ENDÜSTRİYEL ATIK SULARIN YENİDEN KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ: ENTEGRE ET TESİSİ ATIKSULARI

Nurdan Büyükkamacı*, Ayşe Naz Onbaşı

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Yerleşkesi, Buca-İZMİR

e-posta: nurdan.buyukkamaci@deu.edu.tr

SUSUZLUK PROBLEMİ

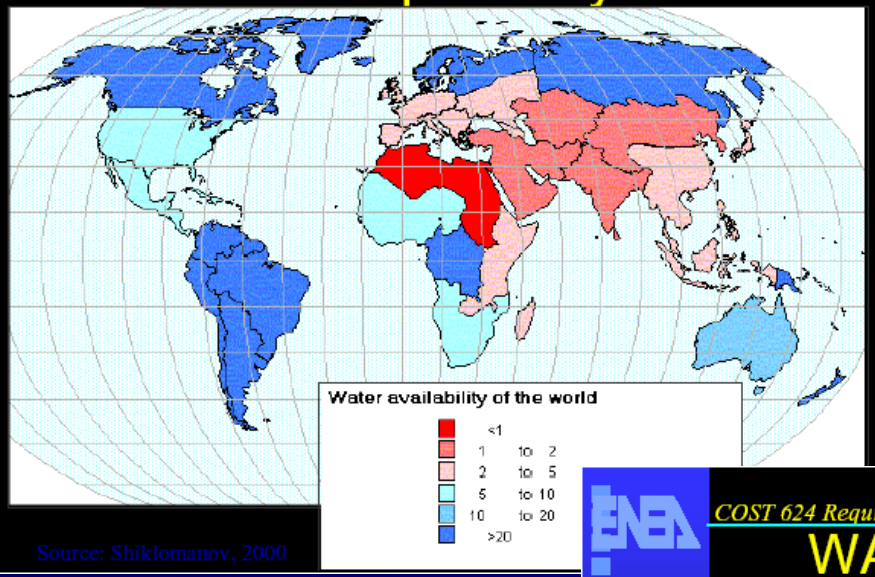
- Kişi başına tüketilen su miktarı çok çeşitli faktörlere göre değişiklik göstermektedir. Ancak, genel olarak zengin ülkelerde daha fazla su tüketildiğini söylemek mümkündür (850 – 1000 L/kişi.gün). Çok fakir ülkelerde bu değer yaşamak için gerekli alt sınır olan 2-5 L/kişi.gün'e kadar düşmektedir.



- Dünya Sağlık Örgütü, her yıl 5 milyondan fazla insanın sağlıksız içme suları ve hijyen yetersizliği nedeniyle öldüğünü tahmin etmektedir. Her geçen gün yeterli miktarda ve gerekli kalitede suyu temin etmek güçleşmektedir.



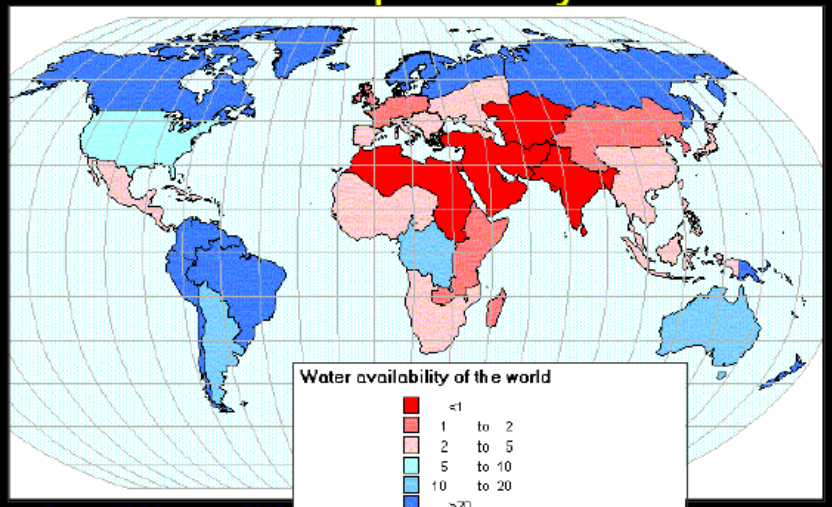
WATER AVAILABILITY: 1995
1000 m^3/person/year



