

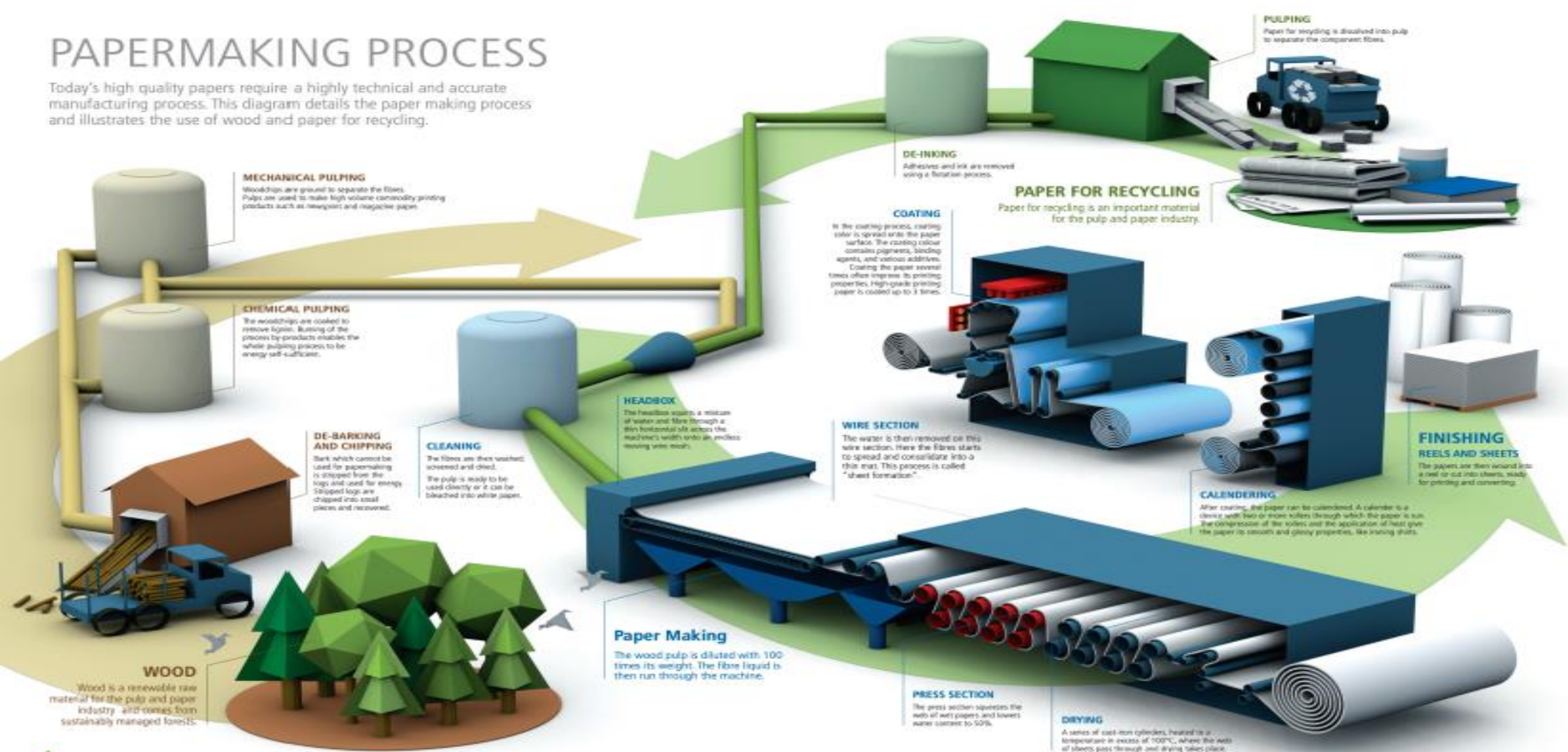
# Kağıt Karton Sektöründe Su ve Atıksu Yönetimi/Geri Kazanım Teknolojileri

Dr. Türker Türken

İstanbul Teknik Üniversitesi

# PAPERMAKING PROCESS

Today's high quality papers require a highly technical and accurate manufacturing process. This diagram details the paper making process and illustrates the use of wood and paper for recycling.

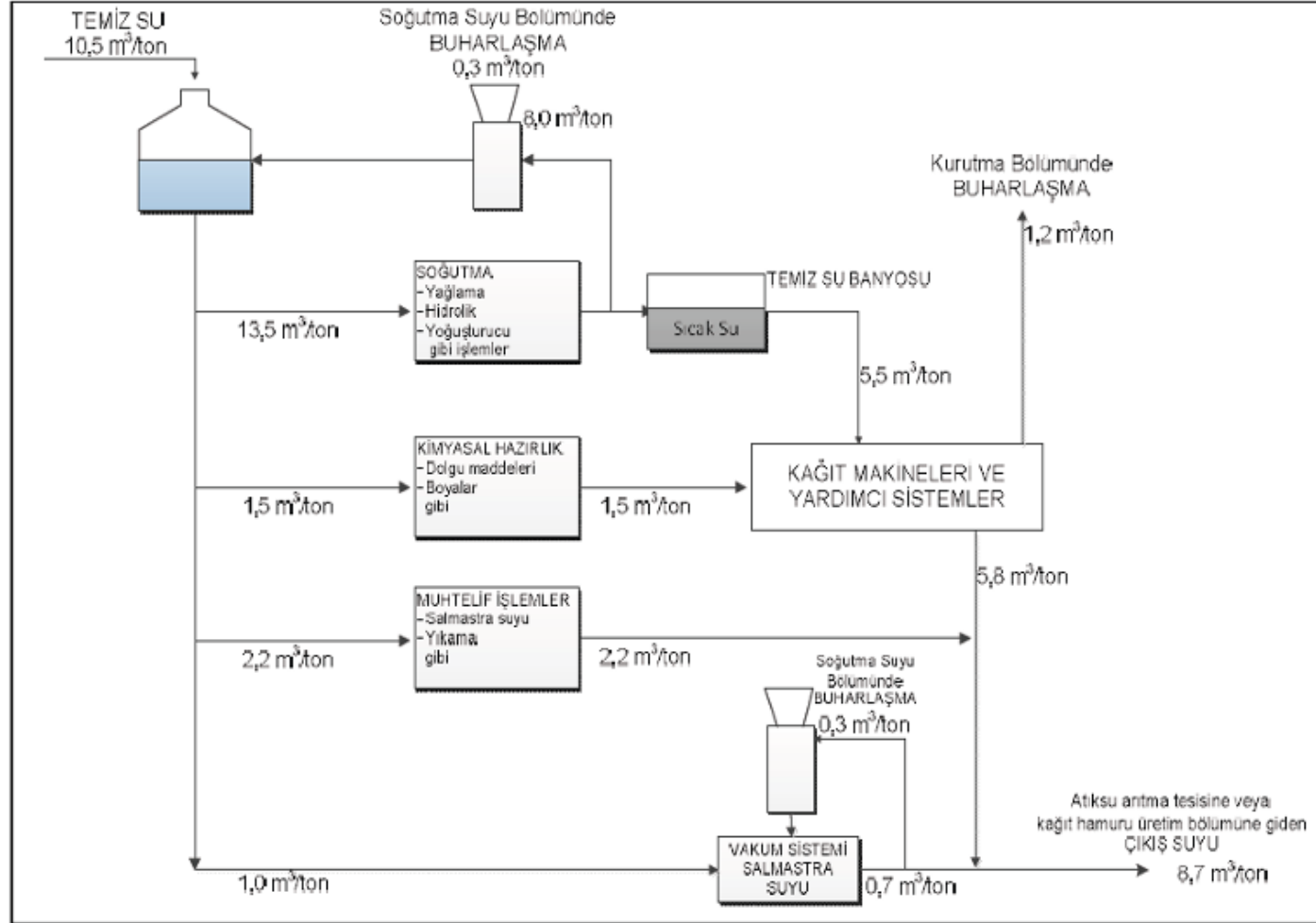


CEPI 4881 • Confederation of European Paper Industries  
250 Avenue Louise, Box 80 • B-1050 Brussels • Belgium

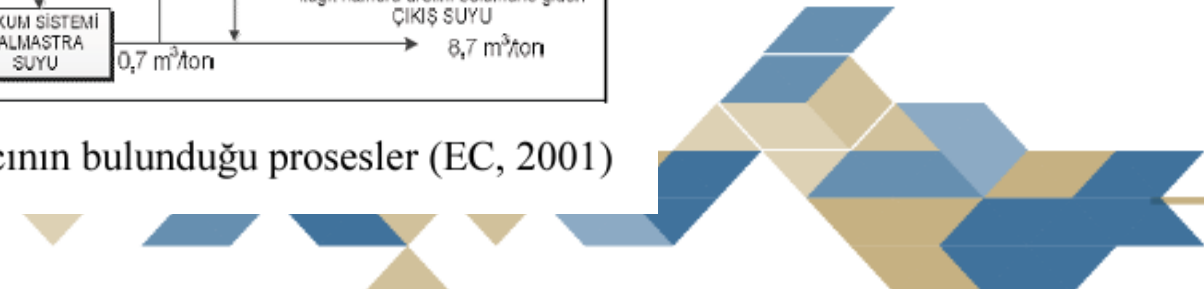
For more information visit  
[www.paperonline.org](http://www.paperonline.org)

- Kağıt hamuru ve Kağıt Endüstrisi Tesisleri;
  - kraft (sülfat) hamuru,
  - sülfite hamuru,
  - mekanik yöntemle yapılan kağıt hamuru ve kağıt üretim fabrikaları (geri kazanılmış liflerden kağıt üretimi fabrikaları ve entegre olmayan kağıt üretim fabrikaları) olmak üzere sınıflandırılabilir (EC 2001, 109G083 Tübitak-Kamag Projesi).





