olan meyve suyu; %66 şeker içeren şeker şurubu ilave etmek suretiyle briks derecesi 15' e ayarlanmaktadır. Gerekli şeker şurubu miktarını ve elde edilen meyve suyundaki asit oranını hesaplayınız.

Meyve suyunun kuru madde içeriğinin şeker şurubu ilavesiyle yükseltilmesi;



- **Örnek 7 :** Bir evaporatörde saatte 500 kg su uzaklaştırılmaktadır. Sisteme, %12 kuru madde içeren meyve suyu girmekte ve sistemi %45 kuru madde içeren konsantre terk etmektedir. Buna göre konsantre üretim hızını hesaplayınız.

Evaporasyon işlemine ilişkin madde akış diyagramı



- **Örnek 8** : %66 oranında şeker içeren 25 kg şeker şurubu, su ile seyreltilerek, şeker içeriği %11 olan bir şurup elde edilmektedir. Elde edilen bu şurubun miktarını hesaplayınız.

- **Örnek 9** : %75 sakaroz içeren 100 kg şeker şurubu, 15°C'ye kadar soğutulunca, oluşan sakaroz kristali miktarını hesaplayınız. 15°C'deki doymuş sakaroz çözeltisinde %66 oranında sakaroz bulunmaktadır. Elde edilen bu şurubun miktarını hesaplayınız

- **Örnek 10 :** Kristal şeker üreten bir fabrikada, %85 sakaroz ve %1 inert suda çözünen safsızlık içeren 100 kg konsantre şeker çözeltisi kristalizasyon işlemi uygulanarak kristalize edilmektedir. Kristalizasyon işleminde doygun şeker çözeltisi soğutularak şeker kristallerinin oluşumu gerçekleşmektedir. Kristalizasyon işleminden sonra kristalleri içeren şeker çözeltisine santrifüj işlemi uygulanarak kristallerin konsantre şekere çözeltisinden ayrılması sağlanmaktadır. Santrifüjden çıkan konsantre şeker çözeltisi %60 sakkaroz içermektedir. Santrifüjden çıkan kristal fraksiyonu ise, kristal ağırlığının %20'si kadar santrifüjden çıkan şeker çözeltisi ile aynı kompozisyonda şeker çözeltisi içermektedir. Bu prosese ilişkin toplam ve bireysel kütle denkliklerini oluşturunuz. Elde edilecek kristal ve konsantre şeker çözeltisi miktarları ile safsızlık oranını hesaplayınız

- **Örnek 11:** Sosis üretiminde sığır eti (%15 protein, %20 yağ, %63 su) ile iç yağı (%3 protein, %80 yağ, %15 su) karıştırılarak %25 yağ içeren 100 kg sosis hamuru elde edilmektedir. Bu üretim için toplam ve bireysel kütle denkliklerini oluşturduktan sonra, gerekli et ve iç yağı miktarlarını hesaplayınız.