Source: Shiklomanov, 2000

COST 624 Requirements for reuse Larnaca 6-7 november 2000

WATER AVAILABILITY: 2025
1000 m^3/person/year

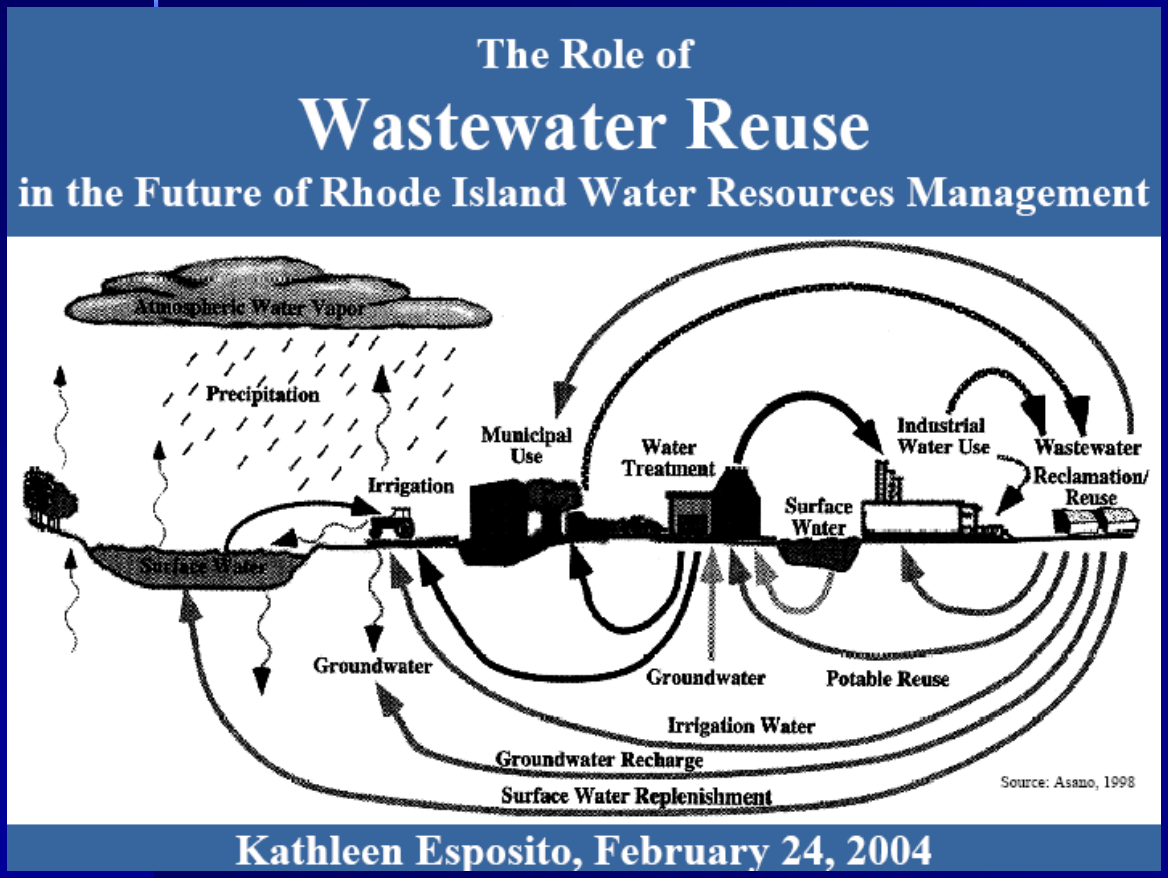


Source: Shiklomanov, 2000

ÇÖZÜM NEDİR?

- Var olan su kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamak (örneğin: yanlış sulama sistemlerinin kullanılması ile verilen suyun %60 gibi büyük bir kısmı bitki tarafından kullanılamadan akmaktadır).
- Doğru su yönetimi ve modern teknolojilerin kullanılmasını sağlamak.
- Su kaynaklarını arttırmanın en önemli iki yolu: Atıksuyu yeniden kullanmak (water reuse) ve tuzsuzlaştırma (desalination).

ATIKSUYU YENİDEN NEREDE KULLANABİLİRİZ?



- Arazi ve bitki sulama
- kentsel kullanım (tuvalet temizliği, araba yıkama, yangın suyu olarak kullanım vb.)
- yer altı suyu beslemesi
- endüstriyel amaçlı kullanım

Kentsel Geri Kullanım

- Park, rekreasyon alanı, atletizm alanı, okul bahçesi ve oyun alanı, anayolların ve halka ait binaların ve tesislerin çevresindeki peyzaj alanlarının sulanması,
- İşyeri, dükkan, ofis ve endüstriyel kuruluşların çevresindeki peyzaj alanlarının sulanması,
- Ticari kullanımlar (araç yıkama tesisleri, pencere temizleme, pestisid ve herbisid çözeltilerinin hazırlanması ve sıvı gübrelerin hazırlanması gibi),
- Kent içindeki havuz, fıskiye, şelaleler gibi yapay kullanım alanlarına su verilmesi,
- İnşaat projelerinde beton yapımı için ve toz kontrolünde su kullanımı,
- Yangından korunmak üzere yangın söndürme suyu temini.

Endüstriyel Kullanım

1. atıksuyun tesis içinde geri çevrimi
2. evsel atıksu arıtma tesislerinde arıtılan suyun endüstride kullanılması

- soğutma suyu,
- kazan besleme suyu,
- proses suyu,
- toz bastırmak amaçlı kullanım
- yer temizliği, vb.

Yapay Besleme

- Ülkemizde fazla kullanım alanı bulan bir uygulama olmamakla birlikte, arıtılmış atıksuların zemine sızdırılarak toprağın arıtma kapasitesinden yararlanılması gelişmiş bazı ülkelerde (ABD, Hollanda, Almanya gibi) uygulama alanı bulmaktadır. Arıtılmış atıksuların yer altı suyuna deşarj edilmesinin amaçları aşağıda verilmektedir (Rowe, 1995):
  - Kıyı alanlarında akifere tuzlu su girişimini önlemek,
  - Atıksuyun daha iyi arıtılmasını ve tekrar kullanımını sağlamak,
  - İçme suyu ya da diğer akiferlerin su kapasitesinin arttırılmasını sağlamak,
  - Arıtılmış suyun depolanmasını sağlamak,
  - Yeraltısu seviyesindeki düşmeyi önlemek.

Atıksuyun Sulamada Kullanılması

- Arıtılmış atıksu arazi sulanmasında veya tarımsal sulamada kullanılabilir. Tarımsal sulama, genelde toplam tatlı su tüketiminin % 40'ı gibi oldukça önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (EPA, 1992). Dolayısıyla, tarımda, arıtılmış atıksuyun geri kullanımı önemli miktarda su korunumu sağlamaktadır ve diğer kullanımlarla birlikte planlanması halinde ise, geri kullanımda önemli bir yüzdeyi oluşturmaktadır.