. Bir kağıt fabrikasında temiz su ihtiyacının bulunduğu prosesler (EC, 2001)



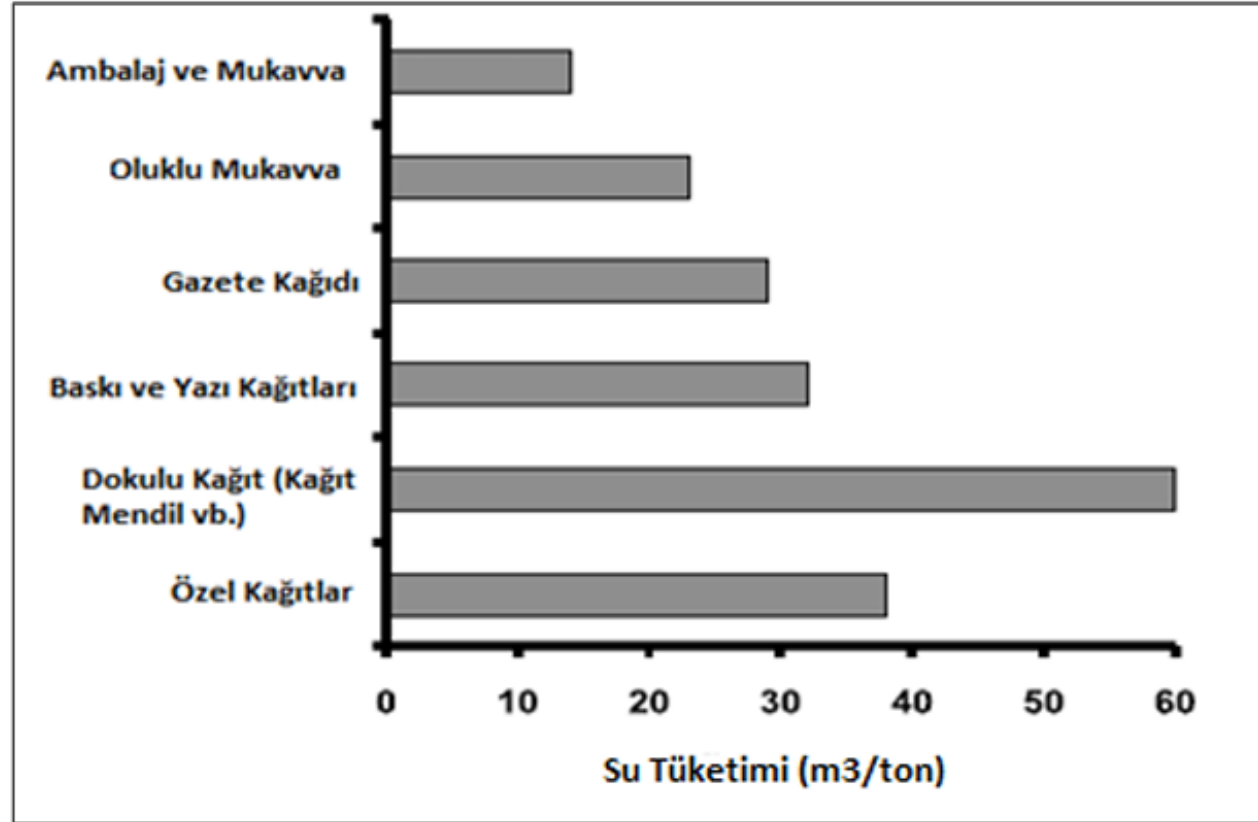
- Kağıt hamuru ve kağıt üretimi dünyanın en büyük endüstrilerinden biri haline geldi
- Selüloz ve kağıt fabrikalarında su tüketimi;
  - üretilen **1 ton kağıt başına 5 ila 100 m<sup>3</sup>** arasında değişir.
- Modern kağıt hamuru fabrikalarında su tüketimi;
  - üretilen **1 ton kağıt başına 10 ila 50 m<sup>3</sup>** arasındadır.
- Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi, küresel **endüstriyel atık suyun %42'sini** üreten dünyanın üçüncü büyük endüstriyel atık su üreticisidir.

- Güncel teknolojinin kullanımında;
  - **1 ton kağıt üretiminde 60 m<sup>3</sup> su** kullanılmaktadır.
- Elyaf kaynağı olarak atık kağıt kullanımında;
  - **1 ton kağıt üretiminde 10 m<sup>3</sup> su** kullanılmaktadır.



(Kağıt Endüstrisi Atıksularının Biyolojik Arıtılabilirliği, Biyogaz Üretimi ve Çoklu Reaktör Sistemleri ile Süreç Optimizasyonu)

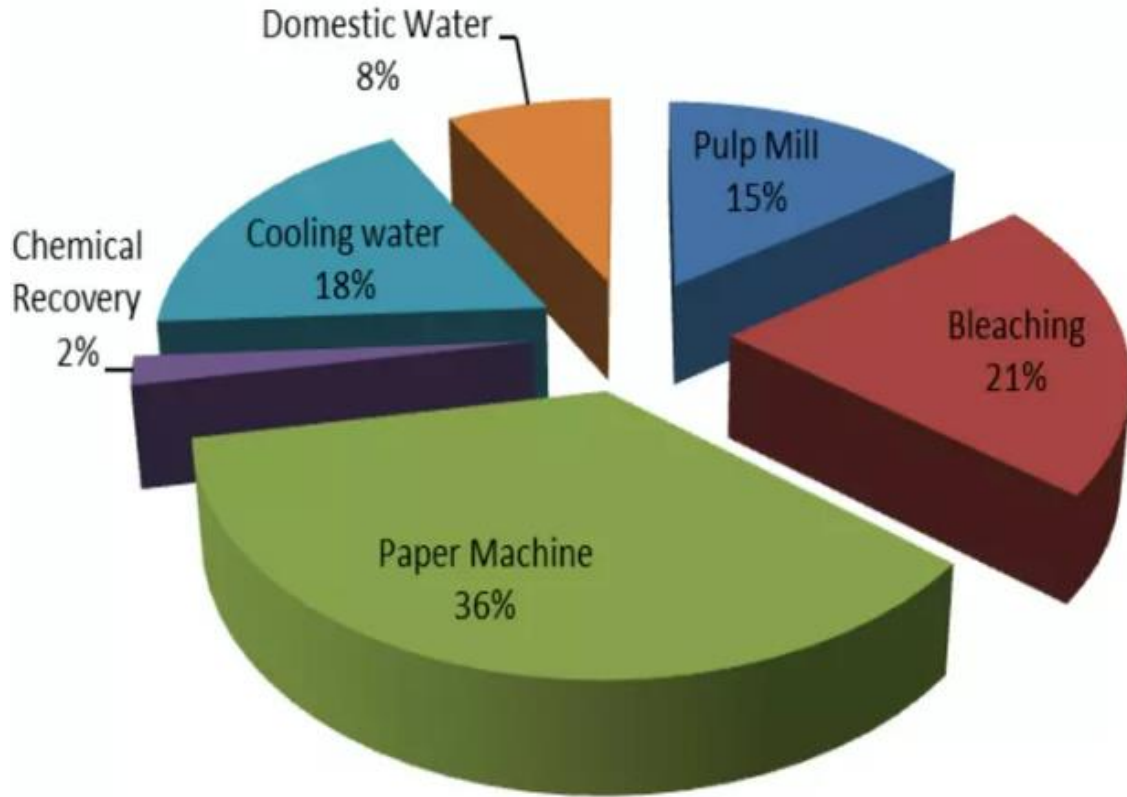
Üretim türü	Üretim türüne bağlı su tüketiminin gerçekleştiği proses	Su tüketim miktarı (m <sup>3</sup> /ton)
Kraft (Sülfat) Hamuru Prosesi	Genel Olarak Sülfat Hamuru Üretimi	15-100
	Sülfat hamuru prosesi	40-100
Mekanik kağıt hamuru üretim prosesleri	Magnezyum bisülfat bazlı kağıt hamuru üretimi	40-100
	Mekanik odun selülozu	5-15
	Termo mekanik selüloz	4-10
Geri kazanılmış kağıttan kağıt üretimi prosesleri	Kimyasal termo mekanik selüloz	15-50
	Kaplanmamış katlanır kutu	2-10
	Kaplanmış katlanır kutu	7-15
	Ambalaj kağıdı	1,5-10
	Gazete kağıdı	10-20
	İnce kağıtlar (peçete vs.)	5-100
Yazı ve baskı kağıdı	7-20	



