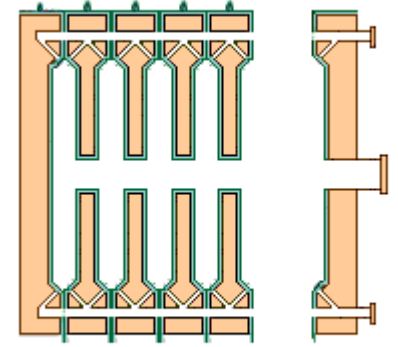


SÜZME (Filtrasyon)



Süzme (Filtrasyon)

Süzme, akıcı bir sistemden, çözünmemiş parçacıkların ayrılması işlemidir.

Filtre (Filter, Filter medium): Çözünmemiş parçaları tutan kısım.

Artık (Kalıntı) : Filtre yüzeyinde/içinde tutulan kısım.

Filtre keki : Yüzeydeki artık kütlesi.

Süzüntü (Filtrate) : Parçacıklardan ayrılmış akıcı karışım

Süzme işlemi başlıca;

- 1) Gözle görülen partiküllerin uzaklaştırılması
(Ön filtrasyon – $50 \mu\text{m} >$)
- 2) Filtre kekinin elde edilmesi (Cake filtration)
- 3) Berraklaştırma ($1-50 \mu\text{m}$) %1'den az katı partiküller için
- 4) Steril filtrasyon $0.2 \mu\text{m} \leq$ (Soğuk sterilizasyon)

Süzme Hızı ve Etkili Faktörler

Poiseuille Eşitliği

Basınç farkı ile bir sıvının kapillerden geçişini açıklayan eşitliktir.

$$V = \frac{\Delta P \pi r^4}{8 \eta L}$$

V : Sıvının akış hızı (cm/dak)

ΔP : Sıvının kapillere giriş-çıkışı arasındaki basınç farkı (kPa)

r : Kapillerin yarıçapı (cm)

L: Kapillerin uzunluğu (cm)

η : Sıvının viskozitesi (cP)

Süzme Hızı ve Etkili Faktörler

Kozeny-Carmen Eşitliği

Poiseuille eşitliğine dayanılarak geliştirilen bu eşitlik, herhangi bir süzme işleminde sıvının süzülme hızının hangi parametrelere bağlı olduğunu belirtir.

$$v = \frac{K A \Delta P g}{\eta L} \frac{A \Delta P g}{\eta L}$$

A: Filtrenin enine kesitinin alanı

k: 3 – 6 arasında sabit bir değer

S: Filtrenin yüzey alanı

ϵ : Filtrenin gözenekliliği

Süzme Hızı ve Etkili Faktörler

Darcy Eşitliği

Poiseuille ve Kozeny-Carmen eşitliklerinin süzme işlemi için düşünülmesi durumunda, filtre içinde sıvının içinden geçeceği kapillerin eğri büğrülüğü dolayısıyla herbirinin uzunluğunun diğerinden farklı olduğu unutulmamalıdır. Ayrıca filtrenin boşluk hacminin tam olarak ölçülmesi zordur. Bütün bunlar dikkate alınarak, Darcy eşitliği türetilmiştir.

$$V = \frac{K A \Delta P}{\eta L}$$

K ve L değerleri filtrenin süzme işlemine karşı gösterdiği direnci belirler.

Süzmeyi hızlandırmak için eşitliklerdeki ΔP değeri, basınç ve vakum uygulanarak artırılabilir. Bu durum filtre yüzeyinde tutunacak tanecikler arasındaki gözenekliliği azaltarak geçirgenliğin (K) ve süzme hızının azalmasına neden olur.