- Ürünün su gereksinimi, iklimsel koşullara bağlı olarak farklılık göstermektedir. Mevsimsel sulama suyu ihtiyacının değişimi;
  - yağmura,
  - sıcaklığa,
  - ürün tipine,
  - bitkinin büyüme kademesine ve diğer faktörlere bağlıdır.
- Tarımda arıtılmış suyun geri kullanım fizibilitesini değerlendirmek için, bu suyu veren idarenin arıtılmış su miktarını ve sulama suyu ihtiyacını doğru bir şekilde tahmin etmesi gerekmektedir. Zirai alandaki su kullanımına ilişkin gerçek verilerin olmaması durumunda, buharlaşma, sızma ve yüzeysel akış kayıpları ve net sulama miktarları, tahmin bağıntıları yardımı ile belirlenebilir.

- Bir suyun sulama yönünden elverişliliğinin tayini için en önemli özellikler;
  - Çözünebilir tuzların toplam konsantrasyonu
  - Sodyum ve diğer katyonların nisbi oranı (SAR)
  - Bor ve buna benzer toksik elementlerin konsantrasyonu
  - Kalsiyum ve Magnezyum
  - Anyonlar (klor, sülfat, nitrat)
  - Toplam katı madde, organik madde yükü, yağ ve gres gibi yüzen maddelerin miktarı
  - Patojen mikroorganizmaların miktarıdır (EPA, 1992; Rowe, 1995).

- Atıksuları sulamaya elverişli olan sektörler:
  - konserve,
  - süt ürünleri,
  - şeker,
  - meşrubat,
  - bira,
  - gübre,
  - kağıt vb.

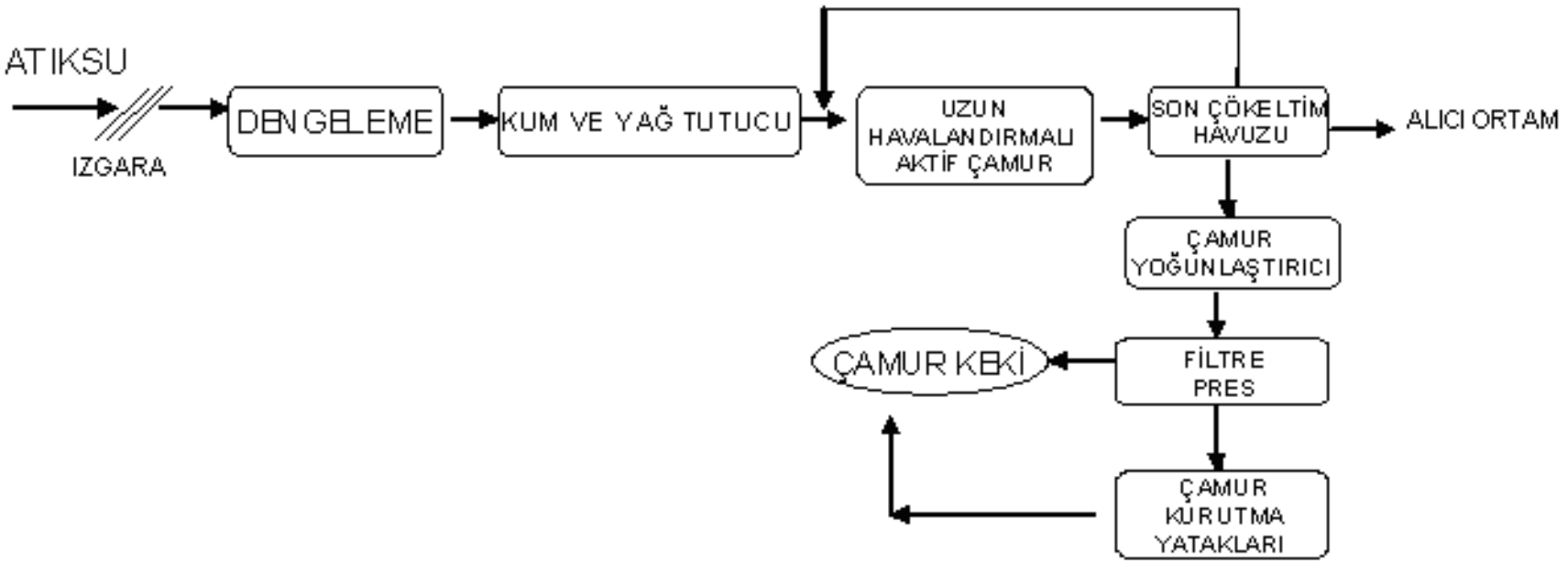
- Yağ, petrol ürünleri, solvent, ağır metal ve toksik madde içeren atıksu üreten endüstrilerin atıksularının ise tarımsal sulamada kullanılması önerilmemektedir (Arceivala, 2007).