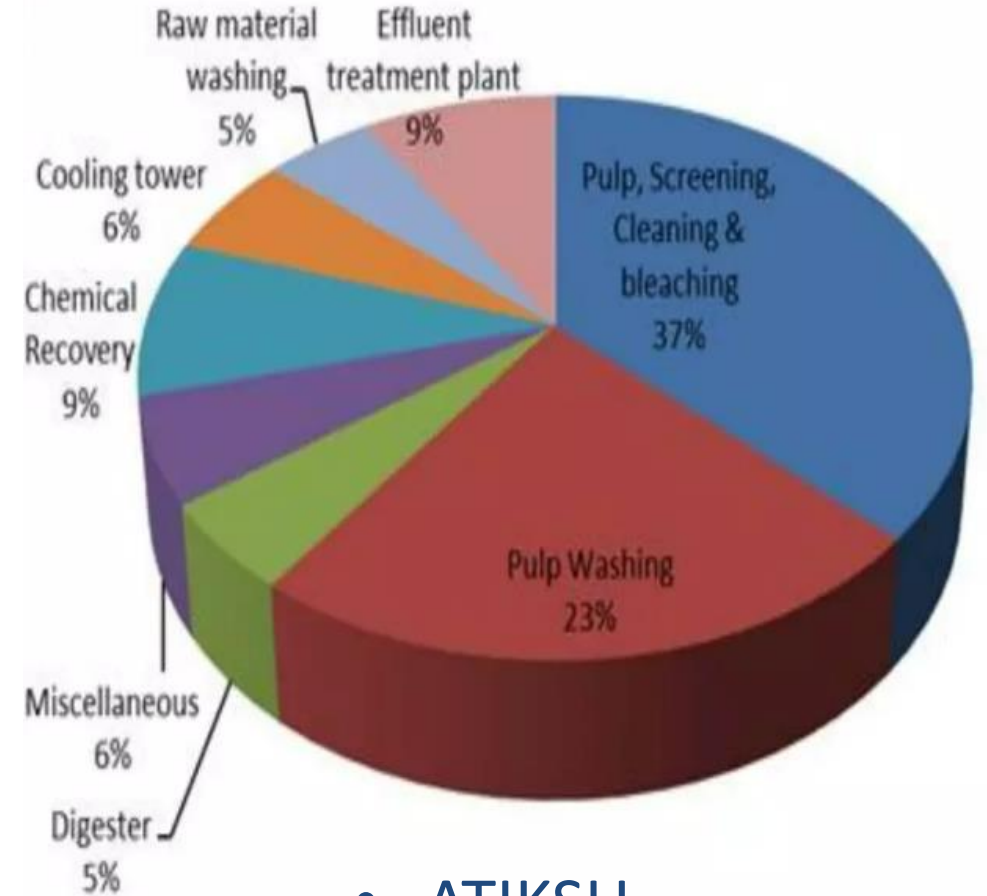


- Üretim sürecinde kullanılan sular farklı kademelerde eklenen çeşitli kimyasalların kalıntılarıyla atıksuyu oluşturmaktadır.
- Kağıt endüstrisi atıksuları;
  - yüksek BOİ ve KOİ
  - askıda katı madde,
  - çözünmüş katı madde,
  - azot,
  - toksisite
  - renk gibi kirleticiler ile karakterize edilir.

*(Kağıt Endüstrisi Atıksularının Biyolojik Arıtılabilirliği, Biyogaz Üretimi ve Çoklu Reaktör Sistemleri ile Süreç Optimizasyonu)*



- SU İHTİYACI



- ATIKSU OLUŞUMU

## Odun Hazırlama

- ❑ Ahşabın üzerindeki toprak, kir ve kabuklar uzaklaştırılır ve ağaç kabuklarından talaşlar ayrıştırılarak ahşabın temizlenmesinde su kullanılır. Dolayısıyla bu kaynaktan gelen atık su, AKM, BOİ, kir, kum, lifler vb. içerir.

## Çürütücü

- ❑ Çürütücü evinden çıkan atıksuya "siyah likör" adı verilmektedir. Pişirmeye harcanan Kraft "siyah likör", pişirme kimyasallarının yanı sıra odundan elde edilen lignin ve diğer ekstraktif maddeleri de içerir. Atık su reçineler, yağ asitleri, renk, BOİ, KOİ, AOX, VOC'ler (terpenler, alkoller, fenoller, metanol, aseton, kloroform vb.) içerir.

## Kağıt Hamuru Yıkama

- ❑ Kağıt hamuru yıkama işleminden çıkan atık su, yüksek pH, BOİ, KOİ ve askıda katı maddeler içerir ve koyu kahverengi renktedir.

## Kağıt Hamuru Ağartma

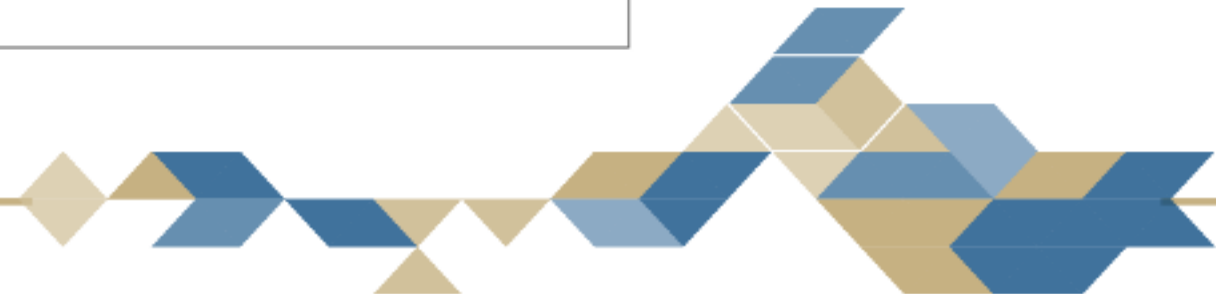
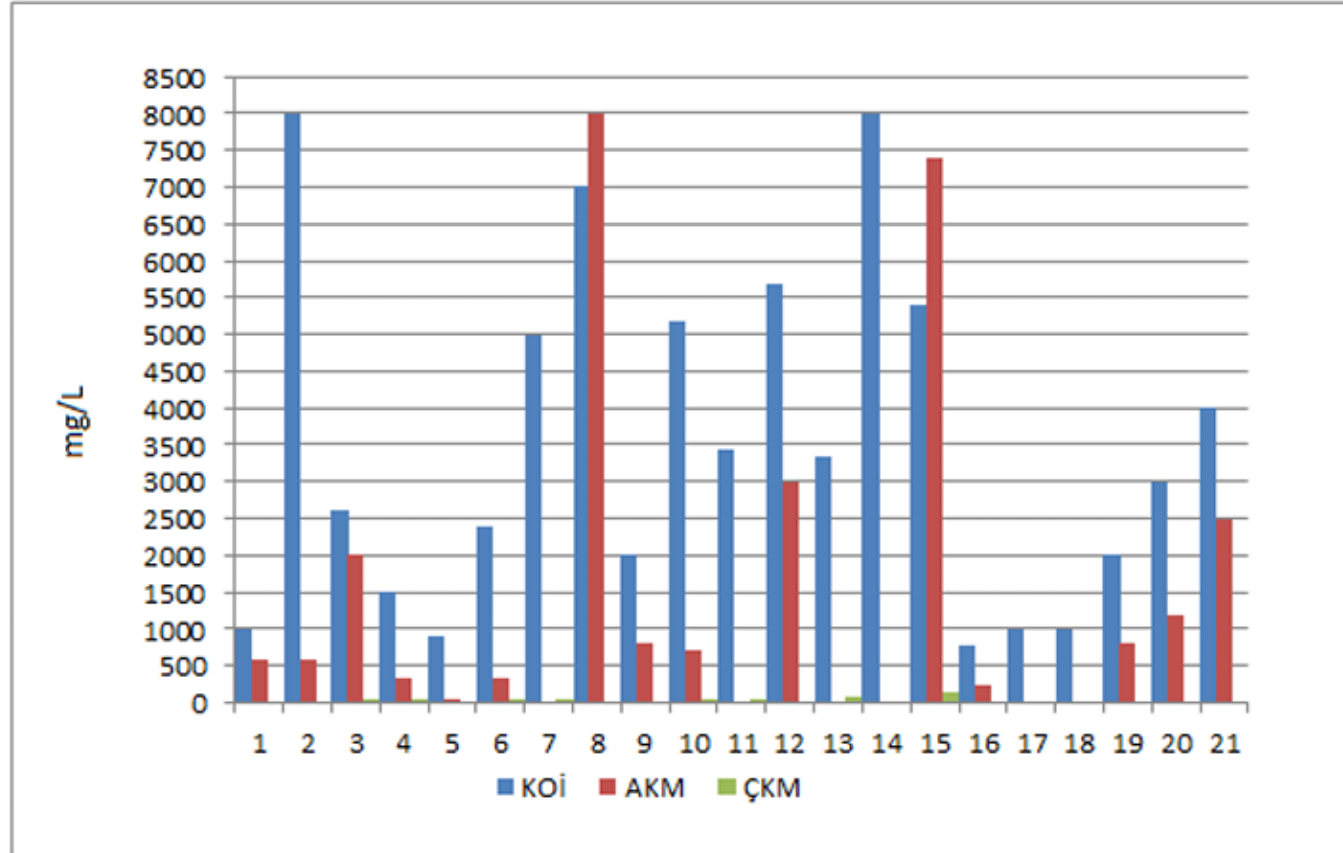
- ❑ Ağartmadan kaynaklanan atık su, çözünmüş lignin, karbonhidrat, renk, KOİ, AOX, klorat ClO gibi inorganik klor bileşikleri, dioksinler, furanlar, klorofenoller gibi organo klor bileşikleri, aseton, metilen klorür, karbon disülfür, kloroform, klorometan, trikloroetan gibi VOC'ler içerir.