$$K = \frac{\varepsilon^3}{5S^2 (1 - \varepsilon)^2}$$

K : Filtrenin geçirgenliği

ε : Filtre yüzeyinde biriken tortunun gözenekliliği

S : Tortuyu oluşturan parçacıkların spesifik yüzey alanı

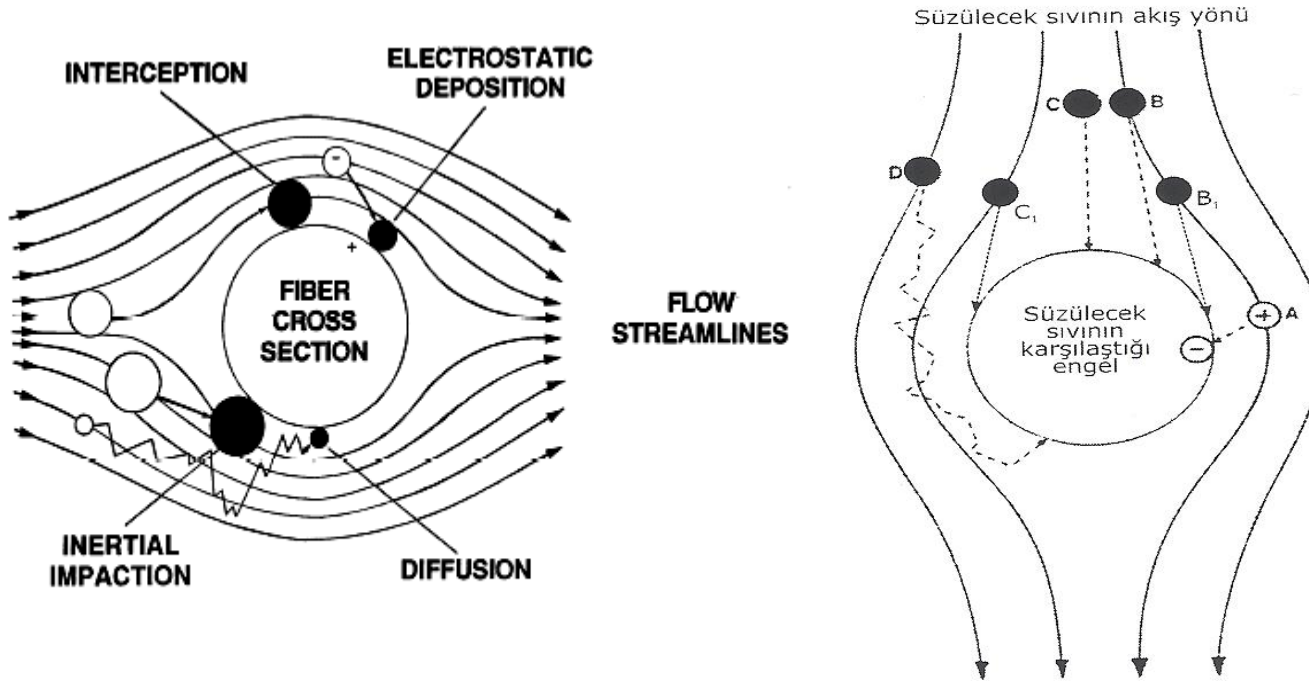
Gözeneklilik değerindeki küçük bir değişim, süzme hızında anlamlı ölçüde etkili olur

Sonuç olarak;

- K ve L değerleri, filtrenin süzme işleme karşı direncini belirtir.
- Filtre yüzeyinde tutulacak parçacıkların büyük olması süzmeyi kolaylaştırır.
- Süzmeyi hızlandırmak amacı ile basınç ya da vakum uygulaması (ΔP değerinin artırılması) gereklidir.
- Süzme hızını artırmak için basınç ve vakumun artırılması filtre yüzeyindeki taneciklerin arasındaki boşluğu yani gözenekliliği azaltır. Bu da süzme hızı üzerinde etkili olur.
- Süzülecek sıvının viskozitesinin artırılması, süzme hızını arttırır.
- Süzme işlemi sırasında filtre yüzeyinde biriken tabaka kalınlığı, süzme hızını azaltır. Bu nedenle filtre yüzey alanının arttırılması gerekir.
- Membran filtrelerde ise filtreler gözenekli oldukları için, büyük bir boşluk hacmi vardır. Filtredeki her gözenek bir kılcal gibi davranır ve süzme hızını süzülecek sıvı ile filtre arasındaki değme açısı ve sıvının yüzey gerilimi etkiler.

Süzmenin Mekanizması

- 1) Yüzeyde tutulum – Yüzeysel süzme yapan filtreler
- 2) Çarpma ve çökme – Impingement
- 3) Elektrostatik çekim kuvvetleri



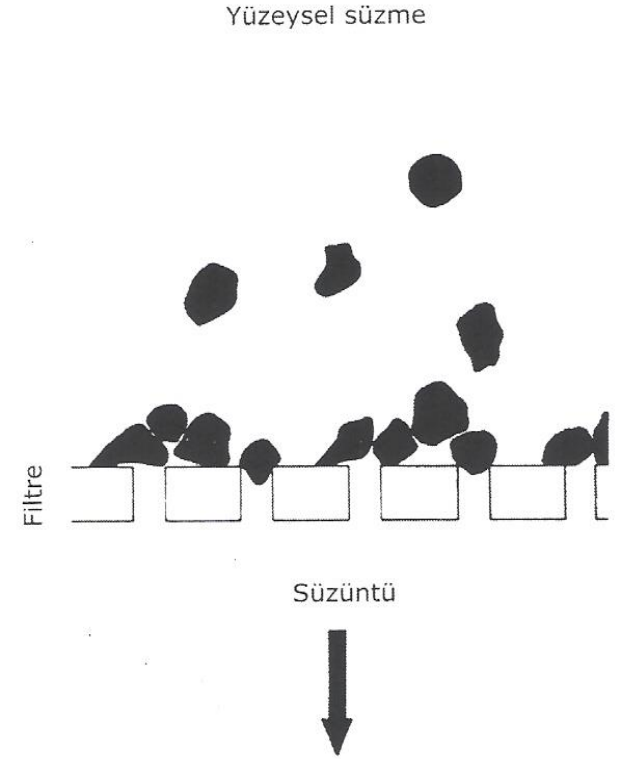
- A Elektrostatik etki ile tutulma
- B ve C İmpingement ile tutulma
- D Brown hareketi
- > Taneciklerin hareket yönü

Particle deposition mechanisms on filter media structure.

Filtre Çeşitleri

1) Yüzeysel süzme yapan filtreler

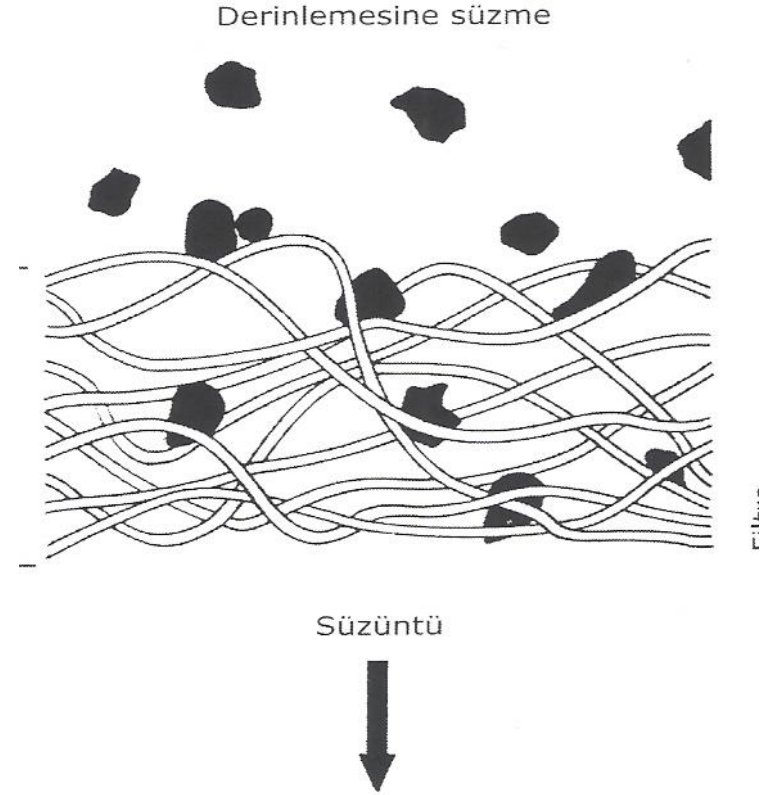
- Dokuma (woven) ile hazırlananlar
pamuk, naylon, teflon
- Dokunmadan (nonwoven) ile hazırlananlar
keçe, bonded, filtre kağıdı
- Filtre yardımcıları (filter aids)



Filtre Çeşitleri

2) Derinlemesine süzme yapan filtreler

Cam, metal, seramik toz,
bazı polimerlerin basınç
altında sıkıştırılmasıyla



Filtre Çeşitleri

3) Membran filtreler

Kalınlığı : 50-200 μm

Selüloz esterleri (selüloz asetat/nitrat), poliamit, poliester, PVC, poliviniliden diflorur, naylon, polikarbonat, polipropilen polisülfon, teflon (politetra fluoroetilen, PTFE)

Filtrelerin kullanılması gereken her aşamada,

Başka bir yöntemle sterilize edilemeyen sıvıların süzme ile sterilize edilmesi işleminde, havanın veya bazı gazların sterilize edilmesinde,

Bazı analizlerde kullanılacak olan tampon, reaktif veya örnek sıvıların süzülmesi işleminde,

Mikrobiyolojik ve radyokimyasal çalışmalarda, kullanılır.

Membran Filtrelerin Özellikleri

Yaklaşık %60-80'i hava ile dolu gözeneklerden oluşur.

Süzme; basınç yada vakum uygulanarak yapılır.

Süzüntüyü tutma özelliği düşüktür.

Etkin maddelerin adsorbsiyon olasılığı çok azdır.

Steril süzme amacı ile kullanıldıklarında, yapılarında bakteri üreme olasılığı çok azdır.

Süzüntüye kendilerinden herhangi bir yapı veya molekül vermezler.

Hem derinlemesine, hem de yüzeysel süzme yapma özelliğine sahiptirler.

Doku kültürü çalışmaları için özel membran filtreler geliştirilmiştir.

Membran filtrenin gözenek çapına bağlı olarak tutabilecekleri parçacık türü

Gözenek Çapı	Tutulacak parçacık tipi
0.2 (0.22) μm	Bütün bakteriler
0.45 μm	Bütün koliform grubu bakteriler
0.8 μm	Havadan gelen tüm parçacıklar
1.2 μm	Canlı olmayan tüm parçacıklar
5 μm	İnsan organizmasındaki tüm hücreler

Sterilizasyon Amacı ile Kullanılan Membran Filtrelerin Bazı Özellikleri

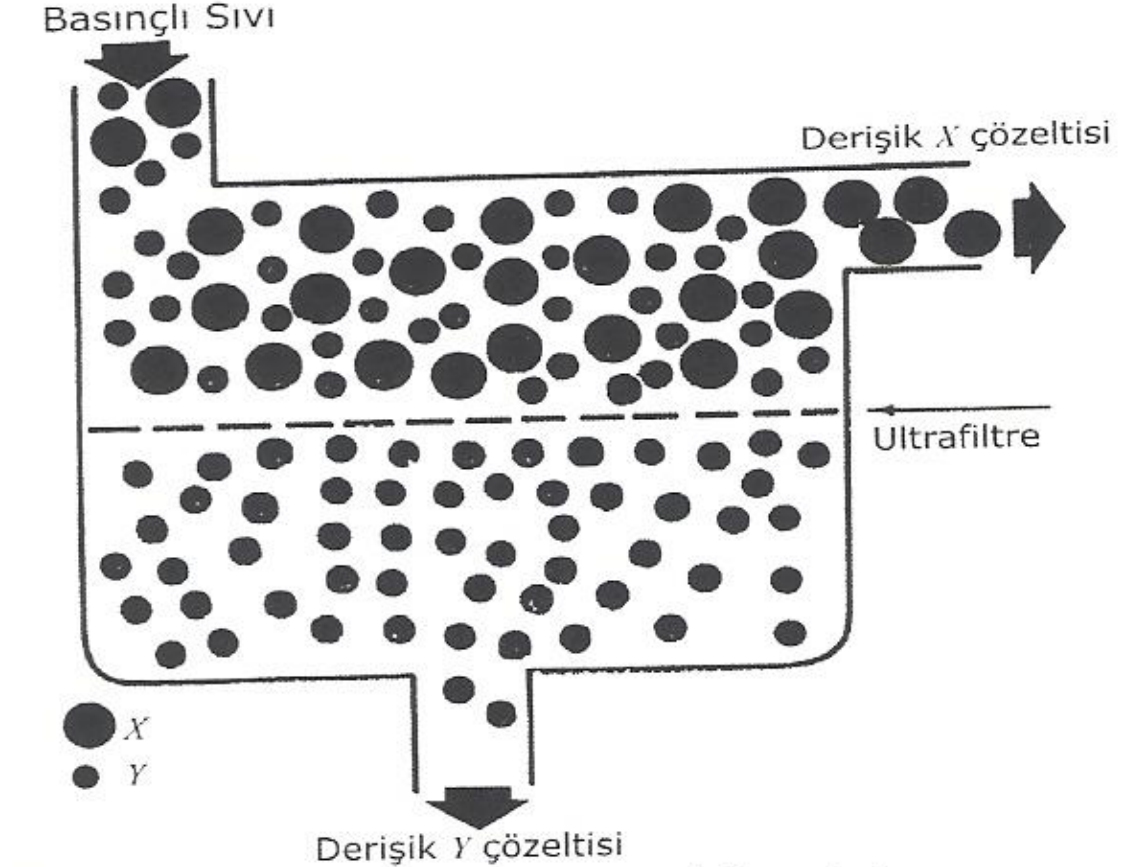
Filtre tipi	Süzülebilen karışımlar	Süzülmesinden kaçınılması gereken sıvılar
<u>Hidrofilik özellikte olanlar</u>		
Selüloz asetat	Sulu çözeltiler	<i>Benzil alkol, etanol, propilen glikol, dimetilformamit</i>
Selüloz asetat/nitrat	Sulu çözeltiler	<i>Benzil alkol, etanol, propilen glikol, dimetilformamit</i>
Rejenere selüloz	Sulu çözeltiler ve eczacılıkta kullanılan çözücüler	<i>Dayanıklı</i>
Akrilik ko-polimer (nylonlu)	Sulu çözeltiler alkoller, Glikoller	<i>Dimetilformamit</i>
Nylon 66 (poliamit)	Sulu çözeltiler ve eczacılıkta kullanılan çözücüler	<i>Dayanıklı</i>
Polikarbonat	Sulu çözeltiler	<i>Benzil alkol ve dimetilformamit</i>
Polisülfon	Sulu çözeltiler	<i>Benzil alkol ve dimetilformamit</i>
Poliviniliden diflorür	% 35'e kadar organik çözücü içeren sulu çözeltiler	<i>Aseton ve dimetilformamit</i>
<u>Hidrofobik özellikte olanlar</u>		
Polietilen veya polipropilen	Hava, su içermeyen çözücüler,	<i>Dayanıklı</i>
Politetrafloroetilen (Teflon)	filtre önce metanolle ıslatılırsa sulu çözeltiler	
Poliviniliden diflorür	Hava, su içermeyen çözücüler, filtre önce metanolle ıslatılırsa sulu çözeltiler	<i>Aseton ve dimetilformamit</i>

Ultrafiltre

Gözenek çapı;

0.001-0.1 μm
arasında olan
membran
filtrelere,
ultrafiltre denir.

Filtrenin fiziksel
direncini artıran
destek
tabakası ile
birlikte
üretilirler.



Ultrafiltreleme işlemi

Membran Filtrelerde Kalite Kontrolü

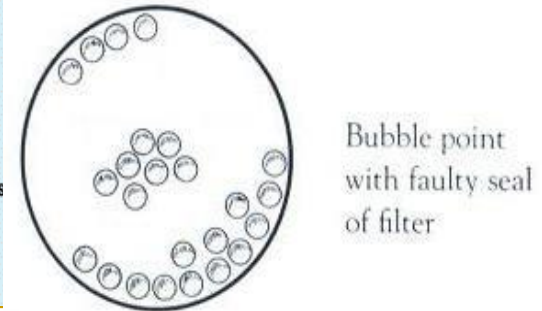
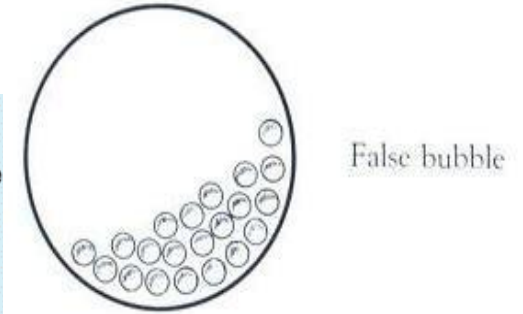
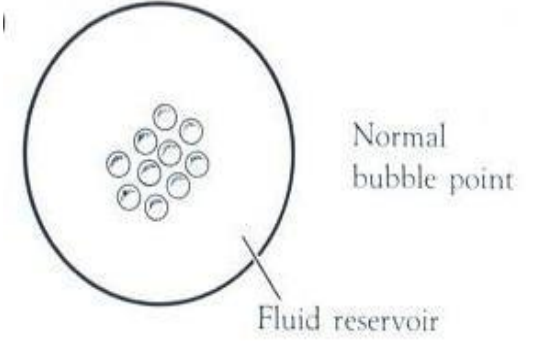
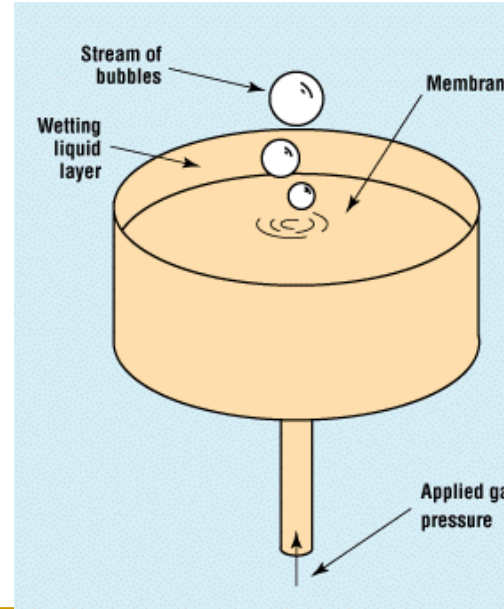
Kullanımdan önce sterilizasyon süzgecinin bütünlüğü kontrol edilir, kullanımdan sonra kullanılan süzgeç tipine ve deneme aşamasına uygun testler (bubblepoint, basınca dayanıklılık, difüzyon hızı testleri gibi) yapılarak doğruluğu onaylanır.

Mikrobiyal zorlama testi

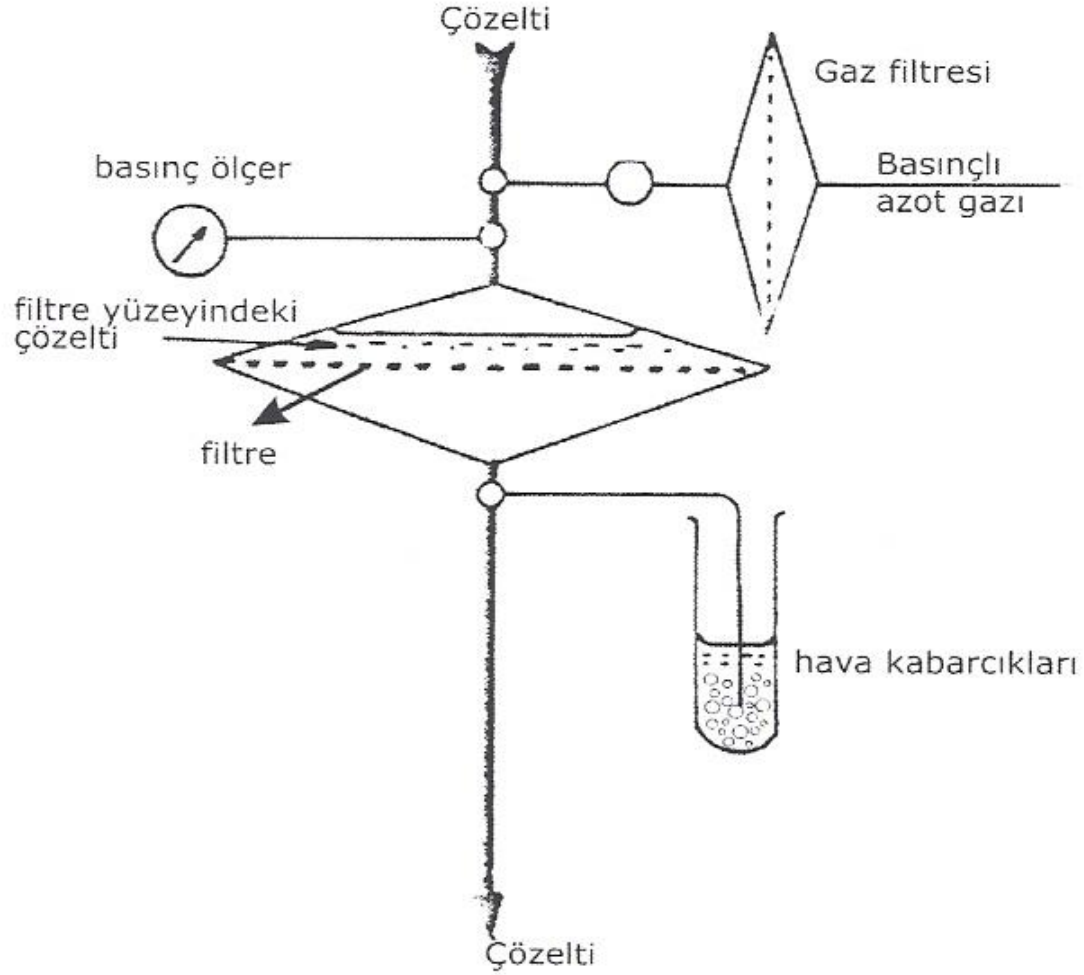
Sterilizasyonun validasyonu için *Pseudomonas diminuta* kullanılır. Kültürü yapılır, seyreltilerek membran filtrelerden geçirilir.

Filtre Bütünlük testi

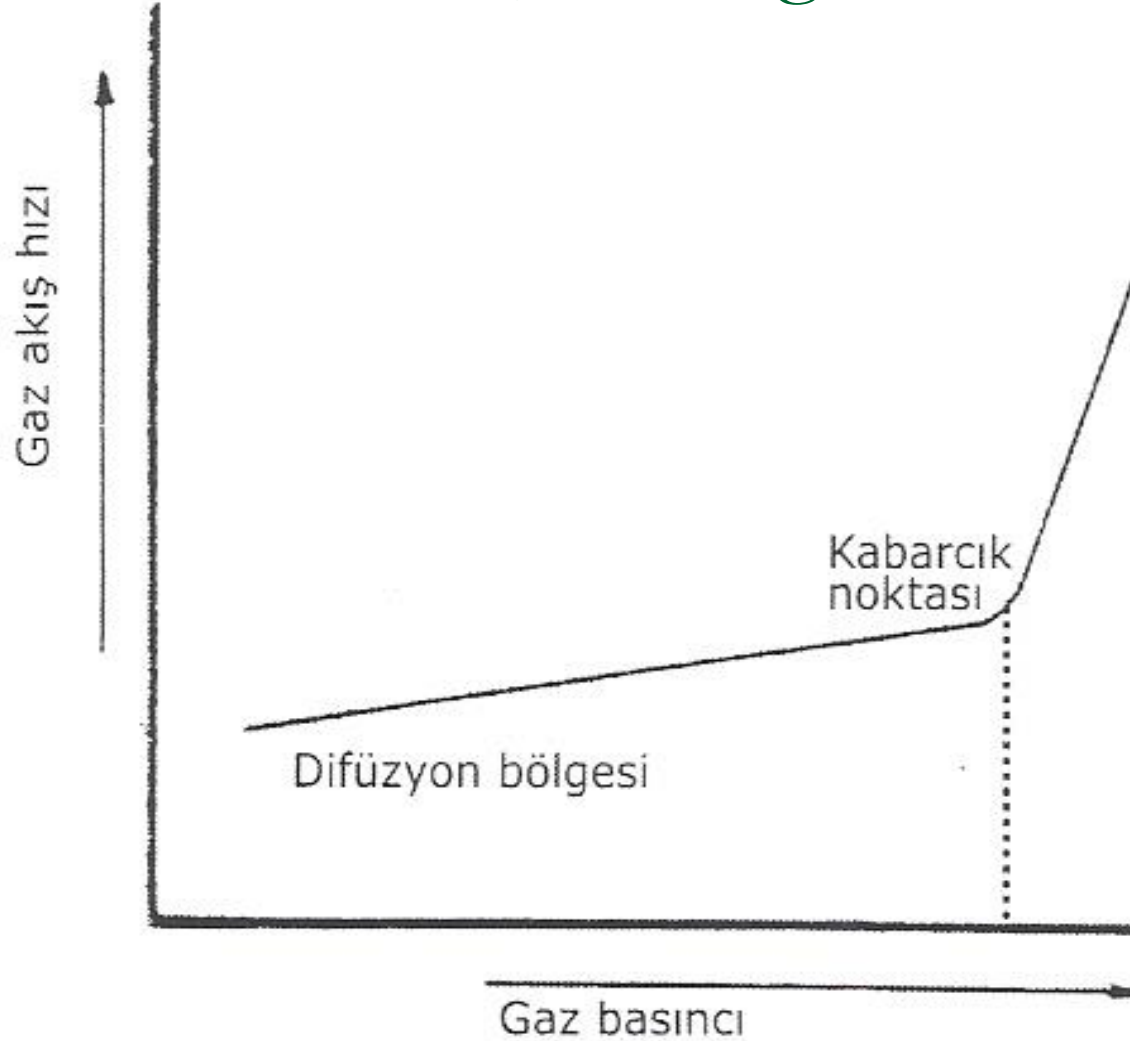
Kabarcık testi, basınca dayanıklılık testi, difüzyon hızı testi



Kabarcık Testinin Şematik Gösterimi



Kabarcık Noktası Basıncının, basınç/gaz Akış Grafiğinden Saptanması



Steril filtrasyondan önce ve sonra uygulanan filtre bütünlük kontrolü sırasında, kabarcıkların oluştuğu basınç değeri ile filtre üreticisinin belirttiği basınç değeri aynı olmalıdır. Aksi halde deneysel belirlenen kabarcık noktası basıncının düşük olması, filtrenin hasarlı olduğunu gösterir.

Çalışma Esaslarına Göre Sınıflandırılması

- Yerçekimi ile işleyen

Sıvı kendi ağırlığı ile süzülür. Sanayide az lab. kullanılır. Filtre olarak süzgeç kağıdı, sanayide magnezyumhidroksit jeli. Destek olarak huniler kullanılır.

- Basınç ile işleyen

Süzücü olarak naylon, pamuk, kumaş, delikli metal yaprak ve porselen buji kullanılır. Çerçevesiz, bujili ve membran filtreler olmak üzere 3 grupta incelenir.

- Vakum ile işleyen

Bujili, membran filtre ve cam süzgeçler

- Santrifüj kuvveti ile işleyen

Daha çok katıyı elde etmek için kullanılır. Ultrafiltrelerde kullanımı vardır.

Sartobran P 0.45 µm

Bioburden and Particle Reductive Filter Cartridges

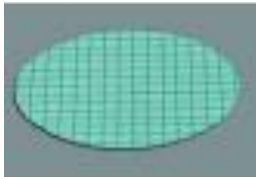






Filtre tutucuları





Cellulose Nitrate (Cellulose Ester)
Membrane Filters



Glass and Quartz Microfiber Filters



Gelatine Membrane Filters