MİGROS TÜRK T. A.Ş.
TAN-ET Entegre Et Tesisi

Parametre	Giriş	Çıkış
pH	7.45	6.5 – 7.8
Tuzluluk	‰ 0.1	≤ ‰ 0.1
İletkenlik	1.43 dS/m	1.50 dS/m
Sodyum, Na^{+}	112.90 mg/L	173.20 mg/L
Magnezyum, Mg^{++}	301.40 mg/L	300 mg/L
Kalsiyum, Ca^{++}	72.15 mg/L	95 mg/L
Potasyum, K^{+}	25.43 mg/L	50 mg/L
SAR	1.31	1.97
Askıda Katı Madde	176 mg/L	16 mg/L
Çözünmüş Katı Madde	848 mg/L	1068 mg/L
Bor	0.115 mg/L	0.45 mg/L
Sülfat, SO_4^{2-}	394 mg/L	85 mg/L
Kalıntı klor	yok	50 mg/L
Bulanıklık	120 JTU	10 JTU
Demir, Fe^{++}	0.5273 mg/L	0.5 mg/L

Parametre		Giriş	Çıkış
Mangan, Mn^{++}		0.000291 mg/L	0.15 mg/L
Alkalinite		410 mg/L	330 mg/L
Toplam azot		40 mg/L	75 mg/L
NH_3-N		3.05 mg/L	1.50 mg/L
NO_3-N		6.85 mg/L	30 mg/L
Toplam Fosfor		5.38 mg/L	6.49 mg/L
KOİ		1500 mg/L	200 mg/L
$BOİ_5$		850 mg/L	150 mg/L
Total koliform		300 adet/100 ml	300 adet/100 ml
Silika		152 mg/L	81.5 mg/L
Renk		375 platin kobalt	80 platin kobalt
Ağır Metaller	**Zn**	0.0245 mg/L	0.024 mg/L
	Cr	0.002067 mg/L	< 0.01 mg/L
	Cu	0.003928 mg/L	< 0.01 mg/L
	Al	---	0.0075 mg/L
	Ni	0.002879 mg/L	<0.01 mg/L
	As	0.04005 mg/L	0.089 mg/L
	Co	0.003718 mg/L	< 0.01 mg/L
	Pb	0.003942 mg/L	0.016 mg/L
	Li	0.1907 mg/L	0.2848 mg/L
	Cd	---	< 0.01 mg/L

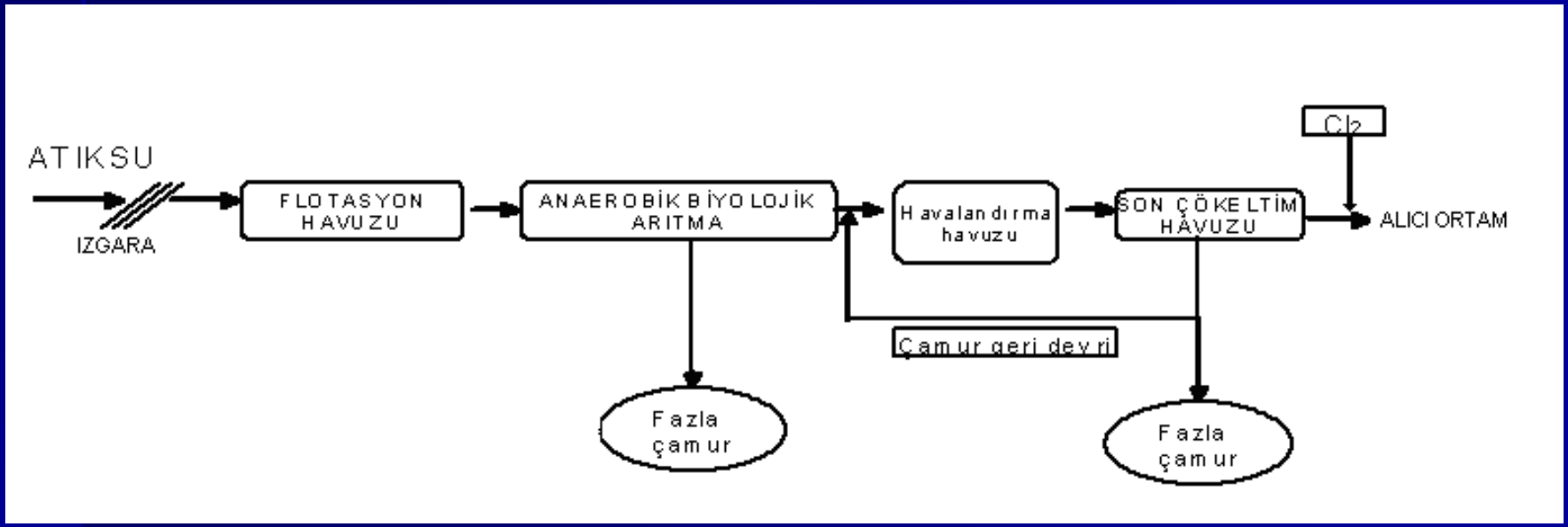
MİGROS TÜRK T.A.Ş. TAN-ET Atıksu Arıtma Tesisi Akım Şeması