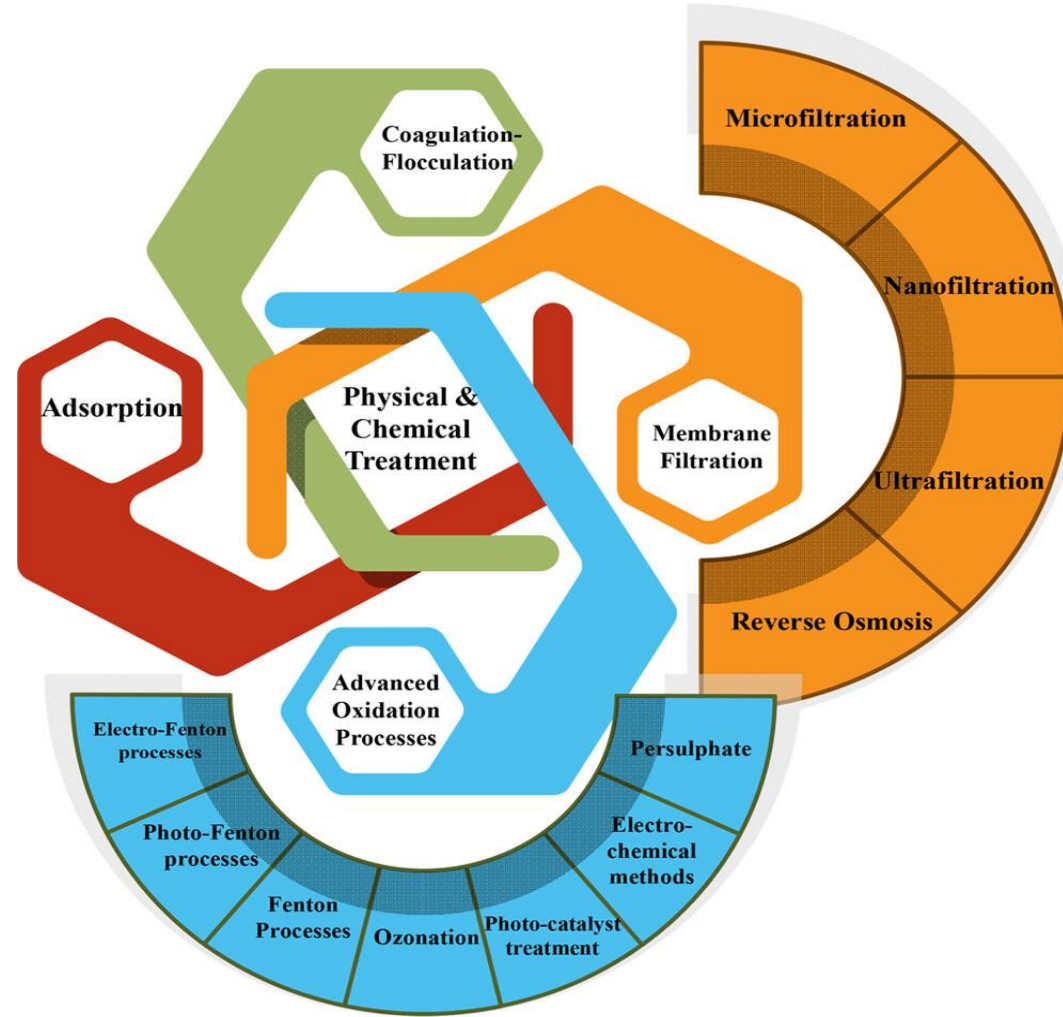
## Kağıt Üretimi

- ❑ Kağıt yapımından kaynaklanan atık su, partikül atıklar, organik bileşikler, inorganik boyalar, KOİ, aseton vb. içerir.

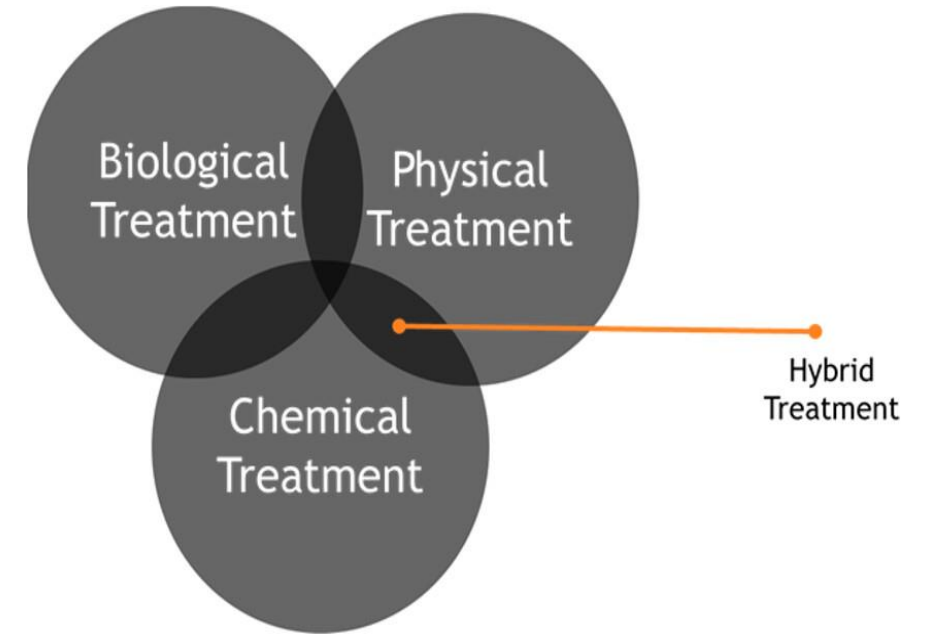
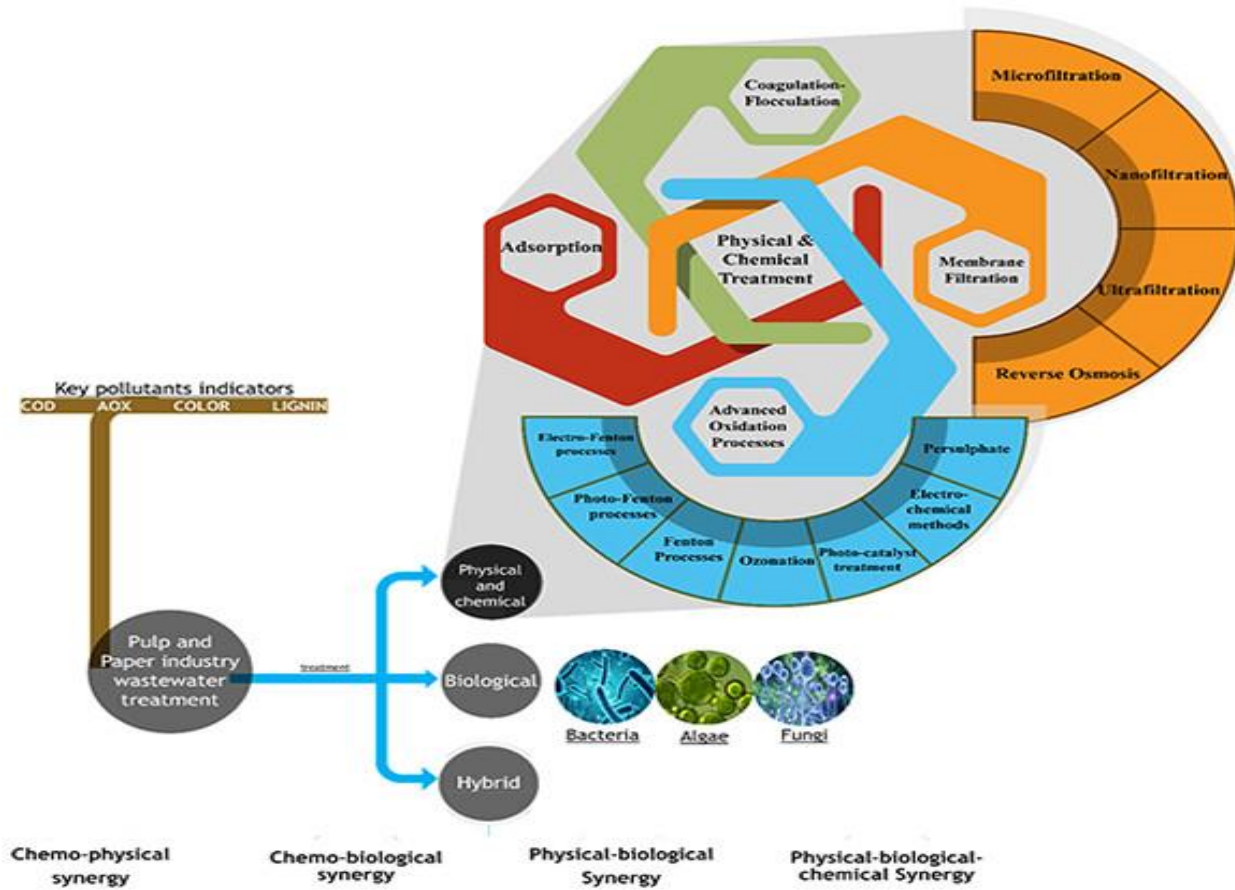
*Treatment of pulp and paper mill wastewater—a review*

Birim	pH	KOI (mg/L)	BOİ <sub>5</sub> (mg/L)	BOİ <sub>5</sub> /KOİ
Odun Depolama ve Parçalama	7	1275	556	0.436
Termo-mekanik hamurlaştırma	4.0-4.2	3343-4250	-	-
Kimyasal termomekanik hamurlaştırma	7.43	7521	3000	0.399
Kraft pişirme bölümü	13.5	1669.7	460	0.27
Kâğıt hamuru prosesi	5.5	9065	2440	0.269
Ağartma	8.2	3680	352	0.095
Kâğıt makinesi	6.5	1116	641	0.574
Entegre kâğıt hamuru ve kâğıt fabrikası	6.5	3791	1197	0.316
Geri dönüştürülmüş kâğıt fabrikası	6.2-7.8	3380-4930	1650-2565	0.488-0.5

