
Filtrasyon Prensipleri



İbrahim Gürkan
AquaSTAR Su Arıtım Sistemleri Ltd.

Çok Katmanlı Filtrasyon

Aqua **STAR**

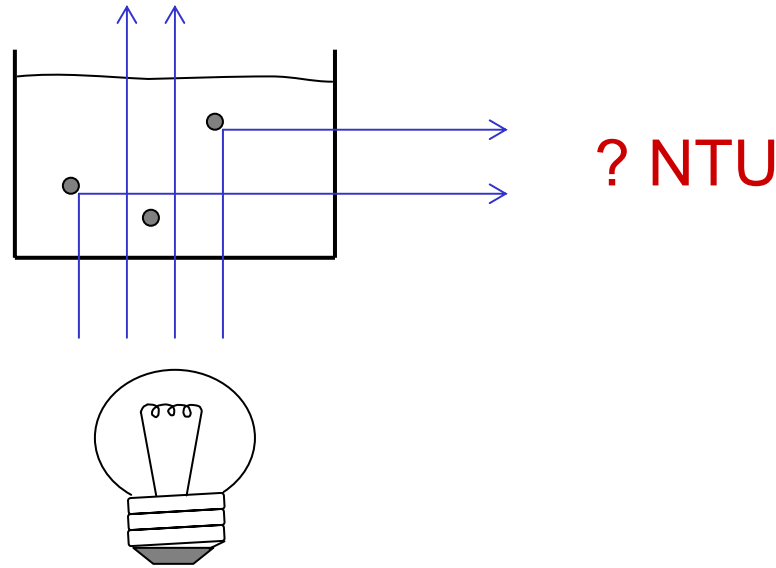
Amaç : Askıda maddeler, kum, silt ve oksitlenmiş demirin sudan arıtılması.
(Hedef: < 0.5 NTU)

NTU nedir?

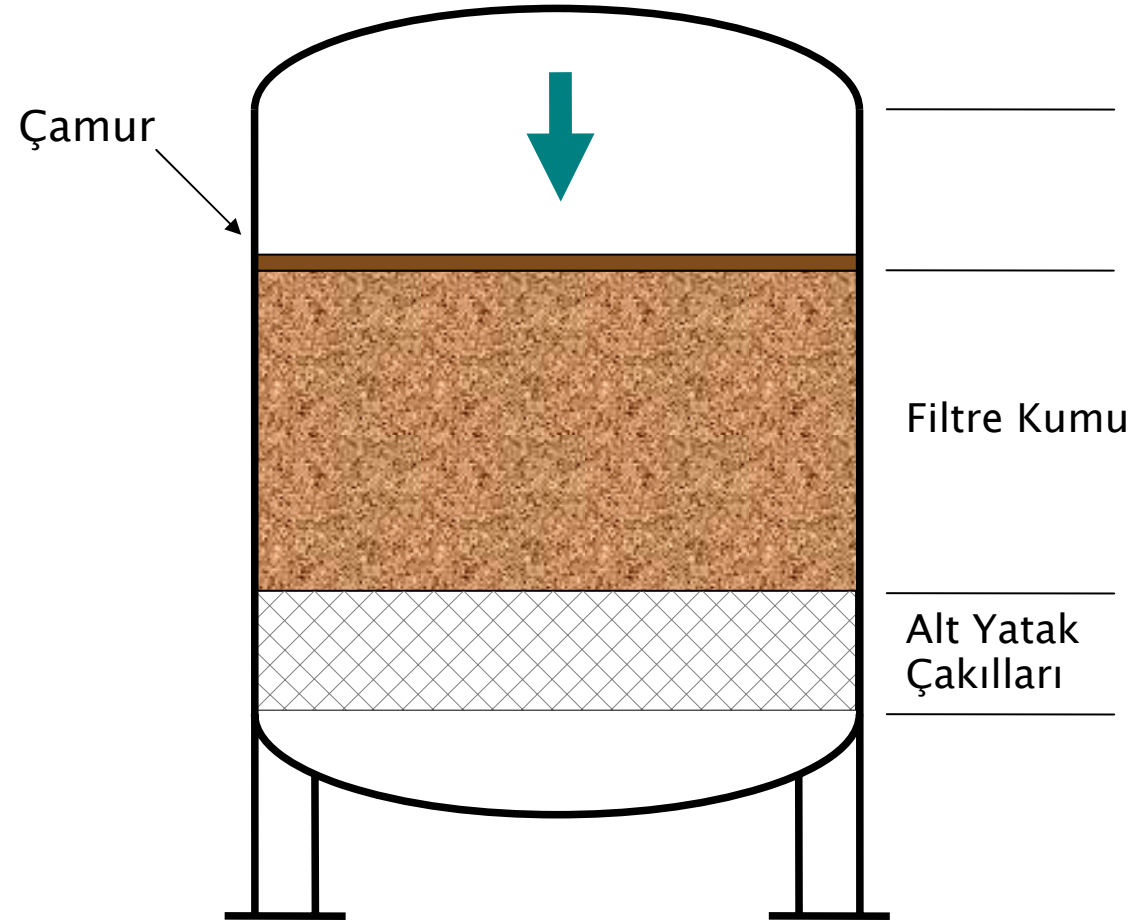
AquaSTAR Depth Filtration Basics

N.T.U.

Işığın sudaki ince askıda parçacıklar tarafından yansıtılmasına dayalı bir bulanıklık ölçü birimi



AquaSTAR Konvansiyonel Kum Filtresi

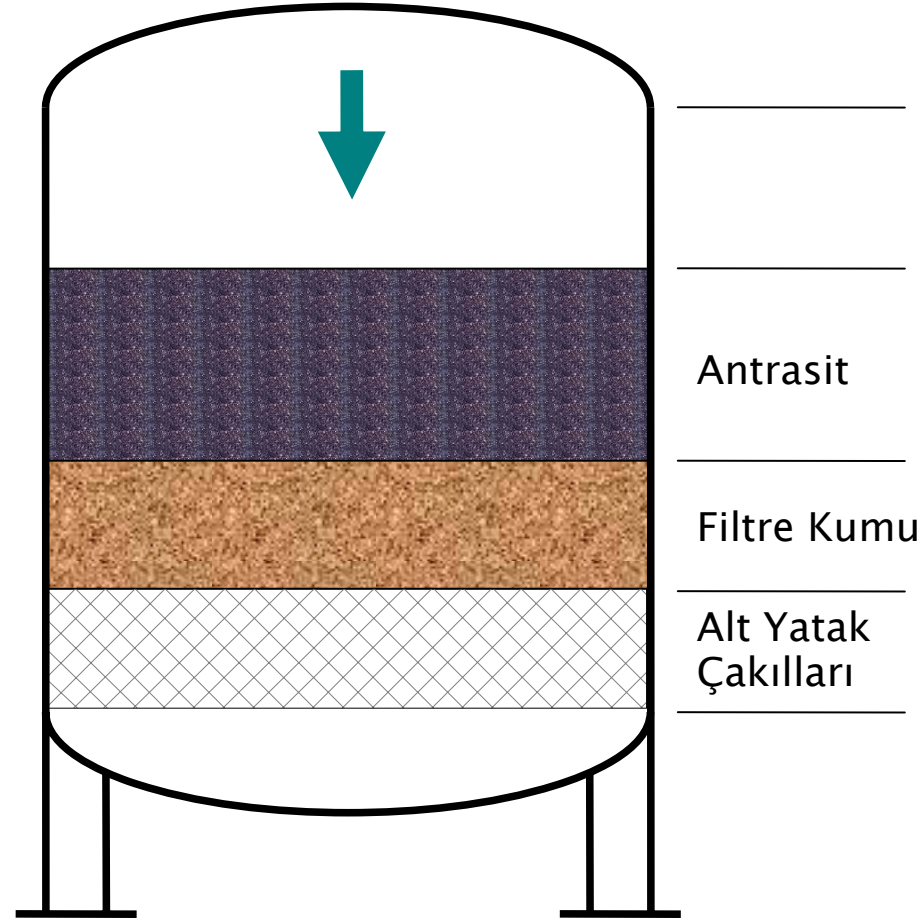


AquaSTAR Çok Katmanlı Filtre

İri-hafif medya

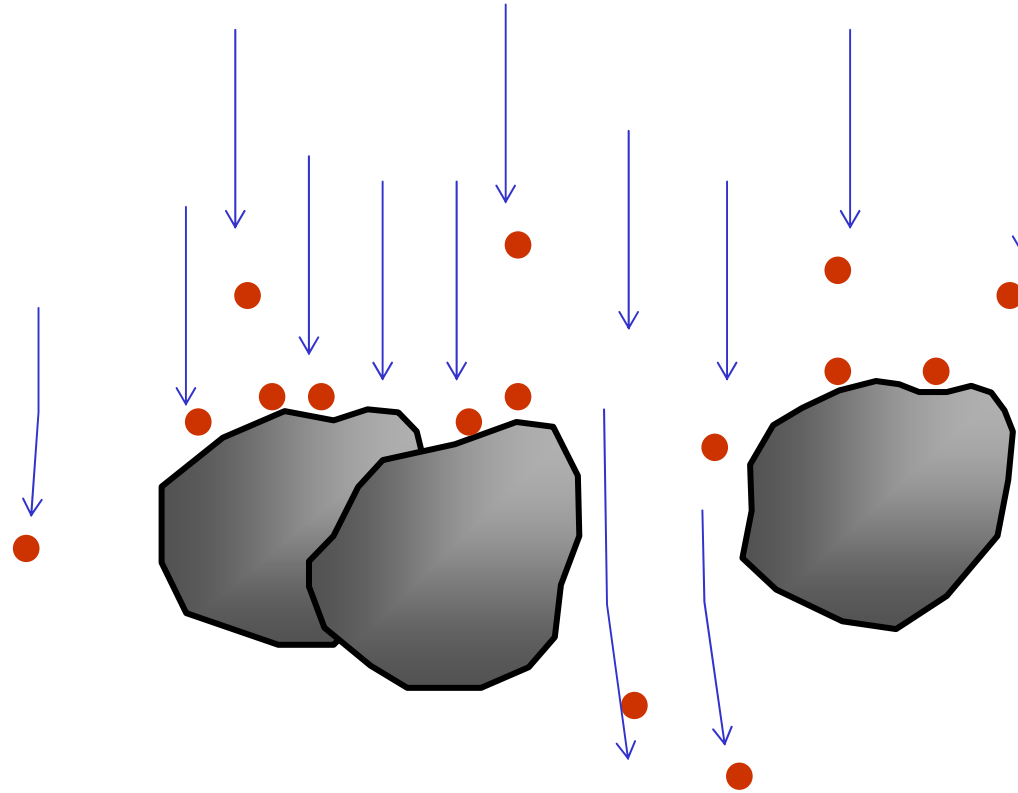


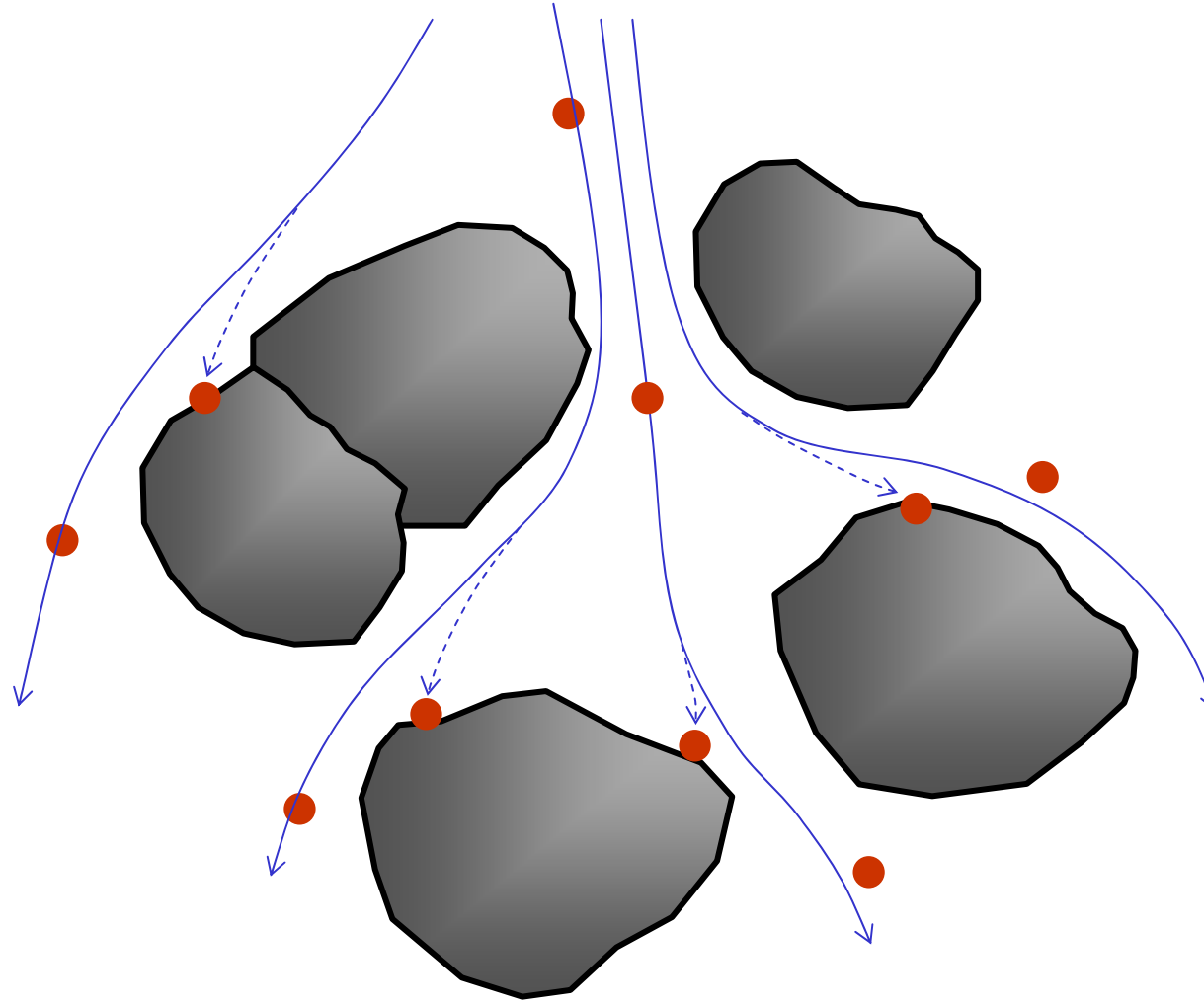
Ağır-ince medya

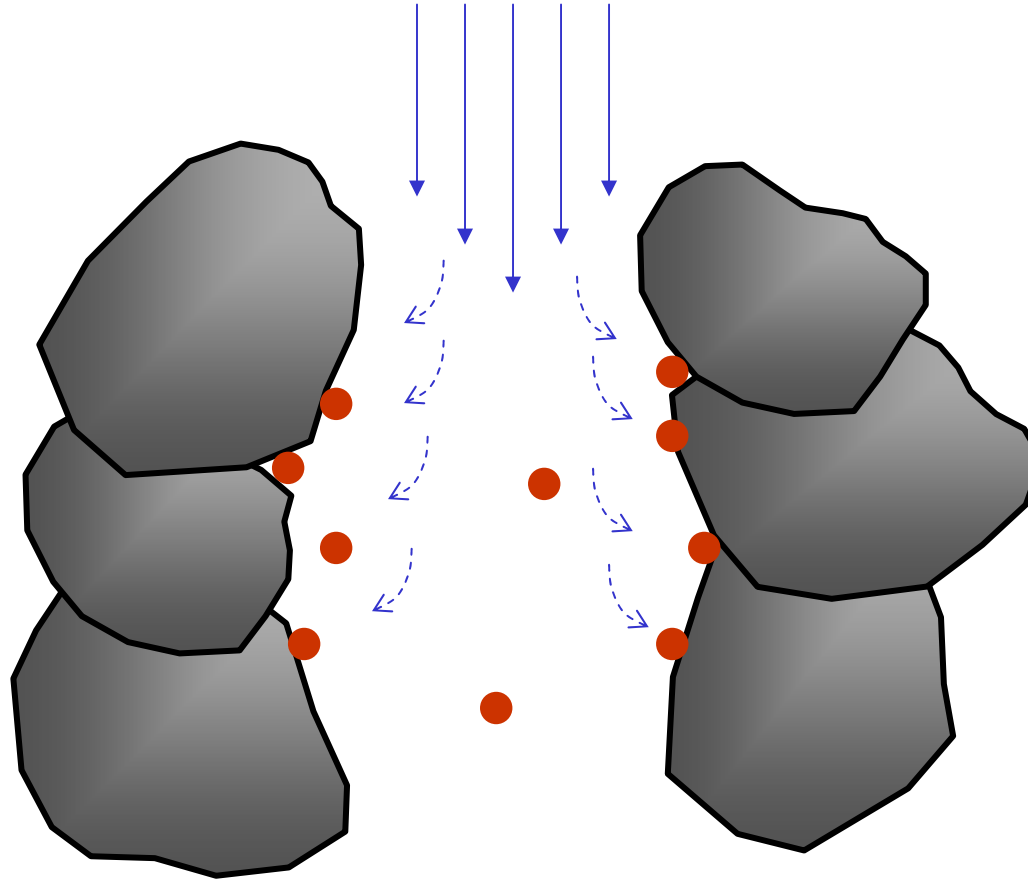


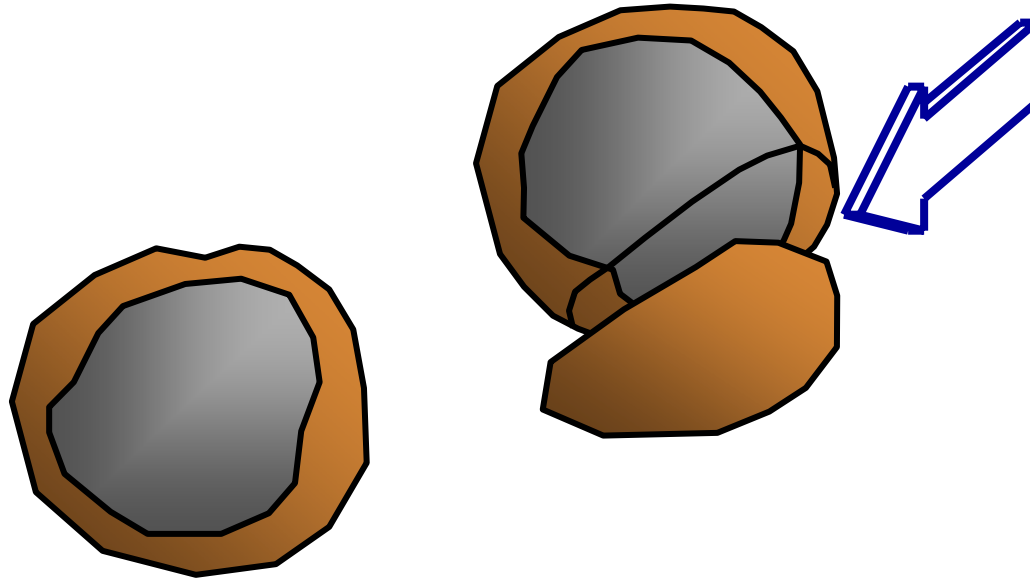
Aqua **STAR** Temel Bilgiler

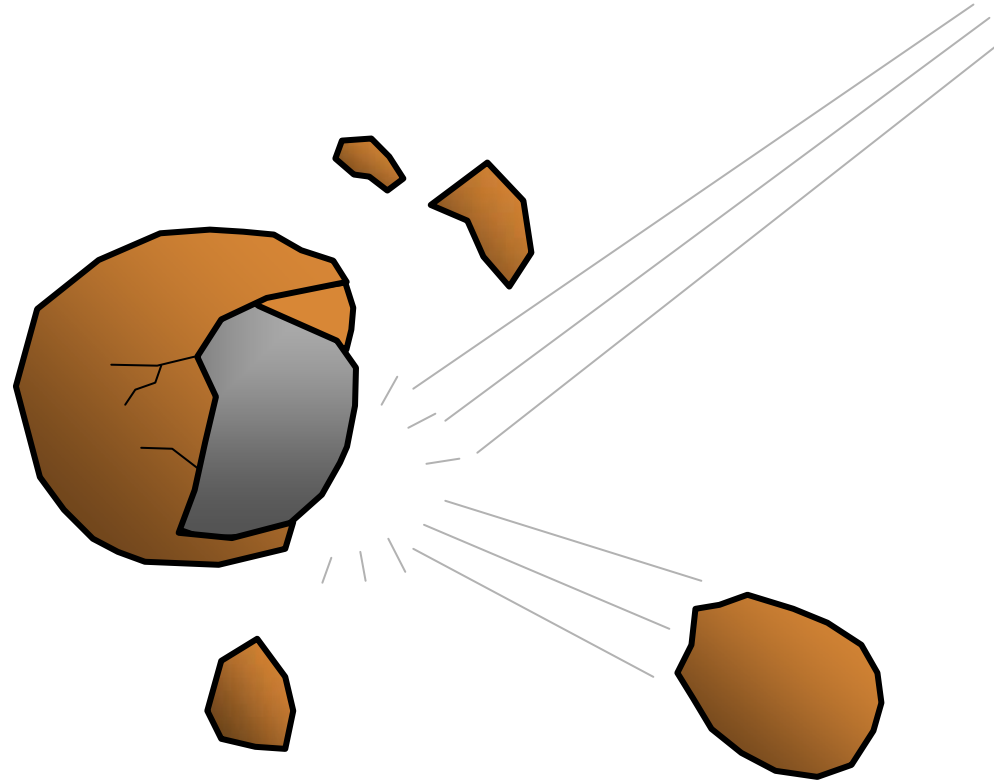
- Askıda Madde
- Bulanıklık
- Demir, Mangan

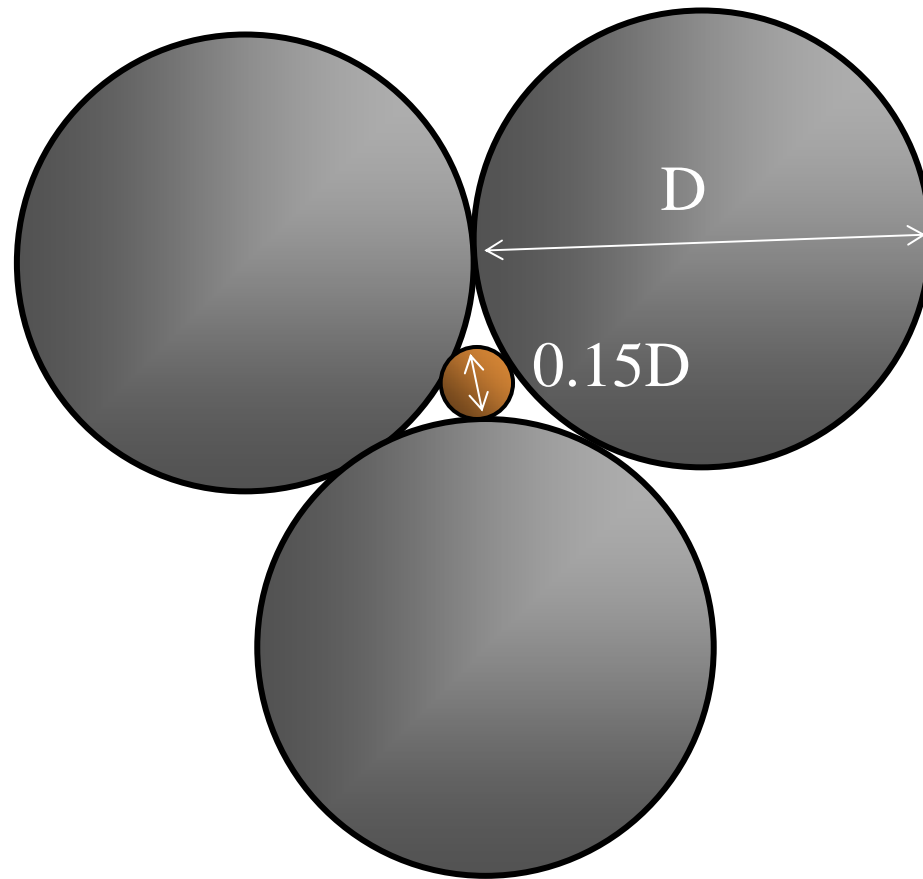






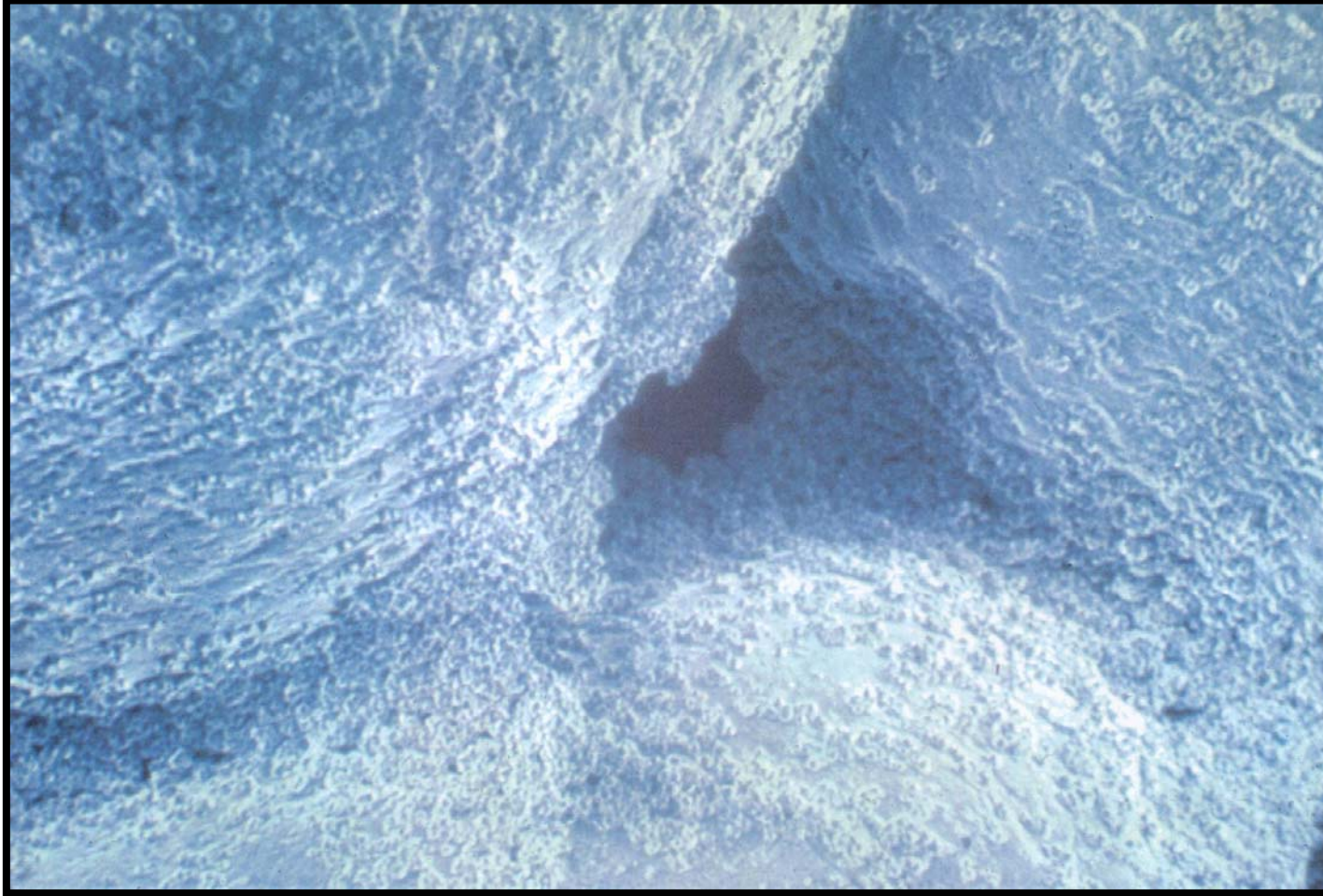


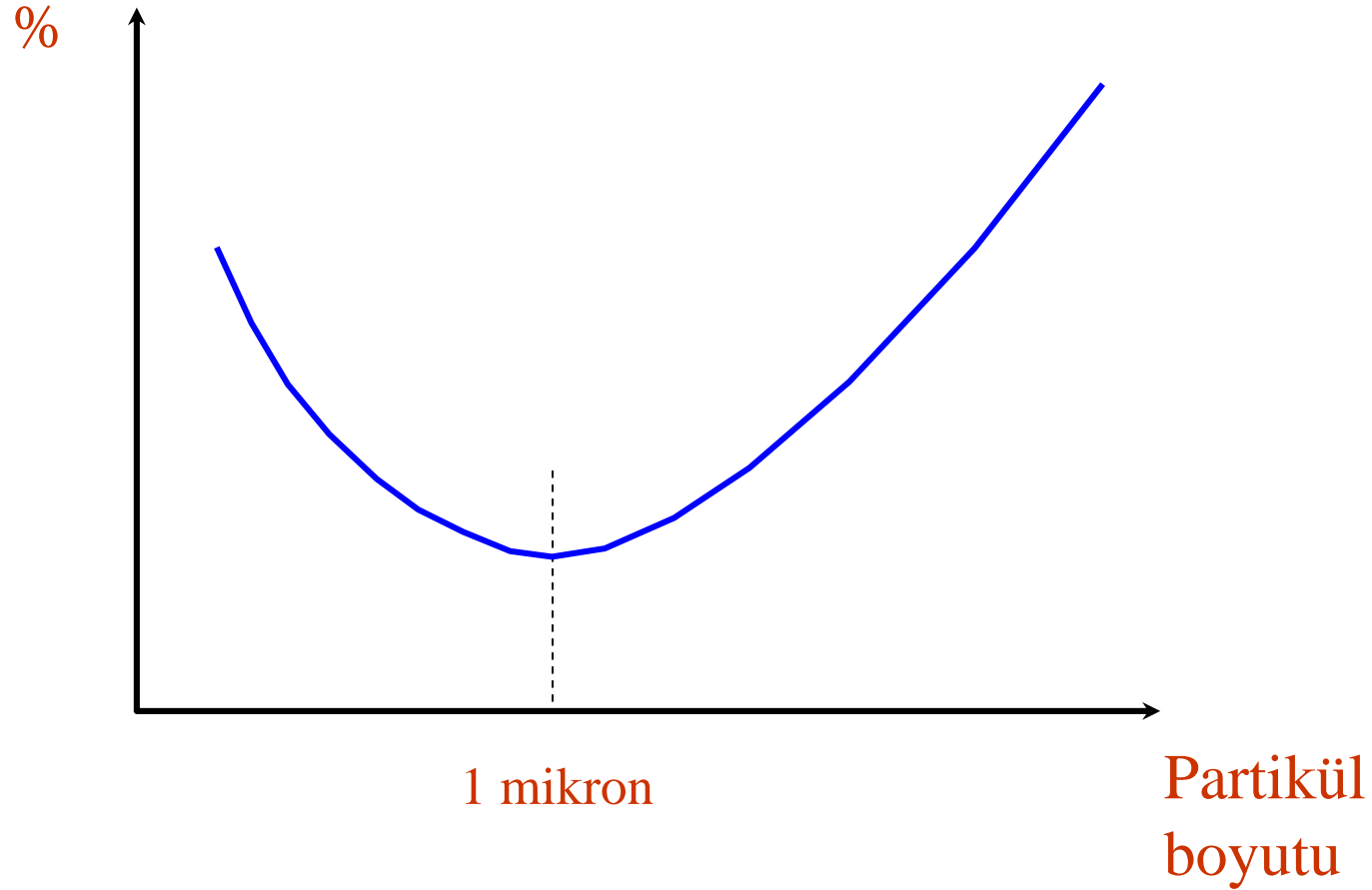


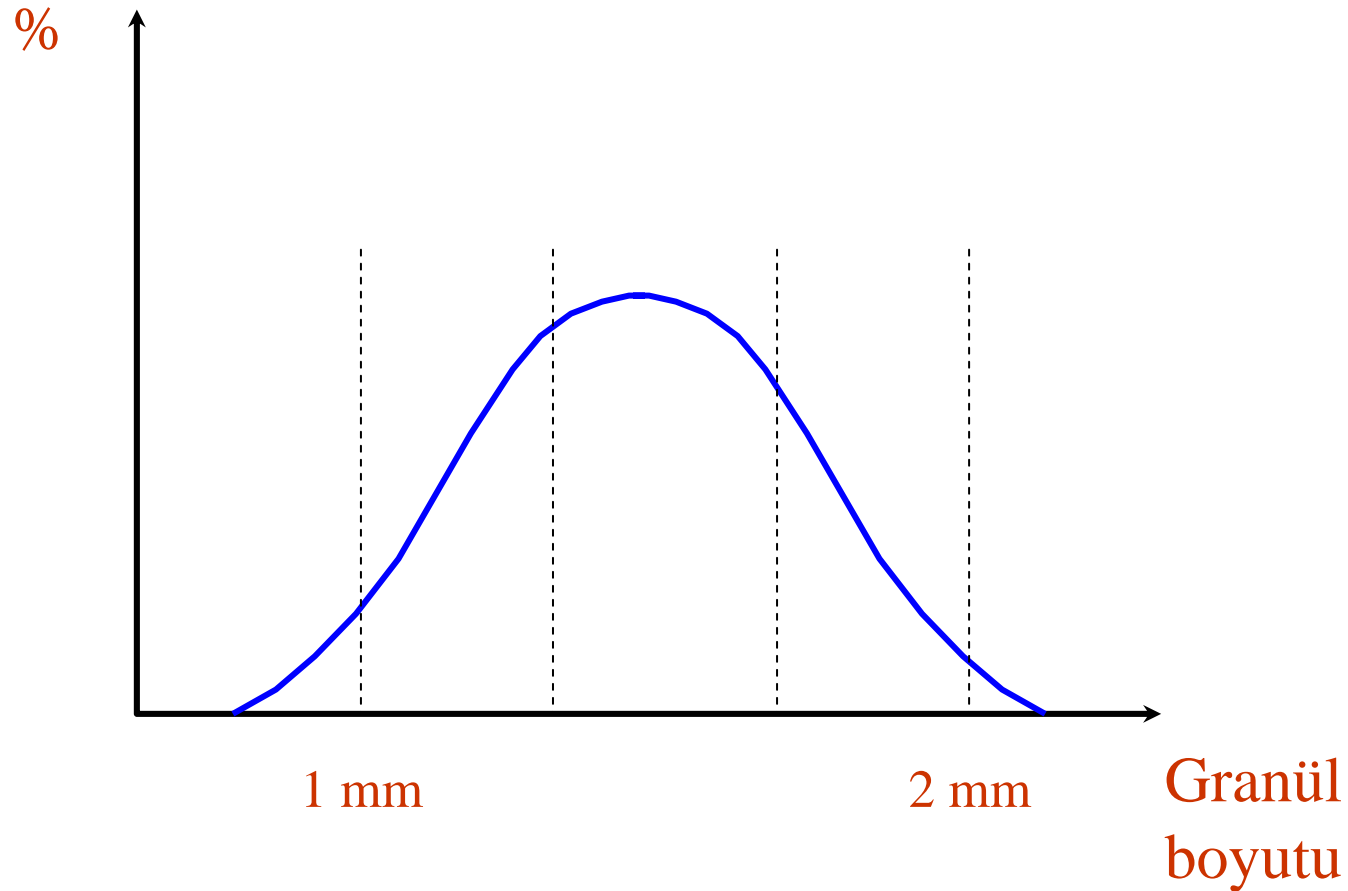




Filtrasyon Mekanizmaları







Filtrenin ~~Boyutlandırılması~~

Boyutlandırma :

- Yük (askıda madde miktarı)
- Debi
- Montaj alanı (genişlik, yükseklik, derinlik)
- Montaj alanına ulaşım (kapılar, koridorlar ve tavanlar)

Filtre Yüğü

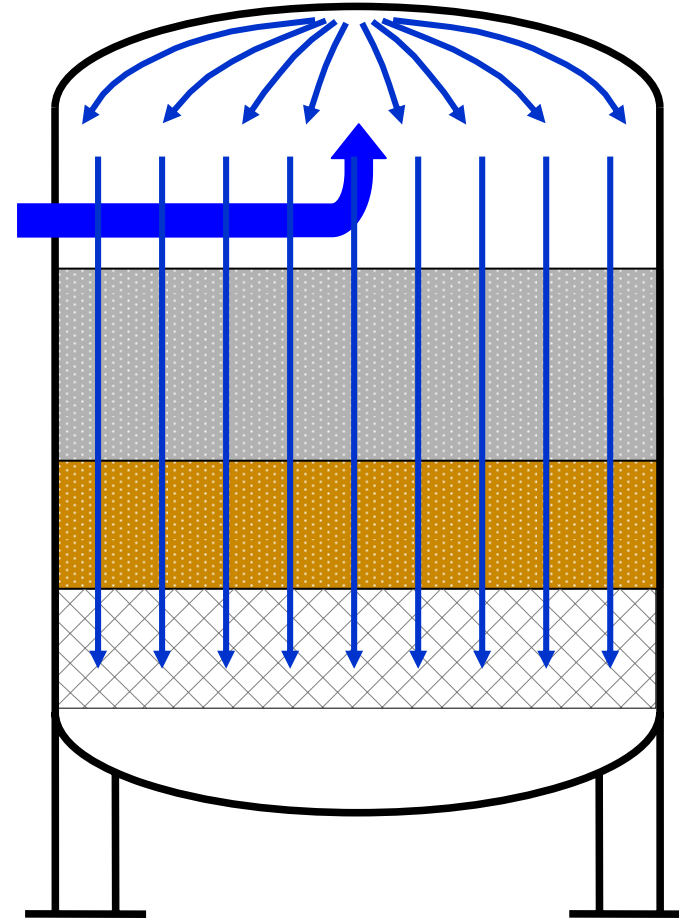
KİRLİLİK	AKIŞ HIZI
Hafif Bulanıklık	20 – 25 m/saat
Yüksek Bulanıklık	15 – 20 m/saat
Demir, Mangan	10 – 12 m/saat

Tavsiye edilen ters yıkama debisi 37 m/sa. 'tir.

AquaSTAR Çok Katmanlı Filtre

Akış Hızı

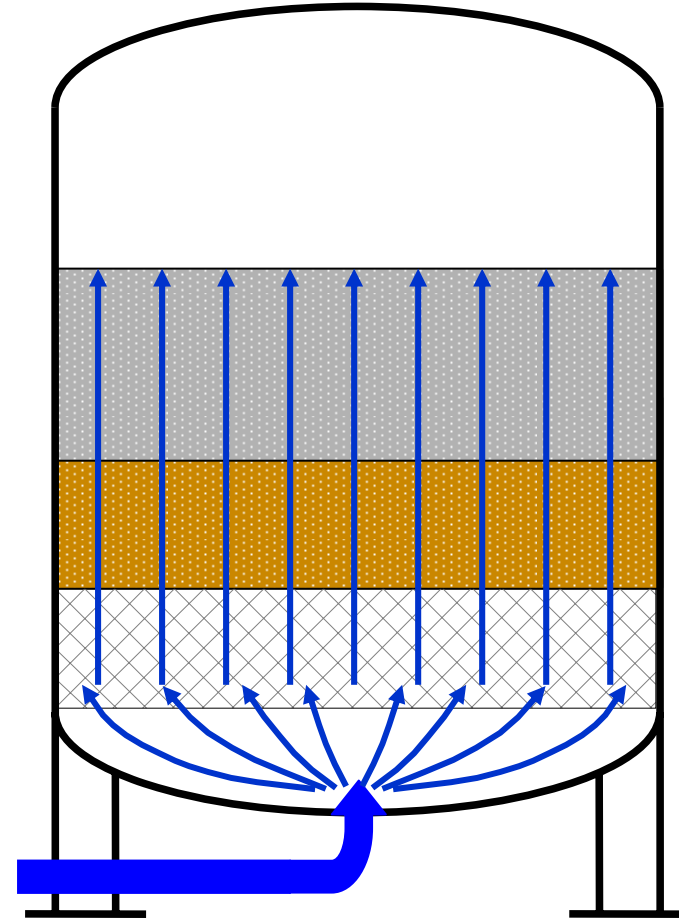
$$V \text{ (m/sa.)} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/sa.)}}{\pi \cdot R^2 \text{ (m)}}$$



AquaSTAR Çok Katmanlı Filtre

Akış Hızı

$$V \text{ (m/sa.)} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/sa.)}}{\pi \cdot R^2 \text{ (m)}}$$



Ters yıkama başlatılması

Normal olarak, ters yıkama temiz filtre yatağına oranla filtrede 0,7 barlık bir basınç kaybı (ΔP) oluştuğunda başlatılmalıdır.

Aktif Karbon Filtrasyon



Aqua **STAR** Aktif Karbon Filtrasyon

Adsorpsiyon

Sudaki maddelerin karbon parçacığının yüzeyine “yapışmasını” sağlayan bir çekim gücüdür.

Adsorpsiyon - Absorpsiyon



AquaSTAR Aktif Karbon Filtrasyon

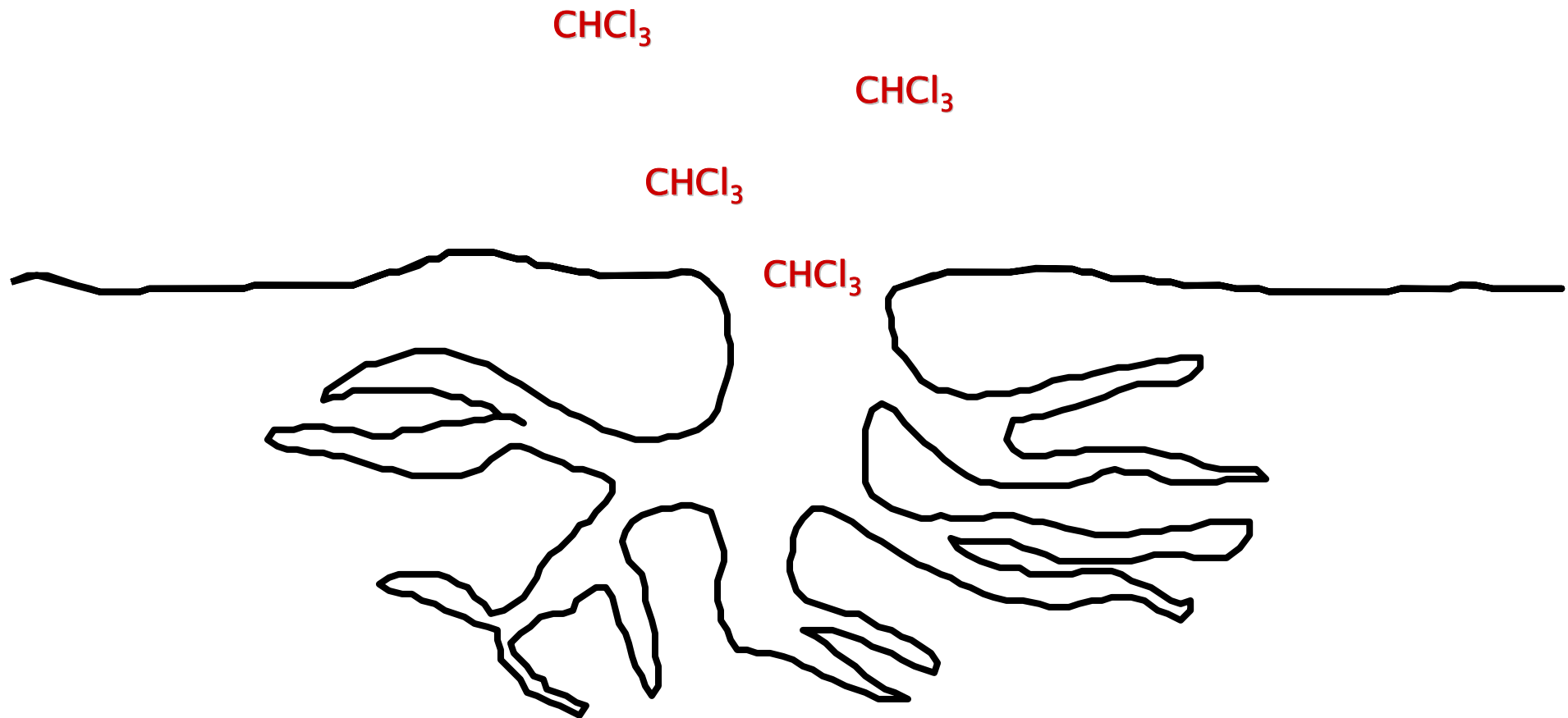
CHCl_3

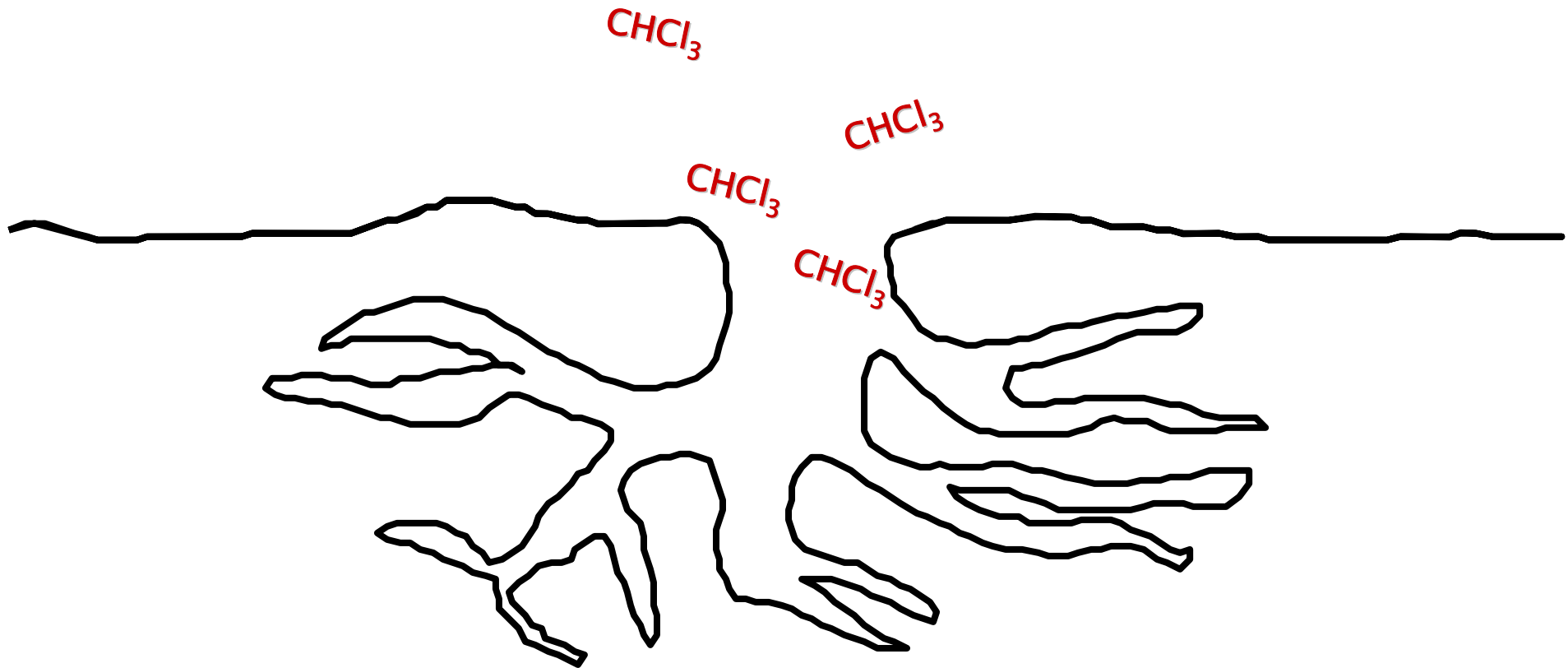
CHCl_3

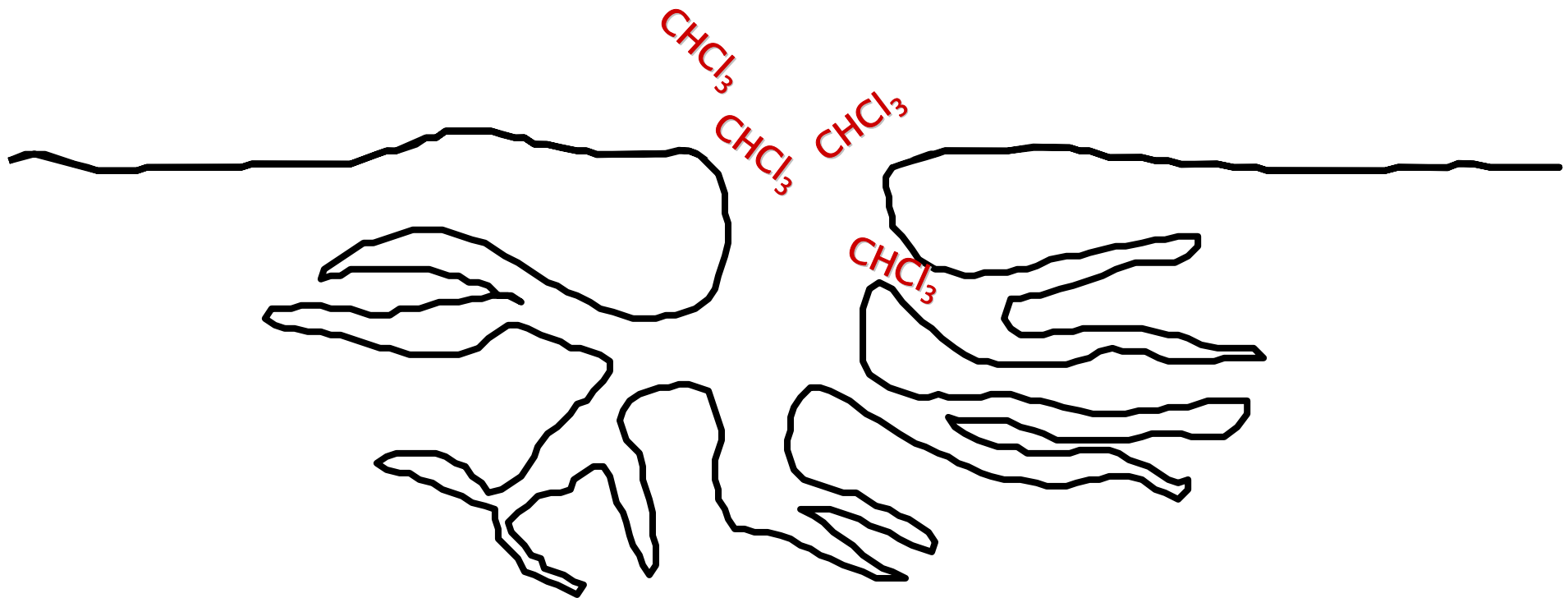
CHCl_3

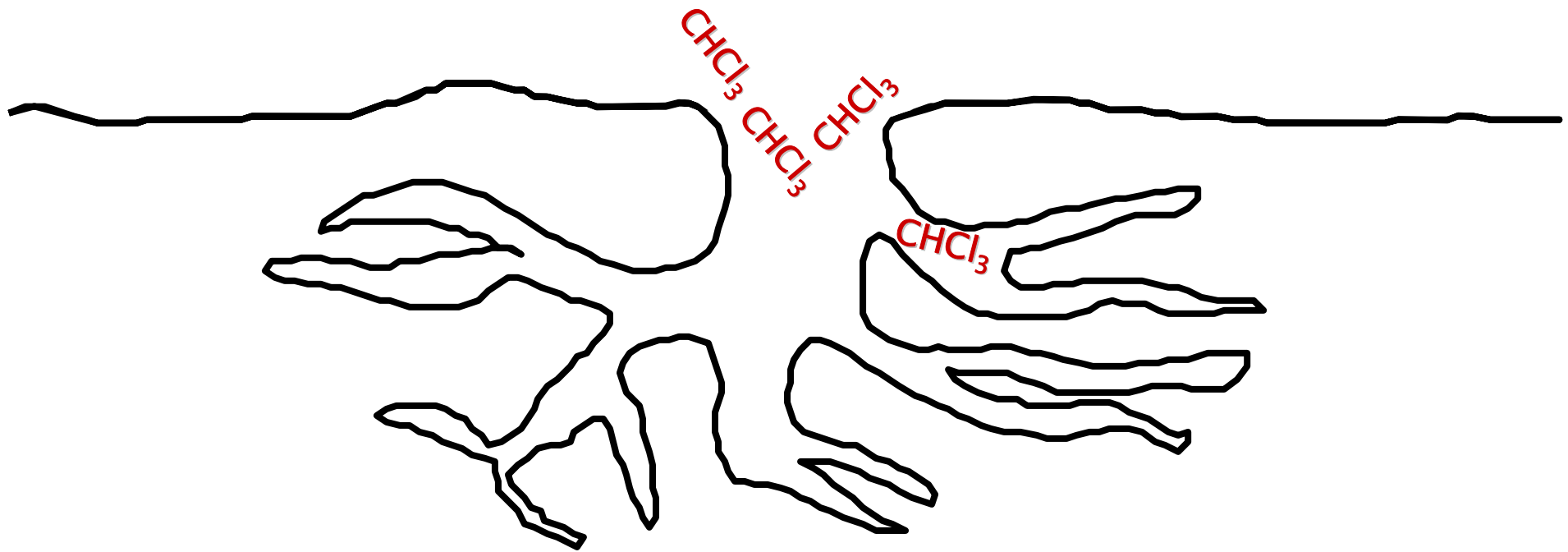
CHCl_3

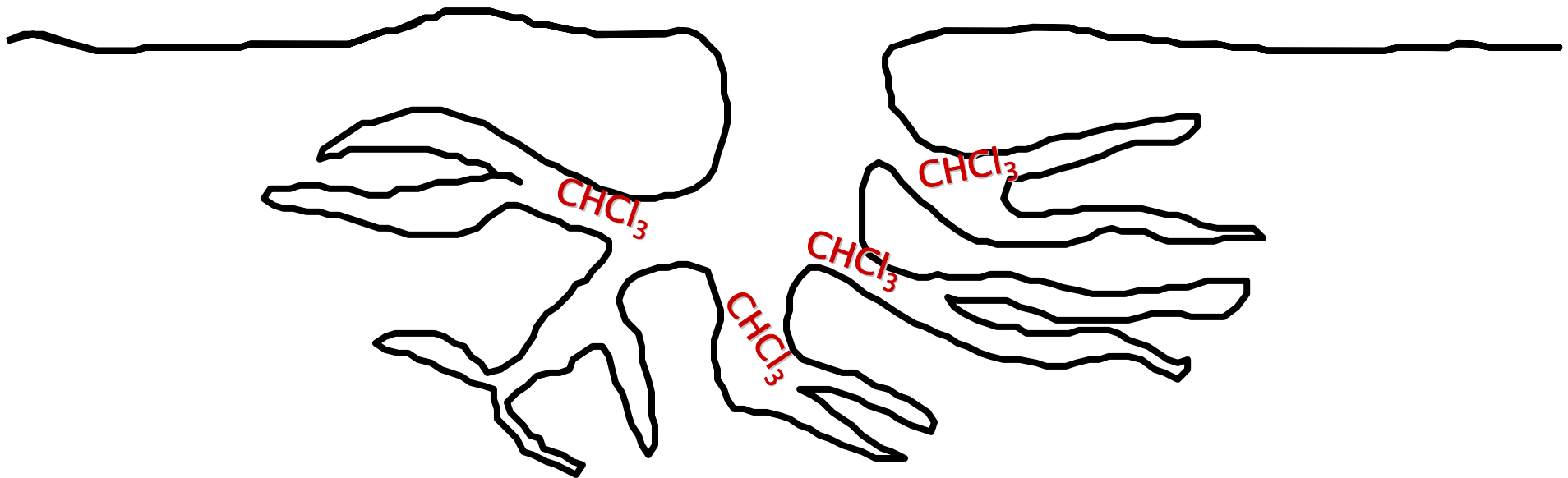














Aktif Karbon Filtrasyon

- Klor
- Kloramin
- Tannin
- Organik Kimyasallar
- Bazı Gazlar

Filtrenin ~~Boyutlandırılması~~

Boyutlandırma :

- Arıtılacak kirlilik (klor, kloraminler, organikler)
- Temas süresi
- Montaj alanı (genişlik, yükseklik, derinlik)
- Montaj alanına ulaşım (kapılar, koridorlar ve tavanlar)

Filtrenin ~~Boyutlandırılması~~

Servis debisi :

Serbest klor : 25 m/sa.

Kloraminler : 12 m/sa.

Organikler : 12 m/sa.

Aqua **STAR** Filtrenin Boyutlandırılması

EBCT

Boş yatak temas süresi. Belirli bir debide, belirli medya hacminden geçen ham suyun temas süresidir.

$$\text{EBCT (sa.)} = \frac{\pi \cdot R^2(m) \cdot H(m)}{Q \text{ (m}^3/\text{sa.)}}$$

Ters Ozmaz Prensipieri





Membran Teknolojileri

Mikrofiltrasyon

Ultrafiltrasyon

Nanofiltrasyon

Ters Ozmoz

Mikrofiltrasyon (MF)

Yaklaşık 0.1 to 1 mikron boyutlarındaki parçacıkları arıtır.

Genellikle, askıda maddeler, büyük koloidler arıtılır.

Çözünmüş katılar MF membranından geçerler.

İşletme basıncı : 0,07 – 1,73 bar.

Ultrafiltrasyon (UF)

20 ila 10,000 angstrom boyutundaki parçacıkları arıtır (0,002 – 0,1 mikron).

Çözünmüş tuzlar ve küçük moleküller membrandan geçer.

UF kolloidleri, mikrobiyolojik kirlilikleri, and büyük organik molekülleri arıtır.

İşletme basıncı : 0,7 – 7 bar.

Nanofiltrasyon (NF)

1 nanometre düzeyinde parçacıkların arıtımı için özel bir membran prosesidir (10 angstroms veya 0,001 mikron).

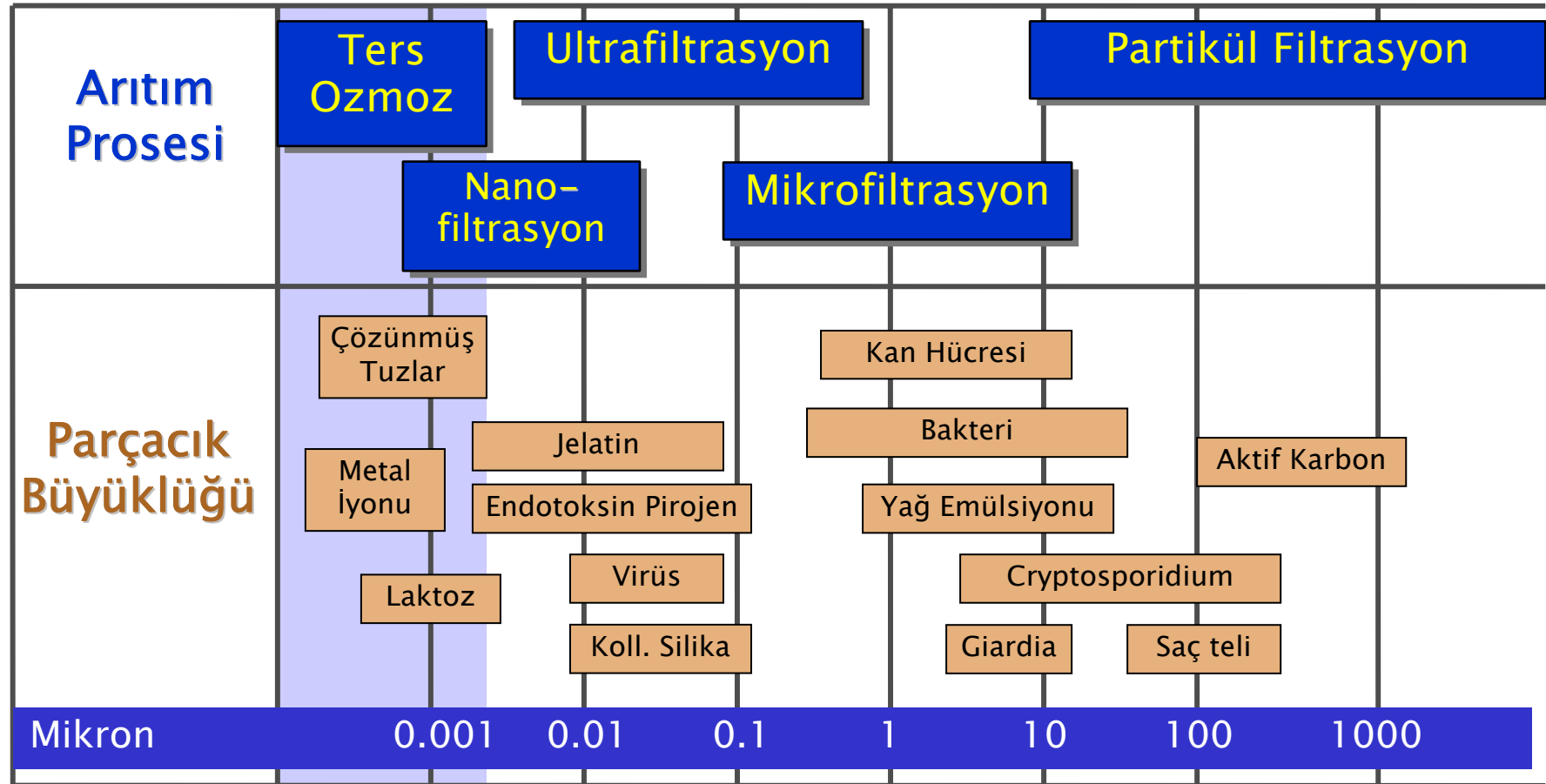
Tek değerli iyonlar (Na^+ , Cl^-), 20 – 80% oranında arıtılır.

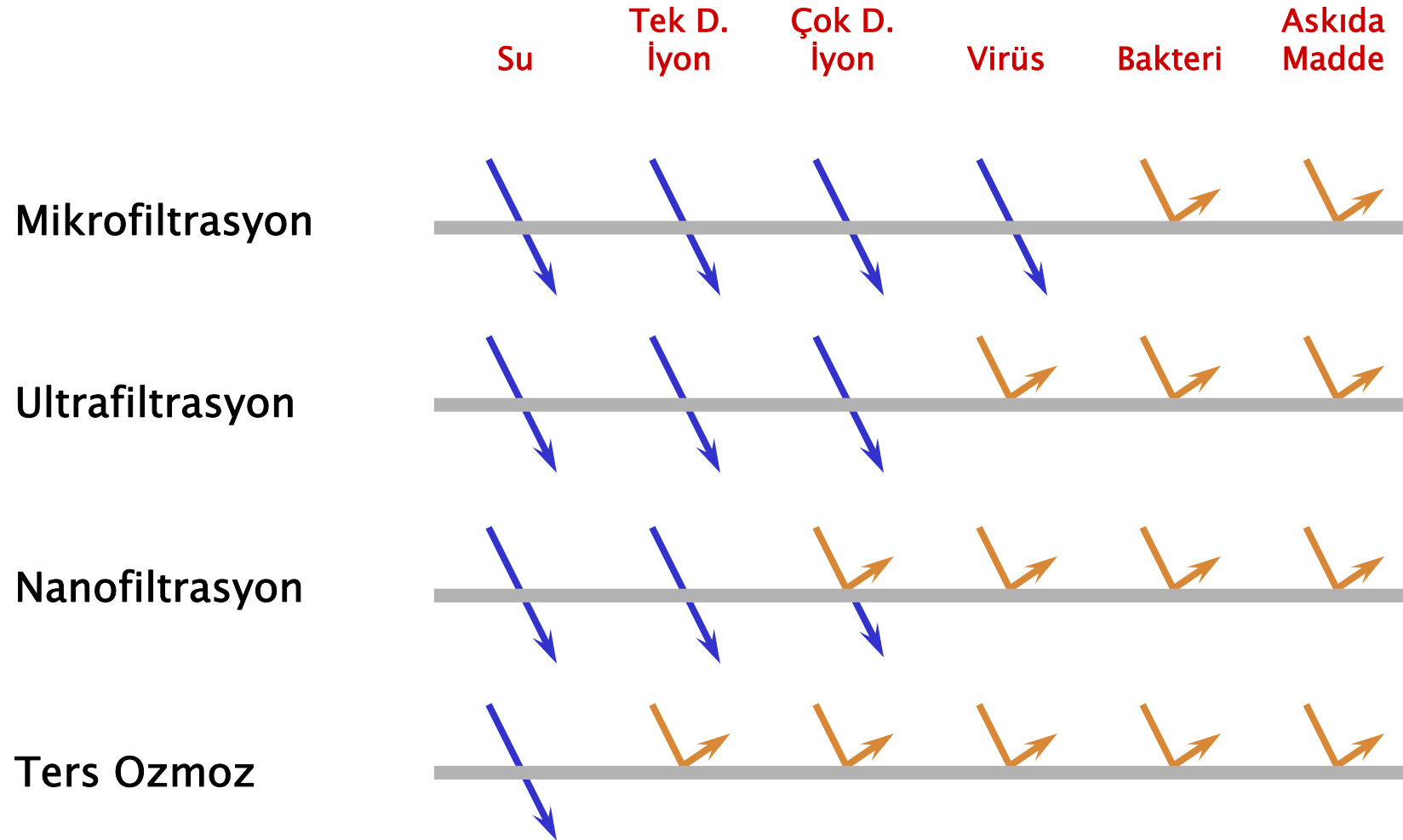
Çok değerli iyonlar (Mg^{+2} , SO_4^{-2}), 90 – 98% oranında arıtılır.

Ters Ozmoz (RO)

RO membranı tüm çözünmüş tuzlar ve inorganik molekülleri, ayrıca molekül ağırlığı yaklaşık 100 daltonun üzerindeki organik molekülleri arıtır.

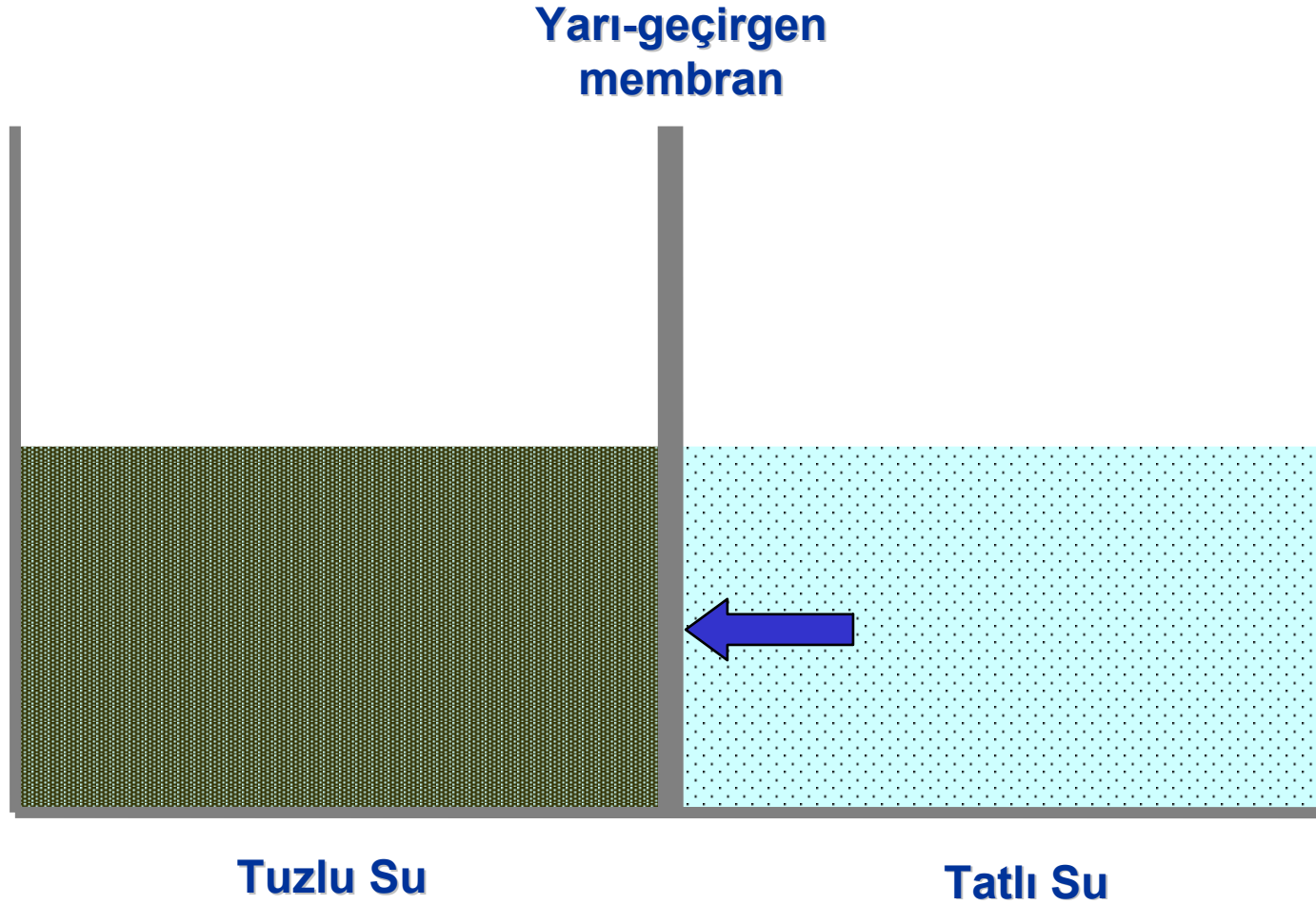
Tipik çözünmüş tuz arıtımı 95 – 99%.

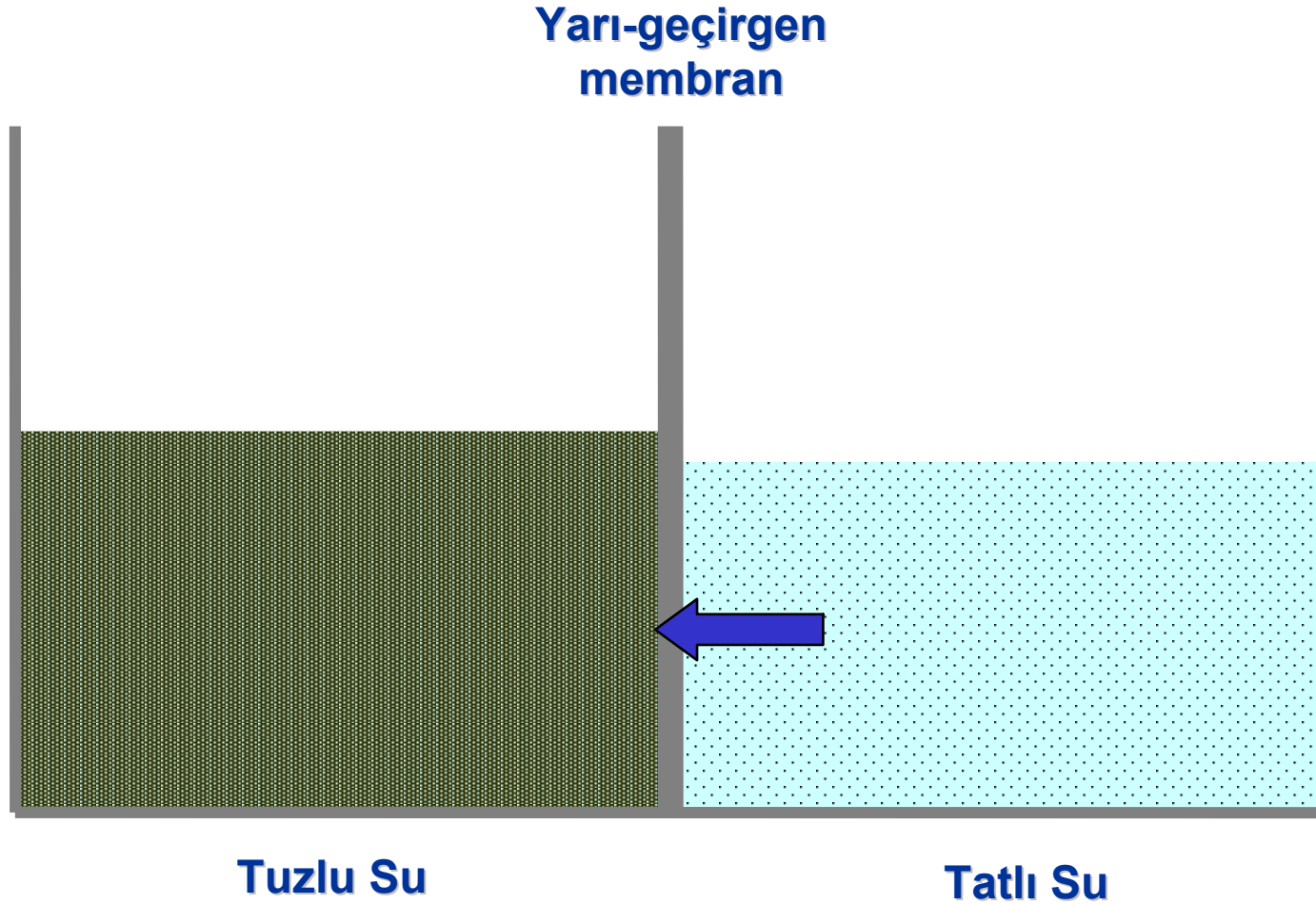


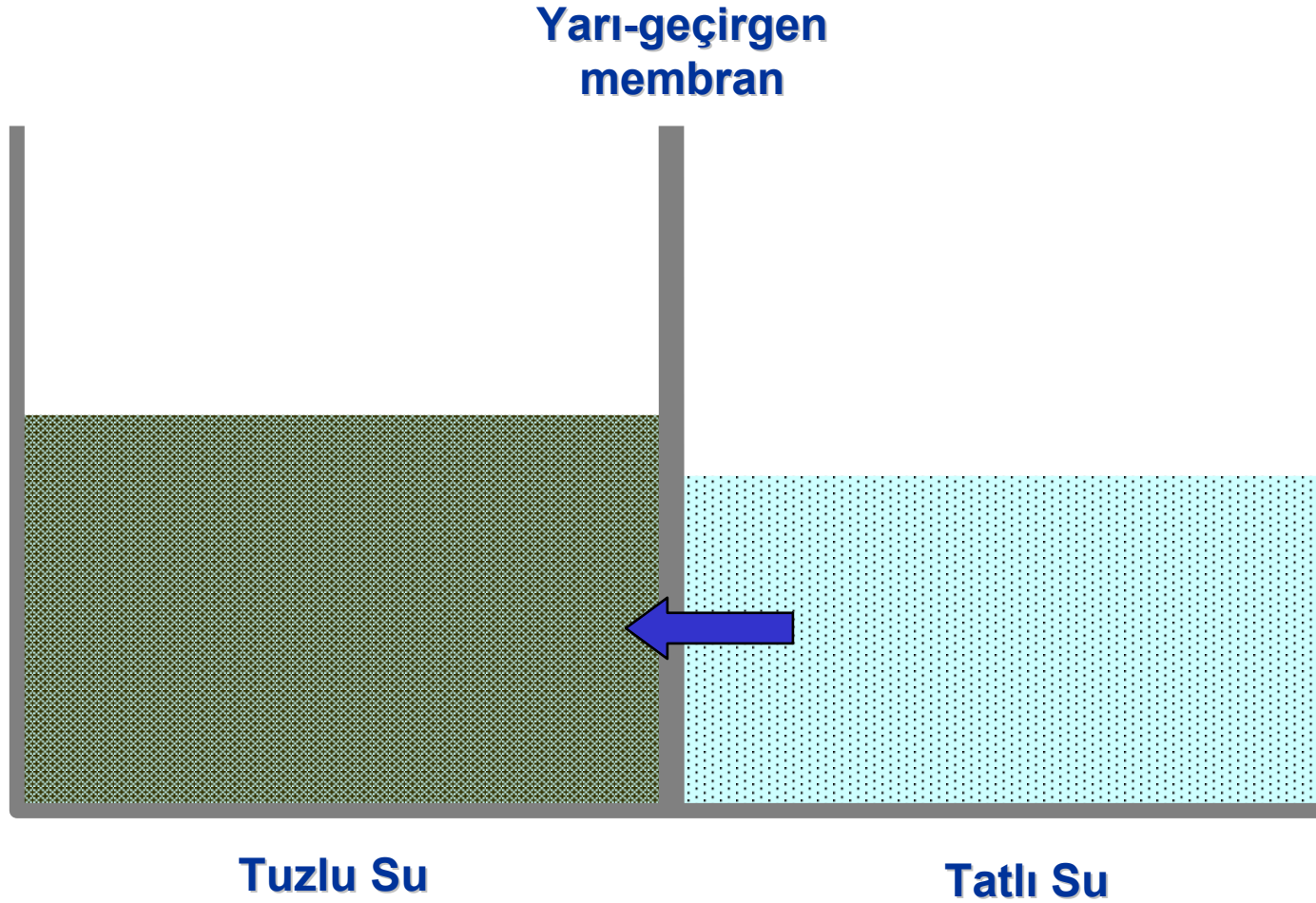


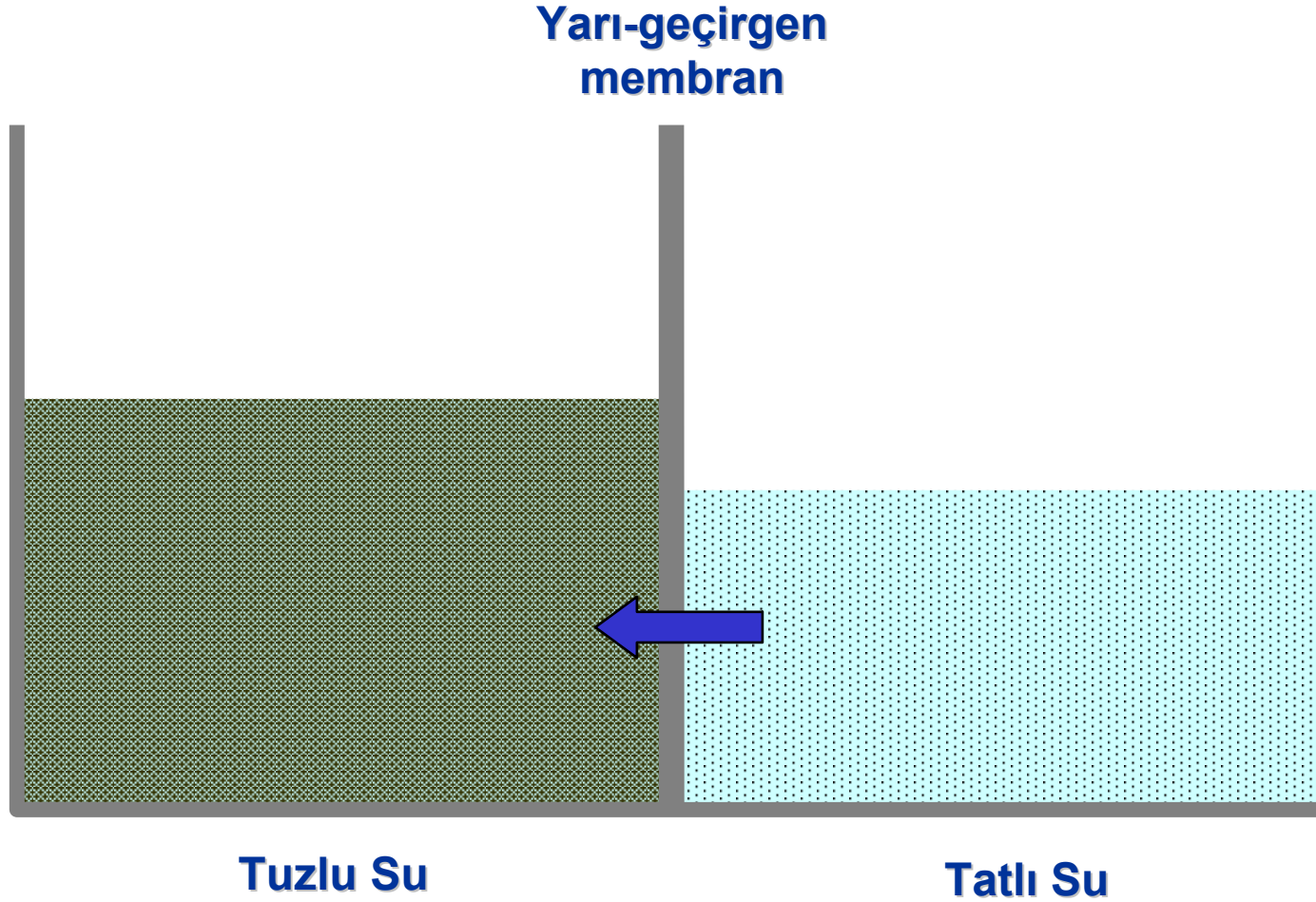
'Ozmoz' nedir ?

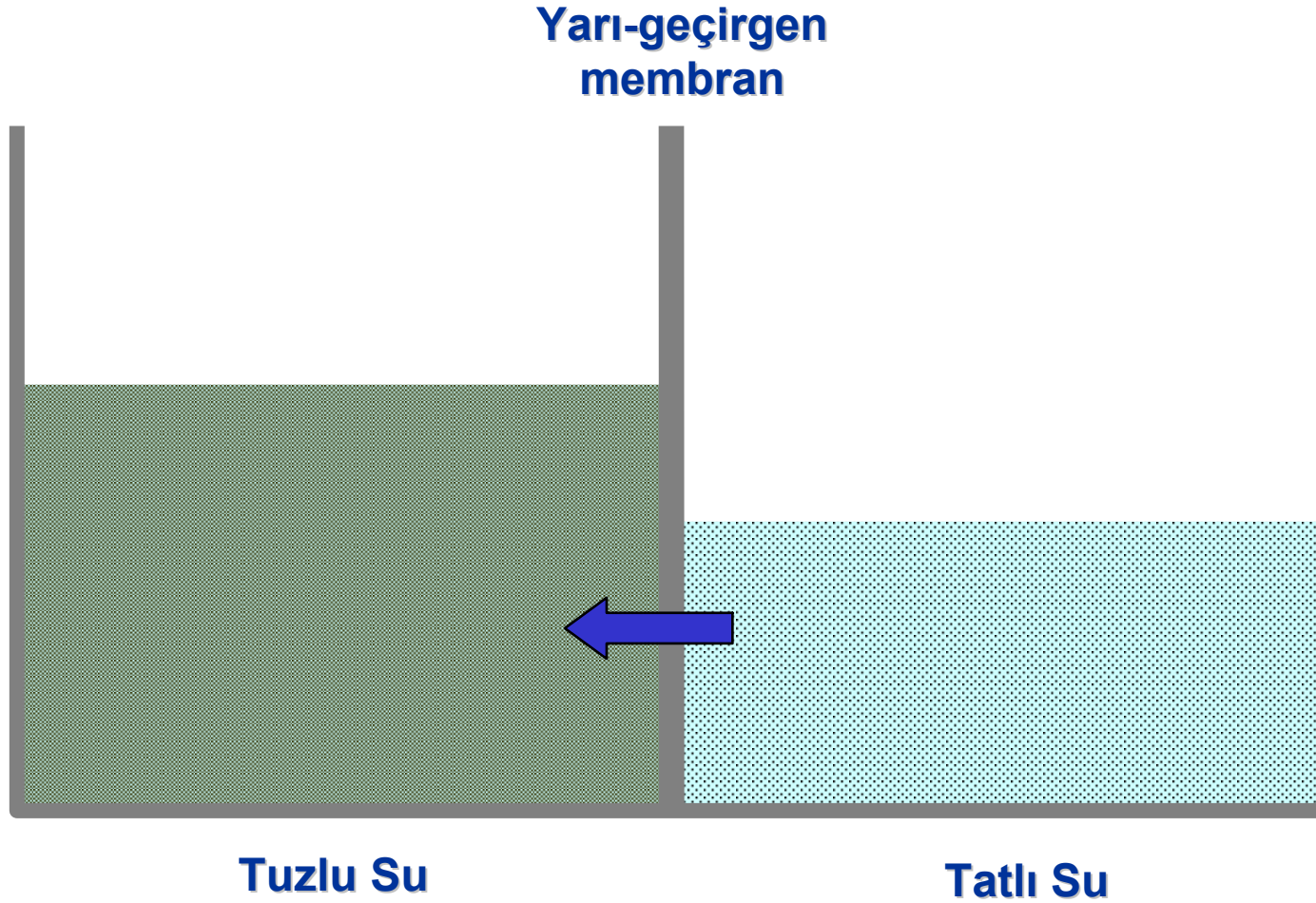
Bir çözücü maddenin (genellikle su) yarı-geçirgen bir membrandan daha konsantre bir çözeltiye geçerek, membranın her iki tarafındaki konsantrasyonu eşitlemeye çalışmasıdır.

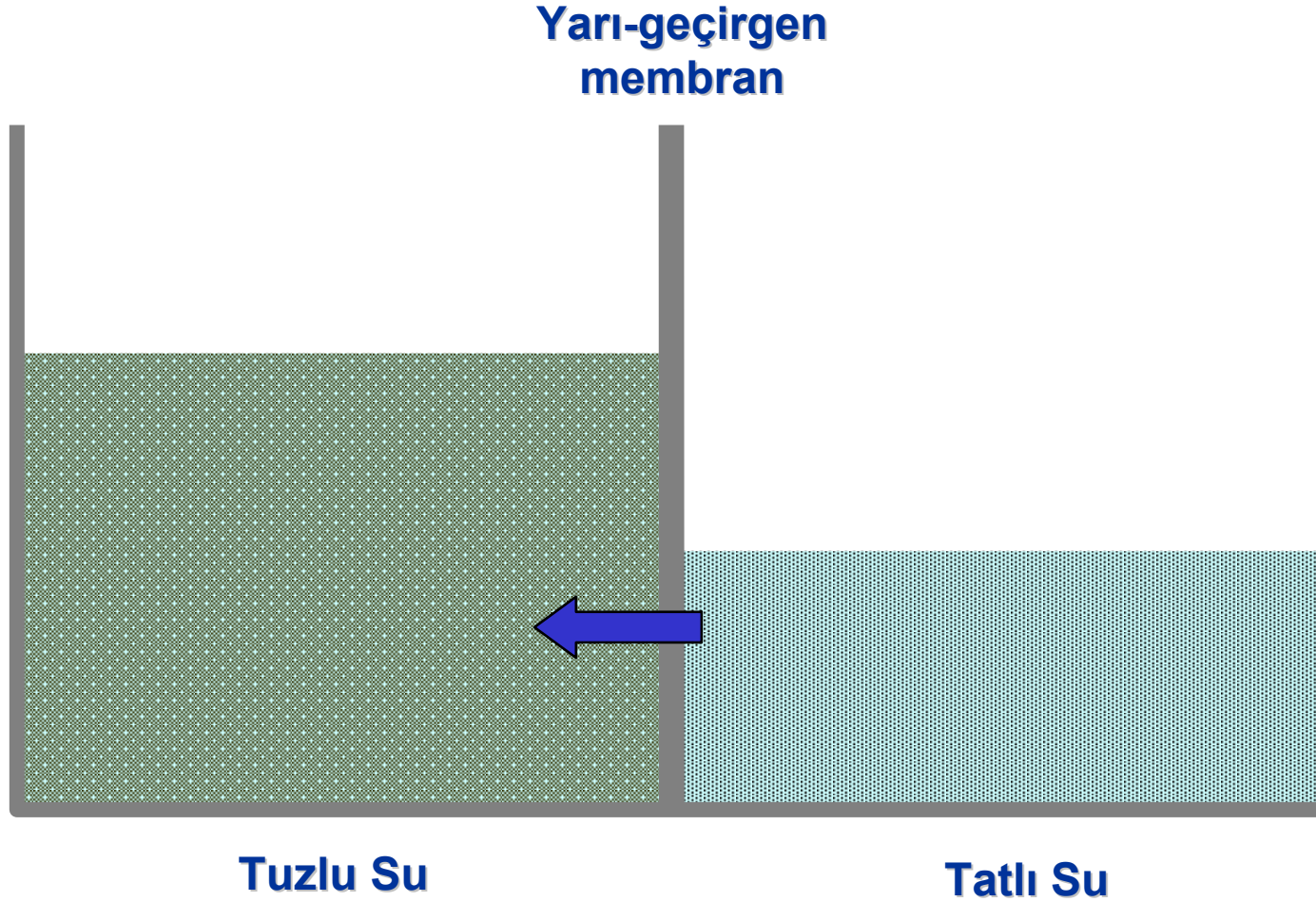


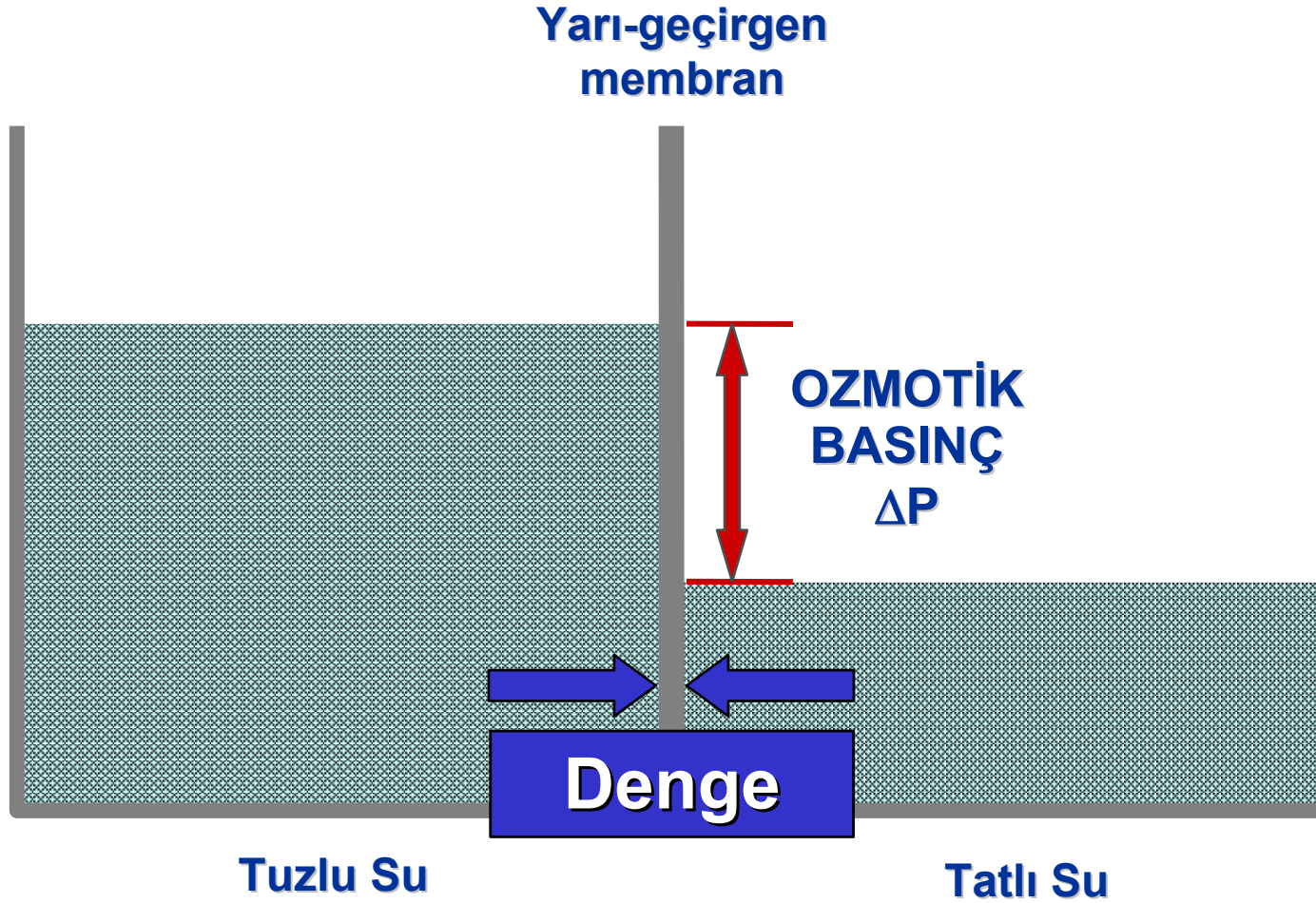


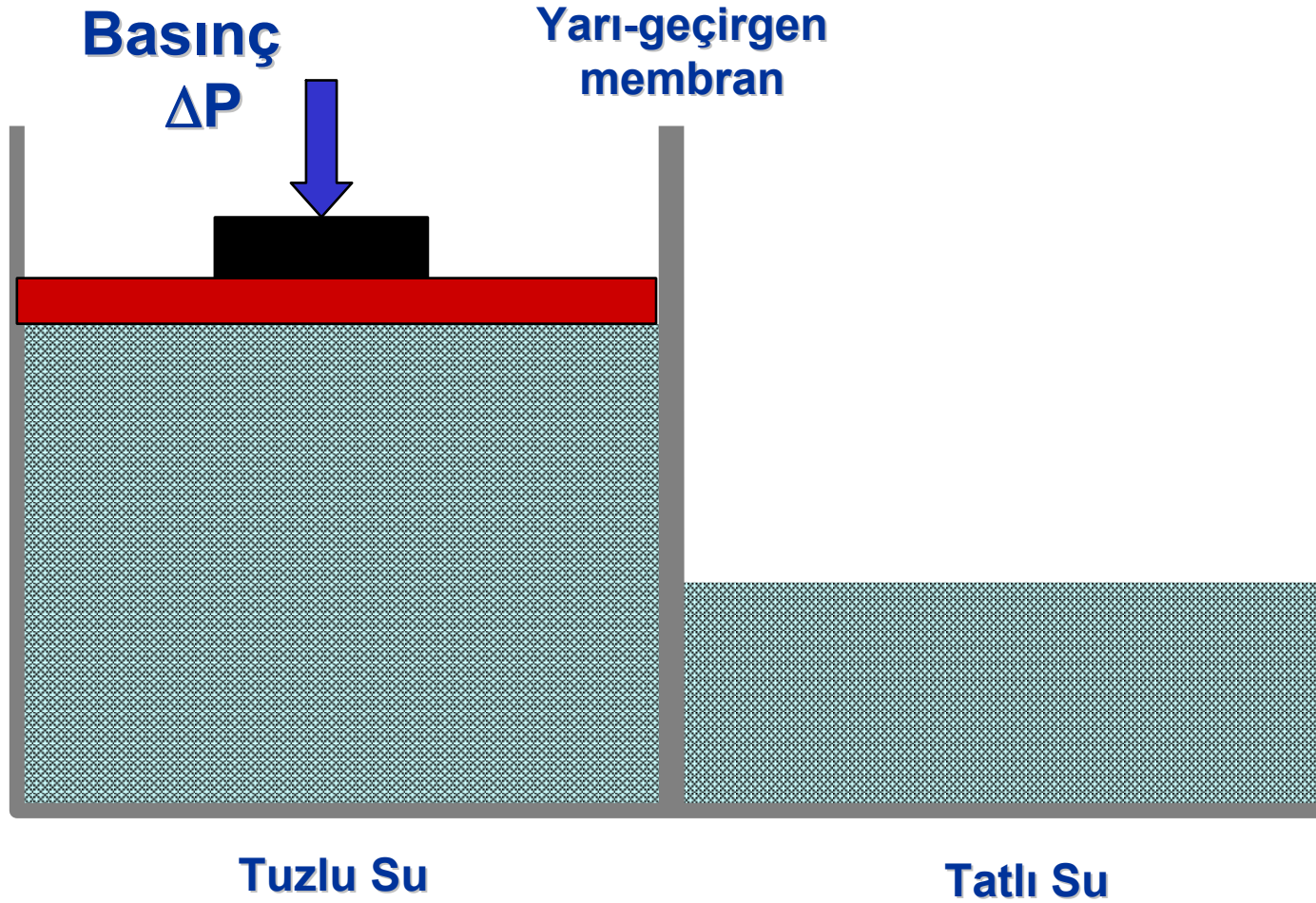


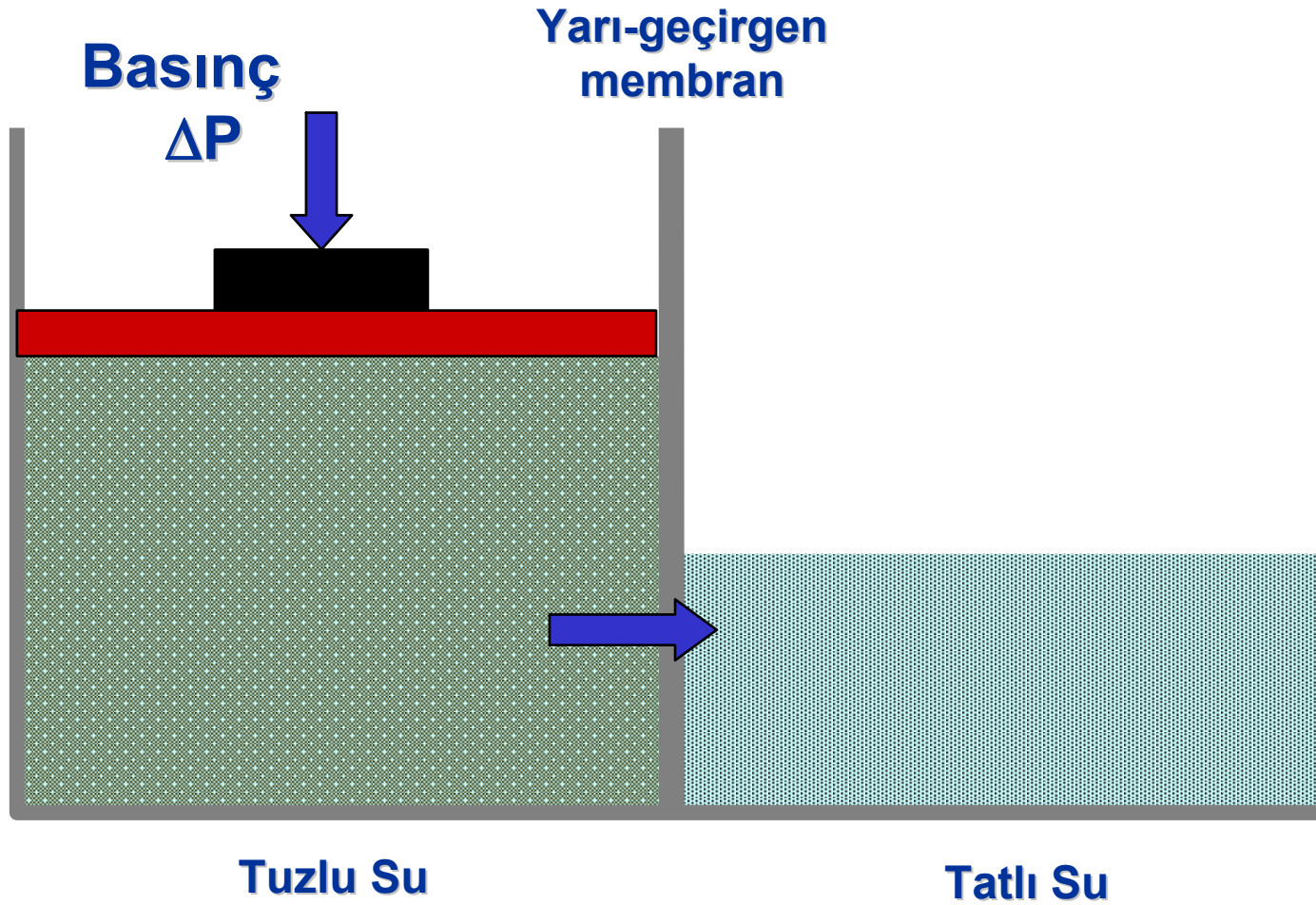


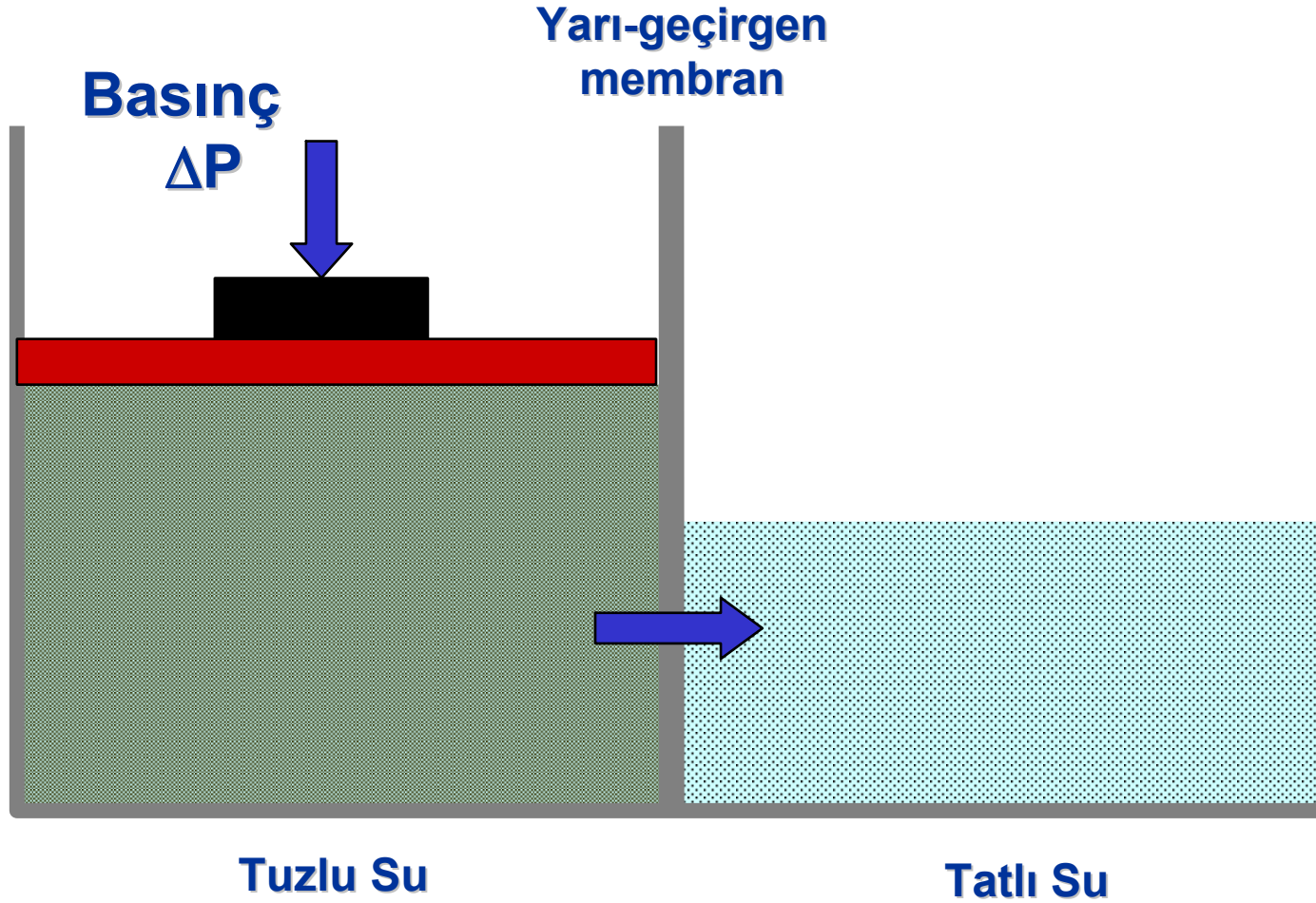


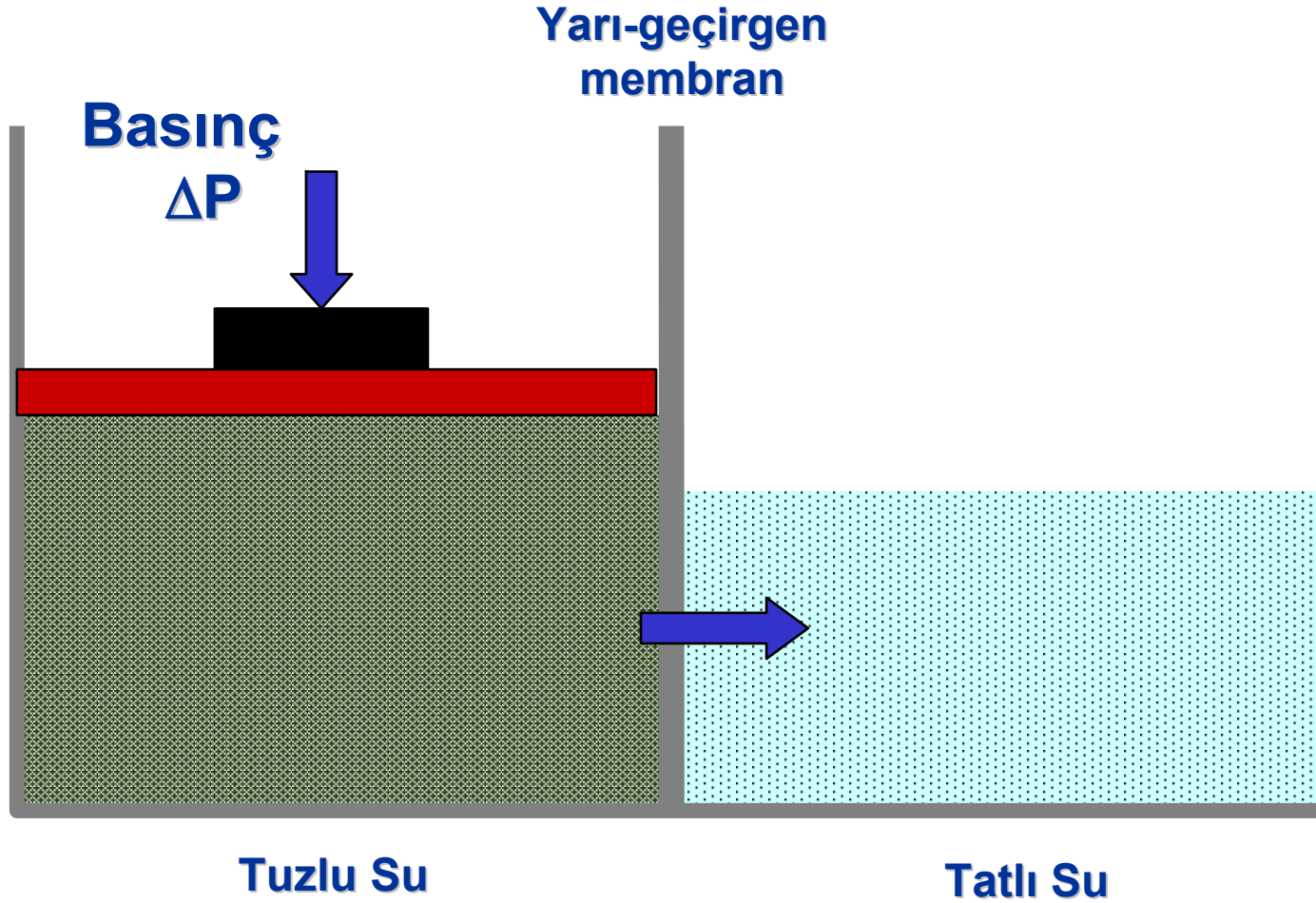


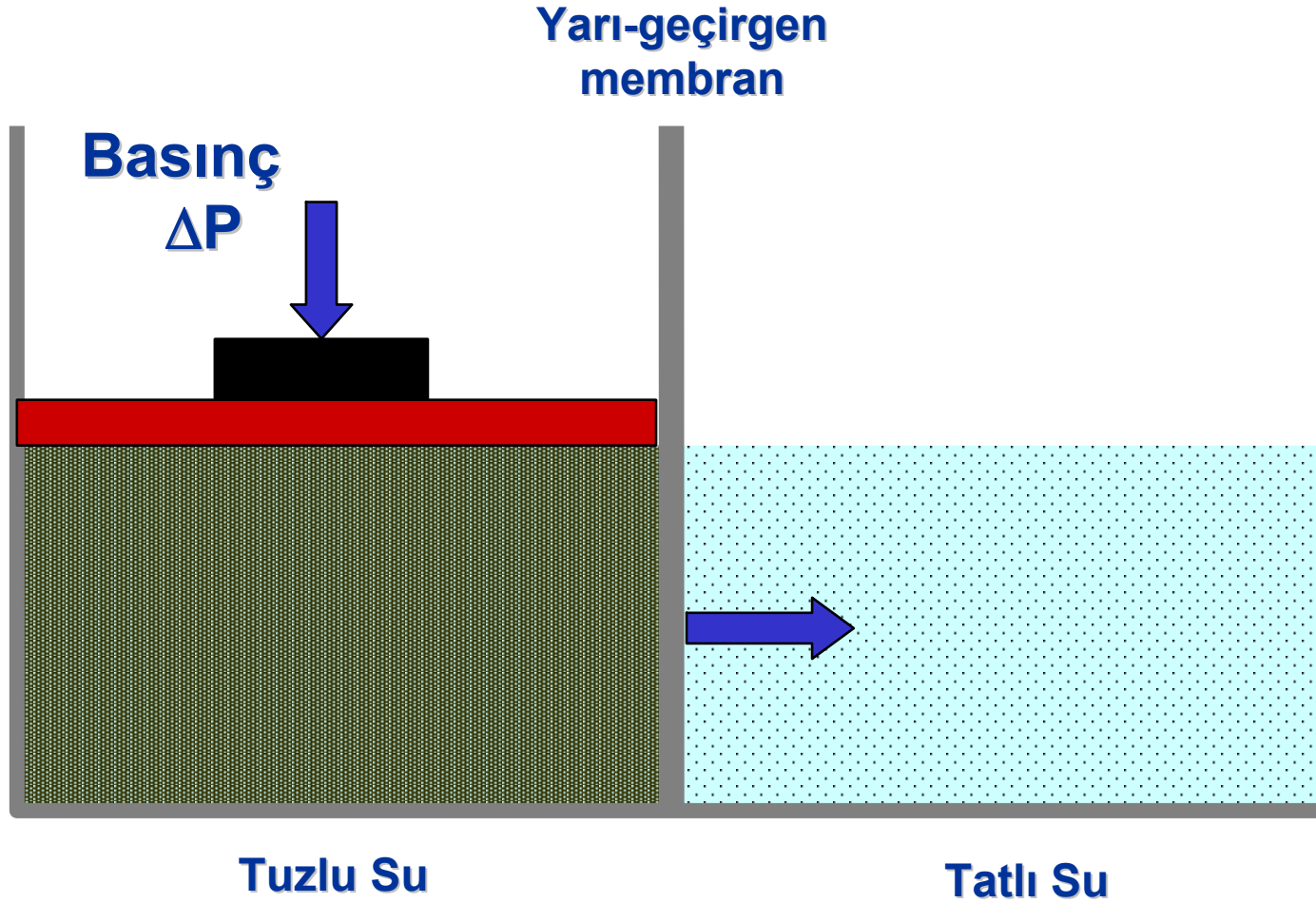


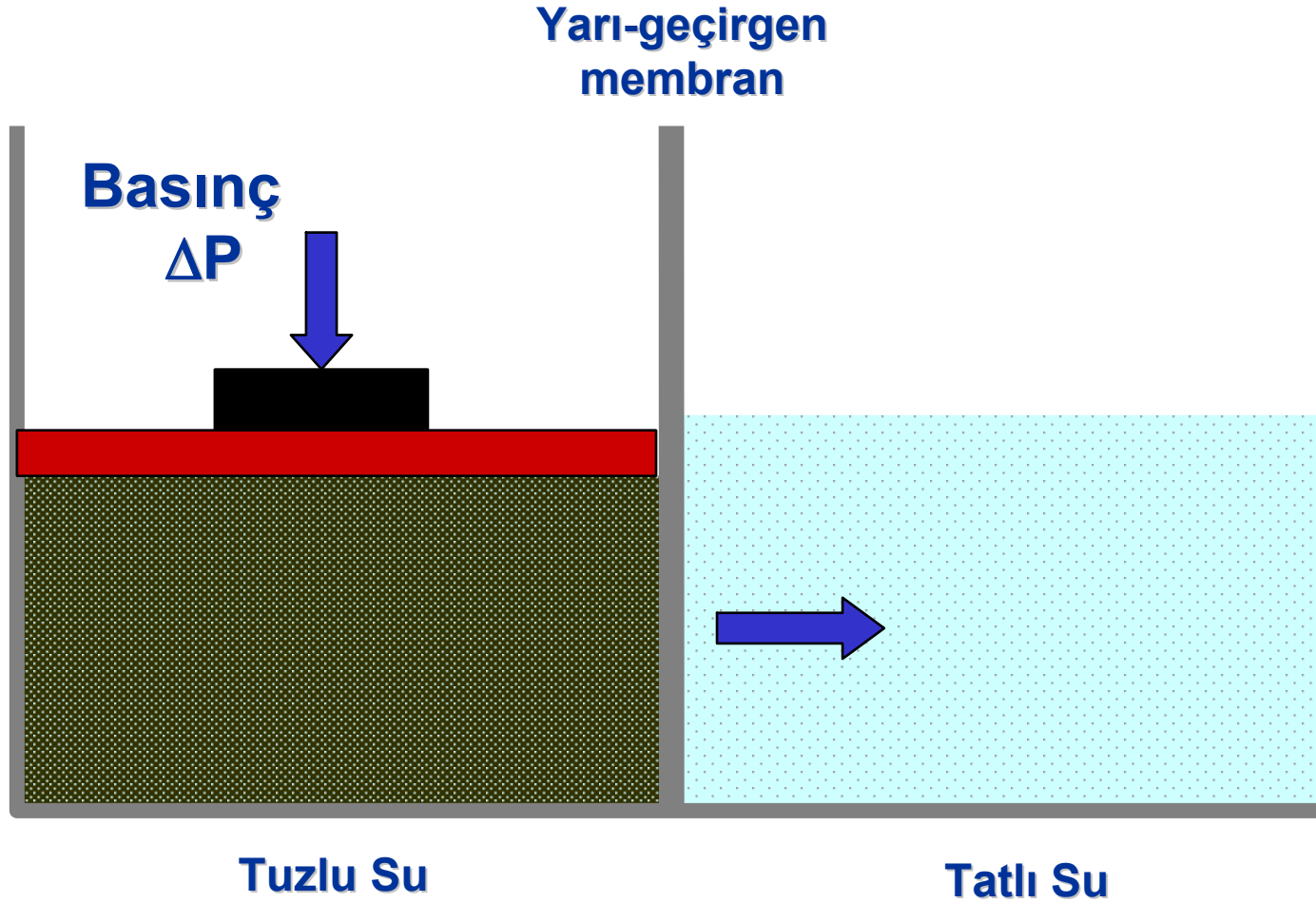


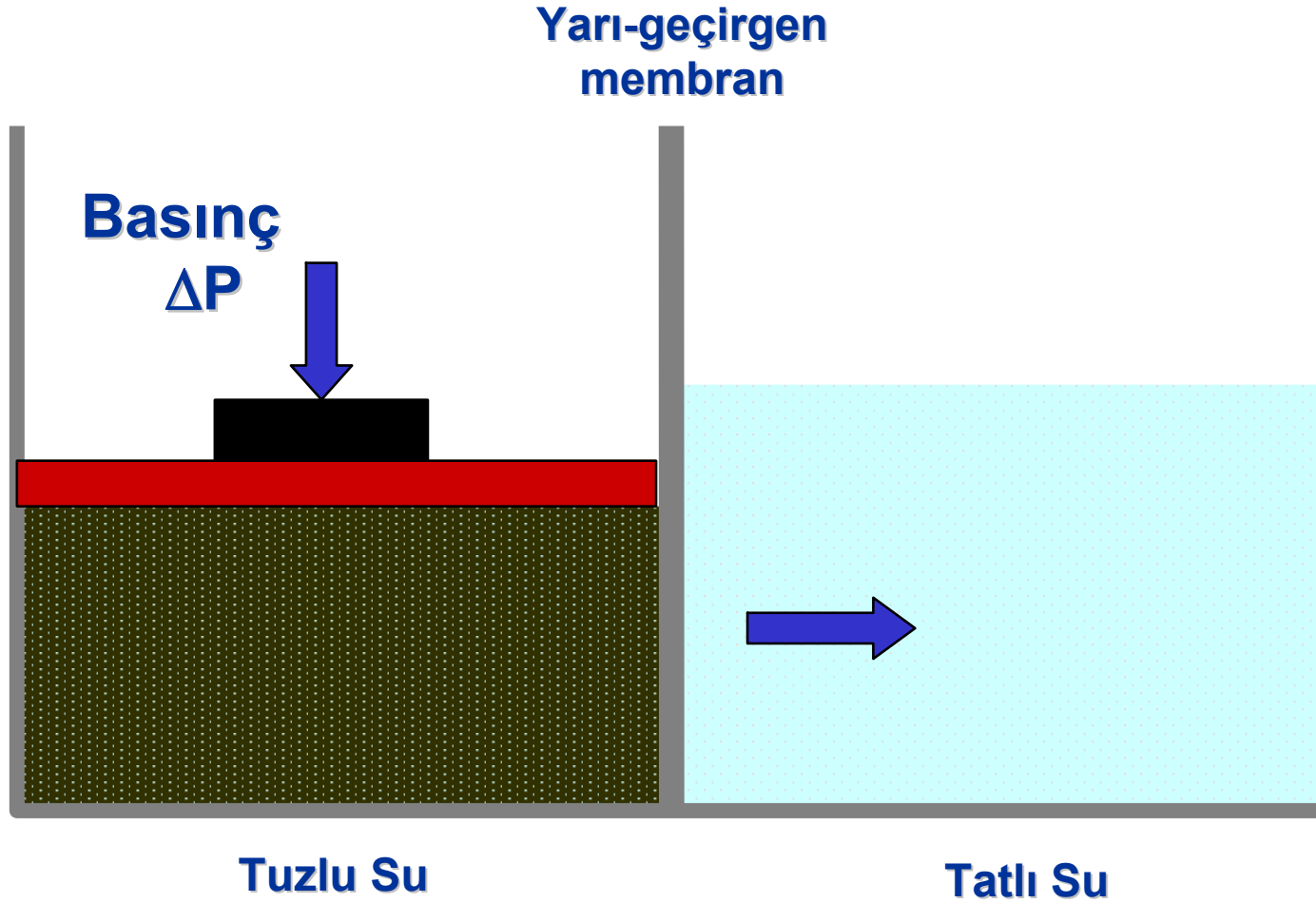


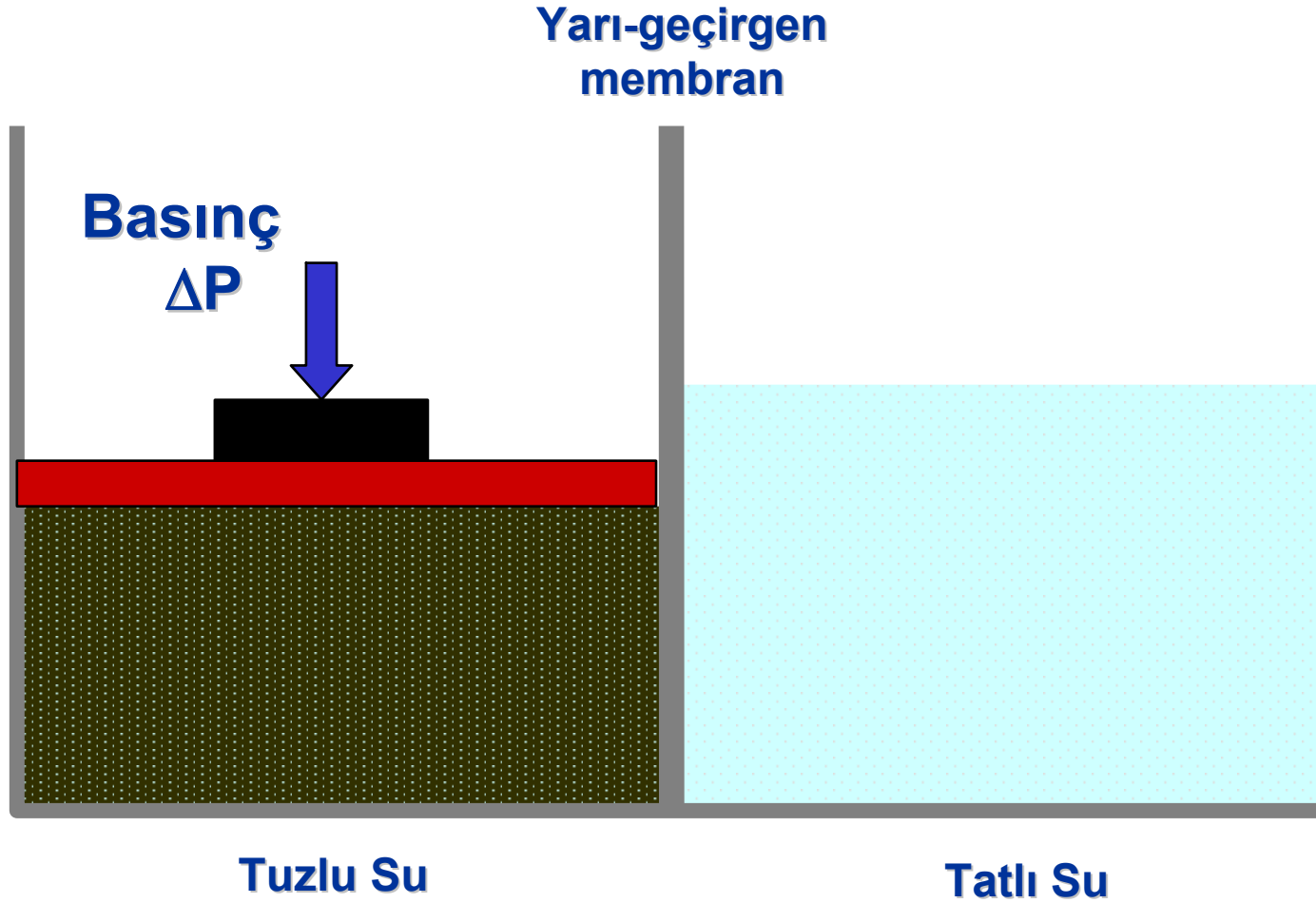












- Üretim
- Atık
- Dizi
- % Kazanım
- % Giderme
- SDI
- Sıcaklık kompensasyonu
- LSI



Üretim (permeate)

Ters ozmoz tarafından üretilen arıtılmış su.

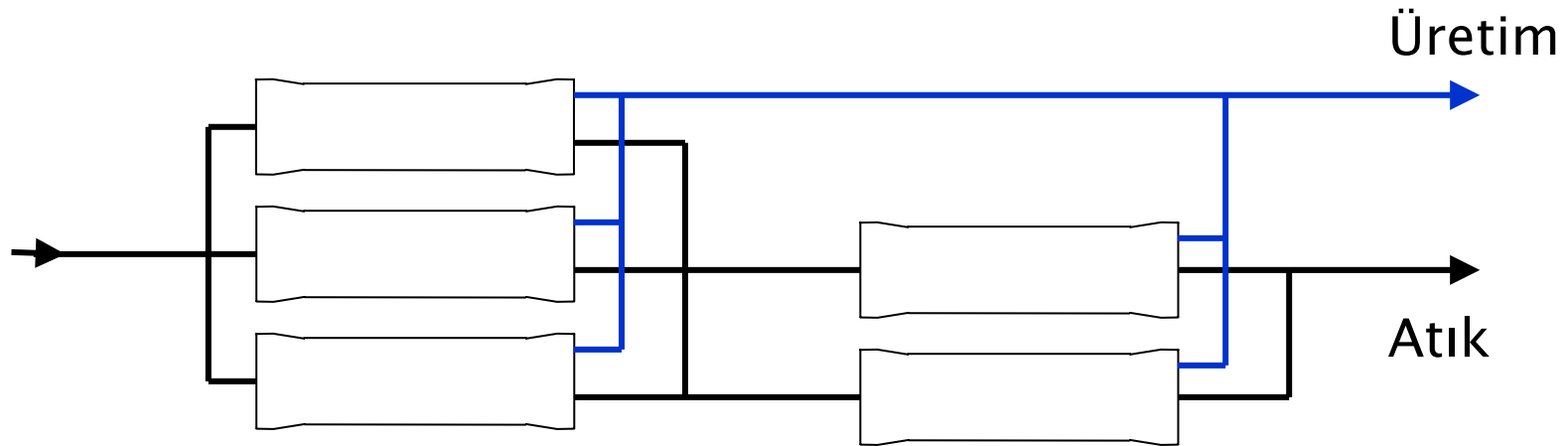
Atık (concentrate)

Ters ozmoz tarafından üretilen atık su.

Dizi (array)

Bir veya daha çok kademe içeren bir Ters Ozmoz prosesinin tasarım konfigürasyonu.

Örnek: 3:2 array



Kazanım (recovery)

Besleme suyundan kazanılan üretim suyu miktarının yüzdesi.

Formül:

$$\text{Üretim debisi} / \text{Besleme debisi} = \% \text{ Kazanım}$$

Örnek :

$$(30 \text{ m}^3/\text{saat}) / (40 \text{ m}^3/\text{saat}) = \underline{75\% \text{ kazanım}}$$

Tuz Giderim (rejection)

Ters Ozmoz membranından geçmeyen çözünmüş tuzların miktarının yüzdesi.

Formül:

$$\frac{\text{Besleme TDS} - \text{Üretim TDS}}{\text{Besleme TDS}} = \% \text{ Arıtım}$$

Örnek :

$$\frac{250 \text{ ppm} - 5 \text{ ppm}}{250 \text{ ppm}} = \underline{\underline{98\% \text{ Arıtım}}}$$

SDI – (Silt Density Index)

0,45 mikronluk filtre kağıdının tıkanma hızı ölçümü. SDI membranın tıkanma hızının öngörülmesi için kullanılan standart metoddur.

Membran Üreticileri, $SDI < 3$ tavsiye ederler.

SDI Hesaplanması

Formül:

$$(1 - T_i / T_f) \times 100 / T$$

Burada:

- T_i = 500 ml numune toplama süresi (saniye)
- T_f = 15 dk. Veya daha az zaman sonra 500 ml numune toplama süresi (saniye)
- T = Toplam test süresi, dk. (genellikle 15, fakat yüksek SDI sularda daha az olabilir)

SDI Hesaplanmasına Örnek:

$$T_i = 28 \text{ saniye}$$

$$T_f = 60 \text{ saniye}$$

$$T = 15 \text{ dakika}$$

$$(1 - 28/60) \times 100 / 15 =$$

$$(1 - 0.466) \times 100 / 15 =$$

$$(0.534) / 15 = \underline{\underline{3.56 \text{ SDI}}}$$

Sıcaklık Düzeltme Faktörleri

Sıcaklık °C	Düzeltme Faktörü	Sıcaklık °C	Düzeltme Faktörü
7	1,86	24	1,03
10	1,68	27	0,93
13	1,51	29	0,88
16	1,36	32	0,79
18	1,27	35	0,71
21	1,15	38	0,64
İstenen Debi x T _{cf} = Debi @ 25 °C			

Langlier Saturation Index (LSI)

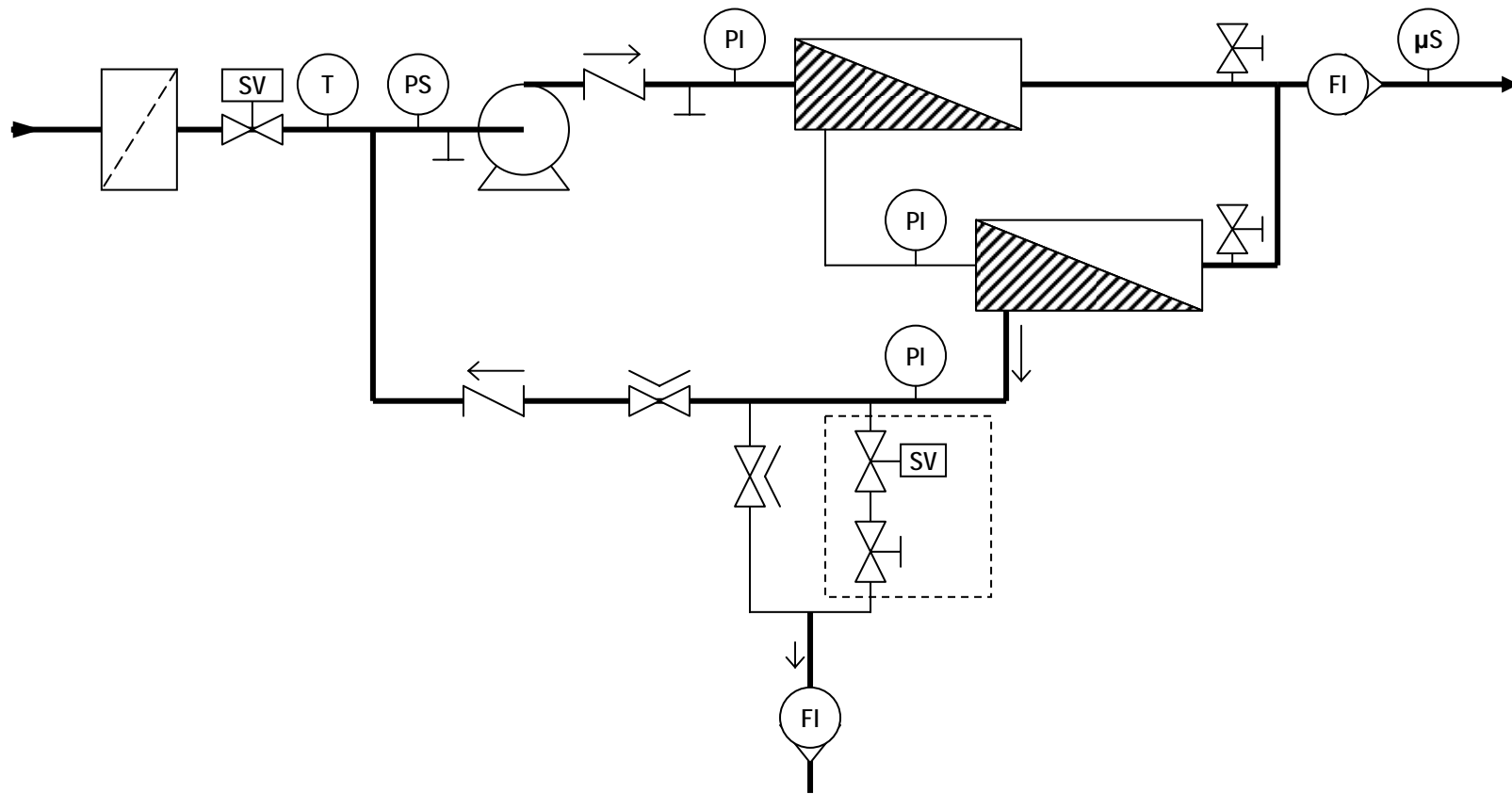
LSI suyun kireç yapıcı veya korozif olduğunu belirtir.

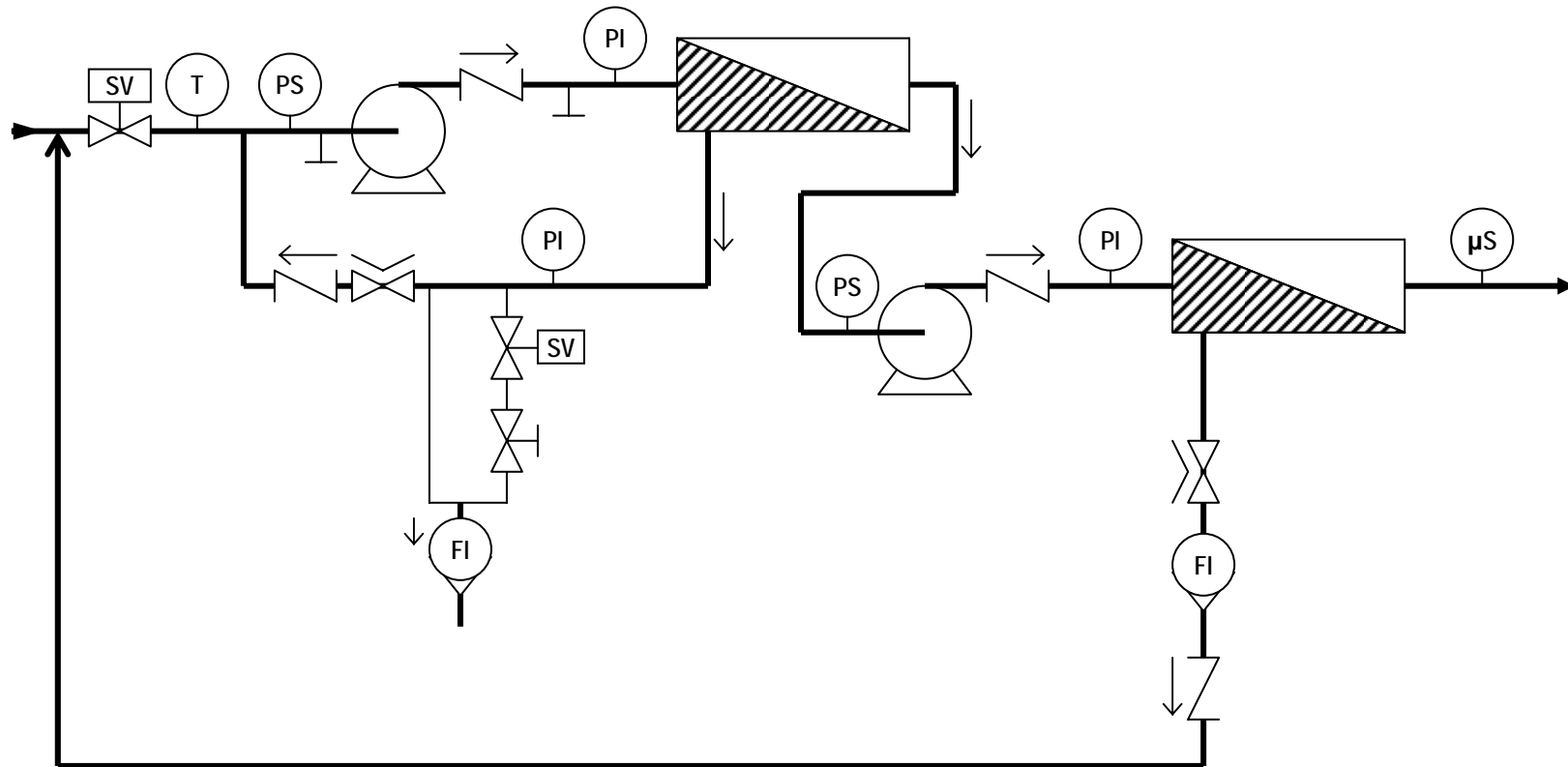
Formül:

$$LSI = pH_{(gözlenen)} - pH_s$$

Burada,

$$pH_s = 11.6 - F_{Ca} - F_{alk}$$





ROSA System Selection and Data Entry

File Options Calculation Help

Project Name: **Proje 503**

Case Number: **5** **Add** **Remove**

System Perm Flow: **6,25** m³/h

System Feed Flow: **8,93** m³/h

System Recovery: **70,00** %

Water: **Well Water SDI < 3** Total Number of Feed Streams: **1**

Ionic Analysis Feed Pct: **100,0** % Feed Number: **1**

Ions	mg/l	ppm CaCO ₃	meq/l	Total Conc.
Ammonium (NH ₄)	0,000	0,000	0,000	0,00
Potassium (K)	20,000	25,574	0,511	20,00
Sodium (Na)	60,000	130,492	2,610	60,00
Magnesium (Mg)	30,000	123,396	2,468	30,00
Calcium (Ca)	60,000	149,701	2,994	60,00
Strontium (Sr)	0,000	0,000	0,000	0,00
Barium (Ba)	0,000	0,000	0,000	0,00
Carbonate (CO ₃)	0,306	0,510	0,010	0,31
Bicarbonate (HCO ₃)	100,000	81,961	1,639	100,00
Nitrate (NO ₃)	12,000	9,677	0,194	12,00
Chloride (Cl)	150,000	211,548	4,231	150,00
Fluoride (F)	0,000	0,000	0,000	0,00
Sulfate (SO ₄)	120,000	125,000	2,500	120,00
Silica (SiO ₂)	5,000	n.a.	n.a.	5,00
Boron (B)	0,000	n.a.	n.a.	n.a.

☒ Specify individual solutes

TDS: **557,3** mg/l

Feed Temp.: **20,0** °C

Feed pH: **7,6**

Feed: **8,93** m³/h

Charge Balance:

Cations: **8,58**

Anions: **8,57**

Balance: **0,01**

Add Chloride

Add Sulfate

Adjust Cations

Adjust Anions

Adjust All Ions

Note: Any changes in raw feed water composition will affect scaling calculation. Please review scaling calculation.

Unit set used: m³/h (Flow); bar (pressure) C:\Documents and Settings\İbrahim gürkan\Desktop\Proje 503 12.02.2005

ROSA System Selection and Data Entry

File Options Calculation Help

Project Name:

Case Number:

System Perm Flow: m3/h

System Feed Flow: m3/h

System Recovery: %

Scaling Calculation Options

☒ No Chemicals Added

☐ User Adjusted pH Values

☐ Ion Exchange Softening

Messages:

Antiscalants are required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Recovery: %

Temp.: C

Used In Calculation:

☒ Original Feed

☐ Adjusted Feed

	Feed	Adj. Feed	Concentrate
pH	7,6	7,6	8,12
LSI	-0,311	-0,311	1,199
Stiff & Davis Index	0,225	0,225	1,310
TDS (mg/l)	557,3	557,6	1859
Ionic Strength (molal)	0,0126	0,0126	0,042
HCO3 (mg/l)	100,00	100,00	333,33
CO2 (mg/l)	3,41	3,41	3,41
CO3 (mg/l)	0,31	0,31	1,02
CaSO4 (% Saturation)	1,74	1,74	12,11
BaSO4 (% Saturation)	0,0	0,0	0,0
SrSO4 (% Saturation)	0,0	0,0	0,0
CaF2 (% Saturation)	0,0	0,0	0,0
SiO2 (% Saturation)	4,35	4,35	12,31
Mg(OH)2 (% Saturation)	0,0016	0,0016	0,060

Unit set used: m3/h (Flow); bar (pressure)

C:\Documents and Settings\İbrahim gürkan\Desktop\Proje 503 12.02.2005

ROSA System Selection and Data Entry

File Options Calculation Help

Project Name: **Proje 503**

Case Number: **5** **Add** **Remove**

System Perm Flow: **6,25** m³/h

System Feed Flow: **8,93** m³/h

System Recovery: **70,00** %

of Pass(es): **1**

Current Pass: **Pass 1**

Configuration for Pass 1

Number of Stages In Pass: **2**

Perm Flow: **6,25** m³/h

Recovery: **70,00** %

Fouling Factor: **0,85**

Feed Flow: **8,93** m³/h

Operating Temp: **20,0** C

Perm Flux: **25,49** lnh

Recirculation Loops

☐ Blend Permeate

☒ Pass 1 Conc. to Pass 1 Feed: **1,00** m³/h

Configuration for Stage 1 in Pass 1

Select a Stage in the Pass: **Stage 1**

Feed Pressure: **None** bar

Back Pressure: **None** bar

Pump Efficiency: **80** %

Same Back Pressure for all stages: ☒

Number of Pressure Vessels in Stage: **1**

Number of Elements in Each Vessel: **3**

Total Number of Elements in Stage: **3**

Product Name: **XLE-440** **Specs**

Use the Same Element in the pass: ☒

System Configuration

Perform Calculations

Unit set used: m³/h (Flow); bar (pressure)

C:\Documents and Settings\İbrahim gürkan\Desktop\Proje 503\ 12.02.2005



Bilgisayar Projeksiyonları

Project Information:

System Details

Feed Flow to Stage 1	9,93 m ³ /h	Pass 1 Permeate Flow	6,25 m ³ /h	Osmotic Pressure:	
Raw Water Flow to System	8,93 m ³ /h	Pass 1 Recovery	70,00 %	Feed	0,30 bar
Feed Pressure	6,49 bar	Feed Temperature	20,0 C	Concentrate	0,94 bar
Fouling Factor	0,05	Feed TDS	557,64 mg/l	Average	0,62 bar
Chem. Dose	None	Number of Elements	6	Average NDP	4,71 bar
Total Active Area	245,26 M ²	Average Pass 1 Flux	25,49 l/mh	Power	2,24 kW
Water Classification: Well Water SDI < 3				Specific Energy	0,36 kWh/m ³

Stage	Element	#PV	#Ele	Feed Flow (m ³ /h)	Feed Press (bar)	Recirc Flow (m ³ /h)	Conc Flow (m ³ /h)	Conc Press (bar)	Perm Flow (m ³ /h)	Avg Flux (l/mh)	Perm Press (bar)	Boost Press (bar)	Perm TDS (mg/l)
1	XLE-440	1	2	9,93	6,15	1,00	6,41	5,39	3,52	28,72	0,00	0,00	9,93
2	XLE-440	1	3	6,41	5,05	0,00	3,68	4,66	2,73	22,25	0,00	0,00	19,86

Pass Streams (mg/l as Ion)									
Name	Feed	Adjusted Feed		Concentrate		Permeate		Stage 1	Total
		Initial	After Recycles	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	20,00	20,00	24,34	37,09	62,79	1,14	2,42	1,70	1,70
Na	60,00	60,00	73,72	113,64	196,07	1,11	2,52	1,72	1,72
Mg	20,00	20,00	26,96	37,13	99,84	0,27	0,61	0,48	0,48
Ca	60,00	60,00	73,92	114,27	198,14	0,32	1,19	0,81	0,81
Si	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₃	0,31	0,31	0,48	1,14	3,17	0,00	0,00	0,00	0,00
HCO ₃	100,00	100,00	122,93	189,06	325,01	1,22	2,58	1,81	1,81
NO ₃	12,00	12,00	14,36	21,46	35,12	1,44	3,04	2,14	2,14
Cl	150,00	150,33	184,86	285,14	492,50	2,41	5,46	3,74	3,74
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO ₄	120,00	120,00	147,93	228,80	397,16	0,79	1,81	1,24	1,24
Boron	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	2,00	2,00	6,14	9,46	16,31	0,11	0,22	0,16	0,16
CO ₂	3,41	3,41	3,41	3,73	4,47	3,41	3,80	3,59	3,59
TDS	557,21	557,64	685,65	1057,18	1825,40	9,02	19,86	13,75	13,75
pH	7,60	7,60	7,60	7,81	7,93	5,80	6,06	5,94	5,94

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

Antiscalants may be required. Consult your antiscalant manufacturer for dosing and maximum allowable system recovery.

Stage Details

Stage	Element	Recovery	Perm Flow (m ³ /h)	Perm TDS (mg/l)	Feed Flow (m ³ /h)	Feed TDS (mg/l)	Feed Press (bar)
Stage 1	1	0,13	1,04	7,07	9,93	685,65	6,15
	2	0,13	1,17	8,92	8,69	782,78	5,84
	3	0,15	1,11	11,12	7,51	993,33	5,59
Stage 2	1	0,15	0,97	14,87	6,41	1057,18	5,05
	2	0,17	0,91	19,37	5,43	1243,81	4,88
	3	0,19	0,84	26,16	4,52	1490,08	4,76

Scaling Calculations

	Raw Water	Adjusted Feed	Concentrate
pH	7,60	7,60	7,93
Langelier Saturation Index	-0,31	-0,31	0,99
Stiff & Davis Stability Index	0,23	0,23	1,10
Ionic Strength (Molal)	0,01	0,01	0,04
TDS (mg/l)	557,21	557,64	1825,40
HCO ₃	100,00	100,00	325,01
CO ₂	3,41	3,41	4,47
CO ₃	0,31	0,31	3,17
CaSO ₄ (% Saturation)	1,74	1,74	11,99
BaSO ₄ (% Saturation)	0,00	0,00	0,00
SrSO ₄ (% Saturation)	0,00	0,00	0,00

Design Warnings

-None-

Solubility Warnings

Langelier Saturation Index > 0

Stiff & Davis Stability Index > 0

Antiscalants may be required.

PermaCare International - R011.2 Brackish water

Load Save Save As Type of Water Print Screen Exit

Options R011.2 Site details Analysis

Izmir 2H

Enter water analysis :- mg/litre

CATIONS		ANIONS	
Calcium	64,4	Sulphate	83,0
Magnesium	49,31	Chloride	152,8
Sodium	103,6	Fluoride	0,0
Potassium	0,0	Bicarbonate	143,0
Barium	0,00	Carbonate	0,47
Strontium	0,0	Nitrate	11,85
Iron	0,05	Silica	95,8
(in feed)			

Next

PermaCare International - R011.2 Brackish water

Save Save As Print Report Print Chart Print chart 1 & 2 Print Screen Exit

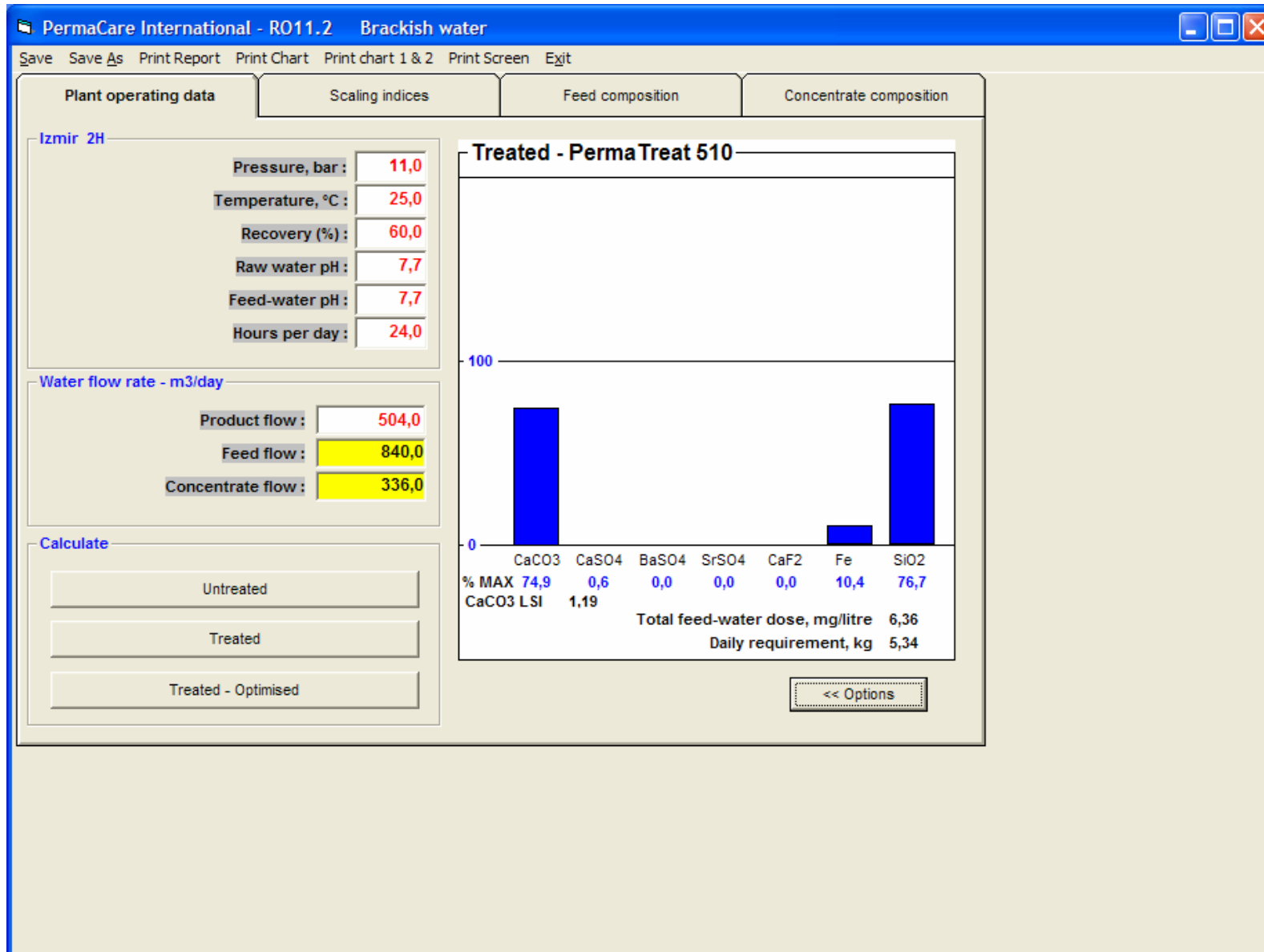
Plant operating data Scaling indices **Feed composition** Concentrate composition

Izmir 2H
Treated

CATIONS		ANIONS	
	mg/litre		mg/litre
Calcium	64.4	Sulphate	83.0
Magnesium	49.3	Chloride	152.8
Sodium	103.6	Fluoride	0.0
Potassium	0.0	Bicarbonate	142.9
Barium	0.00	Carbonate	0.5
Strontium	0.0	CO2	3.6
Iron	0.05	Nitrate	11.9
H2SO4 added	0.00	Silica	95.8

Calculated values

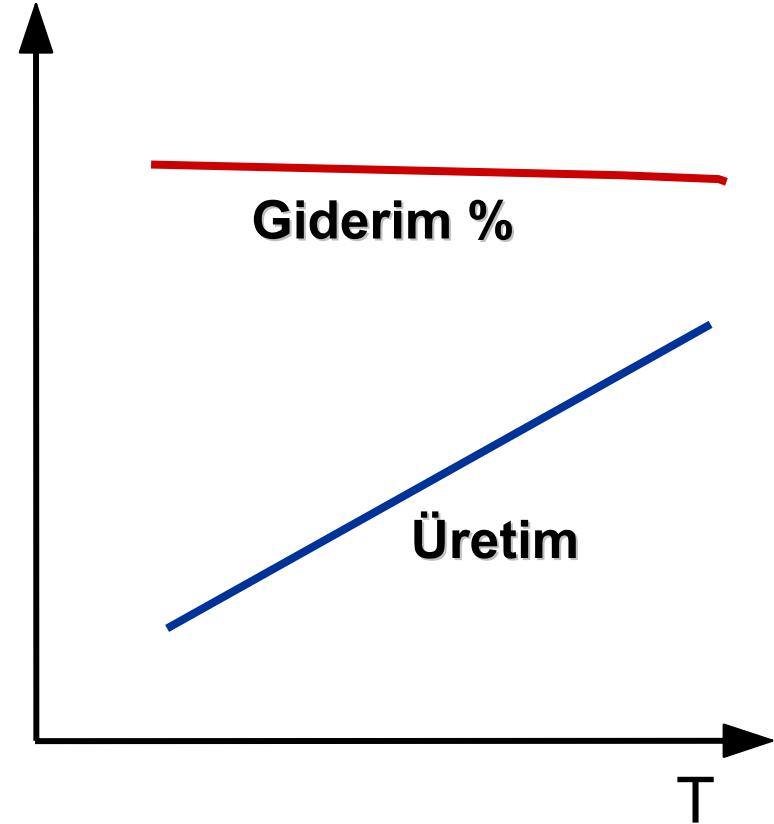
PermaTreat 510	6.36	mg/litre
pH :	7.7	
TDS :	704.3	mg/litre
Ionic Strength :	0.02	



Membran Tipi	TDS	Debi	Basınç	TDS Giderme Yüzdesi
BW	2000 ppm	40 m ³ /gün	16,0 bar	%99,5
BWLE	2000 ppm	44 m ³ /gün	10,0 bar	%99,0
XLE	500 ppm	48 m ³ /gün	6,9 bar	%99,0
FR	2000 ppm	40 m ³ /gün	15,5 bar	%99,5

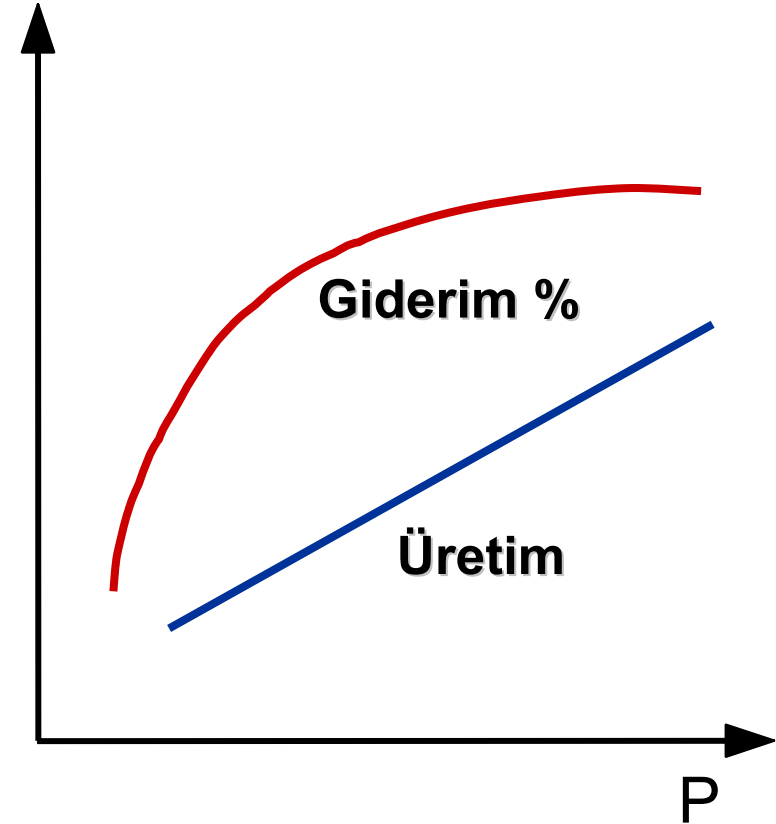
Sıcaklık

Düşük sıcaklıklarda, su yoğunluğu daha yüksektir, ve bu yüzden, membrandan geçirebilmek için daha fazla basınç gerektirir.



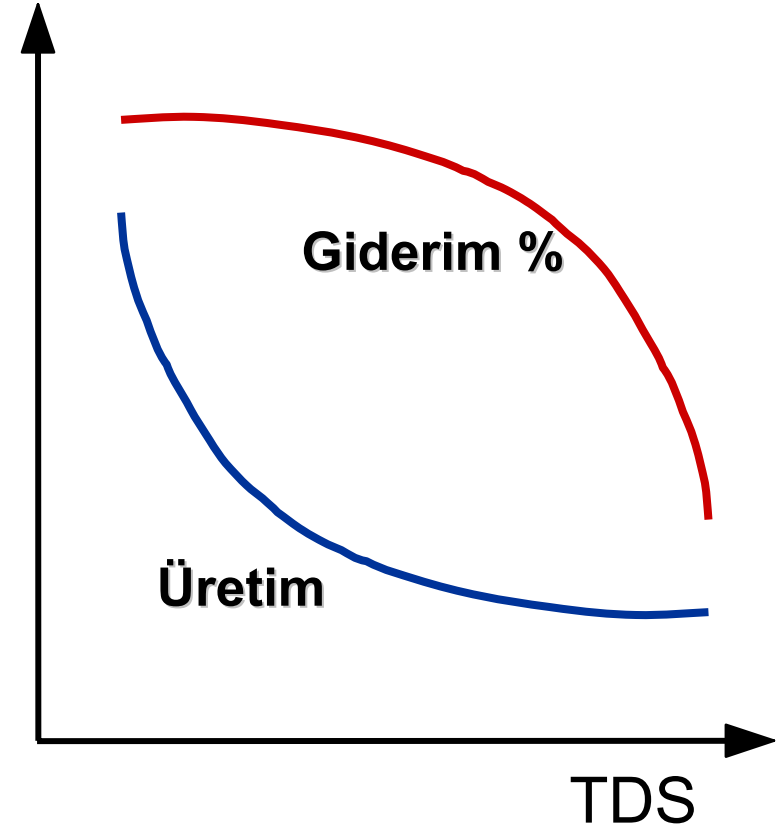
Basınç

Yüksek basınçlar
üretilen suyun
kalitesini ve miktarını
artırır.



TDS

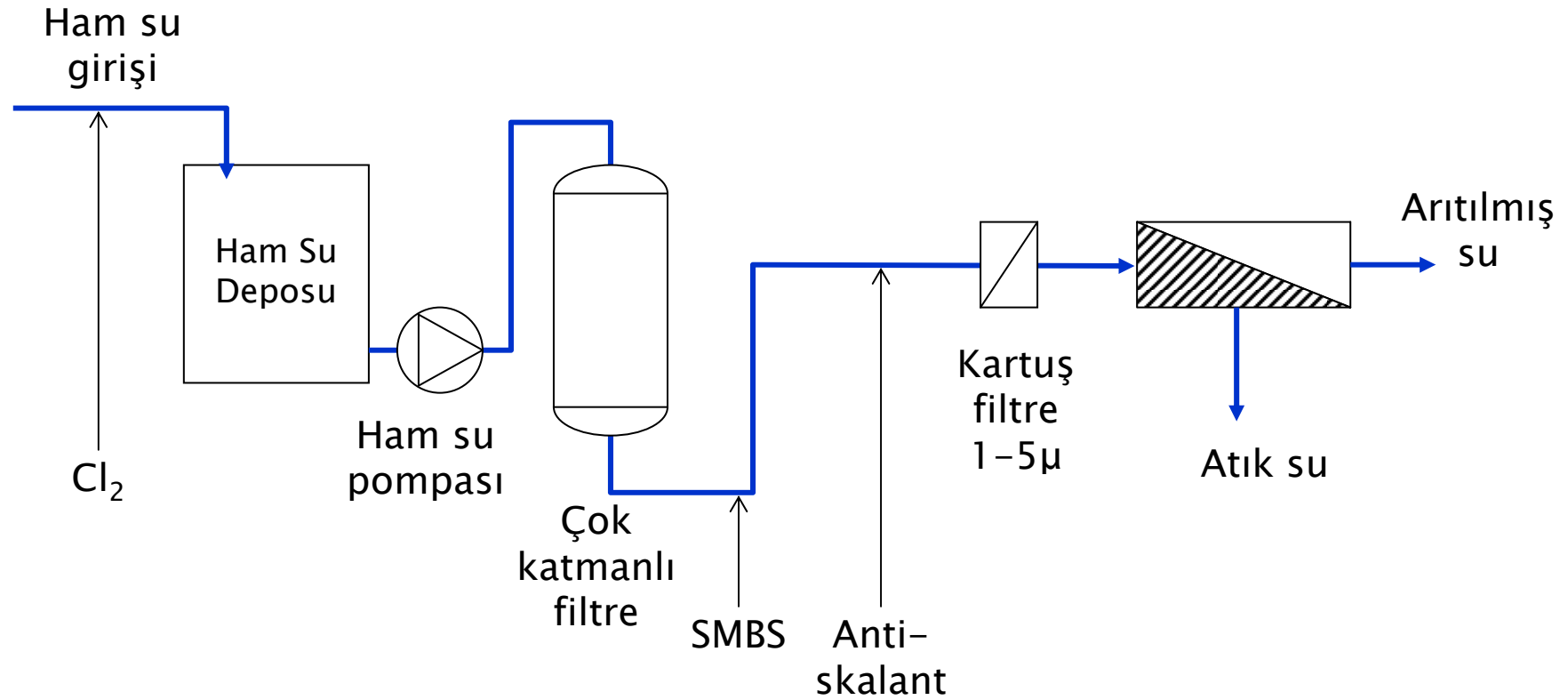
Yüksek TDS (toplam çözünmüş katı madde) doğal ozmotik basıncı yükseltir; bu da suyun membrandan geriye doğru akış eğilimini artırır.

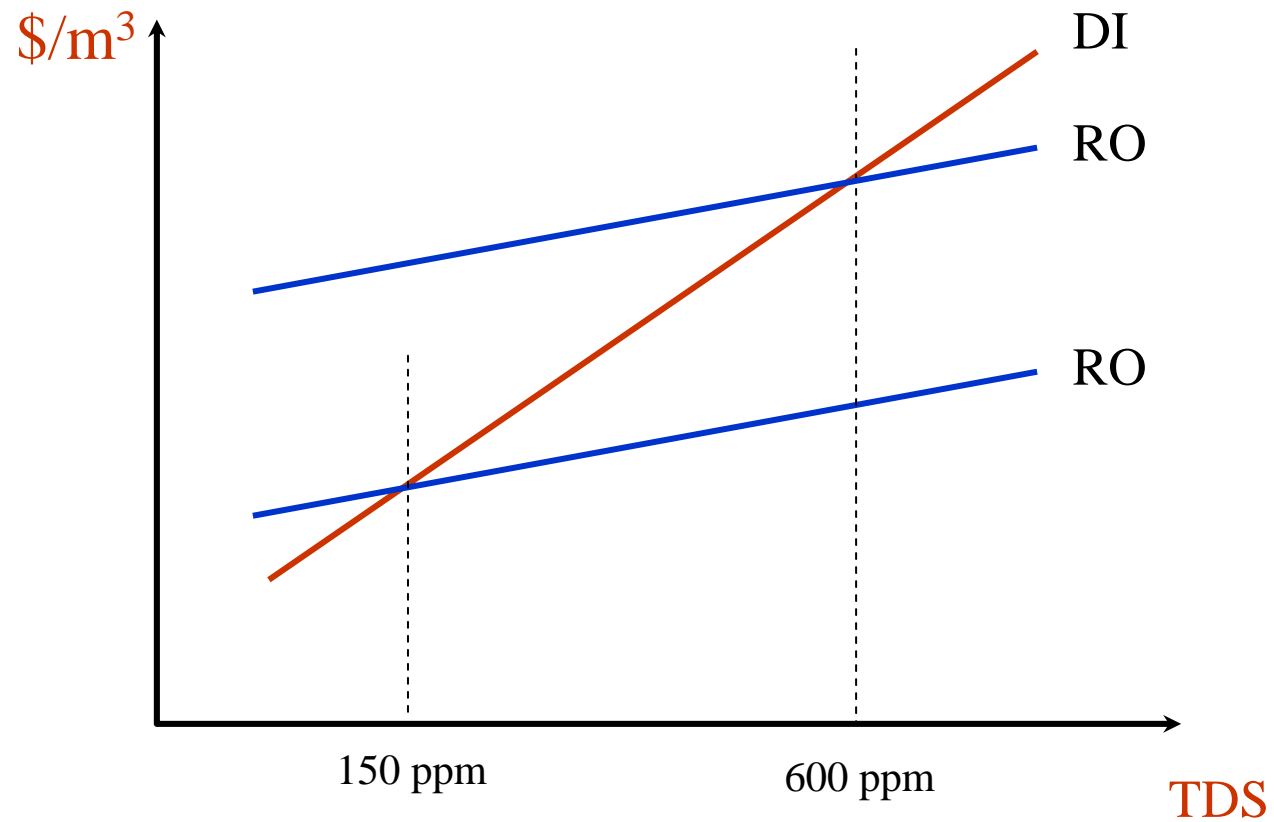




R.O. Performans Faktörleri

	Sıcaklık		Basınç		TDS	
	↑	↓	↑	↓	↑	↓
Üretim	↑	↓	↑	↓	↓	↑
Kalite	—	—	↑	↓	↓	↑





Açıklama	Ters Ozmoz	Demineralizer
Kimyasal ve sarf malzemeleri	0,08 –YTL/m ³	1,10 –YTL/m ³
Enerji	0,10 –YTL/m ³	–
TOPLAM	0,18 –YTL/m ³	1,10 –YTL/m ³

Kazan besleme suyu arıtımı

Buhar üretimi	=	200 ton/gün
Ham su kalitesi	=	1300 µS
RO suyu kalitesi	=	40 µS
Blöf	=	47,8 m ³
RO sonrası blöf	=	1,34 m ³
Yakıt tasarrufu	=	183-€/gün
RO işletme maliyeti	=	15-€/gün
Net tasarruf	=	168-€/gün
	=	<u>66.000-€/yıl</u>

Membran tıkanması :

- Mikroorganizma.
- Silt.
- İnorganik Tuzlar (SiO_2 , CaCO_3 , BaSO_4 , CaF_2 , CaSO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, ...)

Ne zaman yıkanır ?

Debi %10 azalınca veya basınç %10 artınca yıkama yapılması gerekir.

Teşekkür Ederiz

Aqua **STAR**