MİGROS TÜRK T.A.Ş. TAN-ET Atık Sularının Tarımsal Sulamada Kullanılabilirliği

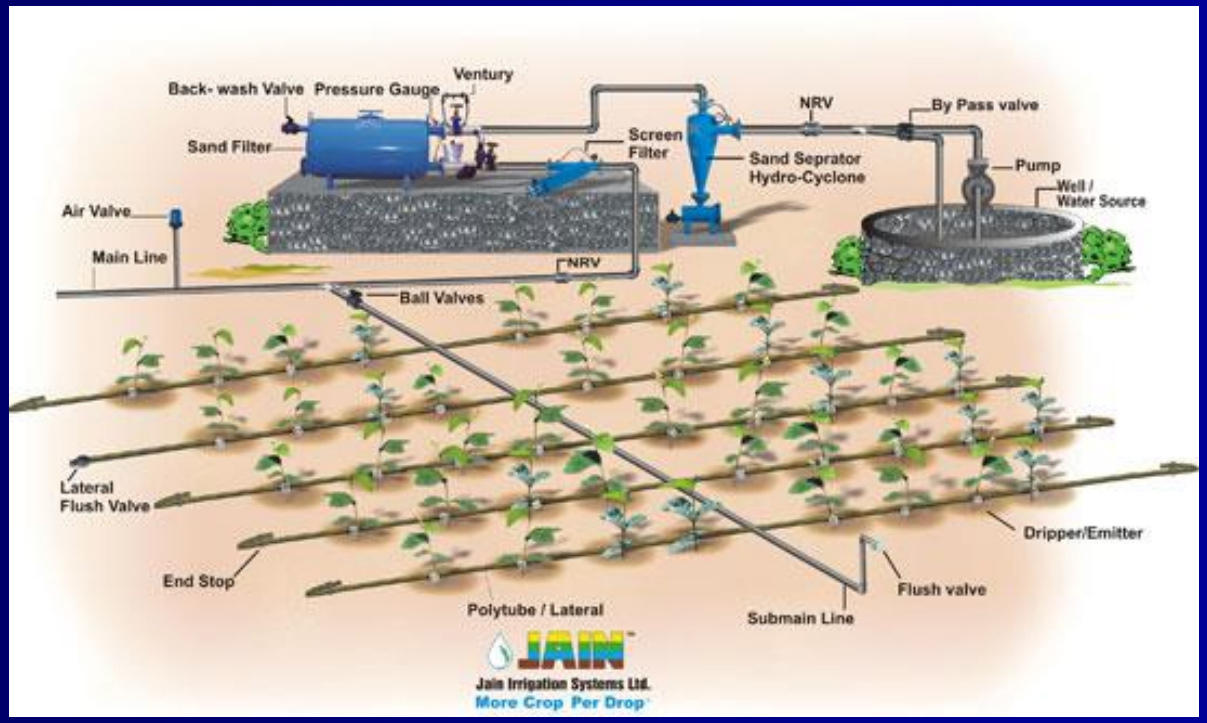
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği Tablo 4'te verilen sulama suları kalite kriterleri ile kıyaslama yapılmıştır (Resmi Gazete, 1991). Bu tabloya göre, sülfat, bor, askıda katı madde ve pH parametreleri açısından "Sınıf I-çok iyi"; elektriksel iletkenlik parametresi açısından da "Sınıf III-kullanılabilir" sulama suyu sınıfına girmektedir. Ancak $BOİ_5$ ve fekal koliform parametrelerine göre Sınıf IV-ihtiyatla kullanılabilir" sulama suyu sınıfı olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda, organik madde giderimi için mevcut sistemin iyileştirilmesi ve mikrobiyolojik açıdan suyun uygun hale getirilmesi için dezenfeksiyon işleminin yapılması gerekmektedir.

ÖNERİLER


ATIKSU
IZGARA
FLOTASYON HAVUZU
ANAEROBİK BİYOLOJİK ARITMA
Havalandırma havuzu
SON ÇÖKELTİM HAVUZU
Cl2
ALICI ORTAM
Çamur geri devri
Fazla çamur
Fazla çamur

ÖNERİLER

- Suların uygulanabilirliğinin değerlendirmesinde toprak yapısının belirlenmesi en önemli aşamadır. Toprak özelliklerine bağlı olarak uygun sulama yöntemleri belirlenir. Gereksiz su kayıplarını önleyerek suyun bitki köklerine kadar verimli bir şekilde ulaşmasına olanak sağlayan damla sulama yöntemi en uygun yöntem olarak düşünülmüştür.



ÖNERİLER



Yüzey altı damla sulama sistemi (Subsurface Drip Irrigation)

ÖNERİLER

- Sulanacak bitkinin seçimi de bir diğer önemli faktördür. Arıtılmış atıksuların, pişirilmeden direk olarak yenen bitkilerin sulanması amacıyla kullanılması önerilmemektedir. Bunun yerine orman, çim, vb. arazi sulama veya pamuk, keten, vb. ticari bitkilerin sulanması seçenekleri düşünülmelidir.

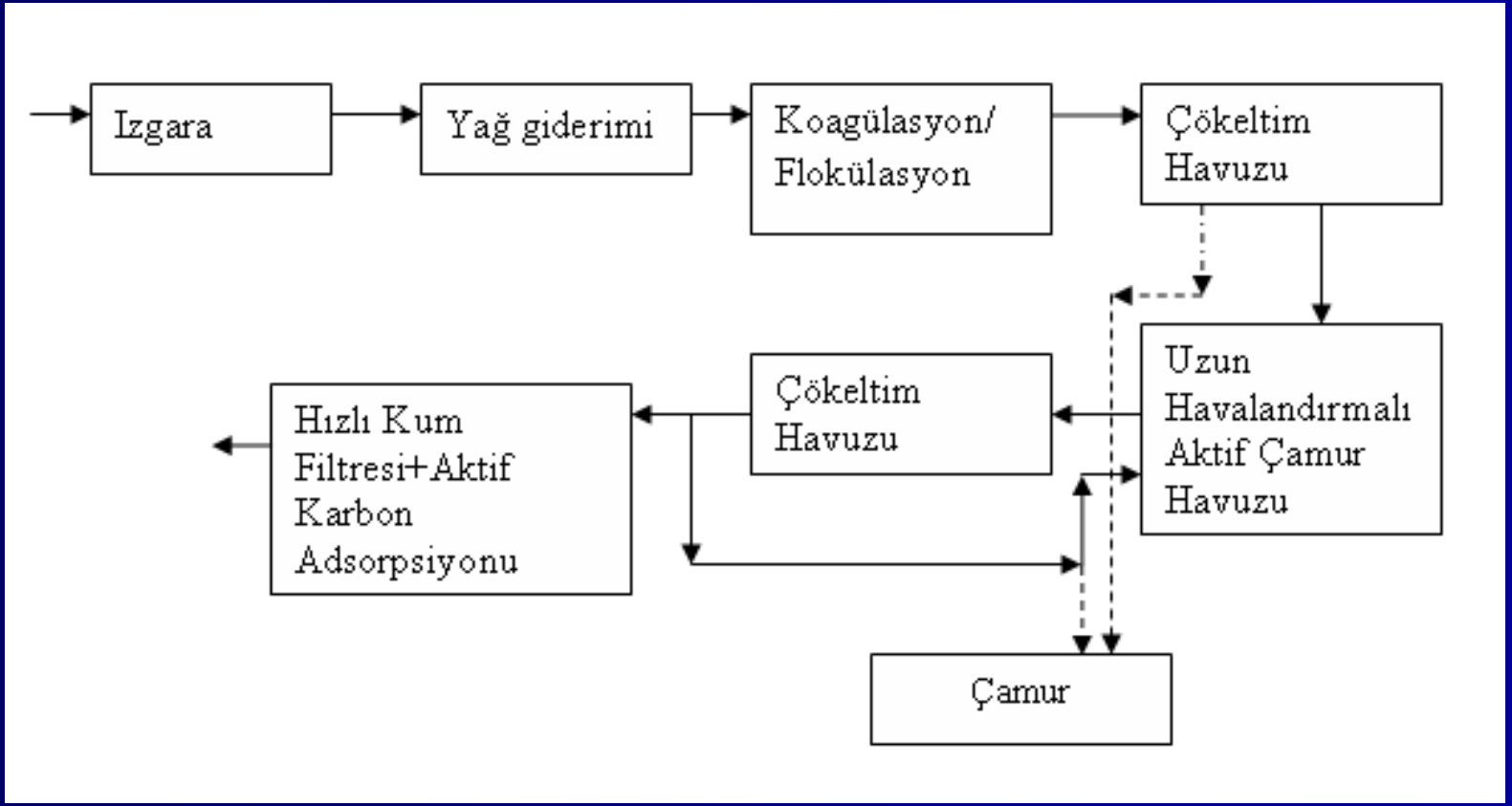
MİGROS TÜRK T.A.Ş. TAN-ET Atık Sularının Endüstriyel Amaçlı Kullanılabilirliği

- Endüstrilerde atıksu soğutma suyu, kazan suyu, proses suyu, temizlik suyu, toz bastırma ve yangın söndürme amaçlı kullanılabilir. Bu kullanımlar arasında en çok soğutma suyu amaçlı kullanımı yaygındır. Her bir kullanım alanı için istenen su kalitesi farklıdır. Soğutma suyu olarak kullanımda korozyon, çökelek oluşması, mikrobiyal büyüme olması gibi sorunların oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Soğutma Suyu Olarak Kullanımı

Parametre	Önerilen Limit Değer	Arıtma Tesisi Çıkışı
Cl^{-1}, mg/L	500	50
Toplam Çözünmüş Katı Madde, mg/L	500	1068
Sertlik, mg/L	650	372
Alkalinite, mg/L	350	330
pH	6.9 – 9.0	6.5 – 7.8
KOİ, mg/L	75	200
Toplam Askıda Katı Madde, mg/L	100	16
BOİ, mg/L	25	150
NH_4^+-N, mg/L	1.0	1.5
PO_4^{-3}, mg/L	4	Toplam fosfor=6.49
SiO_2, mg/L	50	81.5
Al^{+3}, mg/L	0.1	0.0075
Demir, mg/L	0.5	0.5
Mn^{+2}, mg/L	0.5	0.15
Ca^{+2}, mg/L	50	95
Mg^{+2}, mg/L	0.5	300
HCO_3^-, mg/L	24	---
SO_4^{-2}, mg/L	200	85