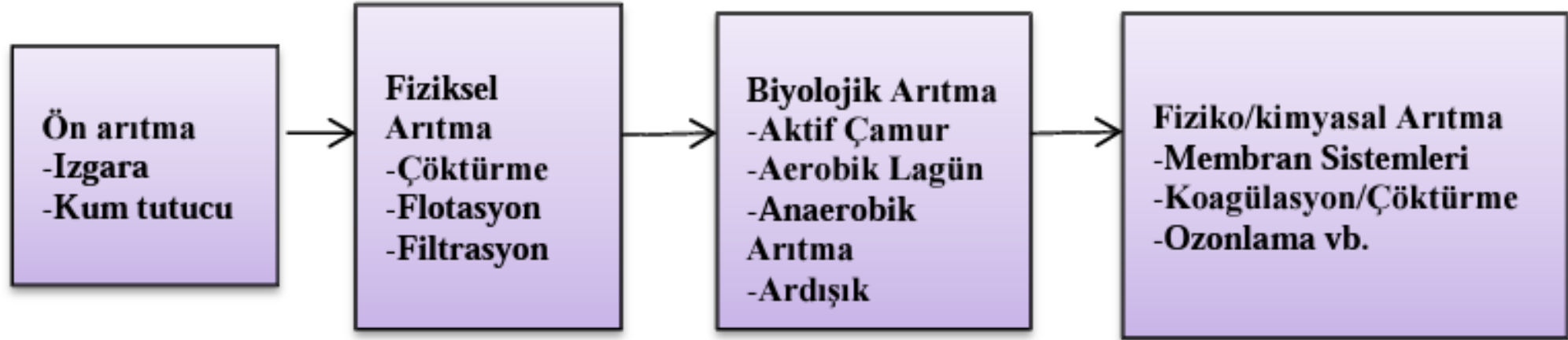




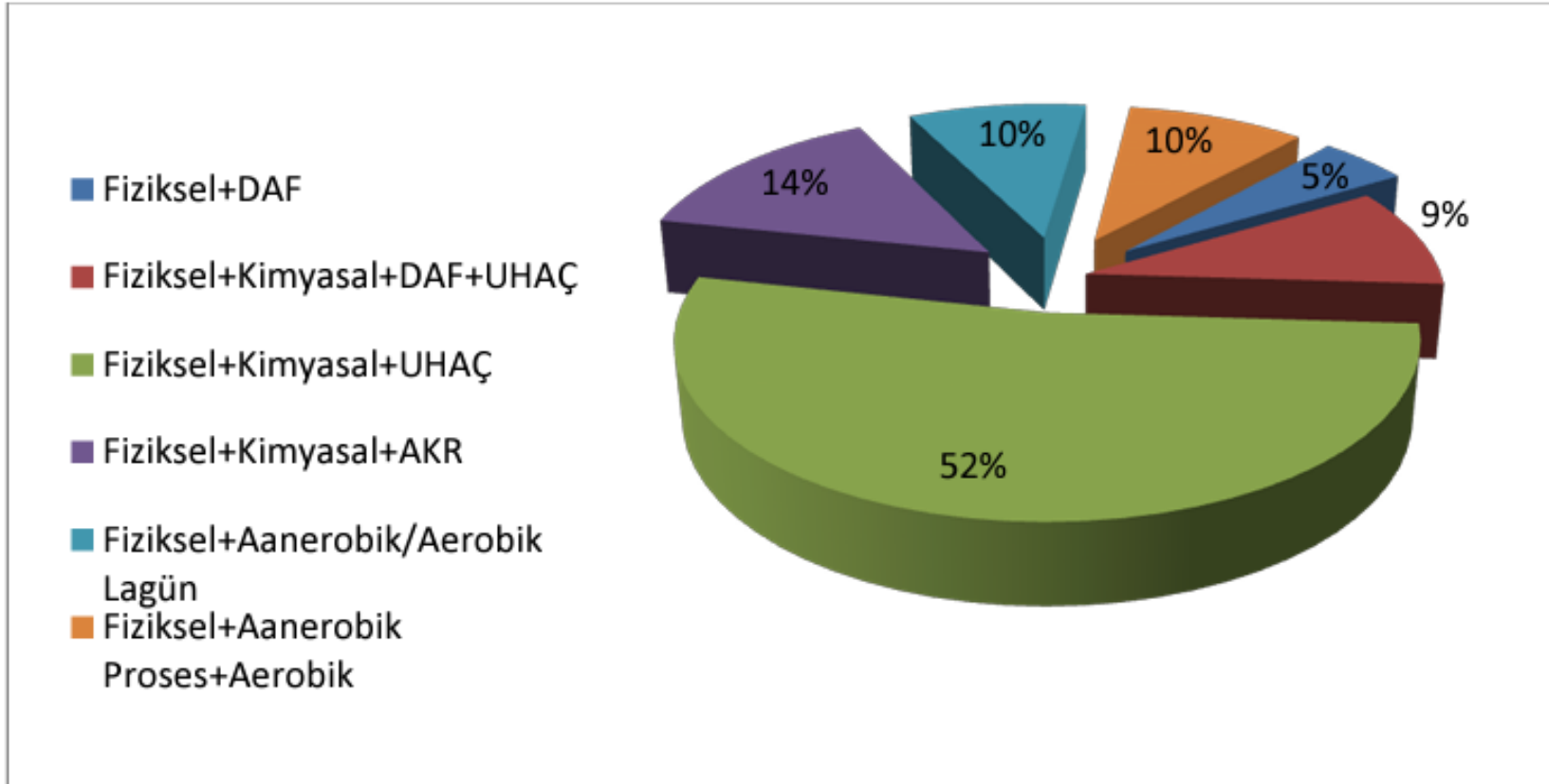
DOI: (10.1021/acs.iecr.2c04393)

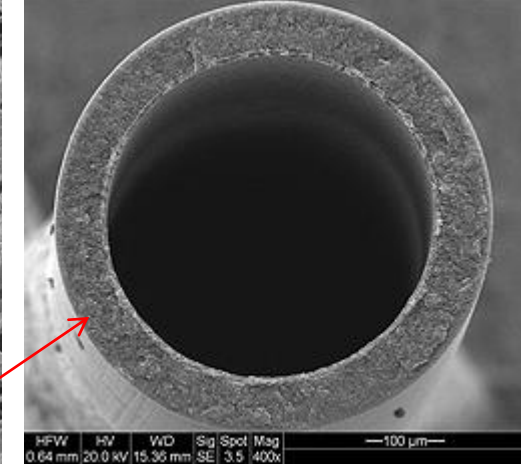
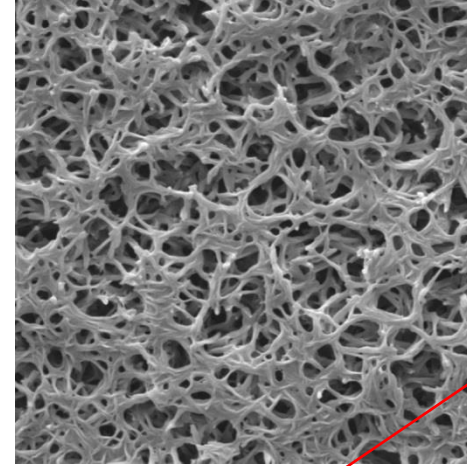
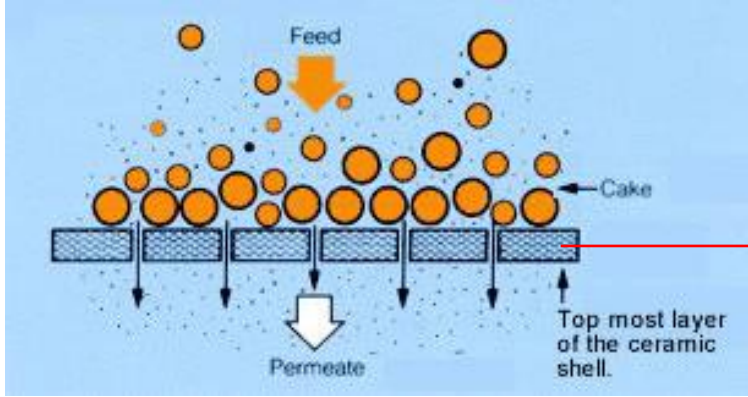


DOI: (10.1021/acs.iecr.2c04393)



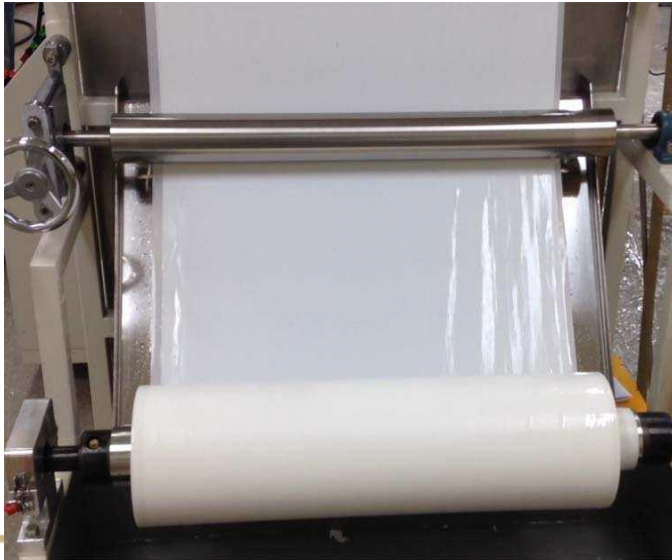




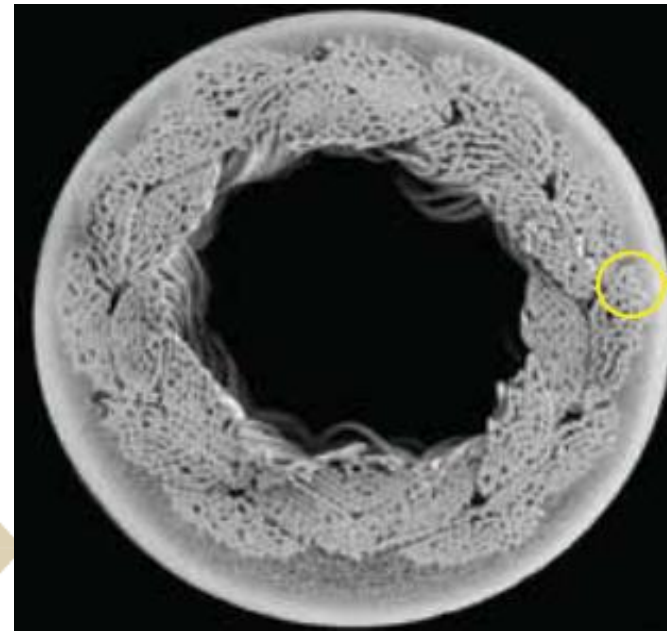
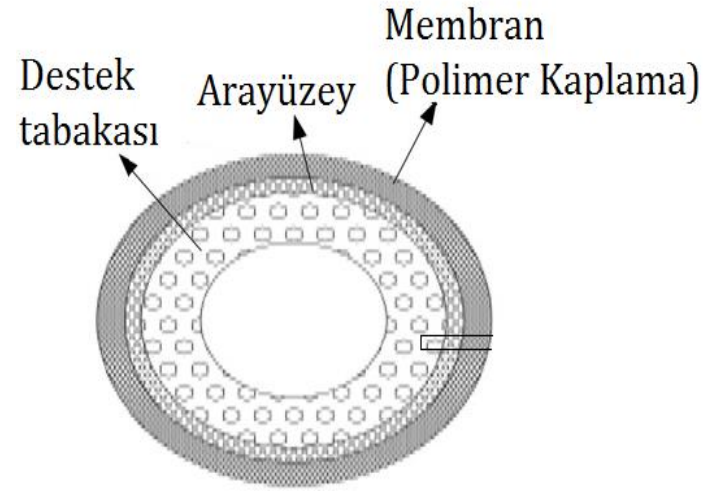