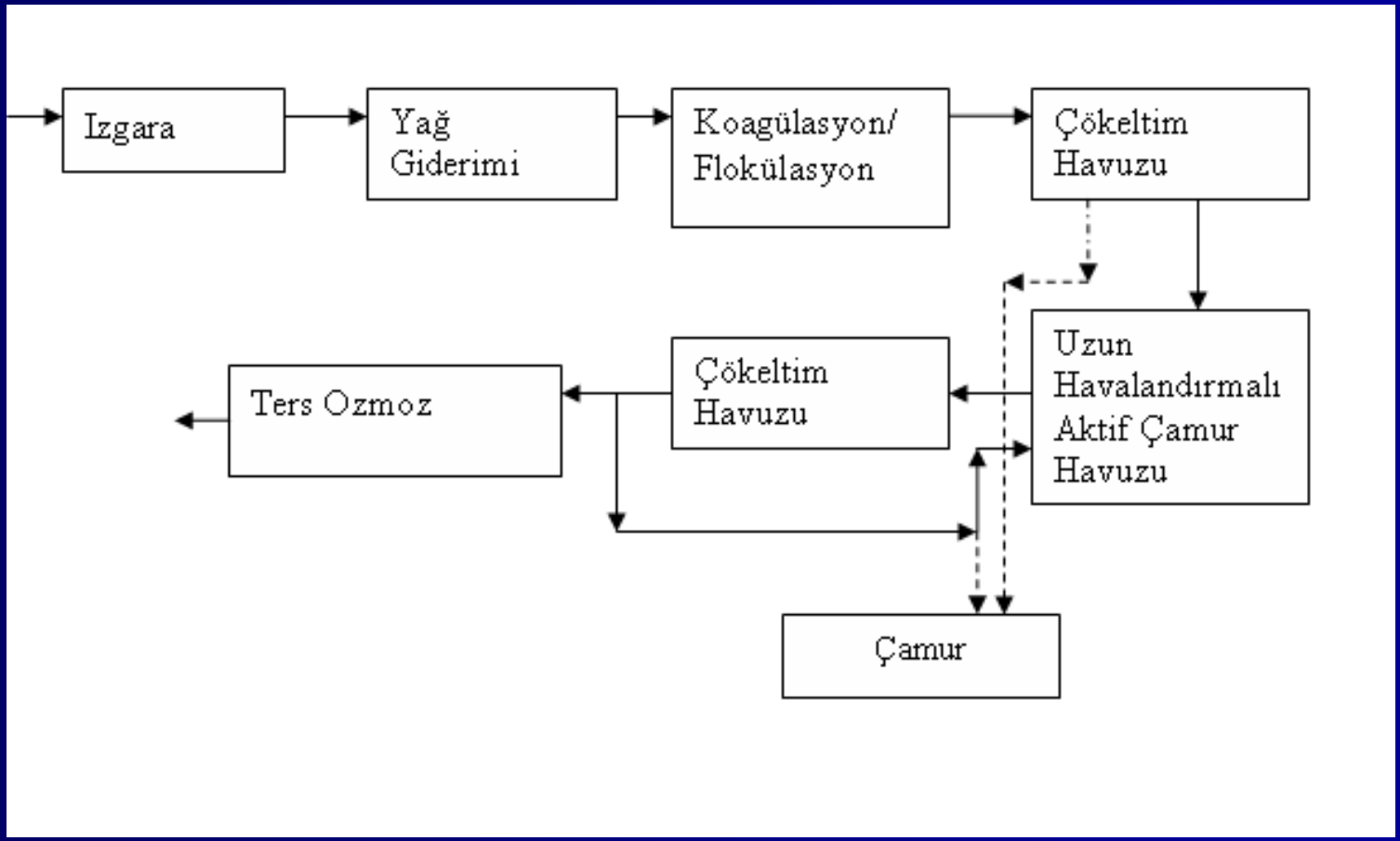
ÖNERİLER


Izgara
Yağ giderimi
Koagülasyon/
Flokülasyon
Çökeltim
Havuzu
Uzun
Havalandırmalı
Aktif Çamur
Havuzu
Çökeltim
Havuzu
Hızlı Kum
Filtresi+Aktif
Karbon
Adsorpsiyonu
Çamur

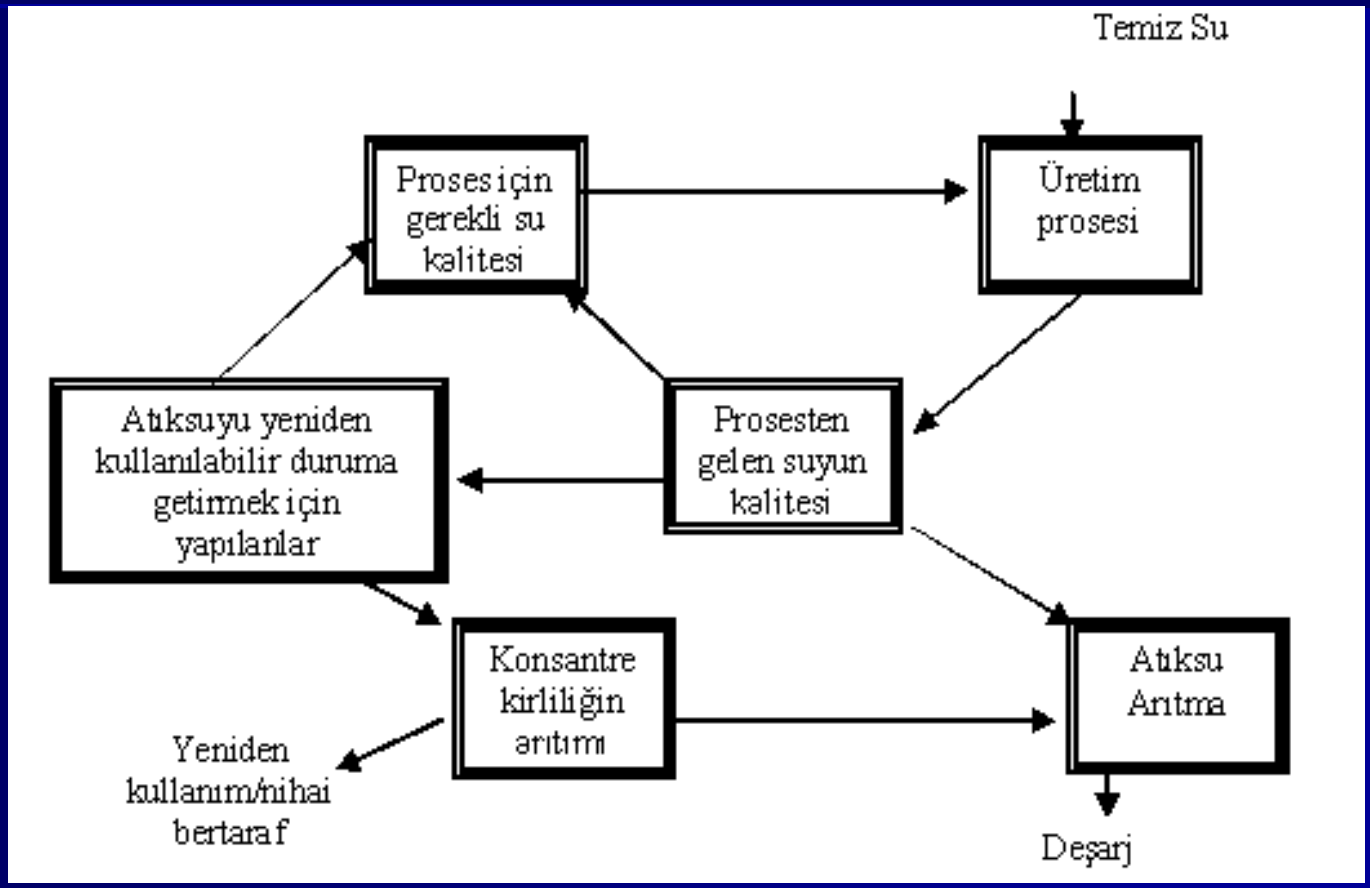
Kazan Besleme Suyu

Parametre	Düşük Basınç (<150 psig)	Orta Basınç (150-700 psig)	Yüksek Basınç (>700 psig)	Atıksu Arıtma Tesisi Çıkışı
Silika, mg/L	30	10	0.7	81.5
Alüminyum, mg/L	5	0.1	0.01	0.075
Demir, mg/L	1	0.3	0.05	0.5
Mangan, mg/L	0.3	0.1	0.01	0.15
Kalsiyum, mg/L	--	0.4	0.01	95
Magnezyum, mg/L	--	0.25	0.01	300
Amonyak, mg/L	0.1	0.1	0.1	1.5
Bikarbonat, mg/L	170	120	48	---
Sülfat, mg/L	--	--	--	85
Klor, mg/L	--	--	--	50
Çözünmüş Katı Madde, mg/L	700	500	200	1068
Bakır, mg/L	0.5	0.05	0.05	<0.01
Çinko, mg/L	--	0.01	0.01	0.024
Alkalinite, mg/L	350	100	40	330
pH	7-10	8.2-10	8.2-9	6.5 – 7.8
AKM, mg/L	10	5	0.5	16
KOİ, mg/L	5	5	1	200

ÖNERİLER


Izgara
Yağ Giderimi
Koagülasyon/ Flokülasyon
Çökeltim Havuzu
Uzun Havalandırmalı Aktif Çamur Havuzu
Çökeltim Havuzu
Ters Ozmoz
Çamur

Proses Suyu Olarak Kullanımı



Atıksuların Proses Suyu Olarak Kullanımında Sistematik Yaklaşım Şeması (Andersen v.d., 2002)

ÖNERİLER

- İstenen proses suyu kalitesi üretimden üretime değişmektedir. MİGROS TÜRK T. A.Ş. TAN-ET Entegre Et Tesisi gıda sektörü olduğu için su kalitesi, her noktada aynı olmalı ve mikrobiyolojik açıdan problem teşkil etmemelidir. Tesiste, HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) gereği, kullanılan sular düzenli olarak kimyasal ve biyolojik açıdan analiz edilmektedir. Arıtılmış atıksuyun proses suyu olarak kullanılmasının düşünülmesi durumunda içme suyu kalitesinde çok temiz su elde edilinceye kadar arıtma yapılmalıdır. Kazan besleme suyu için gerekli arıtma kademelerinin, proses suyu olarak kullanımında da düşünülmesi gereklidir.

YORUMLAR

1. MİGROS TÜRK T. A.Ş. TAN-ET Entegre Et Tesisi atıksu arıtma tesisi çıkış sularının özellikleri mevcut hali ile, tarımsal amaçlı kullanım, endüstride soğutma suyu, kazan suyu veya proses suyu olarak kullanıma uygun değildir.
2. Arıtılmış atıksuyun yeniden kullanılabileceği tüm uygulamalar için özellikle, ilave organik madde giderimi ve su yumuşatma işlemlerine gereksinim vardır.

3. Tüm uygulamalarda, mikrobiyolojik kirliliğin önlenmesi için en uygun dezenfeksiyon işlemi de değerlendirilmelidir. Klorlama ekonomik olduğu için en çok tercih edilen dezenfeksiyon işlemi olmakla birlikte, sağlık açısından yaratabileceği olumsuz etkiler göz önüne alındığında daha pahalı bir işlem olan UV, en uygun dezenfeksiyon yöntemi olarak değerlendirilmelidir.
4. Sonuç olarak; atıksuların arıtıldıktan sonra atıksuların alıcı ortama deşarj edilmesi yerine yeniden kullanılması ilave arıtma teknolojilerinin ve çoğu zaman da pahalı yatırımlar gerektiren ileri arıtma tekniklerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu uygulama, sanayiciye ilave bir yatırım ve işletme masrafı getirecektir. Ancak, son derece kısıtlı olan su kaynaklarımızın artık ihtiyaçlarımıza cevap veremeyecek seviyelere geldiği günümüzde, bu tür yatırımlar yapmak lüks yatırım olarak değerlendirilmemelidir.

TEŞEKKÜR

- Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2005.KB.FEN.057).
- Numune alımı, proses hakkında bilgi toplanması, numune alımları vb. tüm konularda desteklerini esirgemeyen MİGROS TÜRK T. A.Ş. TAN-ET Entegre Et Tesisi yetkililerine ve çalışanlarına teşekkür ederiz.