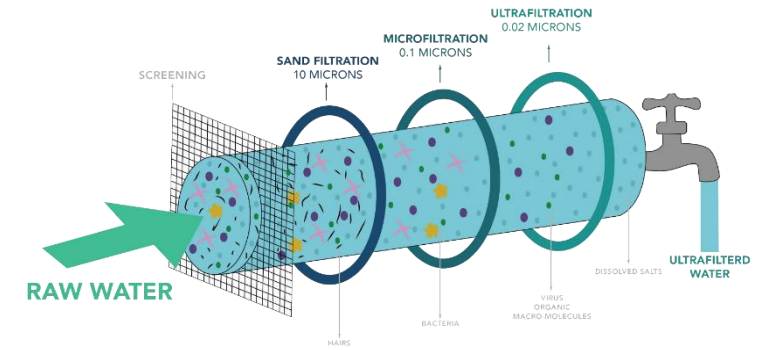
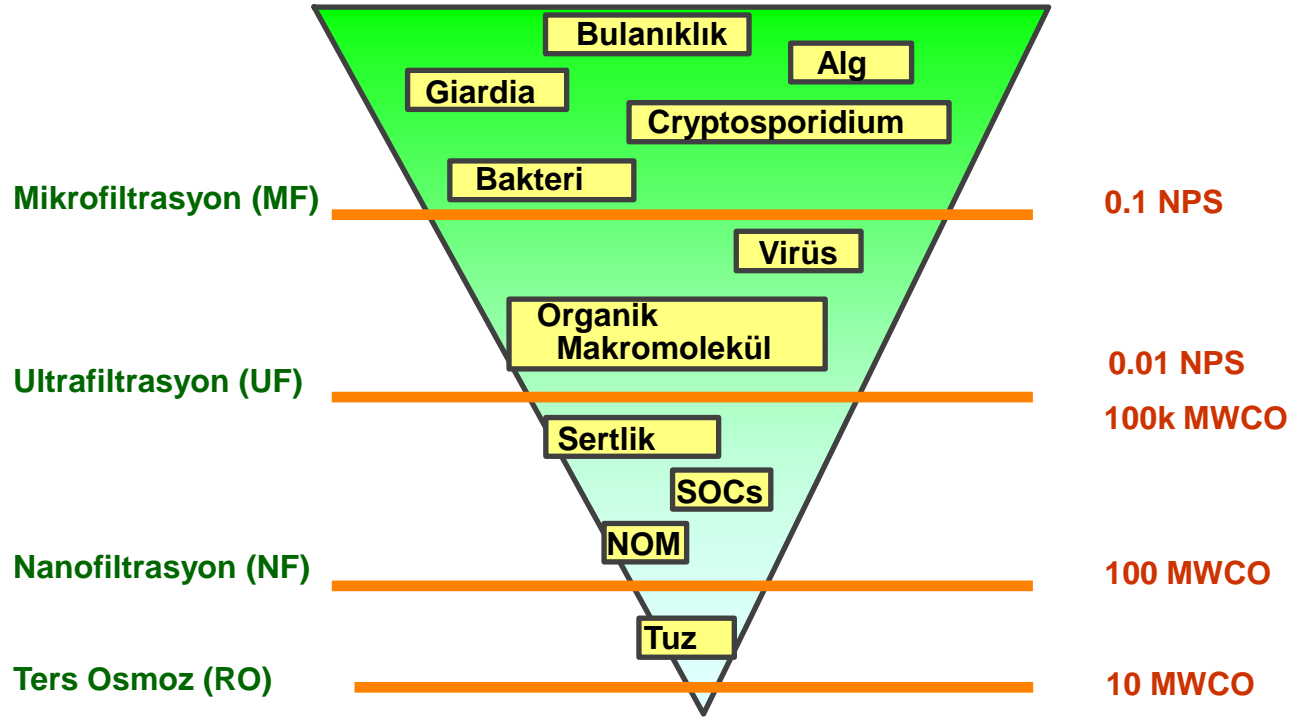
*Hollow Fiber Membran*

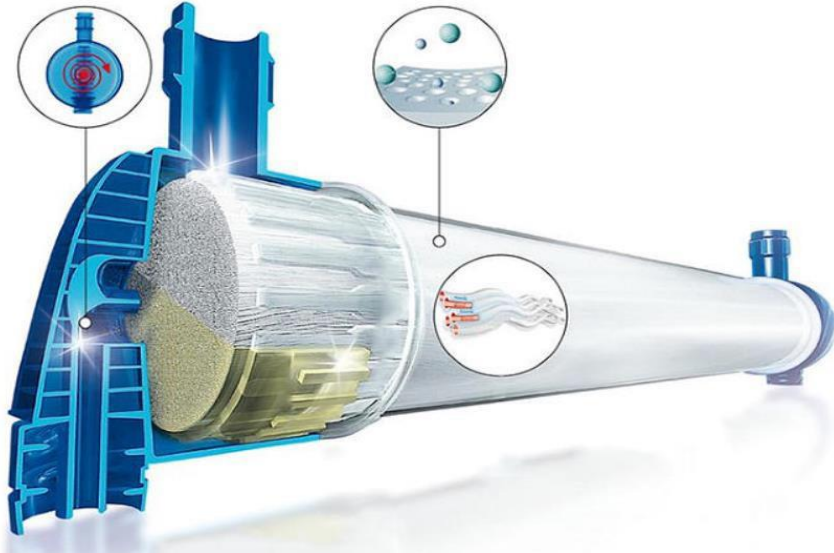
*Tübüler Membran*

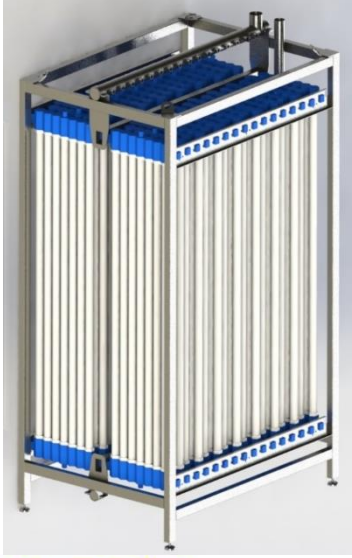


## GÜÇLENDİRİLMİŞ FİBER MEMBRAN;

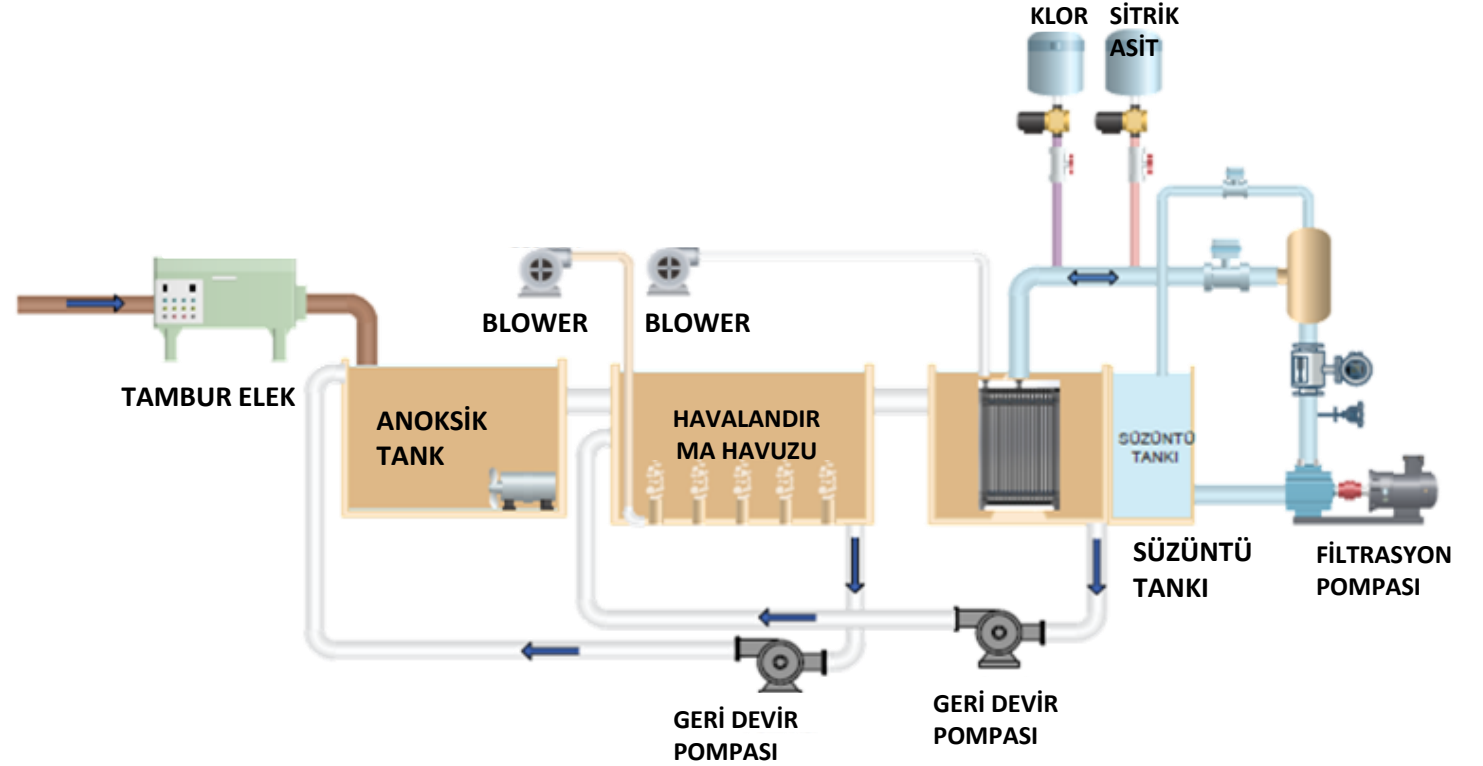








Konvensiyonel Aktif Çamur Sistemi





## UF + RO Sistemi



## MBR + RO Sistemi

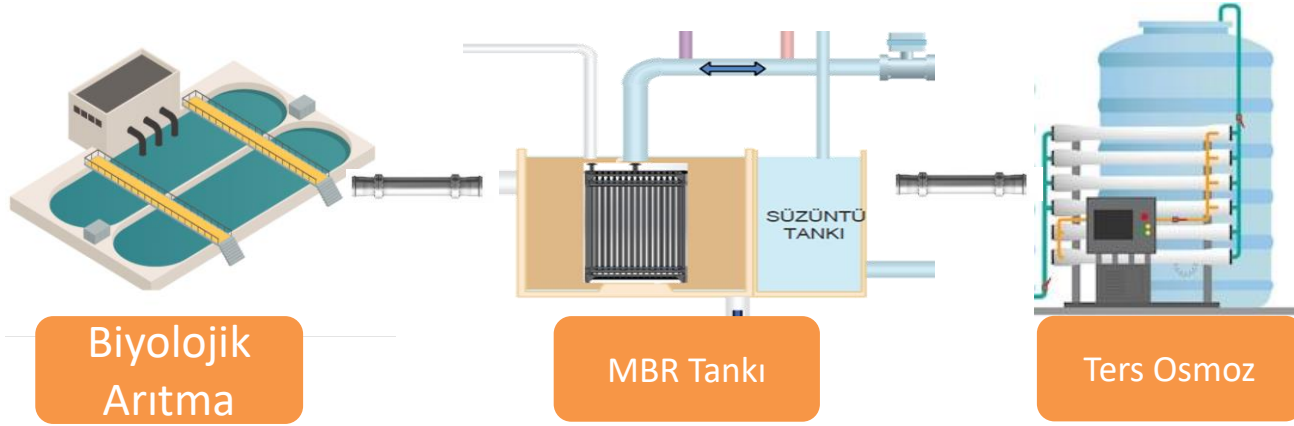






- *Kum Filtre : AKM tutmak için*
- *Karbon Filtre : Kalıntı organik madde giderimi için*
- *Ultrafiltrasyon Membranı : AKM, organik madde ve bakteri tutmak için*
- *Ters Osmoz Sistemi : Sudan tuz ayırımı yapmak için kullanılır. ( % 60-75 arasında geri kazanım)*

**KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE İŞLETME MALİYETİ 0,39 – 0.42 Euro/m<sup>3</sup> su**



- *Kum Filtre : AKM tutmak için*
- *Karbon Filtre : Kalıntı organik madde giderimi için*
- *Ultrafiltrasyon Membranı : AKM, organik madde ve bakteri tutmak için*
- *Ters Osmoz Sistemi : Sudan tuz ayırımı yapmak için kullanılır. ( % 60-75 arasında geri kazanım)*

**KAĞIT ENDÜSTRİSİNDE İŞLETME MALİYETİ 0,3 – 0,35 Euro/m<sup>3</sup> su**

## Karataş MBR Atıksu Arıtma Tesisi – Adana (6250 m<sup>3</sup>/gün) (2022)



## Karataş MBR Atıksu Arıtma Tesisi – Adana (6250 m<sup>3</sup>/gün) (2022)







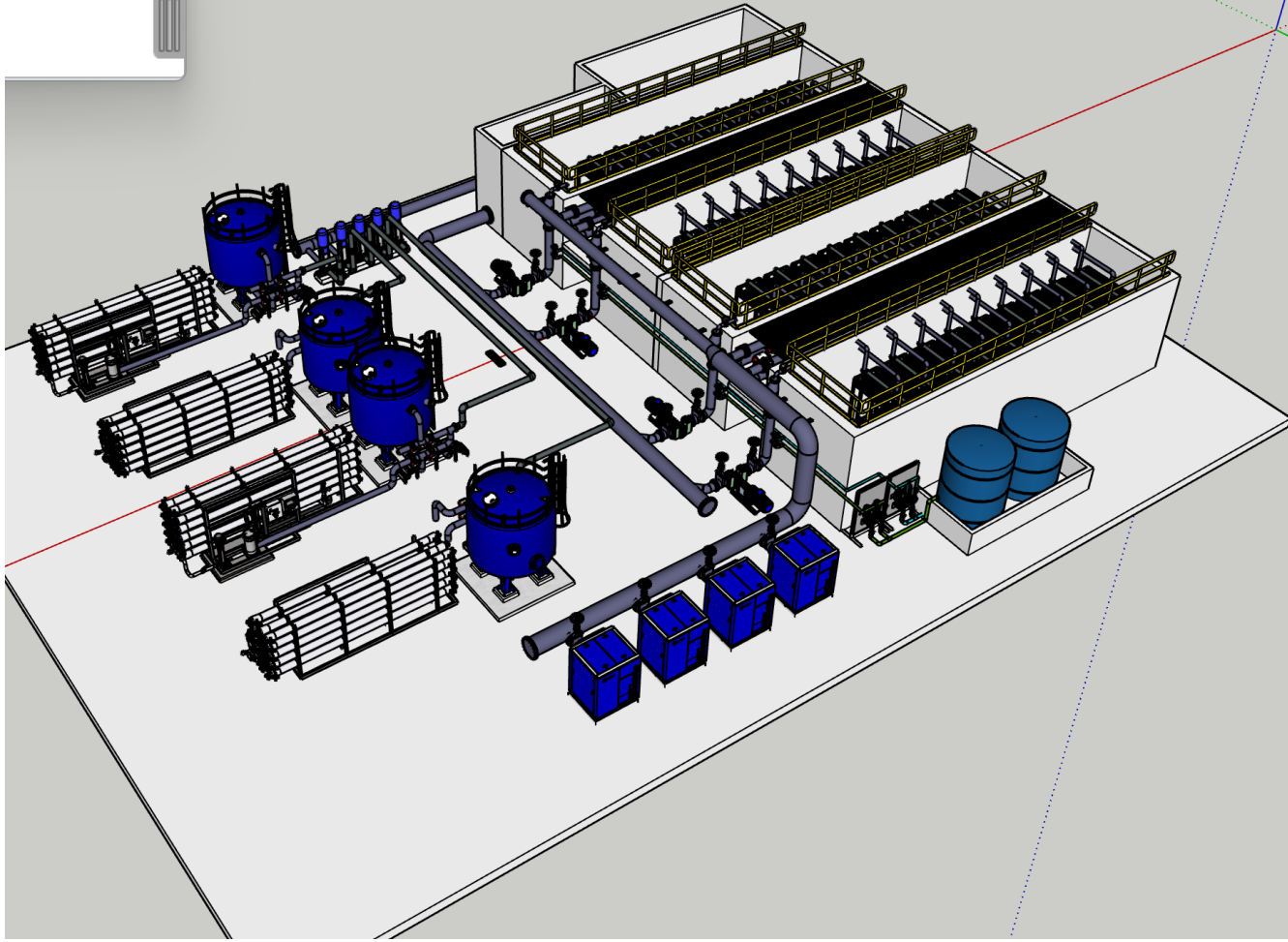


HAMSU

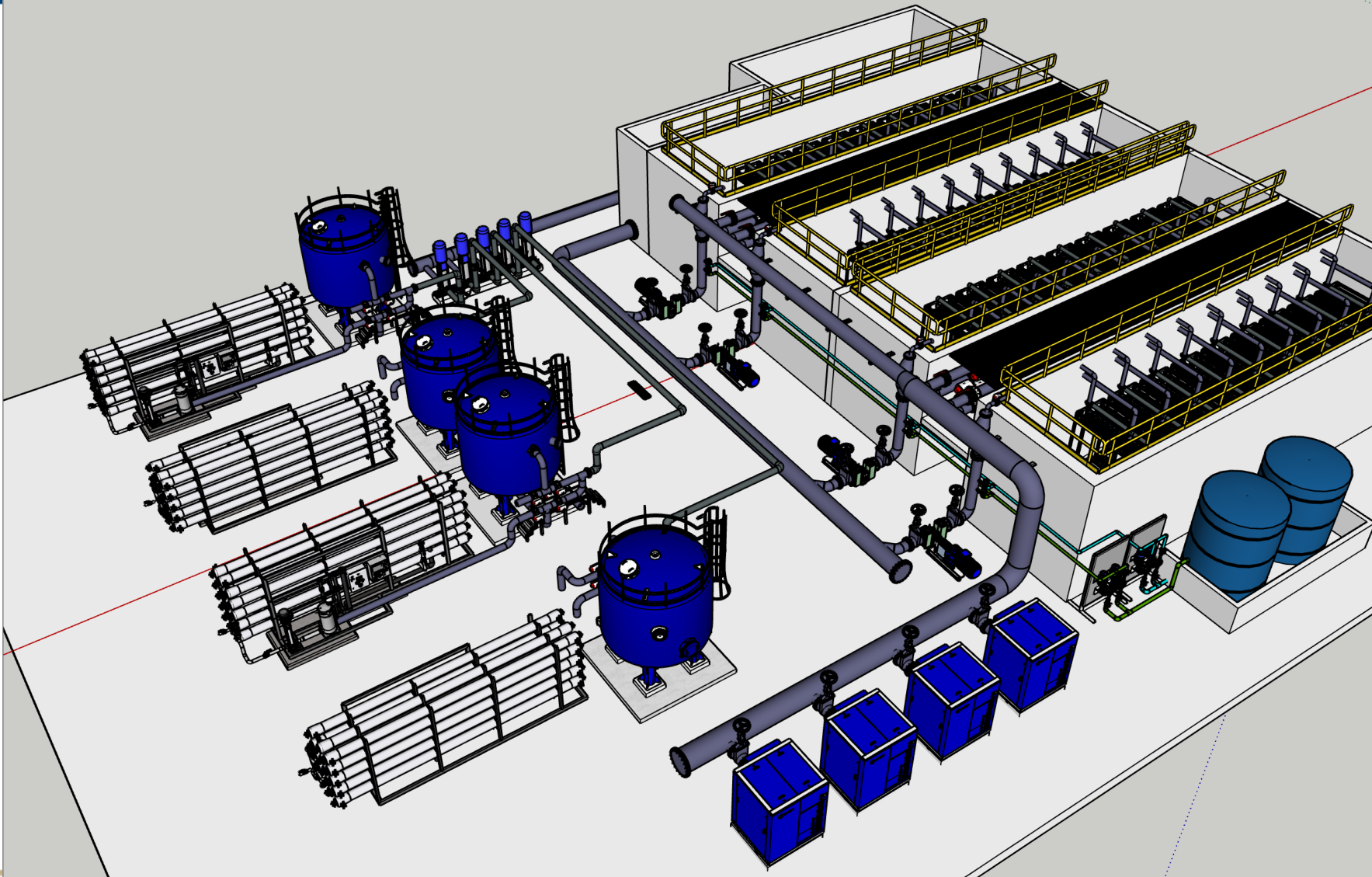
MBR ÇIKIŞ

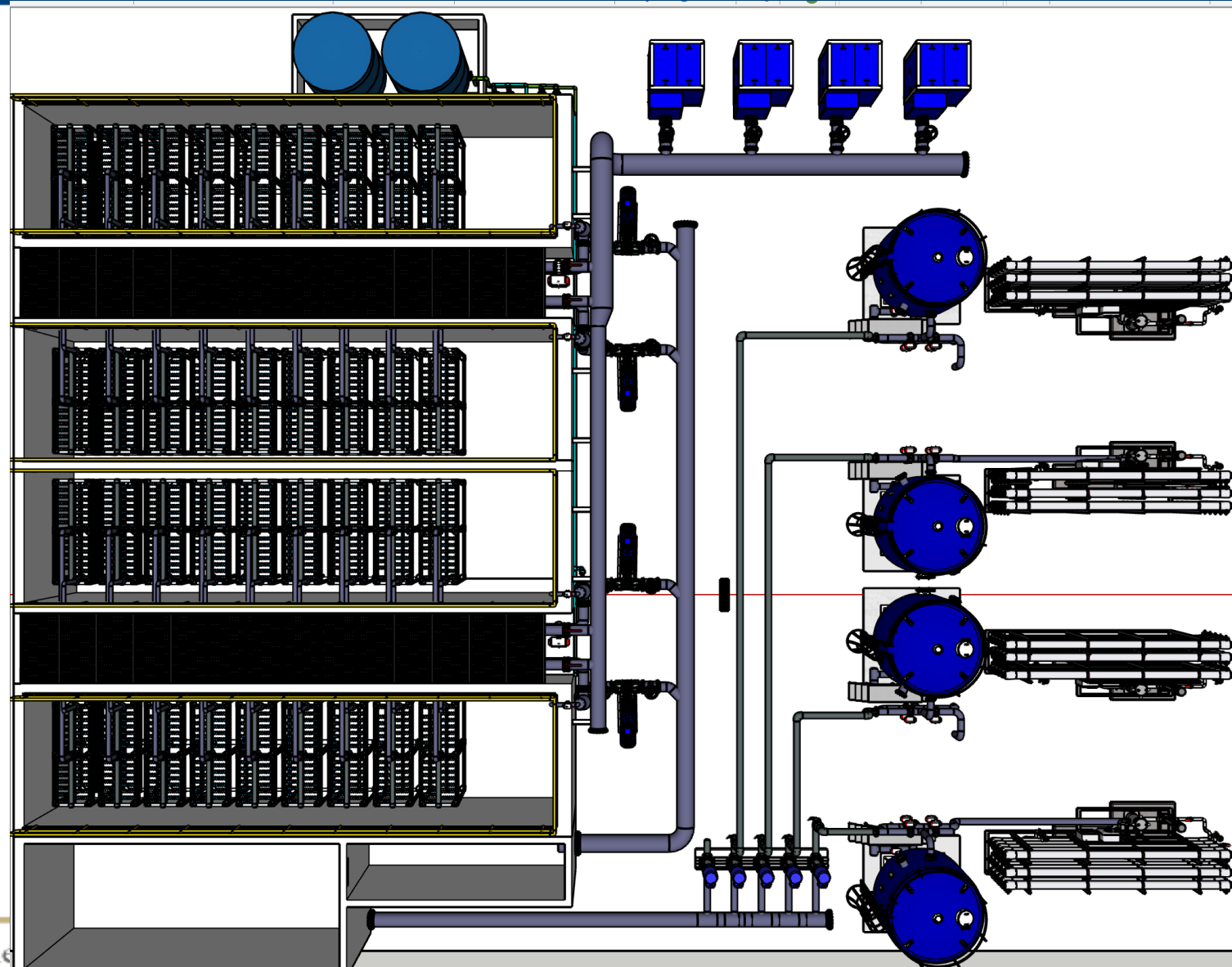
RO ÇIKIŞ

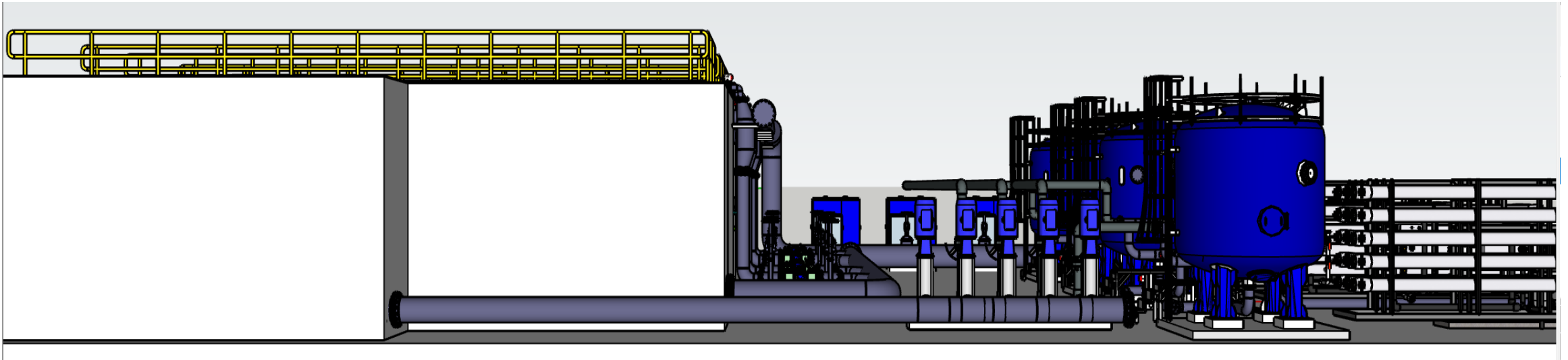
GİRİŞ KOİ DEĞERİ	10.000	mg/L
ÇIKIŞ KOİ DEĞERİ	50	mg/L
İLETKENLİK	8	$\mu$ S

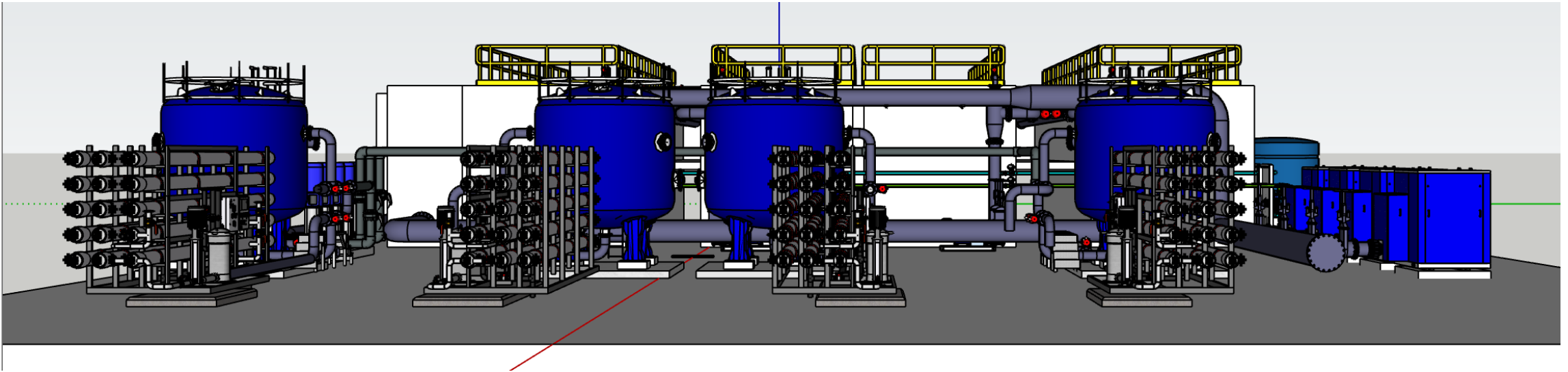












DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM