

“Türkiye’de Atıksu Yönetimi”

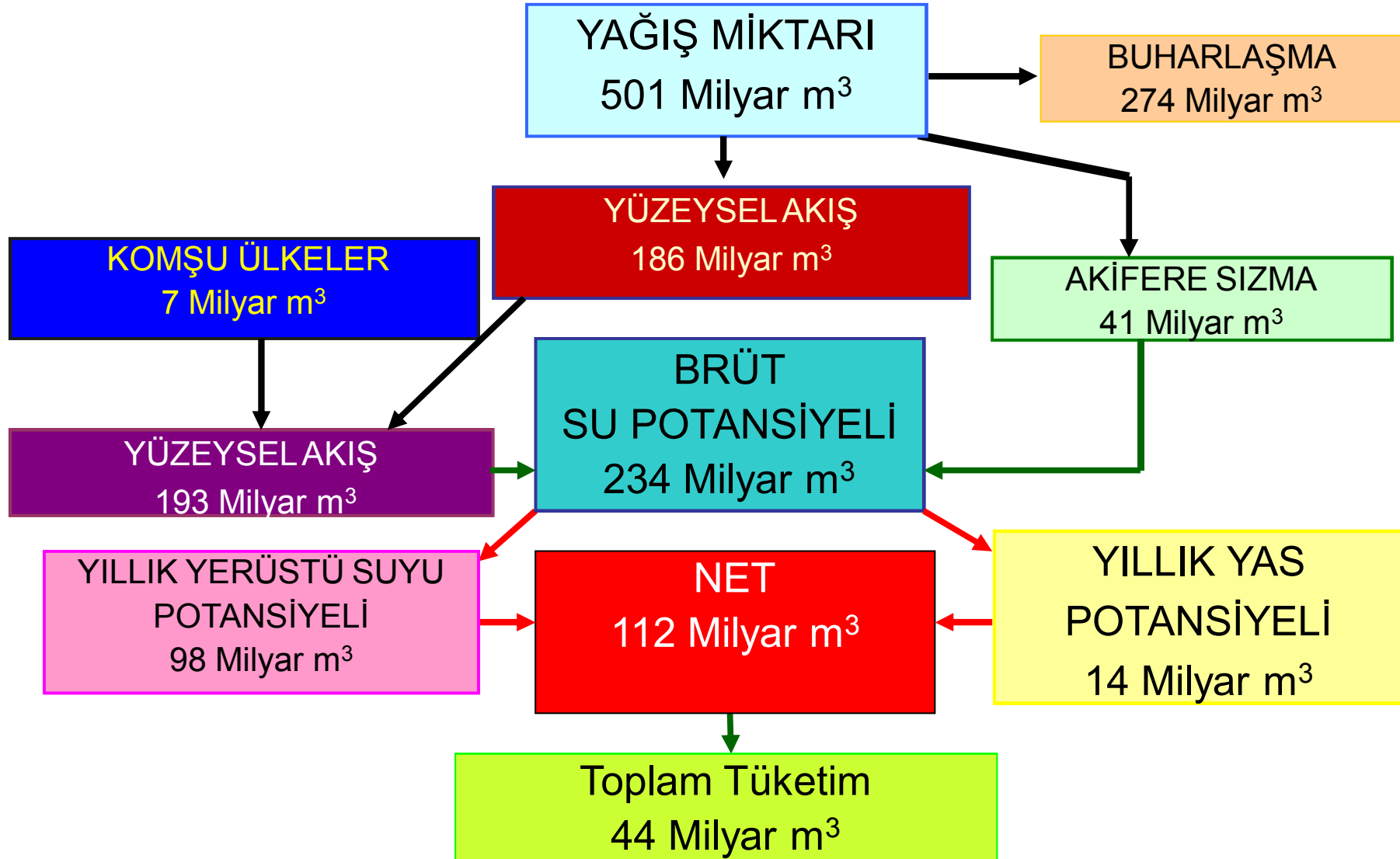


Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Elif ÖZCAN

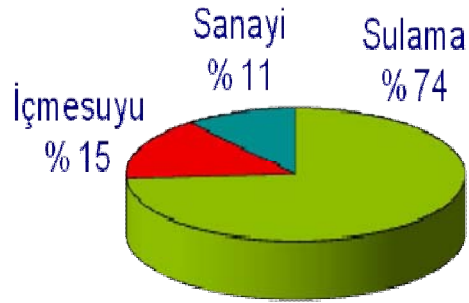
Sunumun İçeriği

- ✓ Türkiye'deki Su Kaynakları Potansiyeli
- ✓ Atıksu Mevzuatı
- ✓ Türkiye'deki Mevcut Durum
- ✓ Atıksu Arıtımında Gelişim Süreci
- ✓ Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar
- ✓ Evsel/Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Geri Kazanım Uygulamaları
- ✓ Sonuç ve Değerlendirme

Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

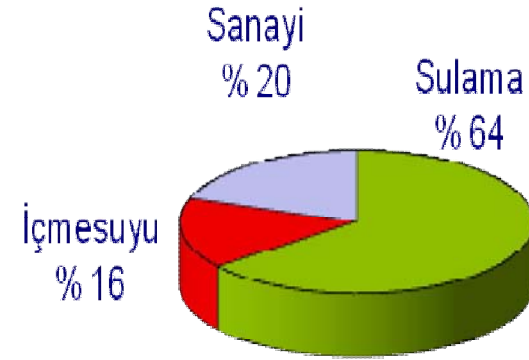


Su Tüketimi



2010 Yılı

Sulama : 32 milyar m³ (%74)
Eysel : 6 milyar m³ (%15)
Endüstriyel : 5 milyar m³ (%11)
TOPLAM : 43 milyar m³



2023 Yılı

Sulama : 72 milyar m³ (%64)
Eysel : 18 milyar m³ (%16)
Endüstriyel : 22 milyar m³ (%20)
TOPLAM : 112 milyar m³

Su Temini ve Su Tüketimi

- ❖ Toplam Kullanılabilir Su Rezervi : 112 Milyar m³
- ❖ Türkiye Nüfusu : >76 Milyon
- ❖ Kişi Başı Kullanılabilir Su Miktarı : <1.500 m³/yıl

Bu değerler Türkiye'nin «su stresi» olan ülkeler sınıfında olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle;

- ❖ Suyun dikkatli kullanılması,
 - ❖ Aşırı su kullanımının önlenmesi,
 - ❖ Sulama ve günlük yaşamda az su tüketen teknolojilerin kullanılması,
- önem arz etmektedir.

Bunun yanında;

- ❖ Su kaynaklarının kirlenmesinin önlenmesi gerekmektedir.

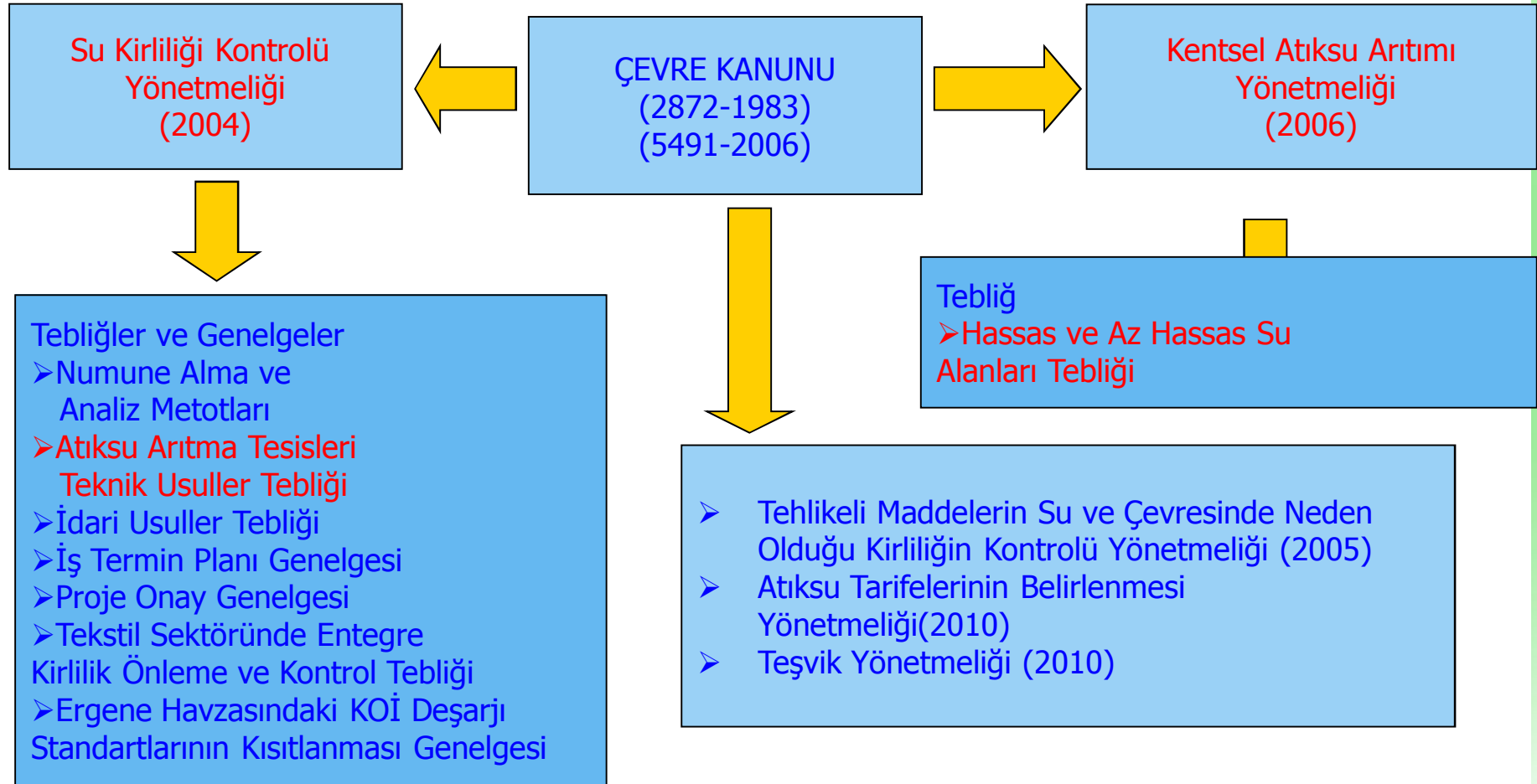
Görev Çerçevesi

Atıksu Yönetiminde;

- ✓ Politika ve prensipleri belirleme,
- ✓ Mevzuat geliştirme,
- ✓ Planlama ve proje onayı,
- ✓ İzin, izleme, denetim ve yaptırım,
- ✓ Uygun teknolojiyi belirleme,
- ✓ İşbirliği ve koordinasyonu sağlama.



Atıksu Mevzuatı

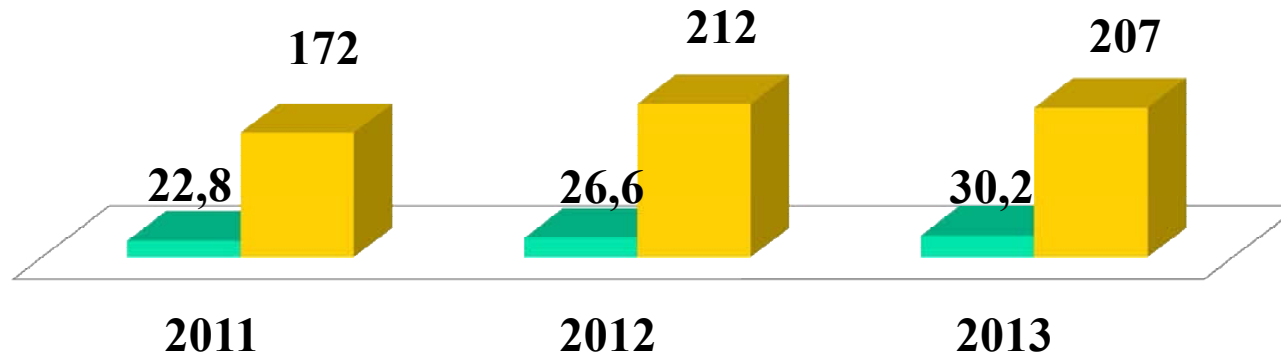


Atıksu Arıtma Tesisleri Enerji Teşviki

- ✓ Atıksu arıtma tesislerinin enerji giderlerinin % 50'sine kadarlık kısmı Bakanlığımızca karşılanmaktadır.
- ✓ Bu kapsamda 2011 yılında 22,8 Milyon TL, 2012 yılında 26,6 Milyon TL ve 2013 yılında 30,2 Milyon TL ödeme yapılmıştır.

AAT Enerji Teşviki Ödemesi

■ Ödeme Miktarı (Milyon TL) ■ Tesis Sayısı



Atıksu Politikamız



Atıksu Politikamız

Su kaynaklarının korunması için;

- ❖ Bakanlık çevre korumasına yönelik projeleri yürütmekle ve onaylamakla yükümlüdür.
- ❖ Bakanlığın atıksu arıtma tesislerinin teknolojilerinin belirlenmesi ve bunların uygulanmasından bilhassa sorumludur.

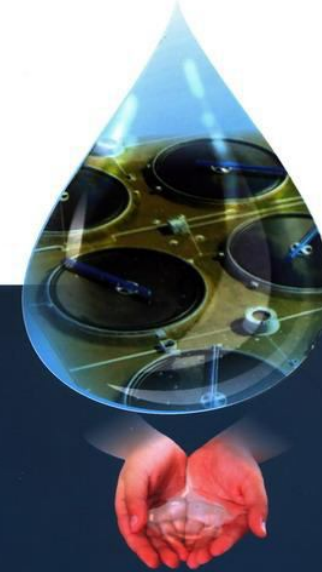


Atıksu Arıtımı Eylem Planı

- ✓ 25 Nehir Havzasında kirlilik durumu, baskı ve etkiler, içme suyu ve korunan alanlar da dikkate alınarak havza önceliklendirilmesi yapılmıştır.
- ✓ Kısa, orta ve uzun vadede hedeflerimiz belirlenmiştir.



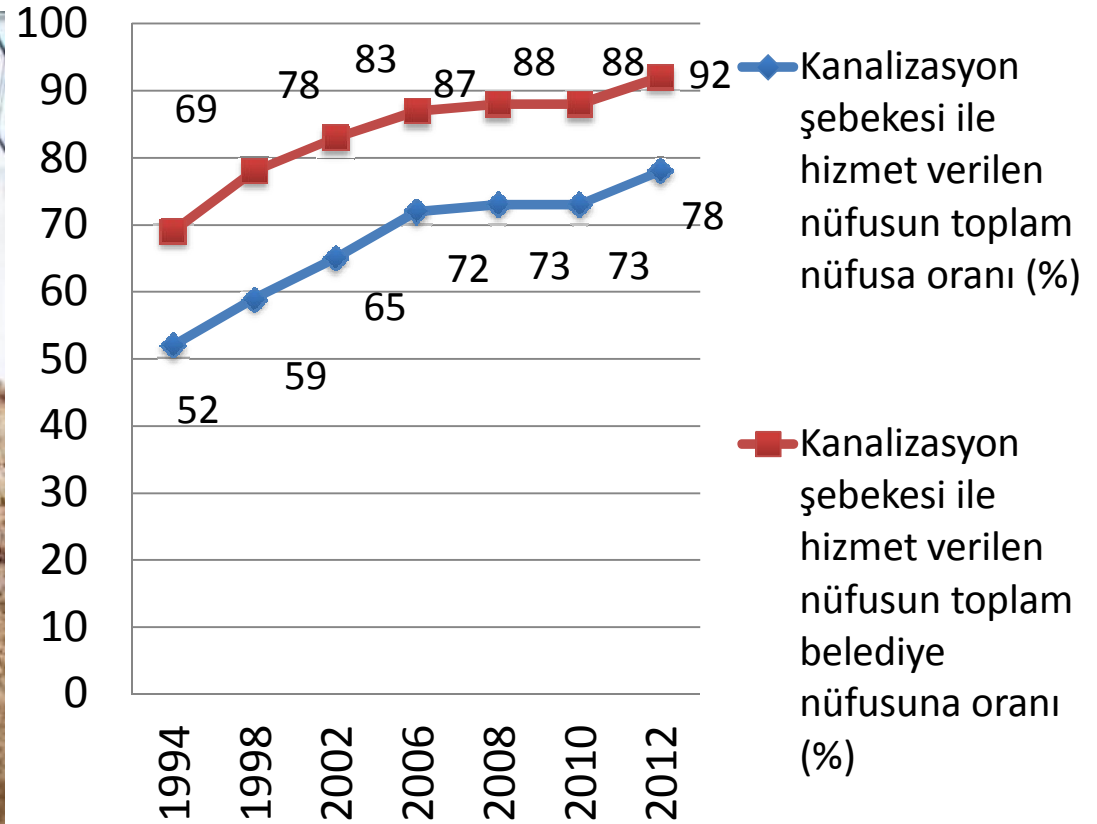
T.C.
ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü



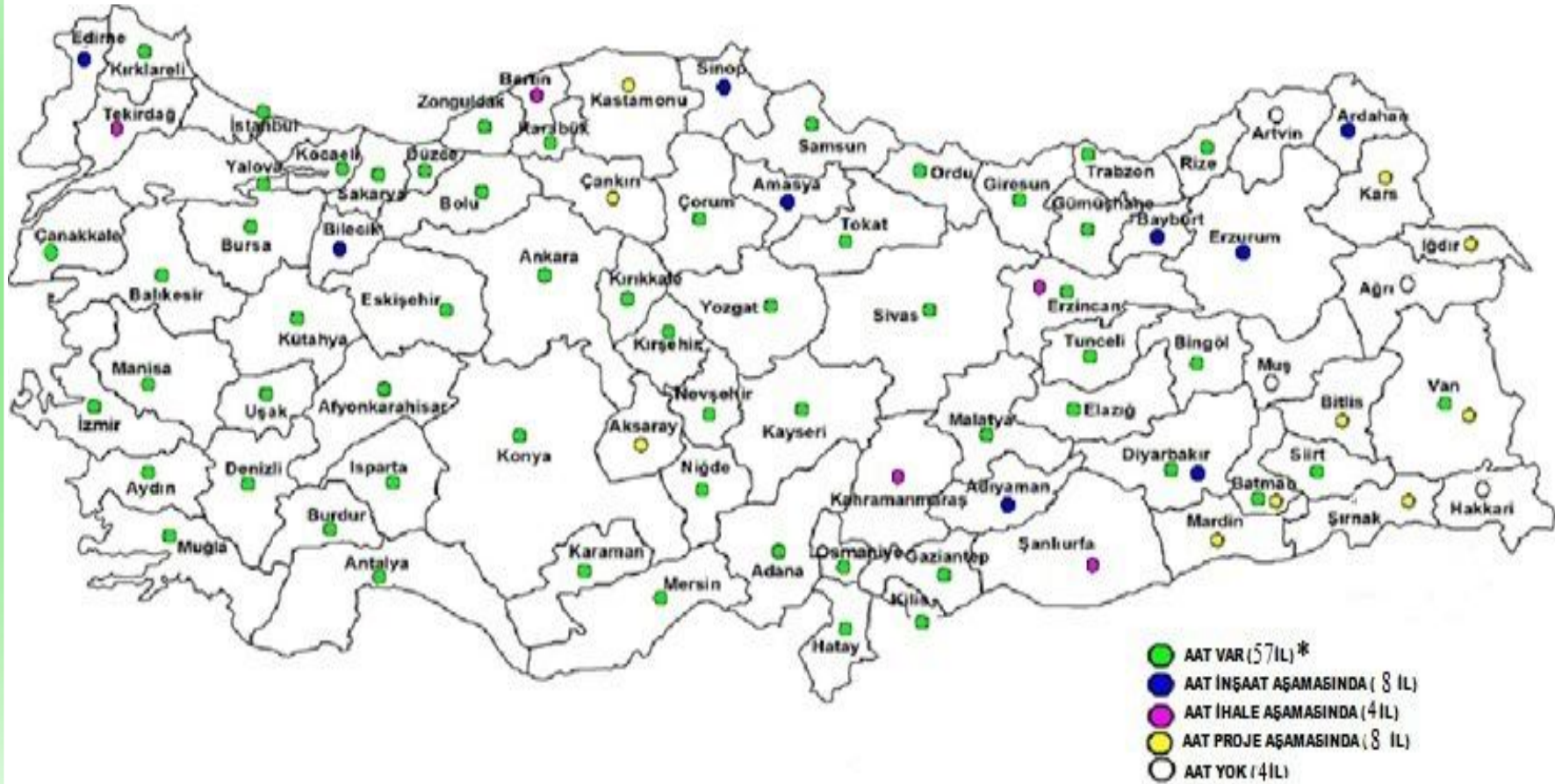
ATIKSU ARITIMI
EYLEM PLANI
(2008-2012)

TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT DURUM

Atıksu Altyapı Durumu



Atıksu Altyapı Durumu

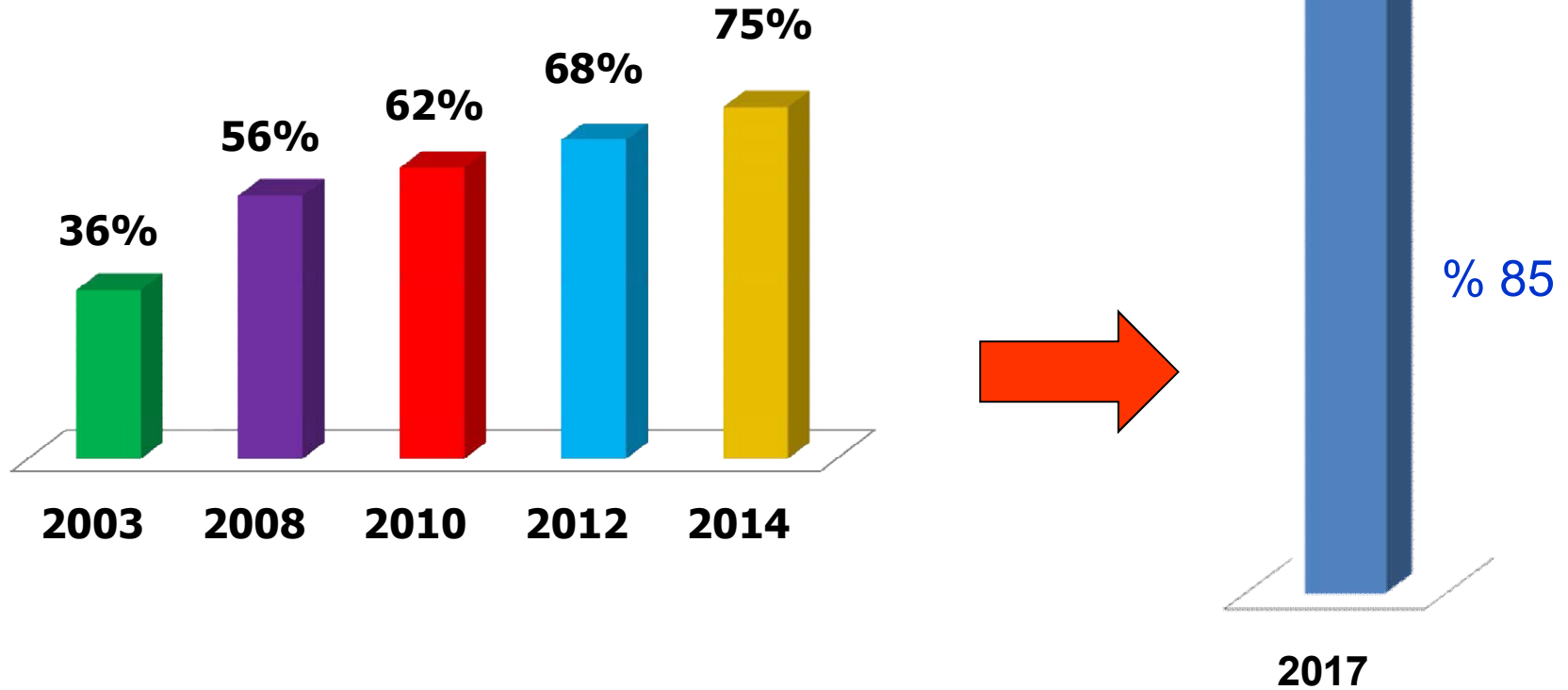


* (Diyarbakır, Erzurum, Van ve Batman'da faaliyet AATler ileri biyolojik AATler ile yenilenecektir.)

Atıksu Altyapı Durumu

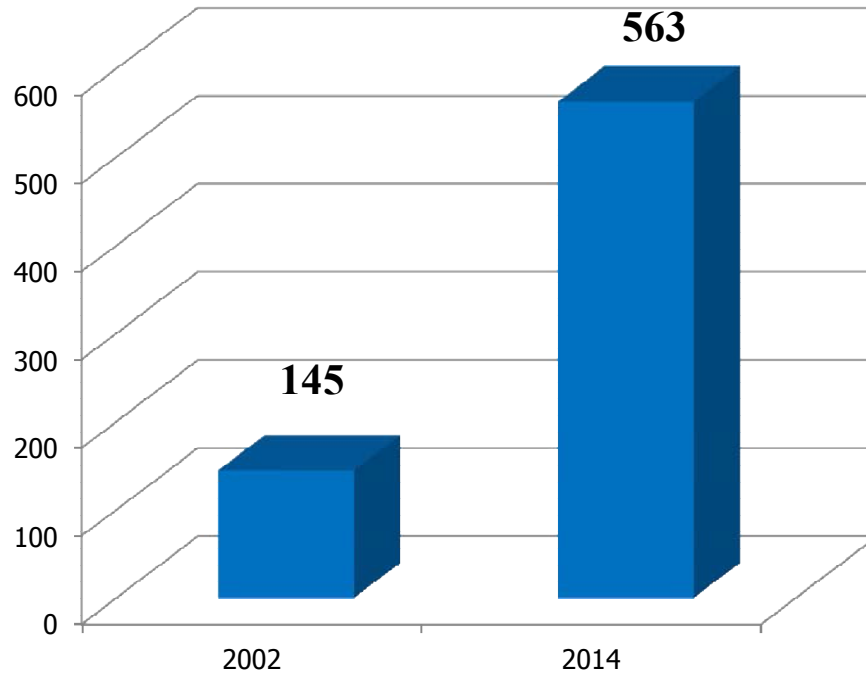
Hedefimiz

Atıksu Arıtma Tesisi ile hizmet edilen nüfusun Belediye nüfusuna oranı (%)



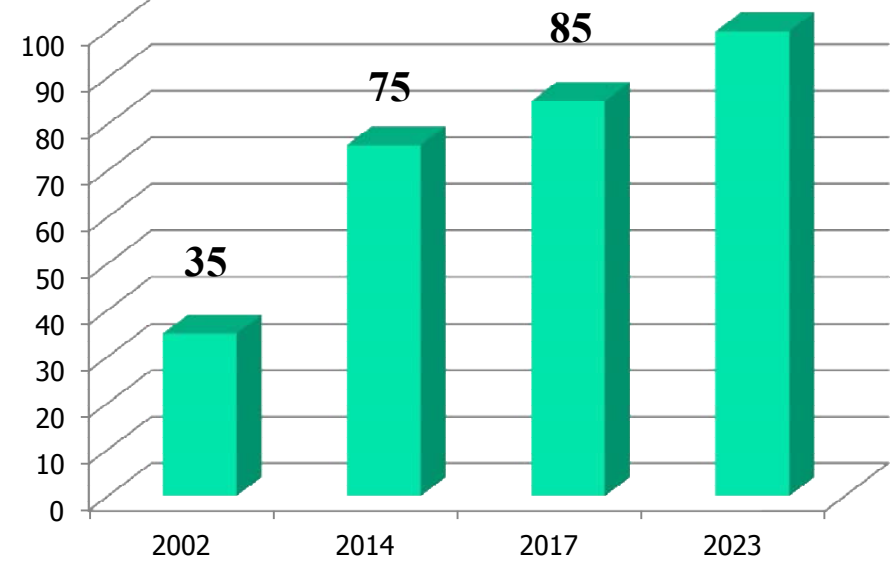
Atıksu Altyapı Durumu

Atıksu Arıtma Tesisi Sayısı



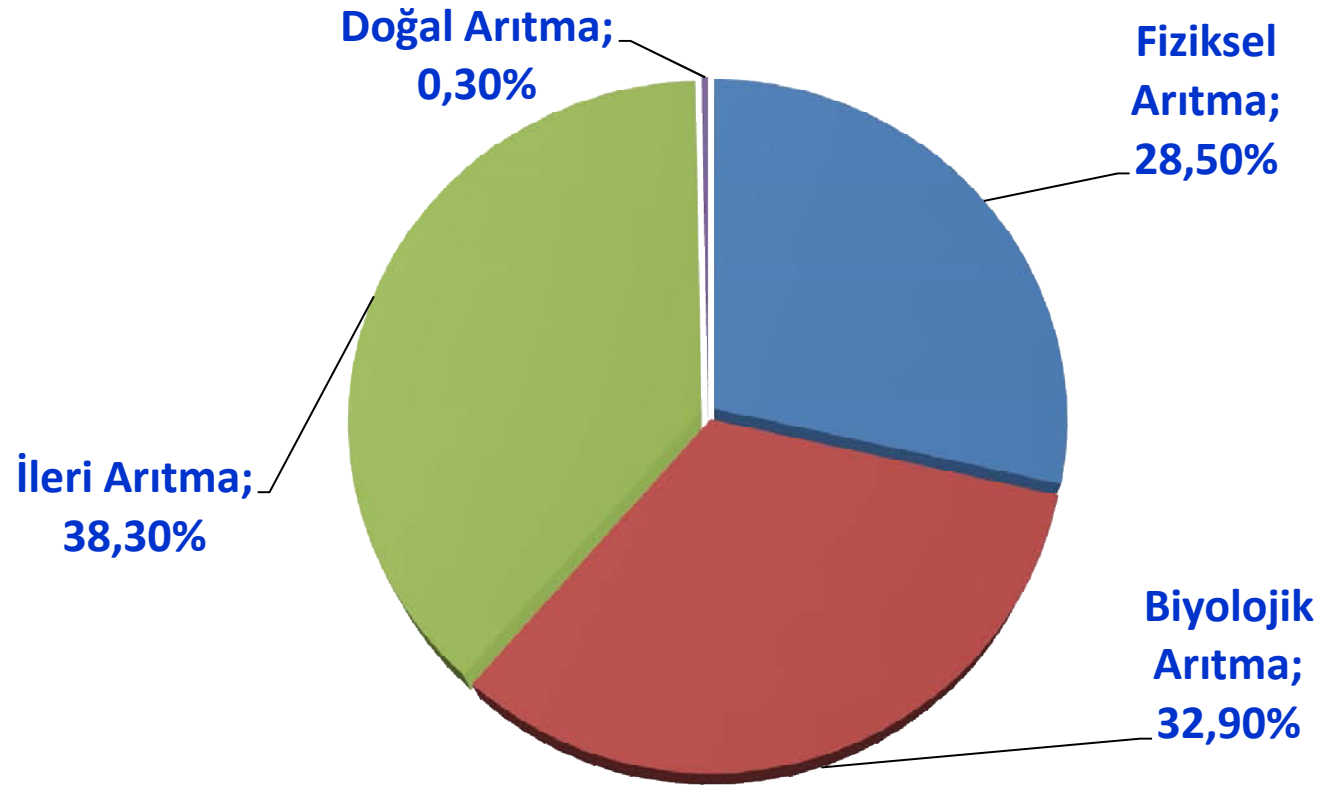
Bakanlığımızca yürütülen çalışmalar neticesinde yerleşim yerlerine hizmet veren evsel-kentsel atıksu arıtma tesisi sayısı 2002 yılında 145'ten 2014 yılında 563'e çıkarılmıştır.

Atıksu Arıtma Tesisine Bağlı Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)



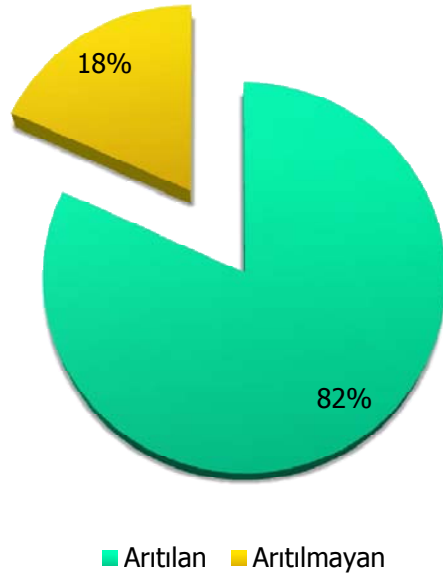
2002 yılında belediye nüfusunun %35'ine atık su arıtma hizmeti verilirken, yürütülen çalışmalar neticesinde 2014 yılında bu oran % 75'e (yaklaşık 48,2 milyon kişi) ulaşmıştır.

Mevcut Evsel Atıksu Arıtma Tesis Tipleri

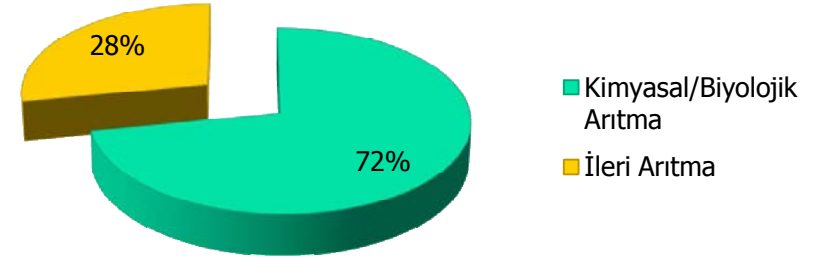


Organize Sanayi Bölgelerindeki Atıksu Arıtma Tesisleri

OSB kanallarından deşarj edilen atıksu miktarı



Atıksu Arıtma Tesisi Sayısı



Türkiye’de Atıksu Arıtımı Gelişim Süreci

Türkiye’de Atıksu Arıtımı Gelişim Süreci

TESİS ADI	Aydın Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi
İşletmeye alma Yılı	1988
Arıtma Tipi	Aerobik / Anaerobik Stabilizasyon Havuzu



Türkiye’de Atıksu Arıtımı Gelişim Süreci

TESİS ADI	Afyonkarahisar Atıksu Arıtma Tesisi
İşletmeye alma Yılı	1996
Kapasite (m ³ /gün)	46.600
Arıtma Tipi	Damlatmalı filtre



Türkiye’de Atıksu Arıtımı Gelişim Süreci

TESİS ADI	BURSA Atıksu Arıtma Tesisi
İşletmeye alma Tarihi	2006
Kapasite (m ³ /gün)	87.500
Arıtma Tipi	İleri Arıtma



Türkiye'de Atıksu Arıtımı Gelişim Süreci

TESİS ADI	Afyonkarahisar Atıksu Arıtma Tesisi
İşletmeye alma Tarihi	2012
Kapasite (m ³ /gün)	44.000
Arıtma Tipi	İleri Biyolojik Arıtma



Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

- ✓ İnsan ve Çevre Sağlığının Korunmasında Atıksu Kirliliğinin kaynağında Önlenmesi önemlidir.
- ✓ Su kirliliğinin azaltılmasındaki temel politikamız; “*minimum atıksu deşarj yöntemlerin*” kullanılması ve “*kirliliğin kaynağında önlenmesi*” dir.

Bu nedenle;

- ✓ Su kullanımını azaltmak,
- ✓ Su kaybını azaltmak,
- ✓ Alıcı ortam su kalitesinin yükseltilmesi,
- ✓ Kalitesi uygun olmayan su kullanımı sebebiyle oluşan sağlık ve sosyal problemlerin çözümü,
- ✓ Arıtılan atık suyu yeniden kullanmak,

önem arz etmektedir.

Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Atıksu Politikamızda Yeniden Kullanımın Yeri

- ✓ Artan nüfus ve buna bağlı olarak artan su ve su kalitesi talebi,
 - ✓ Gelişen sanayi,
 - ✓ Yükselen doğal su kaynakları fiyatları
 - ✓ Gelişen geri kazanım teknolojileri
- atıksuların tekrar kullanılmasını,
 - hem çevre ve hem de kaynakların ekonomik kullanımını

cazip hale getirmektedir.



Neden Geri Kullanım?

- ✓ Sınırlı doğal su kaynaklarını nitelikli su gerektiren amaçlar için tahsis edebilmek,
- ✓ Atıksu deşarjları sebebiyle doğabilecek çevre kirlenmesi problemlerini önlemek,
- ✓ Şehir nüfus paylarının artması sebebiyle su ihtiyaçlarının belirli merkezlerde yoğunlaşması,
- ✓ Evsel atıksuların % 99.9 oranında saf su ihtiva ettiği düşünülürse, atıksuların da bir su kaynağı gibi düşünülmesinin gereği daha iyi anlaşılır.

Aritılmış Atıksuların Kullanım Alanları

- ✓ Tarımsal,
- ✓ Endüstriyel,
- ✓ Yeraltı suyunun beslenmesi,
- ✓ Dinlenme maksatlı kullanılan bölgelerin beslenmesi,
- ✓ Dolaylı olarak yangın suyu,
- ✓ Tuvaletlerde geri kazanım,
- ✓ Doğrudan içme suyu olarak geri kazanım,
- ✓ Rekreatyyonel.

Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Tarımsal Sulama



Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Endüstriyel Kullanım

- ✓ Herhangi bir arıtmaya gereksinim duyularak veya duyulmadan proses içerisinde geri dönüşüm
- ✓ Bütün atıkların birleştirilerek en sonda ileri arıtımı ve geri kazanımı
- ✓ Evsel atıksuların arıtılarak, endüstrilerde geri kullanımı (Çok su kullanan endüstriler)



Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Yeraltı Suyu Beslemesi



Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Rekreasyonel



Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Mevzuat: Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği

✓ Yerleşim birimlerinden kaynaklanan atıksuların arıtılması ile ilgili;

- ❖ Atıksu arıtma tesislerinin teknoloji seçimi,
- ❖ Tasarım kriterleri,
- ❖ Arıtılmış atıksuların dezenfeksiyonu,
- ❖ Yeniden kullanımı,
- ❖ Derin deniz deşarjı,
- ❖ Ortaya çıkan çamurun bertarafı,

için kullanılacak temel teknik usul ve uygulamaları düzenlemek amacı ile hazırlanmıştır.

Atıksu Yönetiminde Yenilikçi Yaklaşımlar

Atıksuların Geri Kazanım Teknolojileri

- ❖ Atıksuların geri kazanımındaki teknoloji gereksinimi, geri kazanılacak suyun kullanım maksatları ile ilişkilidir.
- ❖ Kentsel atıksular tarımsal veya yeşil alan sulamasında kullanılacak ise iyi bir şekilde dezenfekte edilmiş biyolojik arıtma çıkışı gerekir.
- ❖ Doğrudan veya dolaylı geri kazanım söz konusu ise membran teknolojileri, aktif karbon ve ileri oksidasyon gibi daha ileri arıtma alternatifleri gerekir.

Evsel Atıksu Arıtımı ve Geri Kazanım Uygulamaları

Türkiye'deki Atıksuyun Geri Kazanım Uygulamaları

✓ Ülkemizde turistik yapılaşmanın ve yatırımların yoğunlaştığı Ege-Akdeniz kesiminde;

- ❖ Arıtma tesislerin çıkış suları sulamada kullanılmaktadır.
- ❖ Bahçe, park sulaması için değerlendirilmektedir.
- ❖ Stabilizasyon havuzlarında biriktirilerek tarımsal amaçla kullanılmaktadır.

Evsel Atıksuların Sulama Amaçlı Kullanımı-Belek



ANTALYA

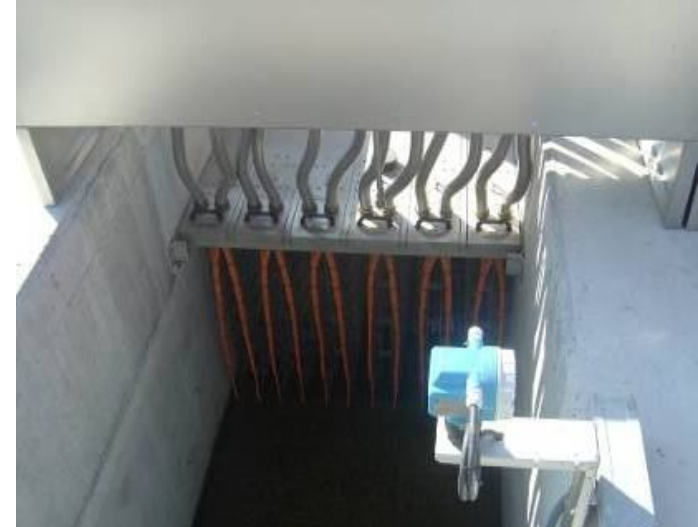


- ✓ Antalya Belek bölgesindeki otellere hizmet veren bölgesel atıksu arıtma tesisleri bulunmaktadır.
- ✓ Geri kazanılan atıksular golf sahalarının sulanması için yeniden kullanılmaktadır.
- ✓ Arıtma tesisi kapasitesi yaklaşık 10000 kişi



Evsel Atıksuların Sulama Amaçlı Kullanımı-Konya

- ✓ Konya Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi, karbon ve kısmi azot giderimi prensibine göre dizayn edilmiştir.
- ✓ 1.000.000 kişi eşdeğeri ve 200.000 m³/gün atıksu debi değerine göre dizayn edilmiştir.
- ✓ Arıtılmış suyunun dezenfekte edilerek, şehir ve tesis sulama suyu olarak kullanılması amacıyla açık kanal tipi ultraviyole dezenfeksiyon sistemi kurulmuştur.
- ✓ Tesis, arıtılmış olan suyu yol refüjlerinde kullanmayı planlamaktadır.



Evsel Atıksuların Sulama Amaçlı Kullanımı- İstanbul-Paşaköy

- ✓ $Q = 100,000 \text{ m}^3/\text{gün}$
- ✓ İleri Atıksu Arıtma Tesisi (N ve P Giderimi)
- ✓ Son çökeltme tankından sonra arıtılan atıksular önce kum filtrelerinden geçirilmekte daha sonra UV dezenfeksiyona geçmektedir.
- ✓ UV dezenfeksiyon çıkış suları endüstriyel proses suyu (Tannery industries located in Tuzla) ve sulama amaçlı olarak kullanılmaktadır.

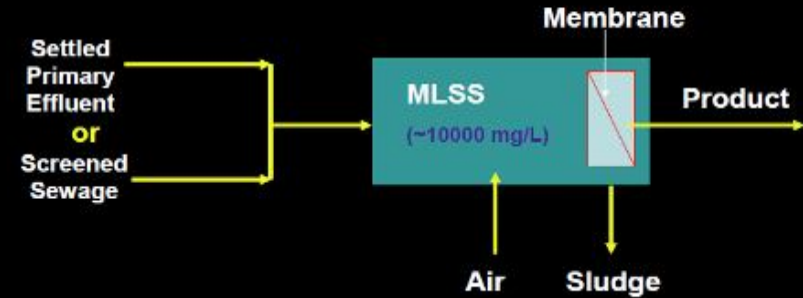


MBR Uygulaması: Evsel Atıksuların Sulama Amaçlı Kullanımı- Muğla -Konacık

- ✓ Ülkemizde atıksu arıtımında membran teknolojisinin kullanımında ilklerden olan Bodrum İlçesine bağlı Konacık Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi
- ✓ Geri kazanılan sular park ve bahçe sulamasında, araç yıkama tesislerinde kullanılmaktadır.
- ✓ $Q=1500 \text{ m}^3/\text{gün}$ MUĞLA



Process Flow Diagram for MBR



Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Geri Kazanım Uygulamaları

Endüstriyel Atıksuların Kullanımı

- ❖ Endüstriyel atıksular nedeniyle su kirliliğinde önemli derecede artış,
- ❖ Su temini fiyatlarındaki artış,
- ❖ Arıtılmış atıksuların endüstrilerde proses suyu olarak kullanılabilmesi,
- ❖ Su kalitesinin yeterli olmadığı durumlarda, su temini için atıksuyun geri kazanımının suyun arıtımından daha ekonomik olabilmesi,
- ❖ Havzadaki iyi su kalitesi hedefi,

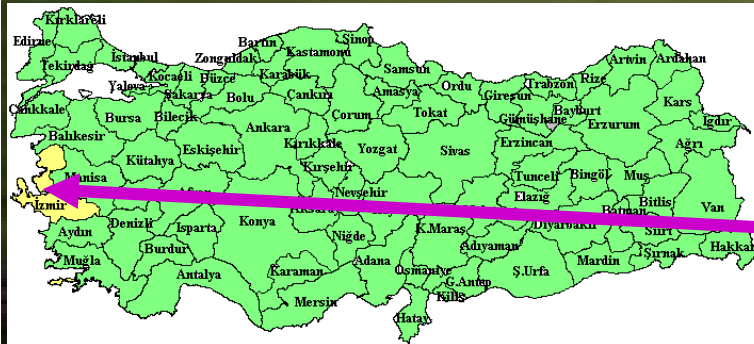
Bu nedenlerden dolayı endüstriyel atıksuların geri kullanımı önemli olmaktadır.

İzmir Tekeli Organize Sanayi Bölgesi

Membran Bioreaktör Teknolojisi, kapasite 8.000 m³/gün



Tipi : Batık MBR
Kapasite : 201,6 m³/saat



İZMİR

Bursa OSB İleri Atıksu Arıtma Tesisi

- ✓ Yıl :2007
- ✓ Kapasite :50.000 m³/gün
- ✓ Su Kalitesi : 1. sınıf
- ✓ Üniteler:

- ❖ Koagülasyon
- ❖ Ön filtrasyon
- ❖ Ultrafiltrasyon
- ❖ Ters ozmoz

- ✓ Arıtılmış atıksular fabrikaların proses suyu olarak kullanılmaktadır.



BURSA

Sonuç ve Değerlendirme

- ❖ Türkiye'nin su kaynakları yaygın kanaatin aksine bol değildir. Gelecekte suyun miktarı kadar kalitesi de önemli olacaktır. Bu sebeple;
 - Su kalitesi yönetiminde havza bazlı planlama yapılması,
 - Kirliliğin kaynağında azaltılması,
 - Altyapı yatırımlarının en kısa sürede tamamlanması,
 - Ekonomik kaynakların doğru yönetilmesi önem arz etmektedir.
- ❖ Su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir korunması ve kullanılması için gerekli olan güncel yaklaşım ve politikaları belirlemek,
- ❖ Atıksuların geri kazanılması ve tekrar kullanımı potansiyeli giderek artmaktadır. Atıksu planlaması yapılırken geri kazanım öncelikli olarak ele alınmalıdır.

TEŞEKKÜRLER

elif.ozcan@csb.gov.tr



TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ

ATIKSU GERİ KAZANIM UYGULAMALARI VE TURİZM TESİSLERİNDE SU KULLANIMI

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ
24-26 EYLÜL 2014
GEBZE-KOCAELİ

Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı

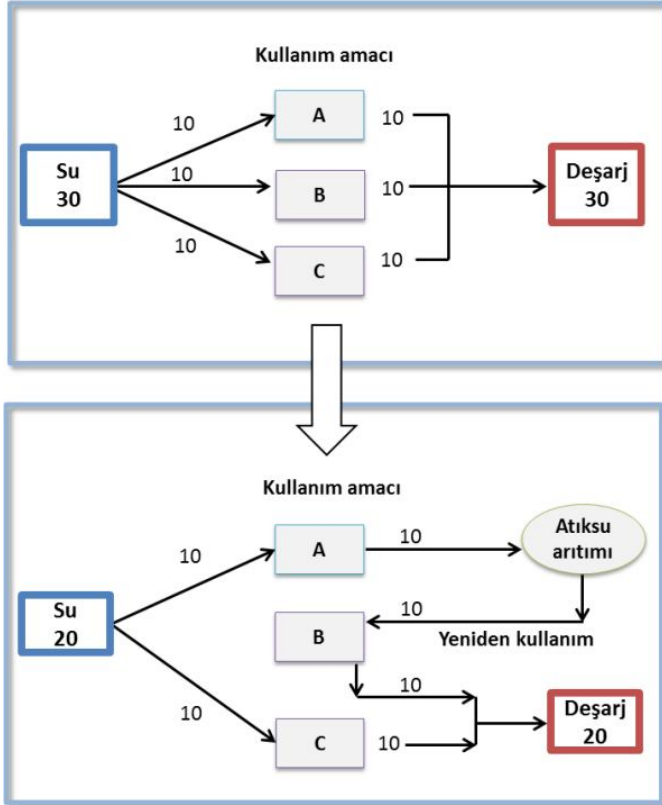
Su kaynaklarının kirlenmesi ve iklim değişikliği etkileri, buna karşın nüfusa paralel olarak artan su ihtiyacı, kısıtlı su kaynakları üstündeki baskıları giderek arttırmış ve alternatif su kaynaklarının önemi ortaya çıkmıştır.

Artan su talebinin, sürdürülebilir şekilde karşılanmasının en önemli yolu; su kullanımını azaltmak, su kaynaklarını çeşitlendirmek ve geliştirmektir.

WHO (2003)'e göre 1,1 milyar insan güvenilir bir kaynaktan su temin edemezken, 2,4 milyar insansa uygun bir evsel atıksu yönetim biçimine sahip değildir. Gelecek 25 yıl içinde büyük bölümü gelişmekte olan kentsel alanlarda olmak üzere dünya nüfusunun 2 milyar artması öngörülmekte ve bu durum araştırmaları yeni kaynak arayışlarına yöneltmektedir.



Neden Atıksu Geri Kazanımı?



Geri kazanımın olmadığı durumda şebekeden temin edilen su, tesiste çeşitli amaçlar için kullanılır ve daha sonra deşarj edilir.

Atıksu geri kazanımında ise, tesiste kullanılan suyun bir kısmı arıtılmış sudan sağlanır. Bu sayede şebekeden temin edilen su miktarı ve aynı zamanda deşarj edilen atıksu miktarı azalır.

✓ Şebeke suyuna olan ihtiyaç ve bağımlılık azalır.

✓ Atıksuyun bir kısmı yeniden kullanıldığı için kanalizasyona ve/veya alıcı ortama deşarj edilen atıksu miktarı azalır.

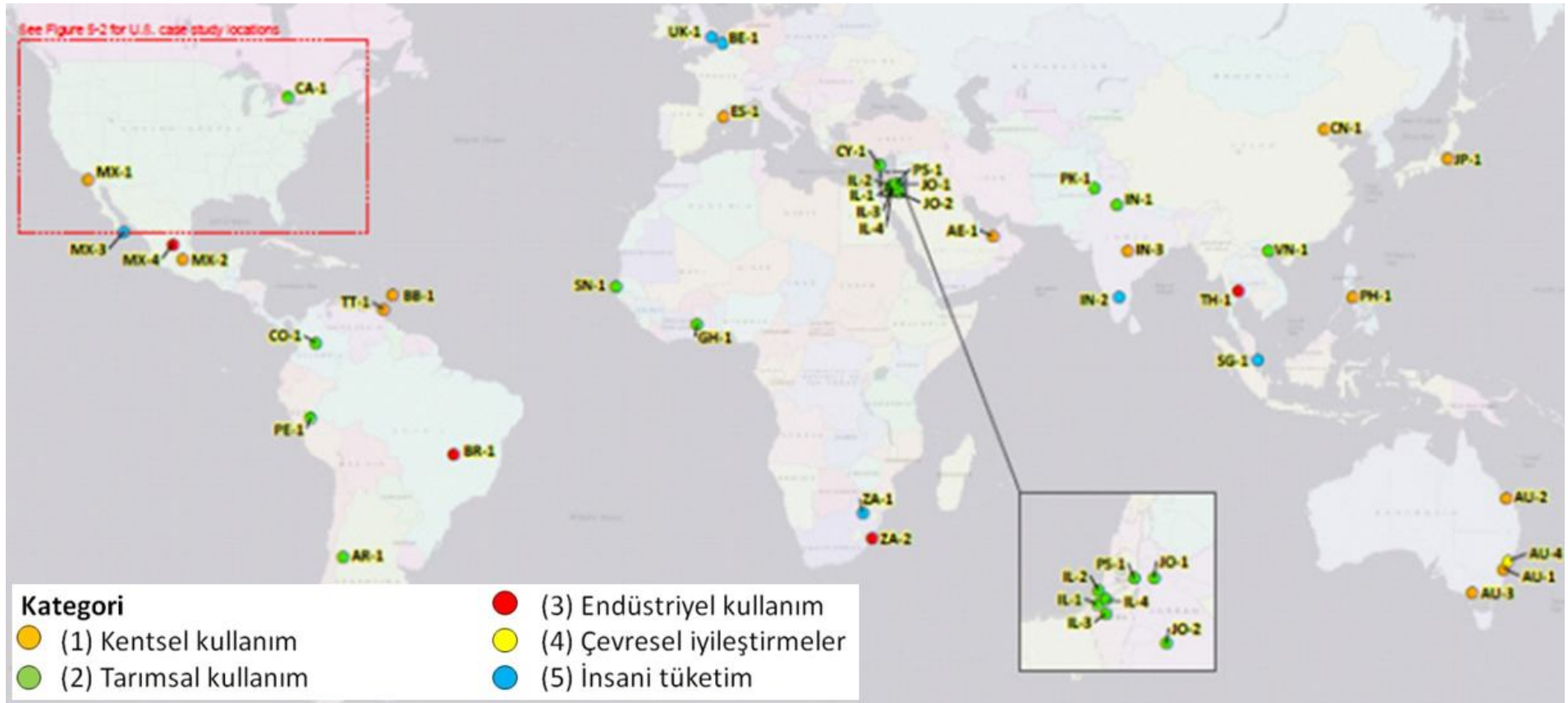
✓ Şebekeden temin edilen suya ödenen maliyet azalır.

✓ Yüksek kaliteli kaynak suyu yerine arıtılmış su kullanıldığı için doğal su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı sağlanmış olur.

Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanım Amacı

- Tarımsal sulama, yeşil alan sulama
- Kentsel kullanım (tuvalet rezervuar, yangın söndürme, yol yıkama vb.),
- Çevresel iyileştirme/su zenginleştirme,
- Yeraltı suyu besleme,
- Endüstriyel kullanım,
- İnsani tüketim.

Dünyada Atıksu Geri Kazanım Uygulamaları

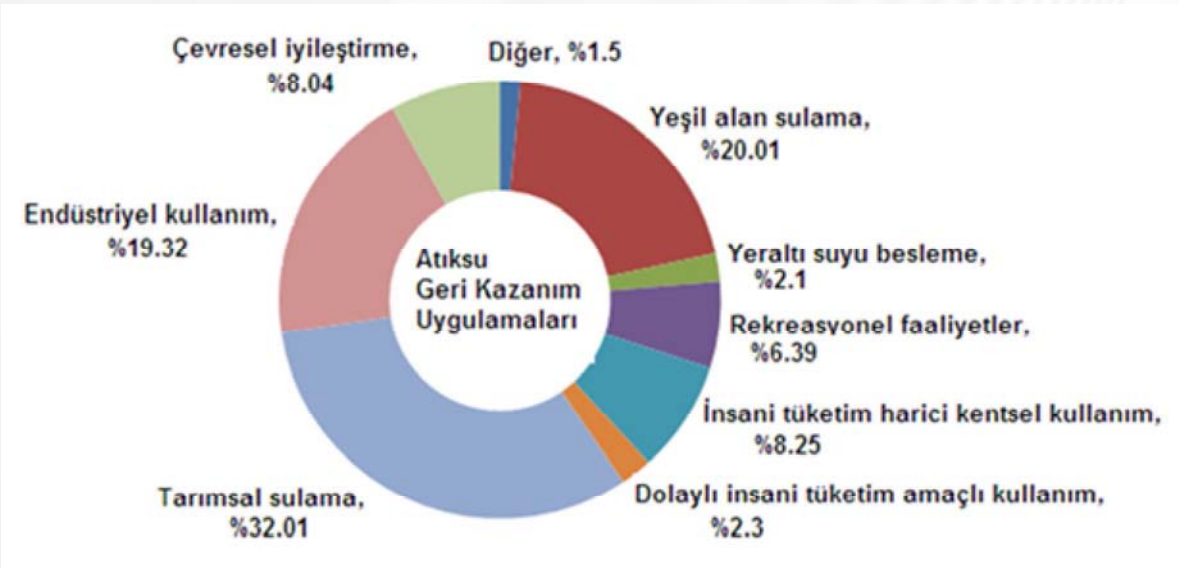


EPA 2012

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ
24-26 EYLÜL 2014
GEBZE-KOCAELİ

Dünyada Arıtılmış Atıksuların Yeniden Kullanımının Dağılımı

Dünya genelinde, kentsel atıksuların ileri arıtma sonrasında en yaygın kullanım amacı; tarımsal sulama, peyzaj sulama ve endüstriyel kullanımdır. Bununla birlikte, çevresel iyileştirme amaçlı kullanımlar, insani tüketim harici kentsel kullanım ve rekreasyonel faaliyetler için yeniden kullanım oranı da önemli sayılabilecek mertebelerdedir.



EPA 2012, Global Water Intelligence - kentsel atıksu geri kazanım marketi raporundan alınmıştır, 2010

Kentsel Atıksu Geri Kazanım Uygulama Örnekleri



Tarımsal sulama örneği (arıtılmış atıksuyla sulanan pirinç tarlası, Kumamoto Şehri, Japonya)



Su kaynağı besleme amaçlı kullanım örneği – restorasyon öncesi ve sonrasında Meguro Nehri (Tokyo, Japonya)



Rekreasyon gölet vb. oluşturma amaçlı kullanım (Kobe şehri, Japonya)

Kentsel Atıksu Geri Kazanım Uygulama Örnekleri



Orange County Yeraltı Suyu Besleme Sistemi – dünyanın en büyük insani tüketim amaçlı geri kazanım sistemi olarak tanımlanmaktadır. 265.000 m³/gün arıtılmış atık su ileri arıtma teknolojileriyle arıtılarak yeraltı su sistemlerine gönderilmektedir.

- 132.500 m³/gün göletler yardımıyla yeraltı suyuna sızdırılarak içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmekte,
- 132.500 m³/gün Pasifik Okyanusu'ndan gelecek deniz suyu girişimine bariyer oluşturmak üzere kuyular yardımıyla yeraltı suyuna basılmaktadır.

Dünyada Arıtılmış Atıksuyun Doğrudan Ya da Dolaylı Olarak İnsani Tüketim Amaçlı Kullanıldığı Uygulama Örnekleri

Ülke	Şehir/Eyalet	Kapasite (~m ³ /gün)	Uygulama
ABD	Orange County, Kaliforniya	150.000	Arıtılmış sular, akifere beslenmekte ve sonrasında insani tüketim amaçlı kullanılmaktadır.
ABD	Upper Occoquan, Virginia	205.000	Arıtılmış sular, insani tüketim amaçlı kullanılan büyük bir baraj gölüne karıştırılmaktadır.
ABD	Big Spring, Texas	10.000	Arıtılmış sular, insani tüketim amaçlı kullanılan yüzeysel su ile karıştırılmaktadır.
Singapur	Singapore (NEWater)	460.000	Arıtılmış sular, insani tüketim amaçlı kullanılan büyük bir baraj gölüne karıştırılmaktadır.
İngiltere	Langford	40.000	Arıtılmış sular, insani tüketim amaçlı kullanılan bir nehrin kaynağına beslenmektedir.
Namibya	Windhoek (NAS,2012)	20.000	Arıtılmış sular, yüzeysel su (arıtılmış) ile karıştırılmakta ve insani tüketim amaçlı kullanılmaktadır.
Güney Afrika	Malahleni	16.000	Maden işletmesi esnasında açığa çıkan kirli sular, arıtıldıktan sonra doğrudan insani tüketim amacıyla kullanılmaktadır.
Belçika	Wulpen	7.000	Arıtılmış sular, akifere beslenmekte ve sonrasında insani tüketim amaçlı kullanılmaktadır.
Hindistan	Bangalore (planlanma aşamasında)	140.000	Arıtılmış suların, insani tüketim amaçlı kullanılan büyük bir baraj gölüne karıştırılması planlanmaktadır.

EPA, 2012'den
uyarlanmıştır.

Ülkemizde Atıksu Geri Kazanımı Uygulamaları

Kentsel Atıksu Geri Kazanımı Uygulamaları Örnekleri

Konya Atıksu Arıtma Tesisi,
Bodrum / Konacık Atıksu Arıtma Tesisi,
Antalya Lara Atıksu Arıtma Tesisi,
İstanbul-Ataköy Arıtma Tesisi
İstanbul - Paşaköy Arıtma Tesisi (IDOSB alıyor)

Planlama aşamasında:

İzmir-Çiğli Atıksu Arıtma Tesisi,

Dolaylı kullanım: Ankara-Tatlar Atıksu Arıtma Tesisi (arıtılmış atıksu Ankara Çayı'na deşarj edilmekte ve daha sonra Sakarya Nehri'ne bağlana Ankara Çayı aynı zamanda tarımsal amaçlı sulama suyu olarak kullanılmaktadır).

Ülkemizde Atıksu Geri Kazanımı Uygulamaları

Yerinde Evsel Atıksu ve Gri Su Geri Kazanımı Uygulamaları Örnekleri

Atıksuların oluştuğu kaynakta yerinde arıtılarak yeniden kullanımı konusunda ülkemizde az sayıda uygulama bulunmaktadır. Uygulamalar daha çok su kullanımının fazla olduğu turizm tesislerinde, kişi sayısının fazla olduğu okullarda ve yazlık sitelerdedir. En yaygın kullanım amacı, bahçe sulamadır, bununla birlikte gri suyun rezervuara döndürüldüğü uygulamalar da mevcuttur.

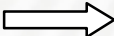
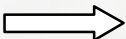
- Hilton İstanbul Otel,
- Barut Otel Sorgun,
- Polat Holding Renaissance, İstanbul
- Varyap Meridyen, İstanbul
- Zorlu Center, İstanbul
- İstanbul Özel Amerikan Robert Lisesi (evsel atıksu)
- XANADU Island Resort Oteli Atıksu Arıtma Tesisi, Bodrum (evsel atıksu)

Atıksu Geri Kazanım Yönteminin Seçimi

Atıksu geri kazanımı için uygun yöntemin seçimi (örn. merkezi ya da müstakil olması, ayırık akım ya da karışık evsel atıksuda yapılması),

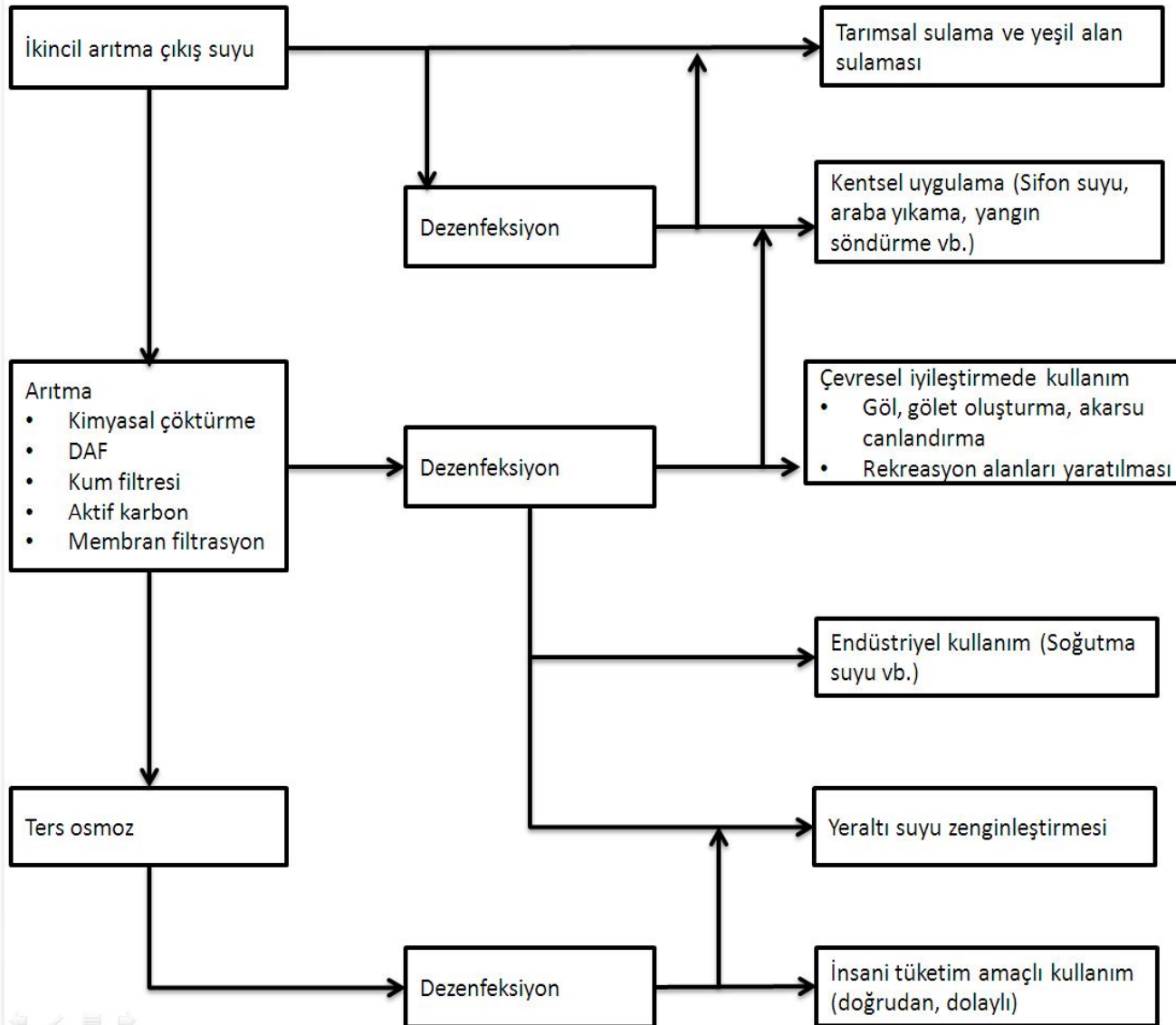
- yerel yönetimlerin planlamaları, atıksu geri kazanım politikaları ve yasal düzenlemeler,
- uygulama yapılan yerin topoğrafik özellikleri, iklim koşulları,
- su kaynaklarının durumu,
- geri kazanılmış suyun kullanım amacı ve ihtiyaç,
- kullanıcıların sosyo-ekonomik özellikleri, kültürel özellikleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir.

Yeniden Kullanım Amacına Göre Arıtma Yöntemleri

Arıtma seviyesi	Arıtma seviyesi 			
	Birincil arıtma	İkincil arıtma	Filtrasyon ve dezenfeksiyon	İleri arıtma
Proses	Çöktürme	Biyolojik arıtma ve dezenfeksiyon	Kimyasal koagülasyon, biyolojik ya da kimyasal besin maddesi giderimi, filtrasyon ve dezenfeksiyon.	Aktif karbon, ters osmoz, ileri oksidasyon prosesi, toprakta arıtma vb.
Yeniden kullanım amacı	Kullanılamaz	Bağ bahçe sulamasında salma sulama	Peyzaj ve golf sahası sulaması	Dolaylı insani amaçlı tüketim (yeraltı suyu besleme, içme suyu kaynağının beslenmesi ve yüzeysel su kaynağı beslemesi ve insani amaçlı tüketim dahil)
		Tarımsal sulama (yenmeyen ürünler)	Tuvalet rezervuarında kullanım	
		Sınırlı peyzaj sulama uygulaması	Araç yıkama	
		İçme amaçlı kullanılmayan akifer beslemesi	Tarımsal sulama (yenen ürünler)	
		Sulakalan, habitat geliştirme	Sınırlamasız çevresel uygulamalar	
		Endüstriyel soğutma suyu	Endüstriyel kullanım	
İnsan teması	İnsan teması seviyesinde artış 			
Maliyet	Maliyet artışı 			

EPA 2012

Yeniden Kullanım Amacına Göre Arıtma Yöntemleri



ikincil arıtma çıkış suyunun geri kazanımı için arıtma alternatifleri ve geri kazanım uygulamaları
(Kaynak: GEC Sanitation Programı, <http://nett21.gec.jp/gesap/themes/themes2.html>)

Atıksu Geri Kazanımında Uygulanan Arıtma Teknolojileri

Atıksu geri kazanım uygulamasında, arıtma yöntemi yeniden kullanım amacına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Kentsel ve evsel atıksuların arıtımında kullanılan konvansiyonel arıtma uygulamalarında arıtma kademeleri şu şekildedir:

Birincil Arıtma

Atıksuyun fiziksel, mekanik ve/veya kimyasal işlemler ile arıtılmasıdır

İkincil Arıtma

Biyolojik arıtma ile atıksuda bulunan askıda katı madde ve biyolojik olarak ayrışabilir organik maddenin arıtılmasıdır.

Üçüncül Arıtma/İleri Arıtma

Biyolojik arıtma ile atıksuda bulunan askıda katı madde ve biyolojik olarak ayrışabilir organik maddenin arıtılmasına ilave olarak atıksuda bulunan besin maddelerinin de arıtılmasıdır.

İkincil ve Üçüncül Arıtma Sonrasında Uygulanan İleri Arıtma Yöntemleri

Konvansiyonel filtrasyon prosesleri:

Derin yatak filtrasyonu,

Yüzey filtrasyonu,

Membran filtrasyonu uygulamaları:

Mikrofiltrasyon (MF),

Ultrafiltrasyon (UF),

Nanofiltrasyon (NF),

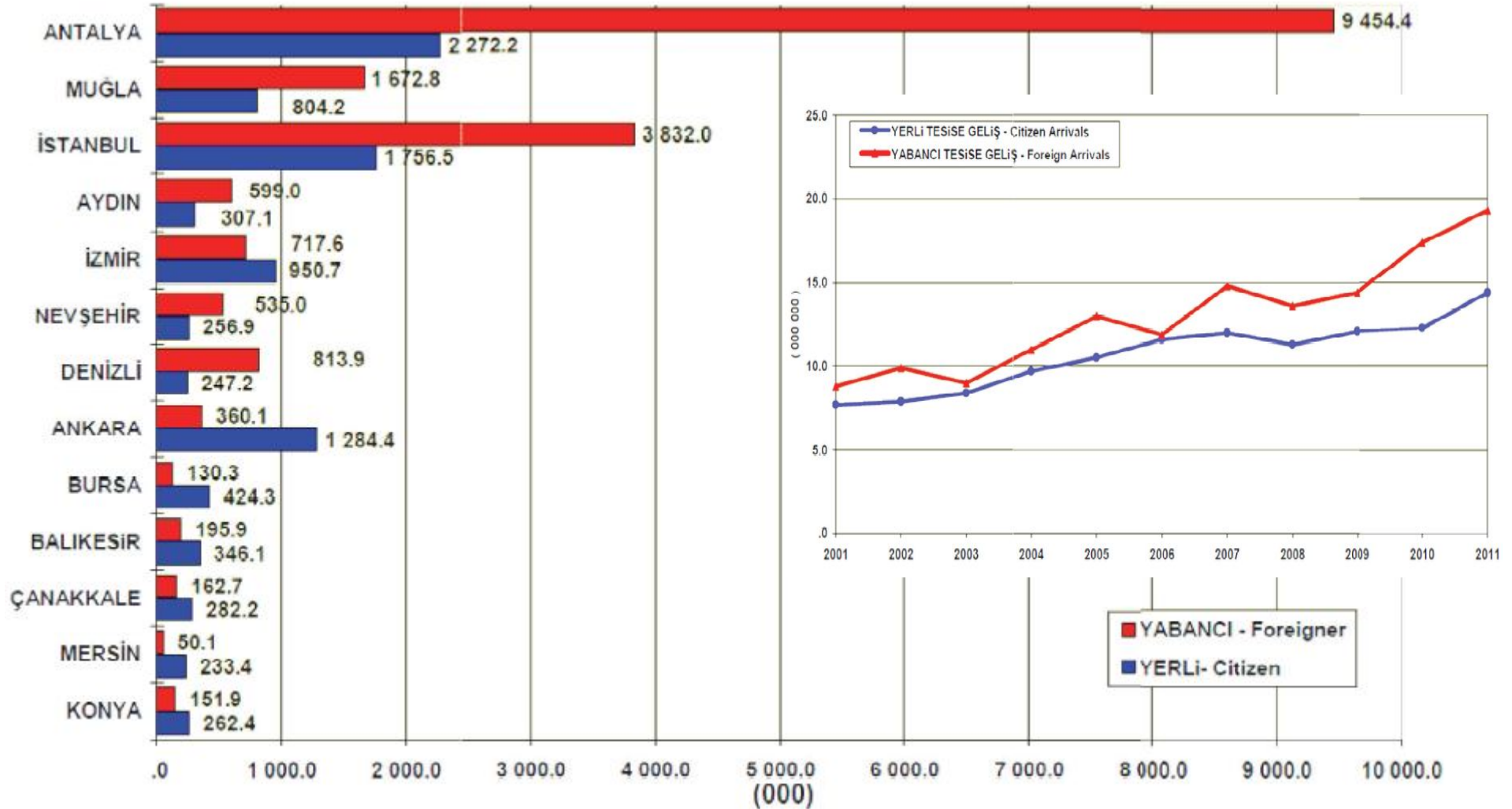
Ters osmoz (RO),

Dezenfeksiyon

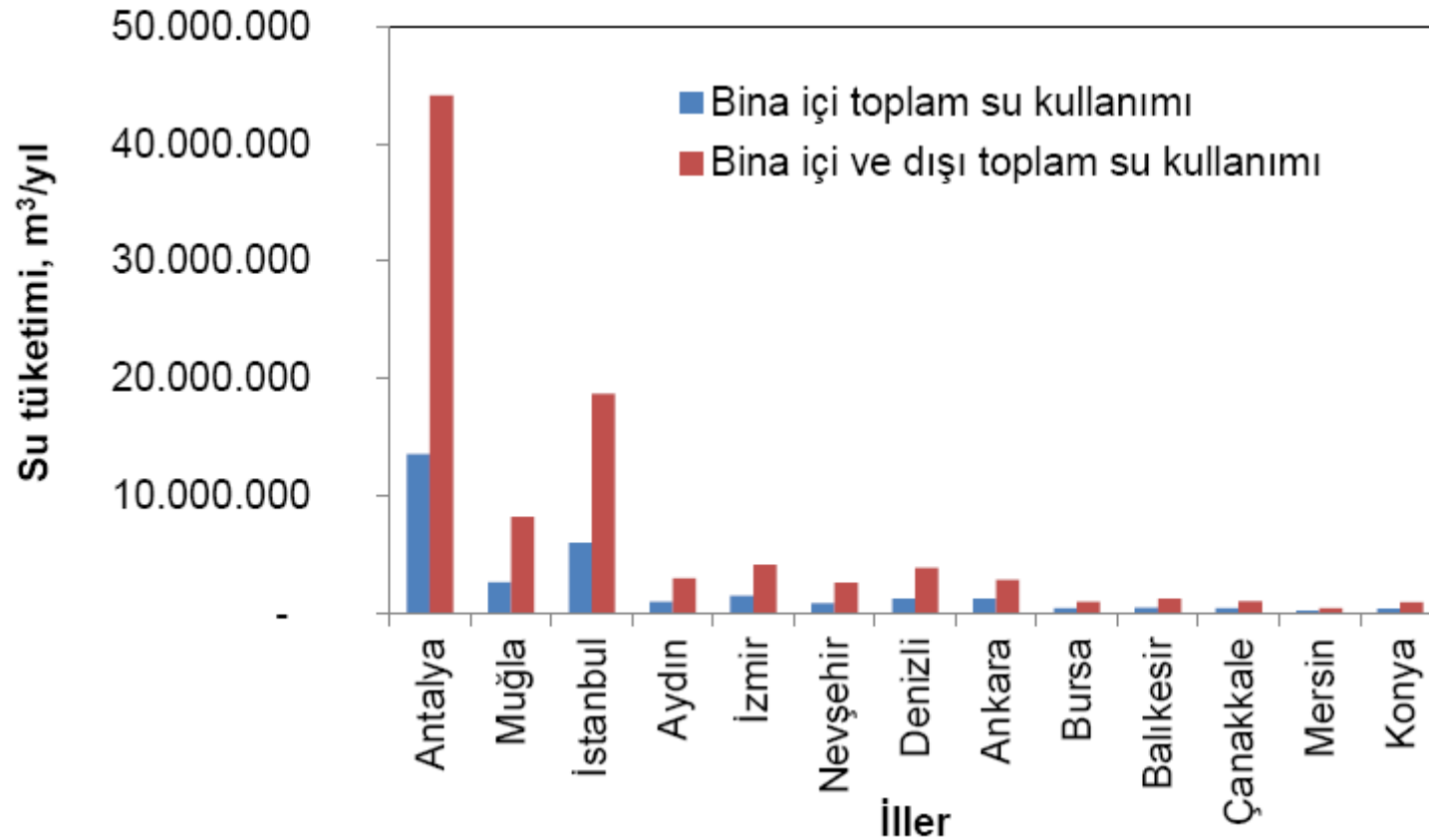
İleri oksidasyon

Ülkemizde Turizm İstatistikleri

2011 yılında işletme belgeli tesislerde toplam tesise geliş sayısı yaklaşık 34 milyondur
(T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Gn. Md. Raporu, 2011)



Ülkemizde Turizm Tesislerinin Su Kullanımı Tahmini



Ülkemizde Turizm Tesislerinin Su Kullanımı Tahmini

- Turistik illerimizdeki turizm tesislerinin yıllık su tüketimleri; bina içi su kullanımı yaklaşık 30 milyon m³/yıl, bina içi ve dışı kullanımların toplamı ise yaklaşık 90 milyon m³,
- Turistik illerin kendi içinde dağılımı açısından Antalya ili dikkat çekici, bina içi kullanımlar yaklaşık 13.5 milyon m³, bina içi ve dışı toplam kullanım ise 44 milyon m³ civarında (Antalya'nın yıllık su kullanımı ile uyumlu), yoğun turizm sezonu Haziran-Ekim ayları arasındadır ve su ihtiyacı yine bu aylar arasındadır,
- Sektörün su tüketiminin yüksek olduğu bir diğer il ise İstanbul. Şehir otellerinin yıl boyunca benzer dolulukta olması sebebiyle, su ihtiyacı yıl boyunca büyük oranda eşit dağılacaktır,
- Mevsimsel ihtiyaçlar açısından değerlendirildiğinde, Antalya ve Muğla en fazla baskı altında olan şehirler olarak görülmektedir.

Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

- Turizm tesisleri, su kullanımının yoğun olduğu sektörlerin başında gelmektedir. Misafir başı su kullanımı 1200 L/kişi-gün değerine kadar yükselebilmektedir.
- Sektör açısından kesintisiz ve iyi kalitede su temini, hayati önem taşımaktadır.
- Sektörün yoğun su ihtiyacına karşın, ülkemizin bulunduğu iklim kuşağında turizm sezonunun yağışsız geçmesi, turizm sektöründe su yönetiminin ve atıksu geri kazanımının önemini pekiştirmektedir. Atıksuların arıtılarak yeniden kullanılması sayesinde, sektörün su ve atıksu kaynaklı birçok problemi çözülebilir.

Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

Turizm tesislerinde su kullanımı, tesisin büyüklüğüne, sınıfına, fiziksel özelliklerine, çevre yönetim sisteminin ve su tasarruf stratejisinin olup olmamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Genel olarak su kullanım alanları:

- odalar (banyo ve tuvalet),
- çamaşırhane ve mutfak,
- genel alanlar (spor salonu, sauna, genel alanlardaki tuvaletler, personel kullanımı vb.),
- peyzaj ve golf sahası sulama
- yüzme havuzlarının beslenmesi,
- süs havuzları ve göletlerin beslenmesi,
- iklimlendirme (soğutma kulesi ve kazanlarda).

Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

Uluslararası Hilton Oteli ve Avrupa'da Scandic Otellerinin su tüketiminin incelendiği bir çalışmada (Bohdanowicz, 2007), yaklaşık olarak yıllık su tüketiminin tahmin edilebilmesi için aşağıdaki bağıntı geliştirilmiştir.

$$ST, m^3 = 0.177A + 0.088YA + 0.165MS + 0.0006YS + 1015,52HV - 1891,35$$

Burada;

- ST: yıllık su tüketimi, m³
- A: otelin toplam kapalı alanı, m²
- YA: düzenlenmiş/sulama yapılan yeşil alan, m²
- MS: yıllık toplam misafir sayısı
- YS: satılan toplam yemek sayısı
- HV: havuz ve sauna olup olmaması, var ise 1 yok ise 0 alınacaktır

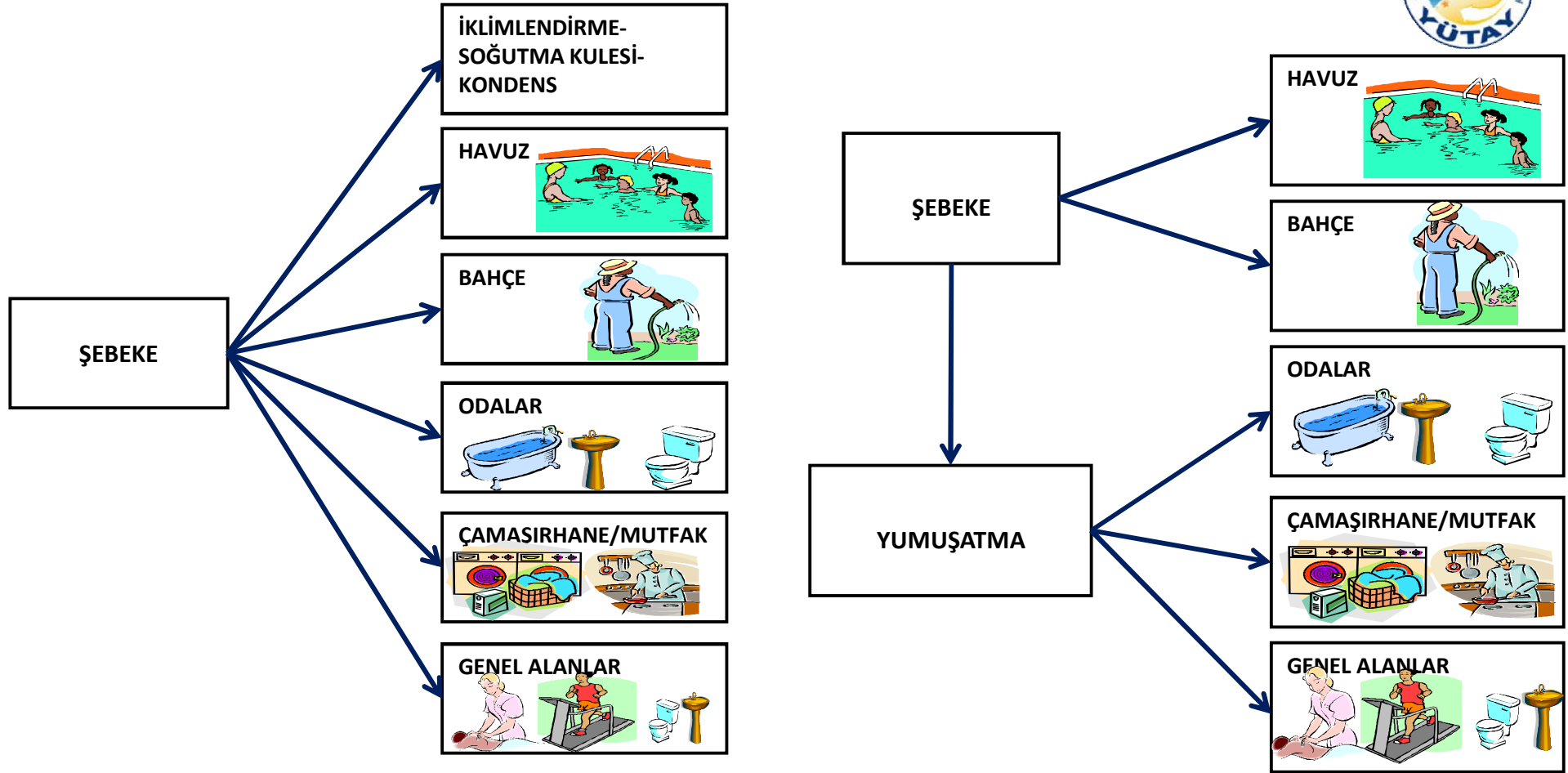
Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

Su kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalarda ulaşılan veriler arasında çeşitli farklılıklar dikkat çekmektedir?

Örneğin farklı ülkelerde bulunan Hilton otelleri ve Scandic otelleri verileri ile yapılan çalışma sonucunda ortalama misafir başı tüketim Hilton otellerinde yaklaşık olarak 520 ± 330 L/misafir-gün, Scandic otellerinde ise ortalama misafir başı tüketim yaklaşık olarak 220 ± 60 L/misafir-gün olarak bulunmuştur.

Bu farklılıkların sebebi, tesisteki bazı su kullanımlarının misafir sayısından etkilenmemesidir, zorunlu tüketimdir. Örneğin yeşil alanların ve golf sahalarının sulanması ile havuzlar için besleme suları. Bu nedenle, misafir başına hesaplanan toplam su tüketimi doluluğa bağlı olarak değişecektir.

Pilot Otellerde Su Kullanımı (şehir oteli, sayfiye oteli)



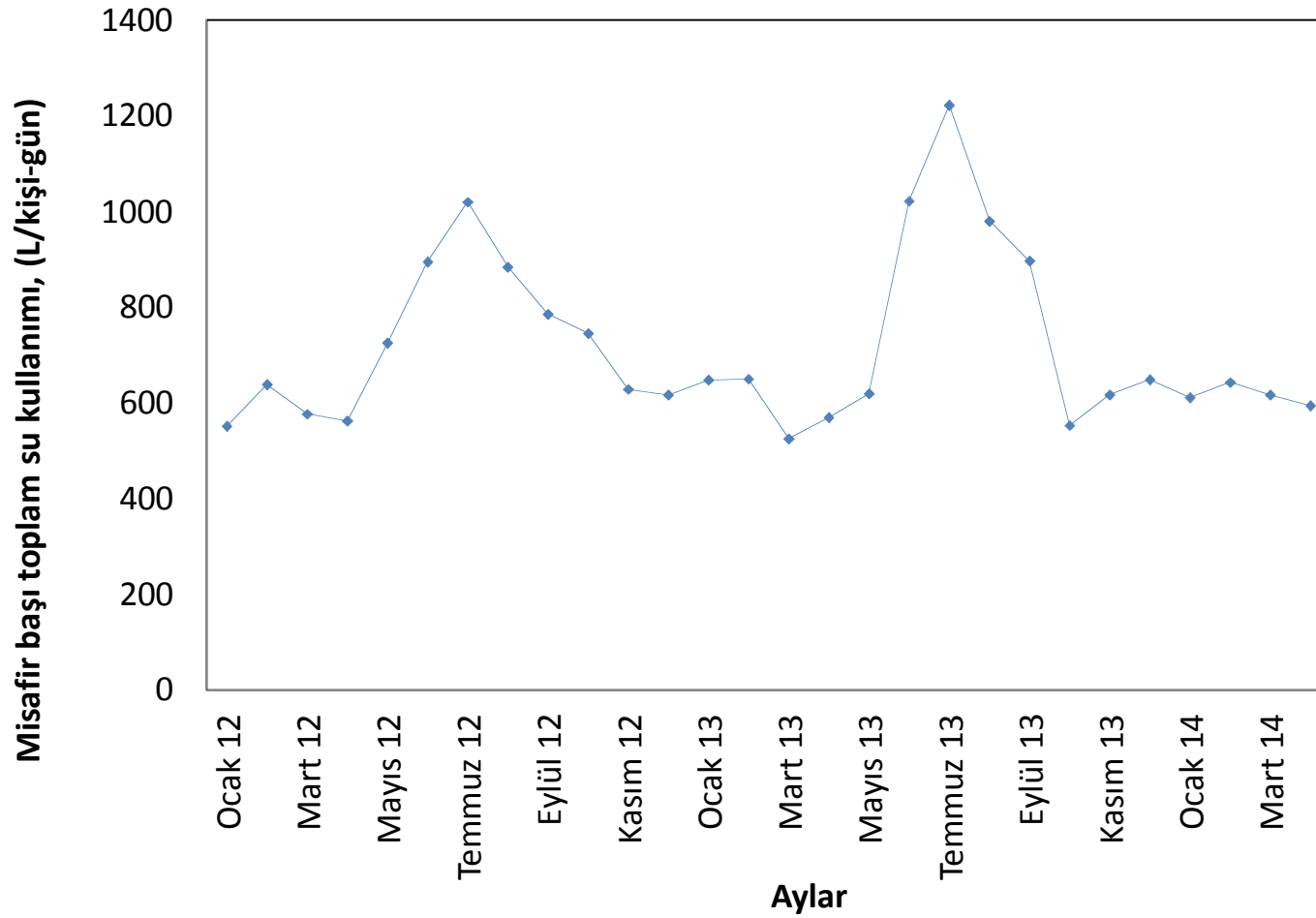
Pilot Otellerde Ortalama Su Kullanımının (Bina İçi ve Bina Dışı) Misafir Başı Dağılımı

Turizm tesisi	Misafir başı toplam su kullanımı-yıl ortalaması (L/misafir-gün)		Misafir başı toplam su kullanımı-yaz sezonu** (L/misafir-gün)		Bina içinde misafir başı su kullanımı* (L/misafir-gün)	
	Ortalama/ Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/ Std. sapma	Min.-Maks.
Sayfiye Oteli	830±250	360-1460	880±260	360-1460	330±70	200-730
Şehir Oteli	735±190	525-1220	965±130	790-1220**	-	-

*Şehir otelinde ayrı sayaç bulunmamaktadır

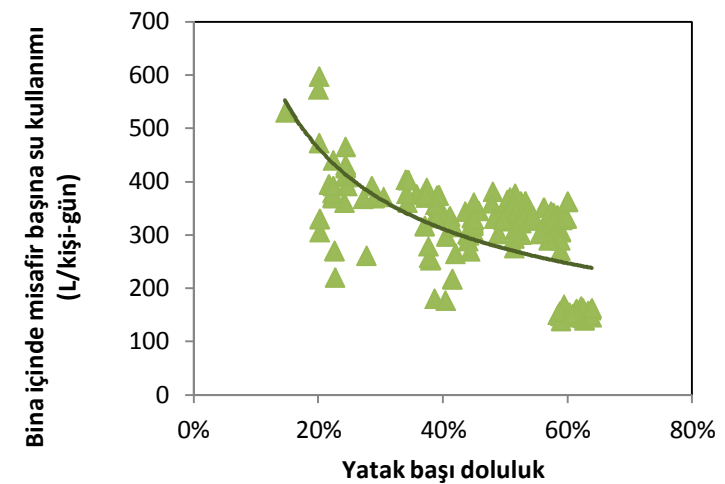
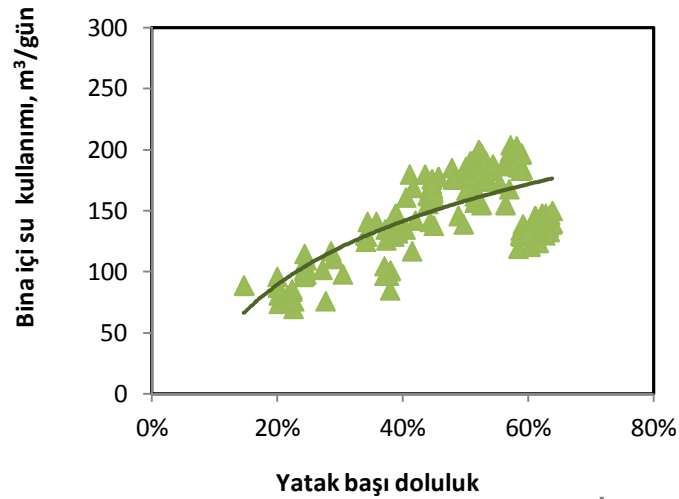
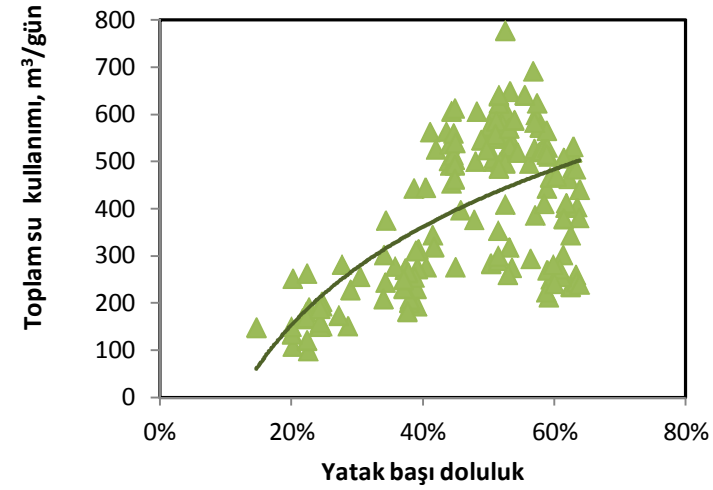
** Mayıs-Ekim ayları verileri

Pilot Şehir Oteli Ortalama Toplam Su Kullanımının (Bina İçi Ve Bina Dışı) Misafir Başı Dağılımı



Sayfiye Otelinde Toplam Su Kullanımının Misafir Başı Dağılımı

Yeşil alanların sulanması ile havuzlar için besleme suları misafir sayısından etkilenmemektedir. Bu nedenle, misafir başına hesaplanan toplam su tüketimi doluluğa bağlı olarak değişecektir.



Sayfiye oteli örneğinde su kullanımının dağılımı

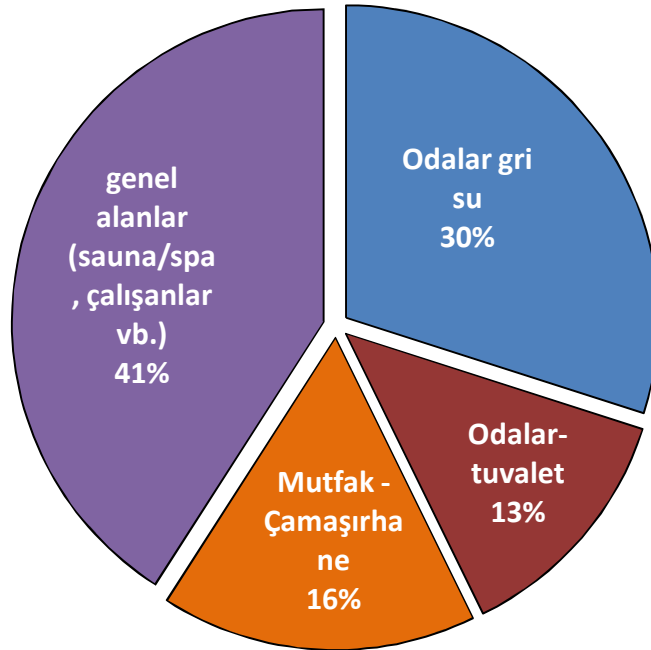
Bina içi su kullanımı: odalarda duş ve banyolarda kullanım (gri su), odalarda tuvalette rezervuar suyu olarak kullanım, mutfak ve çamaşırhanede kullanım ve genel alanlarda kullanım.

Toplam su kullanımı: bahçe sulama, havuzlar ve bina içi kullanım.

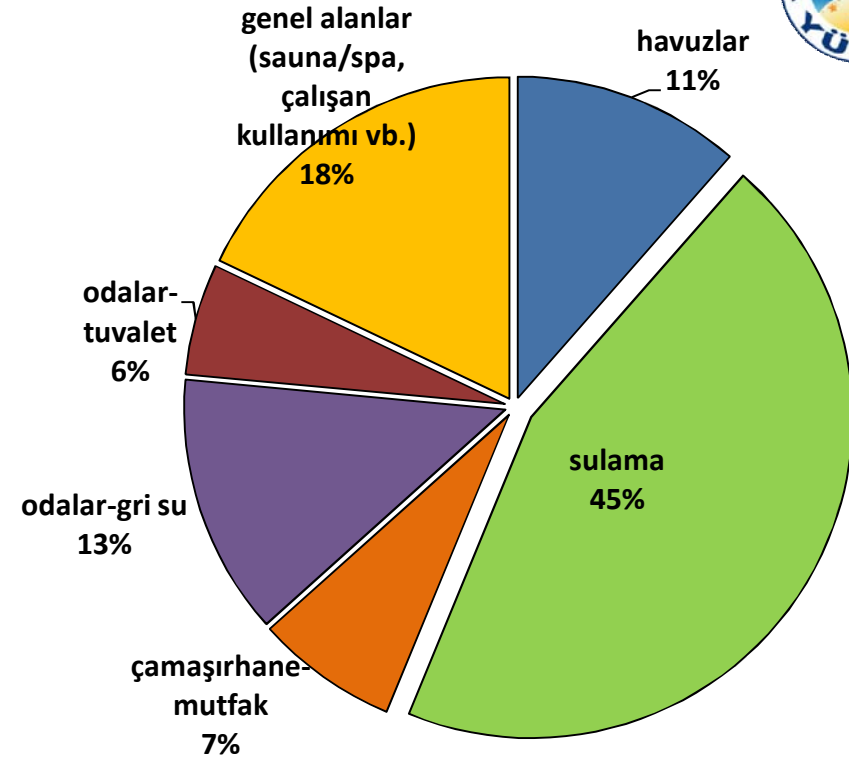
Burada,

- toplam yumuşak su kullanımı: su sayacı verisi,
- gri su: sayaç verisi,
- tuvalet rezervuarlarında kullanım: tuvalet rezervuar hacmine göre tahmin (şehir oteli rezervuar hacmi: 7 L, sayfiye oteli rezervuarları iki kademeli hacmi: 3- 6 L)
- çamaşırhane: sayaç verisi,
- mutfak: literatürden tahmin (Can, 2000),
- genel alanlar: toplam yumuşak su kullanımı ile diğer kullanımlar arası fark,
- havuz: sayaç verisi,
- bahçe sulama: otel teknik servisi çalışanlarının tahmini olarak alınmıştır (bahçe sulama suyu miktarı toplam su tüketimi ve bina içi su kullanım verisi ve havuz verisi farkı alınarak kontrol edilmiştir).

Sayfiye Oteli Örneğinde Su Kullanımının Dağılımı



(a) bina içi su kullanımı



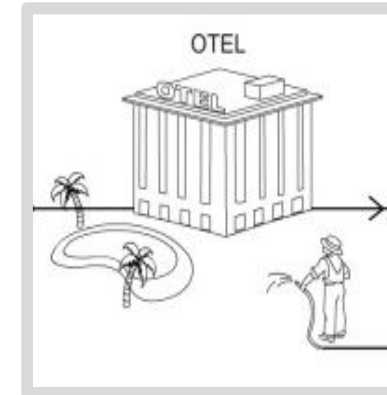
(b) toplam su kullanımı (bina içi ve bina dışı)

Turizm Tesislerinde Atıksuların Geri Kazanımı

Turizm sektörünün yoğun su kullanımına karşın, atıksu geri kazanım uygulamaları çeşitli endişeler sebebiyle çok yaygın değildir. Ancak arıtma teknolojisinin gelişmesi ve arıtılmış su kalitesinin yükselmesi sayesinde, son yıllarda uygulamalar artmaya başlamıştır.

Turizm tesislerinde arıtılmış atıksuların en yaygın kullanım alanı peyzaj sulamadır.

Kış aylarında sulamaya ihtiyaç olmadığından, geri kazanılan atıksuların kullanım alanı sınırlanmakta ve arıtılmış atıksular tuvalet rezervuarlarında olduğu gibi kentsel amaçlı ya da yapay gölet besleme gibi çevresel restorasyon amacıyla kullanılabilir.



Atıksu Geri Kazanım Yönteminin Belirlenmesi

- **Su kullanımının ölçülmesi ve izleme** (kullanım amacı, potansiyel miktar ve ihtiyacın tahmini için),
- **Alternatiflerin tanımlanması,**
- **Geri kazanım amacının ve ihtiyacın belirlenmesi** (kütle dengesi kurularak, hangi alternatifte ihtiyacın ne kadarının karşılanabileceği tahmin edilmelidir),
- **Karar Kriterinin Seçilmesi,**
- **Finansal Fizibilite Tahmini,**
- **Uygun Alternatifin Seçilmesi,**
- **Projenin Uygulanması.**

Nereden başlamalı?

- Ölçme!

Çeşitli noktalara su sayacı koyarak su kullanım miktarlarınızı belirleyin ve mevsimsel ihtiyaçları ortaya koyun.



Sonuçlar

- Sayfiye oteli: misafir başı toplam su kullanımı (bina içi ve bina dışı dahil) ortalama 830 L/misafir-gün (Mayıs-Kasım ayları), bina içinde misafir başı su kullanımı ortalama 330 L/misafir-gün,
- Pilot şehir oteli: misafir başı toplam su kullanımı yıl ortalaması 735 L/misafir-gün, yaz aylarında 965 L/misafir-gün,
- Turizm tesislerinin su kullanımının en yoğun olduğu dönem yaz aylarıdır. Su kullanımı dolulukla birlikte artmakla birlikte minimum su kullanımı genel kullanım içinde önemli yer tutmaktadır (örn. sulama, havuz besleme, personel kullanımı, genel alanların temizliği vb.). Tesiste su tasarruf uygulamalarının bulunup bulunmaması ve misafirlerin kültürel alışkanlıkları da su tüketimini etkilemektedir.
- Sayfiye oteli örneğinde: toplam suyun % 44'ü bina içinde, %56'sı bina dışında, bina dışında kullanımın yaklaşık %80'i bahçe sulamada, bina içinde kullanılan toplam suyun %30'u odalarda duş ve banyoda kullanılmaktadır,

TEŞEKKÜRLER

İLETİŞİM

TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi
Marmara Araştırma Merkezi
Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü
41470 Gebze / KOCAELİ
Tel:(262) 677 29 00
Fax: (262) 641 23 09
E-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr
Web: <http://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr>

TÜRKİYE KIYILARINDA YÜZME SUYU PROFİLLERİNİN
BELİRLENMESİ VE TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ

ATIKSULARIN AKIMLARINA AYRILMASI VE GRİ SU GERİ KAZANIMI

Prof. Dr. Bilsen BELER BAYKAL

İstanbul Teknik Üniversitesi
Çevre Mühendisliği Bölümü

24-25 Eylül 2014
Gebze

KONVANSİYONEL SU TEMİNİ VE EVSEL ATIKSU OLUŞUMU

- İçme suyu → en yüksek kaliteli su
halk sağlığının korunması
- Evsel su temini → içme suyu kalitesinde su
- Evsel kullanıma verilen yüksek kaliteli su →
 - Bir kısmı içme ve yemek için tüketilmekte
böylece yüksek kaliteli su doğru amaçla kullanılmakta
 - Daha büyük kısım çamaşır yıkama, ev temizliği, sifon suyu vb gibi içme suyu kalitesini gerektirmeyen amaçlarla kullanılmakta
- Çeşitli evsel kullanımlar sonucu →
 - Yüksek kaliteli su evsel atıksu haline dönüşmekte
 - Suyun kalitesi önemli ölçüde gerileyerek arıtma gereksinimi ortaya çıkmakta



KONVANSİYONEL EVSEL ATIKSU YÖNETİMİ



Evsel kullanım

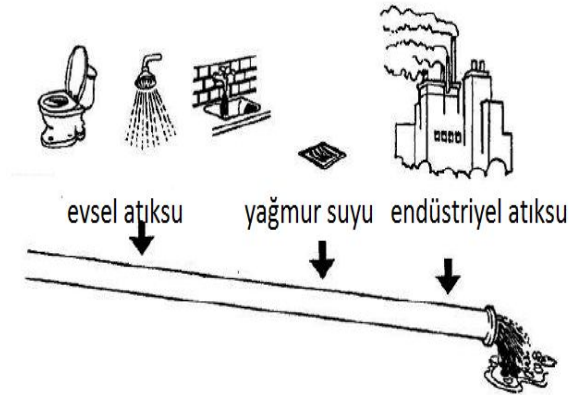
Şebeke suyu
(İçme Suyu)



Kanalizasyon/
Karışık toplama

Konvansiyonel atıksu
arıtma sistemi

Deşarj



AYRIK EVSEL ATIKSU AKIMLARI

- 2000' li yıllarda konvansiyonel karışık toplamanın alternatifi:
ayrık akımlar halinde toplama
- Bazı akımlarda kirletici miktarı daha az (lavabo ve duş/banyo)
- Tuvalet atıksuları hacimce küçük bir fraksiyon ancak kirleticilerin ve kirlilik potansiyelinin en büyük kısmını taşımakta
- Sifon suyu metabolik atıkların toplama sisteminde iletilmesini amaçlı, ancak bu işlem için o kadar yüksek kalite gerektirmemesine rağmen, içme suyuna eşdeğer olduğu kabul edilen kalitede su kullanılmakta
- Akım ayırımı arıtmanın ötesinde, evsel atıksuyu değerlendirmeye yönelik bir yaklaşım
- Sürdürülebilirlik adına olumlu bir adım
 - * Çevre koruma
 - * Kaynak kullanımının kontrolü
 - * Geri kazanma / Tekrar kullanım

EVSEL ATIKSULARIN AYRIK AKIMLAR HALİNDE TOPLANMASI

İKİ AKIMLI AYIRIM

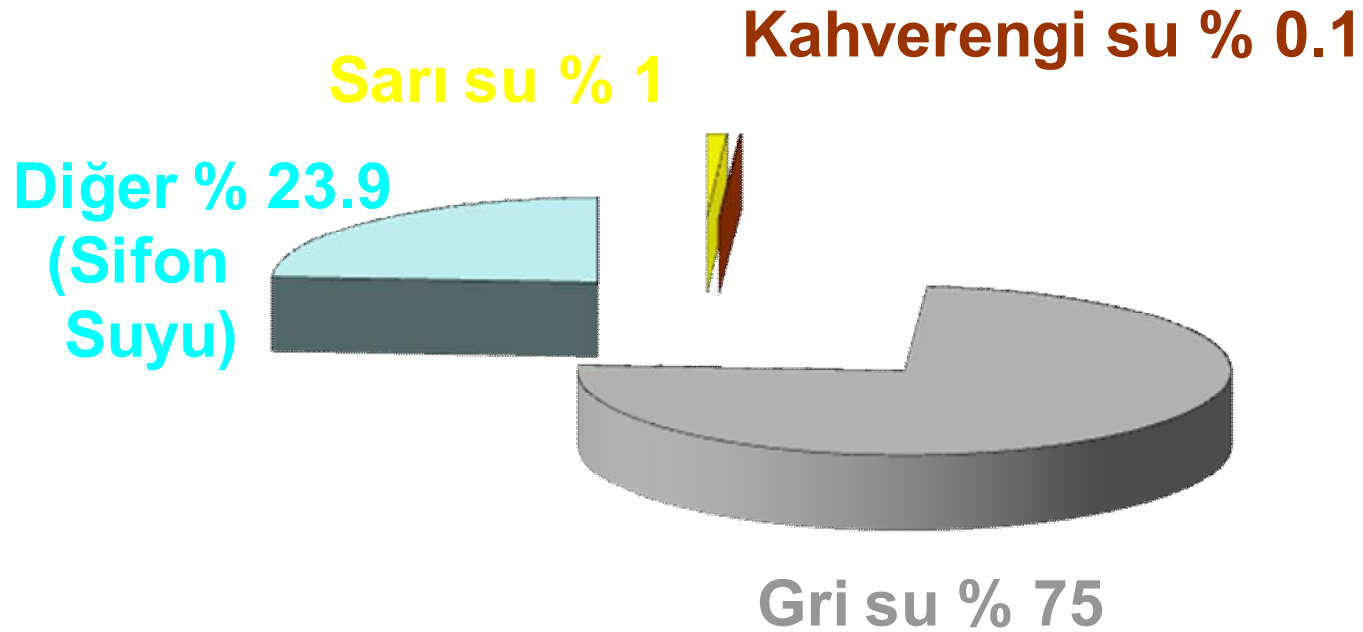


ECOSAN (ECOlogical SANitation) AKIMLARI

ÜÇ AKIMLI AYIRIM

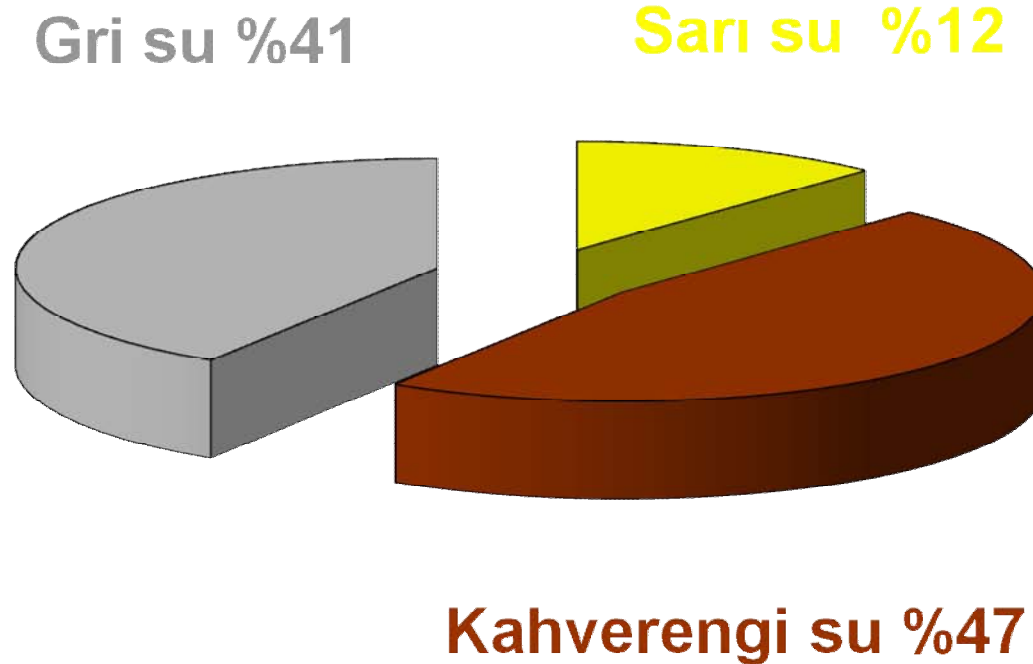


EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARI HACİM



(Otterpohl, et. al., 2003 esas alınmıştır)

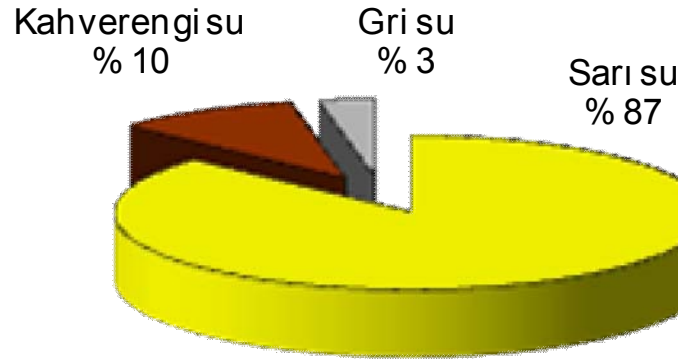
EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARI ORGANİK MADDE (KOI)



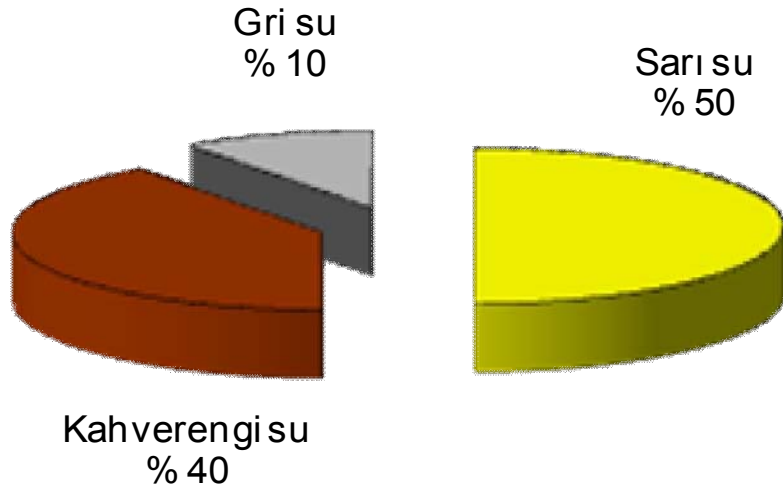
(Otterpohl, et. al., 2003 esas alınmıştır)

EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARI NUTRİENTLER

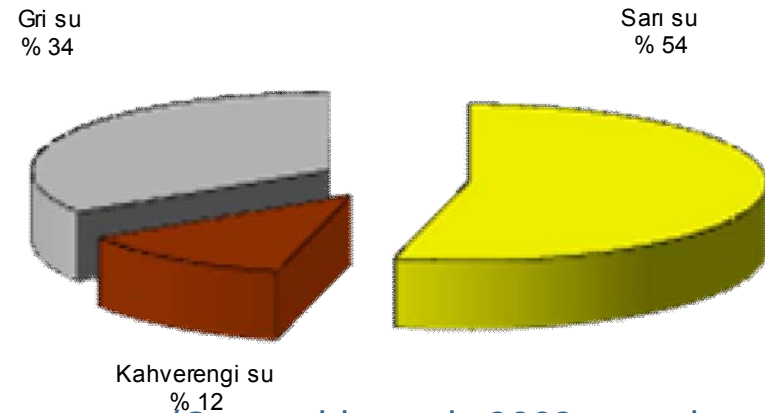
EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARINDA
AZOT DAĞILIMI (%)



EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARINDA
FOSFOR DAĞILIMI (%)



EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARINDA
POTASYUM DAĞILIMI (%)



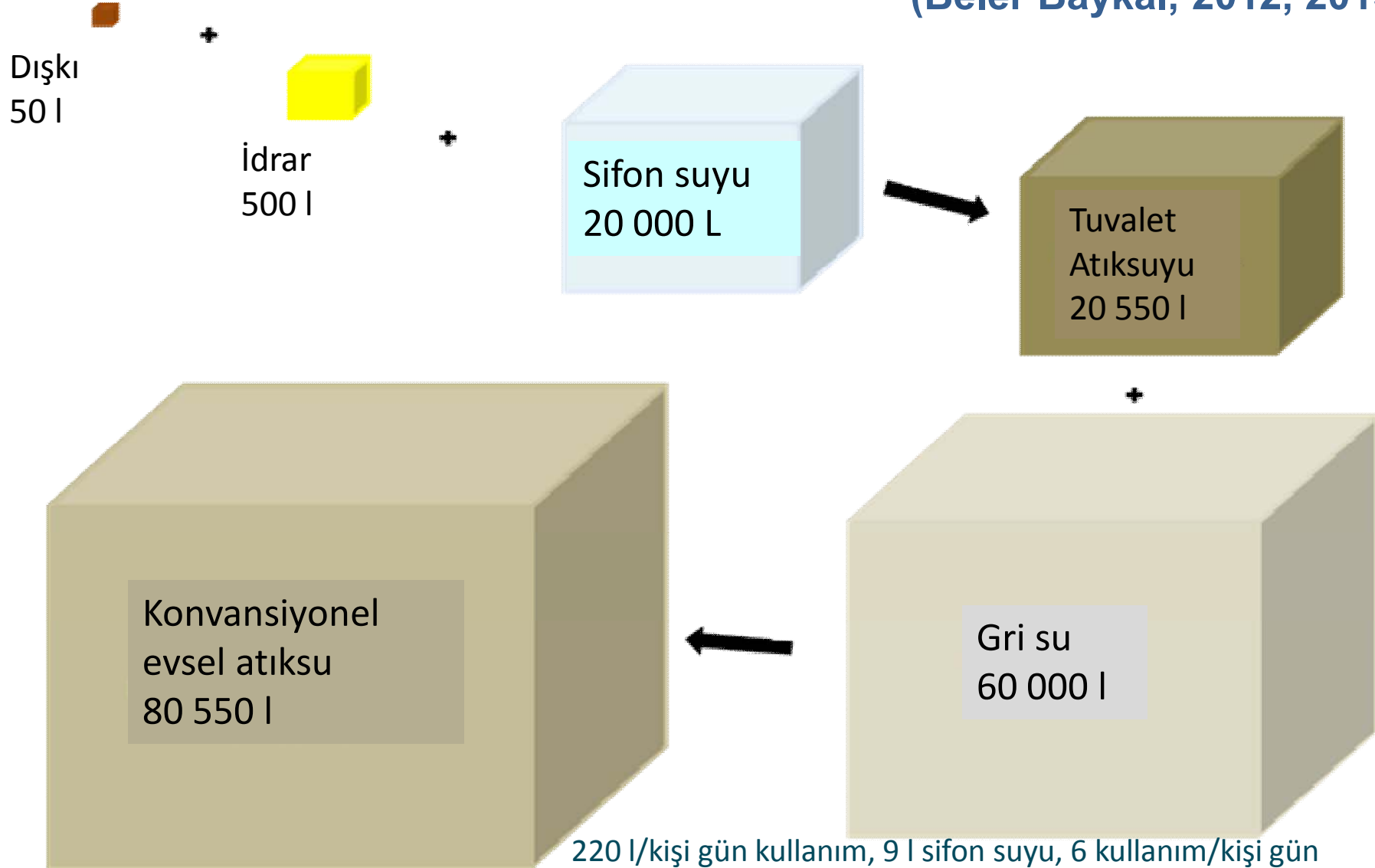
(Otterpohl, et. al., 2003 esas alınmıştır)

EVSEL ATIKSU FRAKSİYONLARI PATOJENLER

- Karışık toplanmış evsel atıksuda bulunan patojenlerin tamamına yakını **KAHVERENGİ SU** da yer almakta
- Sarı suda patojen miktarı düşük
- Gri suda düşük

KARIŞIK TOPLAMA VE KİRLETİCİLERİN YAYILMASI

(Beler Baykal, 2012, 2013)



EVSEL ATIKSU VE AYRIK AKIMLARINDA BİLEŞENLERİN DAĞILIMI

	Konvansiyonel	Gri Su	Sarı Su	Kahverengi Su	Siyah Su
Organik madde	100 %	41 %	12 %	47 %	59 %
Azot	100 %	3 %	87 %	10 %	97 %
Fosfor	100 %	10 %	50 %	40 %	90 %
Potasyum	100 %	34 %	54 %	12 %	66 %
Patojen	100 %	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek
Hacim	100 %	75 %	1 %	0.1 %	25 %

Atıksu fraksiyonların her biri gerek içerik ve kirlilik potansiyeli, gerekse görecekları işlem ve yeniden kullanım açısından önemli farklılıklar göstermekte

AYRIK AKIMLAR VE ECOSAN YAKLAŞIMI İLE EVSEL ATIKSU YÖNETİMİ ESASLARI

➤ 2000'li yıllarda gündeme gelen yeni bir **yönetim** yaklaşımı

➤ Evsel atıksular

uzaklaştırılması gereken bir **atık değil**
değerlendirilmesi gereken bir **kaynak**

olarak görülmekte

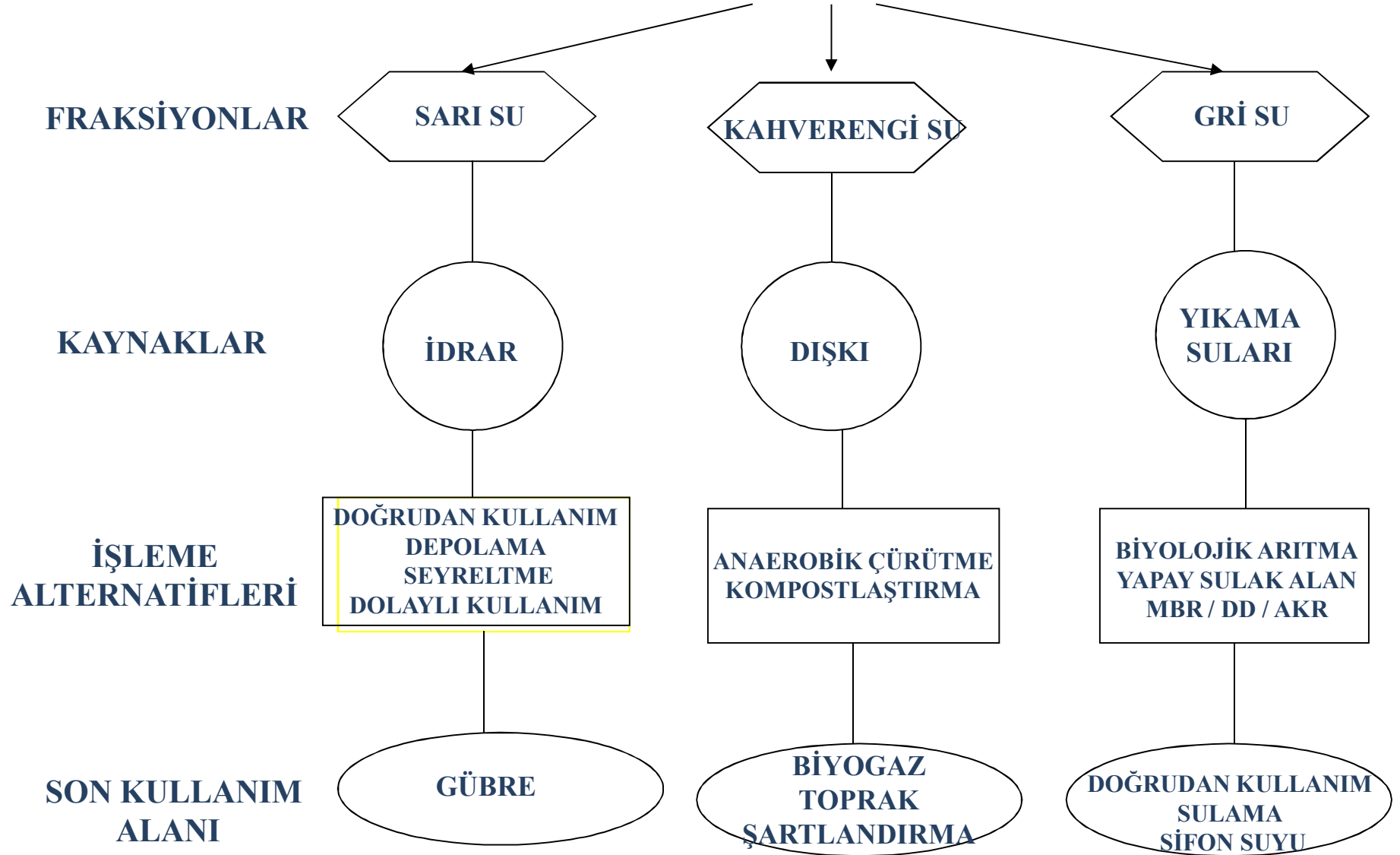
➤ Bu kaynağın en iyi şekilde kullanılması için,

birbirinden farklı özellikteki evsel atıksu fraksiyonlarının
kaynağında farklı akıma ayrılarak toplanması,
bunu takiben

her akımın özelliklerine uygun işlemlerden
geçirilerek tekrar kullanılmak suretiyle
değerlendirilmesi

önerilmekte

EVSEL ATIKSU



AYRIK AKIMLARIN BİLEŞENLERİ, ÜRÜNLERİ VE OLASI SON KULLANIM ALANLARI

	ÖNEMLİ BİLEŞENLER	DEĞERLİ BİLEŞENLER	YENİDEN KULANIMDAN ÖNCE GİDERİLECEK BİLEŞENLER	DEĞERLİ ÜRÜNLER	SON KULLANIM ALANLARI
GRİ SU	Organik madde Patojenler???	Su	Organik madde Patojenler???	Su	Su çevrimi Sifon /servis suyu Sulama Yeraltı suyu besleme
SARI SU	Azot Fosfor Potasyum	Azot Fosfor Potasyum	Farmasotikler??? Hormonlar???	Gübre	Tarım Peyzaj Yeşil alan
KAHVERENGİ SU	Organik madde Fosfor Patojenler	Organik madde Fosfor	Patojenler	Enerji Kompost	Enerji Tarım
SİYAH SU	Organik madde Azot Fosfor Potasyum Patojenler	Organik madde Azot Fosfor? Potasyum?	Patojenler	Enerji Kompost? Gübre?	Enerji Tarım?

GRI SU YÖNETİMİ

GRİ SU GERİ KAZANIMI & TEKRAR KULLANIMI



Tuvalet atıksuyu

Ham gri su
toplama tankı

Gri su arıtma sistemi

- Membran biyoreaktör
- Dönder disk
- Ardışık kesikli reaktör
- Yapay sulak alan
- Fizikokimyasal prosesler??

Dezenfeksiyon??

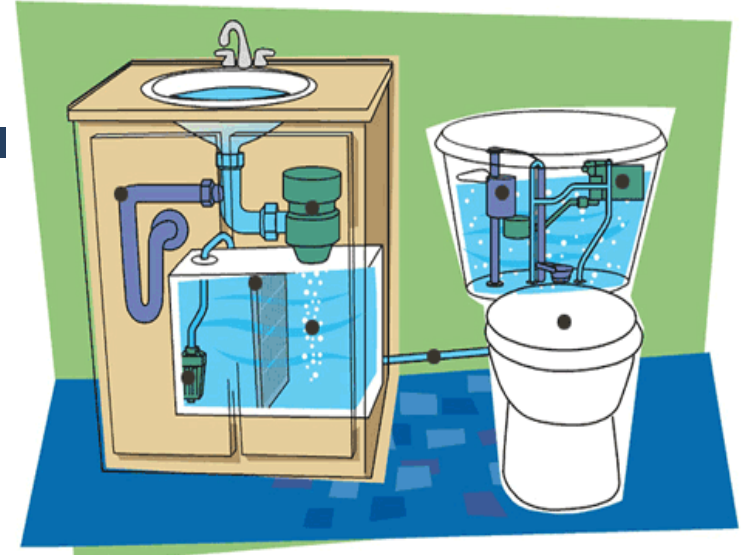
Arıtılmış gri su
toplama tankı

Son kullanım



GRİ SUYUN TEKRAR KULLANIMI

- Akım ayırımı ne şekilde yapılırsa yapılsın, hacmin $\frac{3}{4}$ ü ve en düşük kirlilik potansiyeline sahip olan akım gri su
- Literatüre göre
gri suda
önemli kirletici organik madde
azot ve fosfor miktarı düşük
organiklerin biyolojik sistemlerde gideriminden sonra
gri su su çevrimine geri döndürülerek
sulama suyu
sifon suyu
yer altı suyu beslemesi
içme suyu kalitesi gerektirmeyen
evsel kullanım (servis suyu)
gibi amaçlarla su kaynağı olarak kullanımı
- Kullanılan tuvalet/sifon tipine göre
geri kalan $\frac{1}{4}$ lük hacim esasen sifon
suyu ve bu amaçla içme suyu
kalitesinde yerine gri su kullanımı
anlamlı

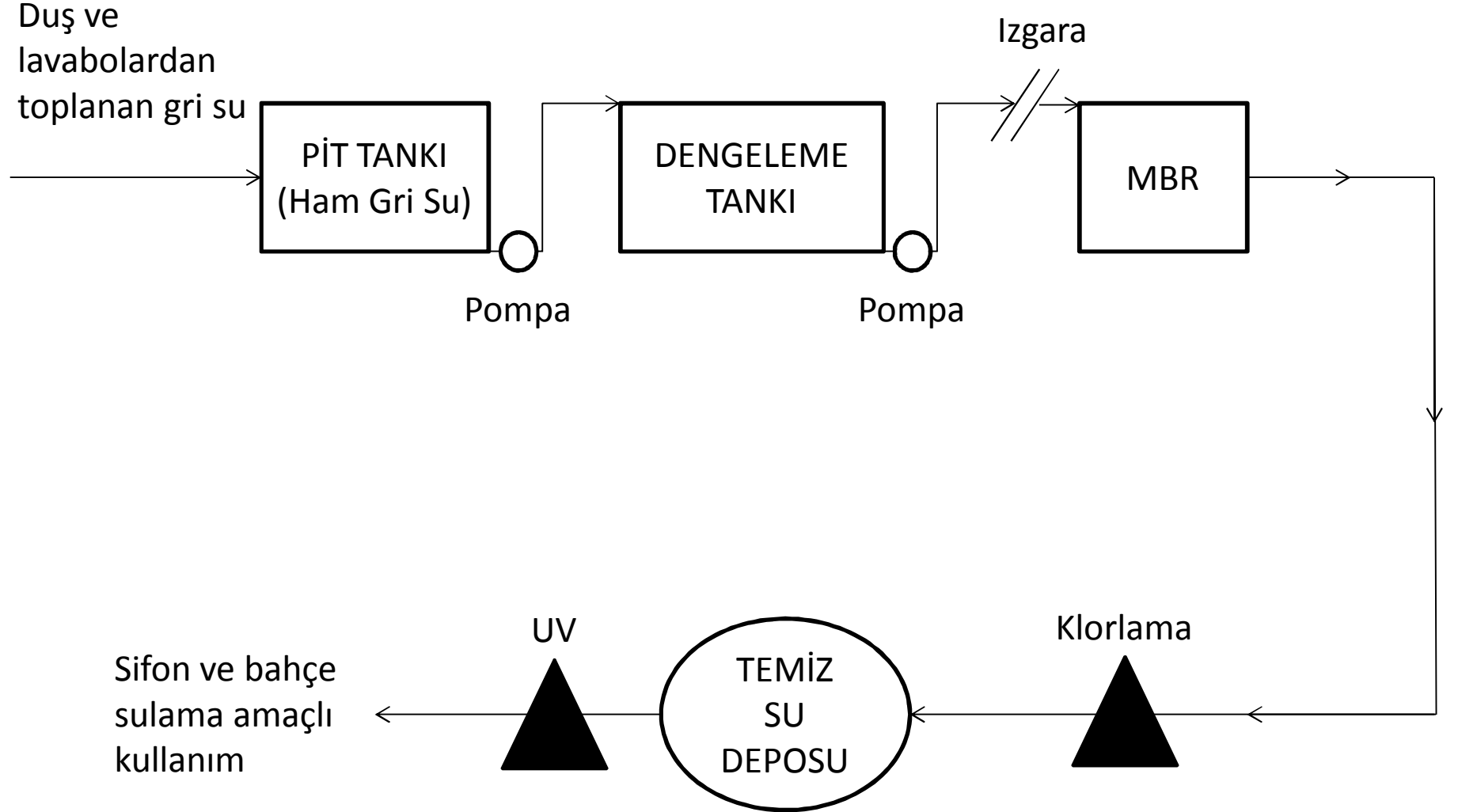


İSTANBUL'DA BİR KENT OTELİNDE GRİ SU ARITIMI VE ARITILMIŞ SUYUN KULLANIMI

- 499 odalı kent oteli
- Odaların yarısından gri su toplanarak arıtılmakta
 - * Gri su ayırımı
 - Duş/banyo
 - Lavabo
 - * Gri su arıtımı
 - MBR – 100 m³/gün maksimum kapasite
 - * Geri kazanılan gri suyun tekrar kullanım
 - Bahçe sulama (5 hektar alan)
 - Tuvalet sifonu



KENT OTELİNDE GRİ SU ARITMA DÜZENİ

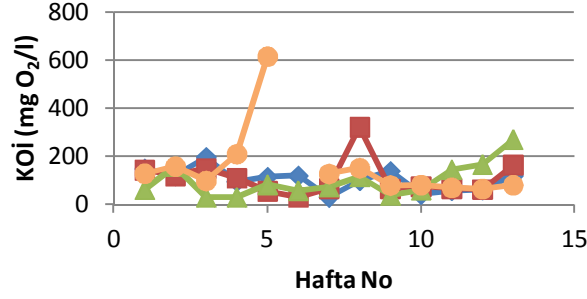


GRI SU KARAKTERİZASYONU

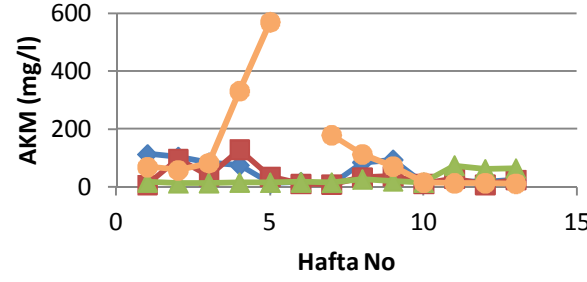
- Rutin – Yıl boyu her hafta haftada bir kez
- Hafta içi değişim – Her mevsim bir hafta
- Günlük değişim – Her mevsim bir gün 24 saat boyunca

RUTİN İZLEME SONUÇLARI

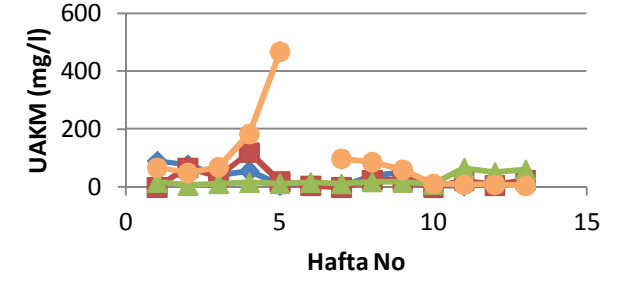
KOİ



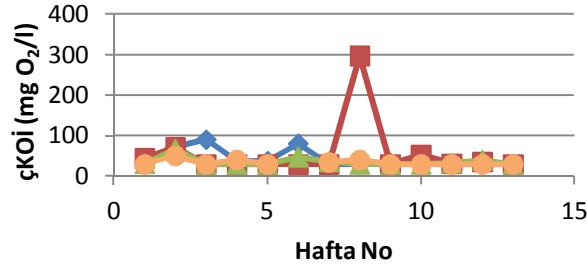
AKM



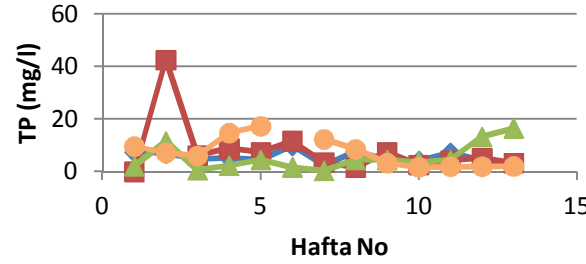
UAKM



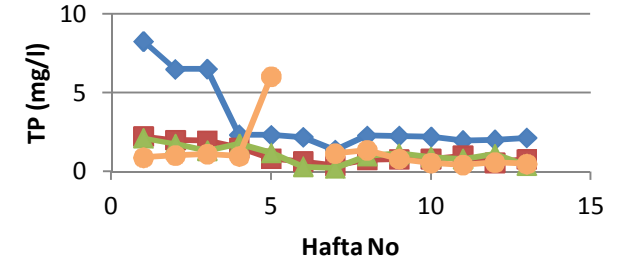
çKOİ



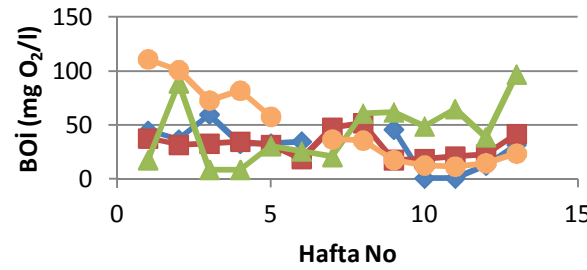
TKN



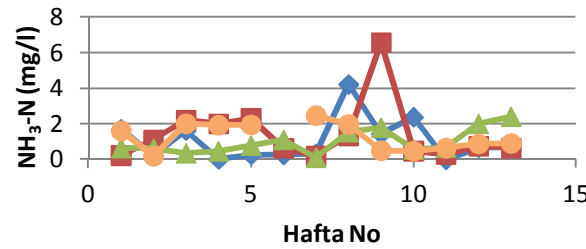
TP



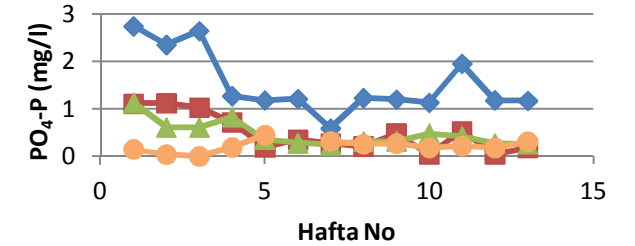
BOİ



NH₃-N



PO₄-P



◆ Yaz

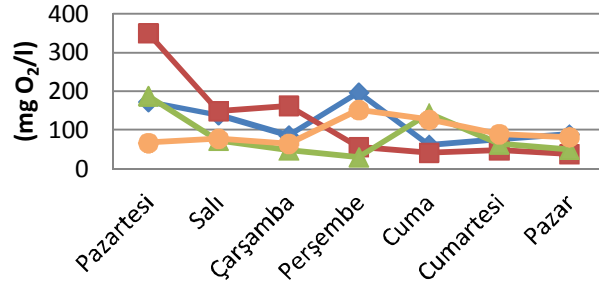
■ Sonbahar

▲ Kış

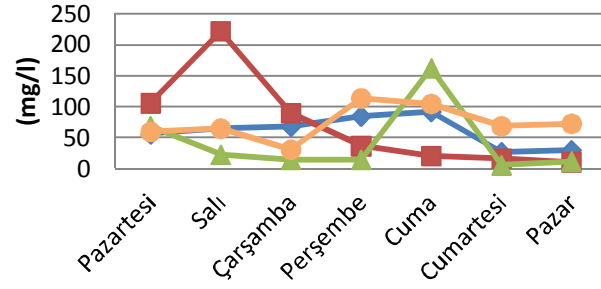
● İlkbahar

HAFTA BOYU İZLEME SONUÇLARI

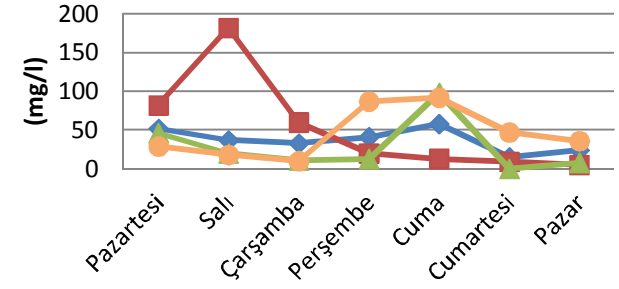
KOİ



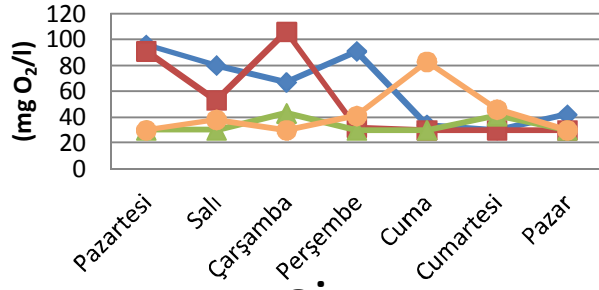
AKM



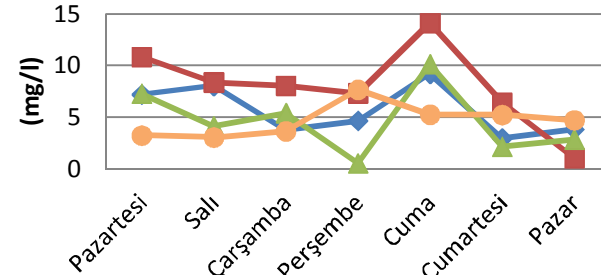
UAKM



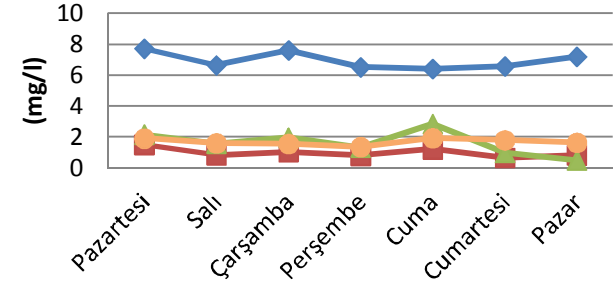
çKOİ



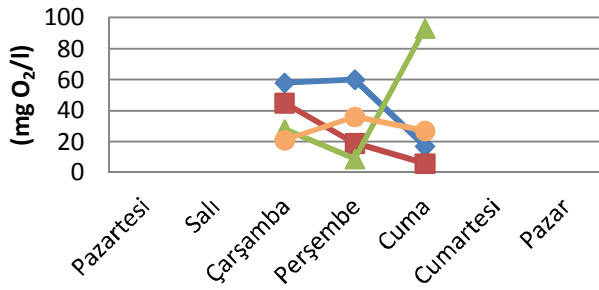
TKN



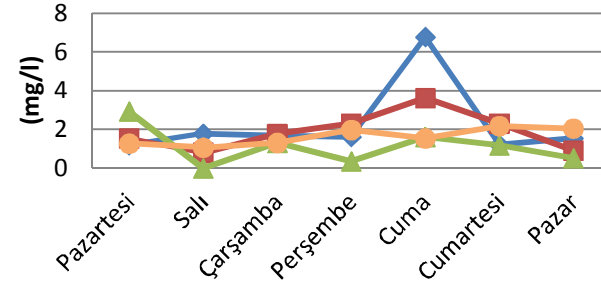
TP



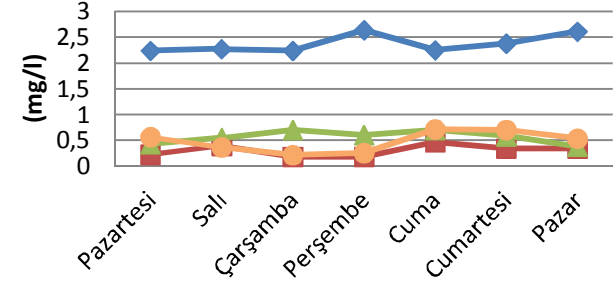
BOİ₅



NH₃-N



PO₄-P



◆ Yaz

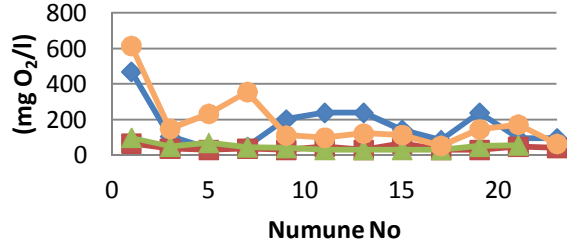
■ Sonbahar

▲ Kış

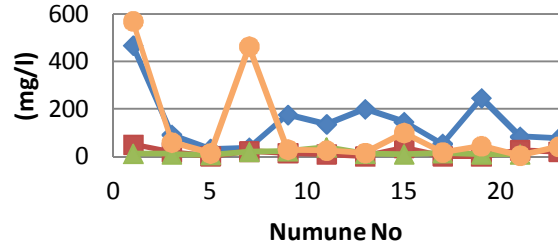
● İlkbahar

GÜN BOYU İZLEME SONUÇLARI

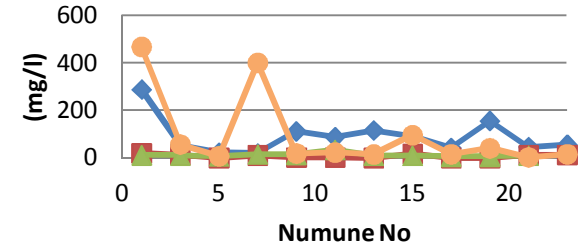
KOİ



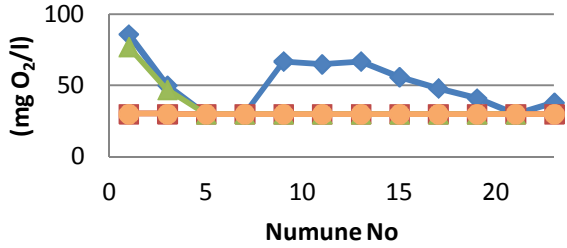
AKM



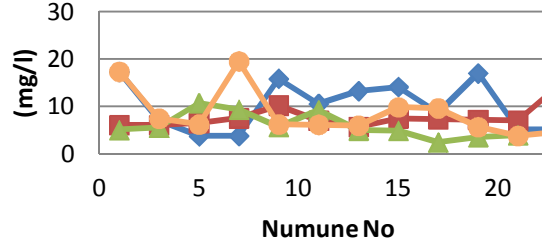
UAKM



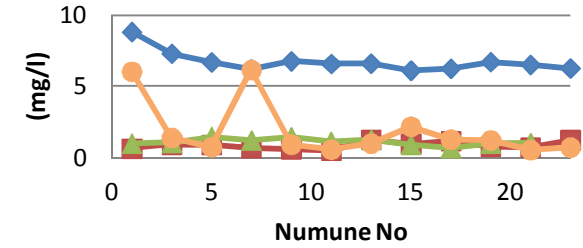
çKOİ



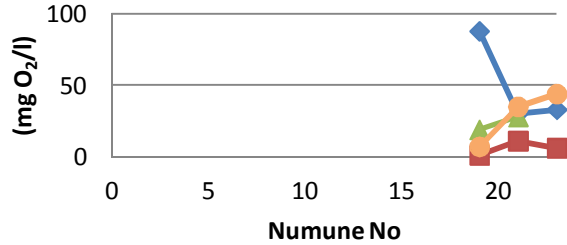
TKN



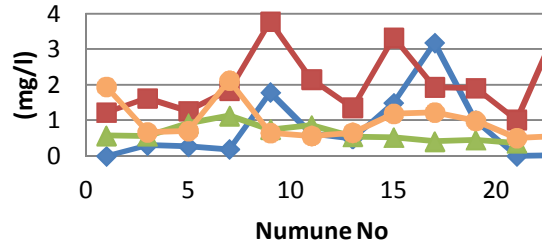
TP



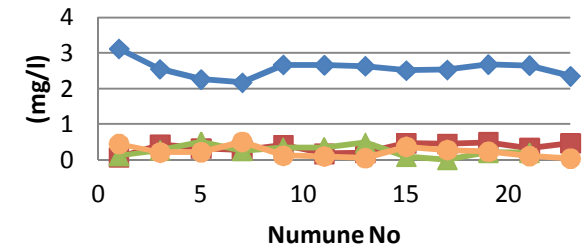
BOİ₅



NH₃-N



PO₄-P



◆ Yaz

■ Sonbahar

▲ Kış

● İlkbahar

Numune No

1

5

10

15

20

Saat

10:00

14:00

19:00

00:00

05:00

KARAKTERİZASYON SONUÇLARI ÖZETLERİ

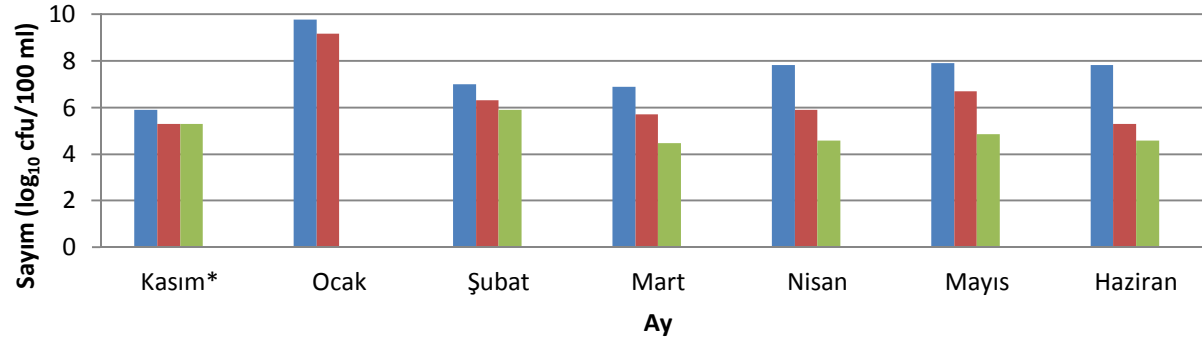
Rutin deneylere ait özet tablo

	KOİ	BOİ ₅	çKOİ	TP	PO ₄ -P	TKN	NH ₃ -N	AKM	UAKM
minimum (mg/l)	30	1	30	0,21	0	0	0	8	0
maksimum (mg/l)	615	111	297	6,04	1,95	6,57	42,45	570	468
ortalama (mg/l)	114	38	41	1,33	0,55	1,23	6,55	58	41

Tüm deneylere ait özet tablo

	KOİ	BOİ ₅	çKOİ	TP	PO ₄ -P	TKN	NH ₃ -N	AKM	UAKM
minimum (mg/l)	30	1	6	0,21	0	0	0	1	0
maksimum (mg/l)	615	111	297	8,82	3,12	19,51	42,45	570	468
ortalama (mg/l)	113	40	40	2,34	0,82	4,77	3,46	66	46

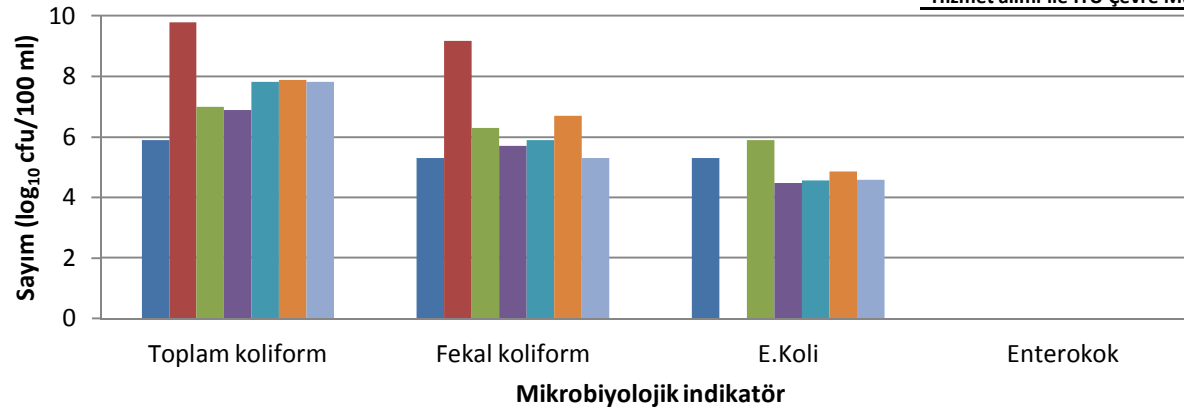
MİKROBİYOLOJİK İZLEME SONUÇLARI



■ Toplam koliform ■ Fekal koliform ■ E.Koli ■ Enterokok

	Toplam koliform	Fekal koliform	E.Koli	Enterokok
	cfu/100ml	cfu/100ml	cfu/100ml	cfu/100ml
Kasım*	8,00E+05	2,00E+05	2,00E+05	Bakılmadı.
Ocak	6,00E+09	1,50E+09	Bakılmadı.	Bakılmadı.
Şubat	1,00E+07	2,00E+06	8,00E+05	0
Mart	7,82E+06	5,15E+05	3,00E+04	0
Nisan	6,57E+07	7,91E+05	3,71E+04	0
Mayıs	7,73E+07	5,01E+06	7,20E+04	0
Haziran	6,51E+07	2,01E+05	3,84E+04	0

*Hizmet alımı ile İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarı'na yaptırılmıştır.



■ Kasım* ■ Ocak ■ Şubat ■ Mart ■ Nisan ■ Mayıs ■ Haziran

KARAKTERİZASYON SONUÇLARI ÖZETLERİ

	Gri su	Evsel atıksu (Metcalf & Eddy, 2003)		
	Ort	Zayıf	Orta	Kuvvetli
KOİ (mg/l)	113	250	430	800
BOİ ₅ (mg/l)	40	110	190	350
çKOİ (mg/l)	40			
TP (mg/l)	2,3	4	7	12
PO ₄ -P (mg/l)	0,8	3	5	10
TKN (mg/l)	4,8	20	40	70
NH ₃ -N (mg/l)	3,5	12	25	45
AKM (mg/l)	66	120	210	400
UAKM (mg/l)	46	95	760	315
Toplam Koliform (cfu/100 ml)	10 ⁸	10 ⁶ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ¹⁰
Fekal Koliform (cfu/100 ml)	10 ⁸	10 ³ -10 ⁵	10 ⁴ -10 ⁶	10 ⁵ -10 ⁸

KARAKTERİZASYON SONUÇLARI ÖZETLERİ

		pH	Bulanıklık (NTU)	BOİ ₅ (mg/l)	AKM (mg/l)	Fekal Koliform (cfu/100 ml)	Bakiye Klor (mg/l)
Gri su	Min			1	1	10 ⁵	
	Mak			111	570	10 ⁹	
	Ort			40	66	10⁸	
AAT Teknik Usüller Tebliği geri kazanılmış atıksu standartları (2010)	Sınıf A*	6-9	<2	<20		0	>1
	Sınıf B**	6-9		<30	<30	<200	>1

* Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünlerinin tarımsal sulanması ve kentsel alanların sulanması

**Ticari olarak işlenen gıda ürünlerinin tarımsal sulanması, girişi kısıtlı sulama alanları, gıda ürünü olmayan bitkilerin sulanması

DEĞERLENDİRME

- Evsel atıksuların ayırık akımlar halinde toplanıp kaynak olarak değerlendirilmesi, doğal kaynakların verimli kullanımı ve geri kazanım açısından önemli atıksu yönetim alternatif sunmaktadır.
- Gri suların arıtıldıktan sonra su çevriminin bir çok noktasına döndürülebilmesi su kaynaklarının verimli kullanımı açısından önem taşımaktadır. Su kısıtı yaşayan yörelerle mevsimsel su talebi farklılıklarının belirgin olduğu turistik bölgelerde bu önem artmaktadır.
- Kent otelinde duş/banyo ve lavabolardan toplanan zayıf gri su ile yapılan karakterizasyon çalışmada:
 - Zaman içinde belirgin değişkenlik ve belirgin şekilde tekrarlayan bir trend göstermediği gözlenmemiştir.
 - Patojenik indikatörler birincil parametreler arasına alınma gereğine işaret eden bulgular elde edilmiştir.
 - BOI/KOI/çKOI değerleri ve oranları karşılaştırıldığında biyolojik sistemin sorgulanmasına işaret eden sonuçlar elde edilmiştir.Bu da fizikokimyasal sistemlerin değerlendirilmesini gündeme getirmektedir.
- Bu tip uygulamalar için kararın planlama aşamasında verilmesi ekonomik verimliliği arttıracaktır.
- Özellikle yeni gelişmelerde/yapılarda gri su ayırımı ve tekrar kullanımının öncelikli alternatifler içinde değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

İSTANBUL'DAN BİR ÖRNEK

NÜFUS : 14 000 000 kişi

GÜNLÜK EVSEL SU KULLANIM : 2 000 000 m³

GÜNLÜK SİFON SUYU KULLANIMI : 500 000 m³

200 KM UZAKLIKTAKİ

BÜYÜK MELEN'DEN POMPALANAN

GÜNLÜK ORTAMA SU MİKTARI : 450 000 m³

GÜNLÜK GRİ SU ÜRETİMİ : 1 500 000 m³

GÜNLÜK ZAYIF GRİ SU ÜRETİMİ : 500 000 m³

TEŞEKKÜRLER...

*(Deneyisel çalışma için
Çevre Müh. Esra GİRESUNLU'ya
Teşekkürlerimle...)*

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ

- Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımında Yasal Düzenlemeler

Işıl ATAÇOĞLU
Dr. İpek ERZİ
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

Sunum İçeriği

- Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanım Alanları
- Yeniden Kullanım rnekleri
- Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımında Yasal Düzenlemelerin Oluşturulması
- Atıksu Geri Kazanımında Yasal Düzenlemelere rnekler

Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımı Kategorileri

Suyun Yeniden Kullanımı Kategorileri

Direk Kullanım

Atıksuyun nehir veya akiferler gibi doğal su sistemlerine beslenmesi sonrasında yeniden kullanımı

Dolaylı Kullanım

Arıtılmış atıksuyun tarımsal sulama, endüstride proses suyu, bahçe sulama gibi faydalı kullanımı

Yeniden Kullanım Örnekleri



Golf sahasının sulanması, Nevada, USA



Dinlendirme havuzlarından
patates sulaması



Futbol sahasının sulanması, USA

Yeniden Kullanım Örnekleri - Balıkçılık Calcutta - India



Şehir atıksuyunun tamamı (550.000 m³/gün) yılda 13.000 ton balık yetiştirilen göletlerde kullanılmaktadır.



Atıksuyun Yeniden Kullanımının Sağlık Etkileri ve Yararları



Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımında Yasal Düzenlemelerin Oluşturulması

Yasal Düzenleme ve Standartların Oluşturulmasında Temel Amaçlar

Yer altı suyunun korunması

Yüzey sularının korunması

Ekim alanları ve toprağın korunması

Halk sağlığı riskinin azaltılması, engellenmesi

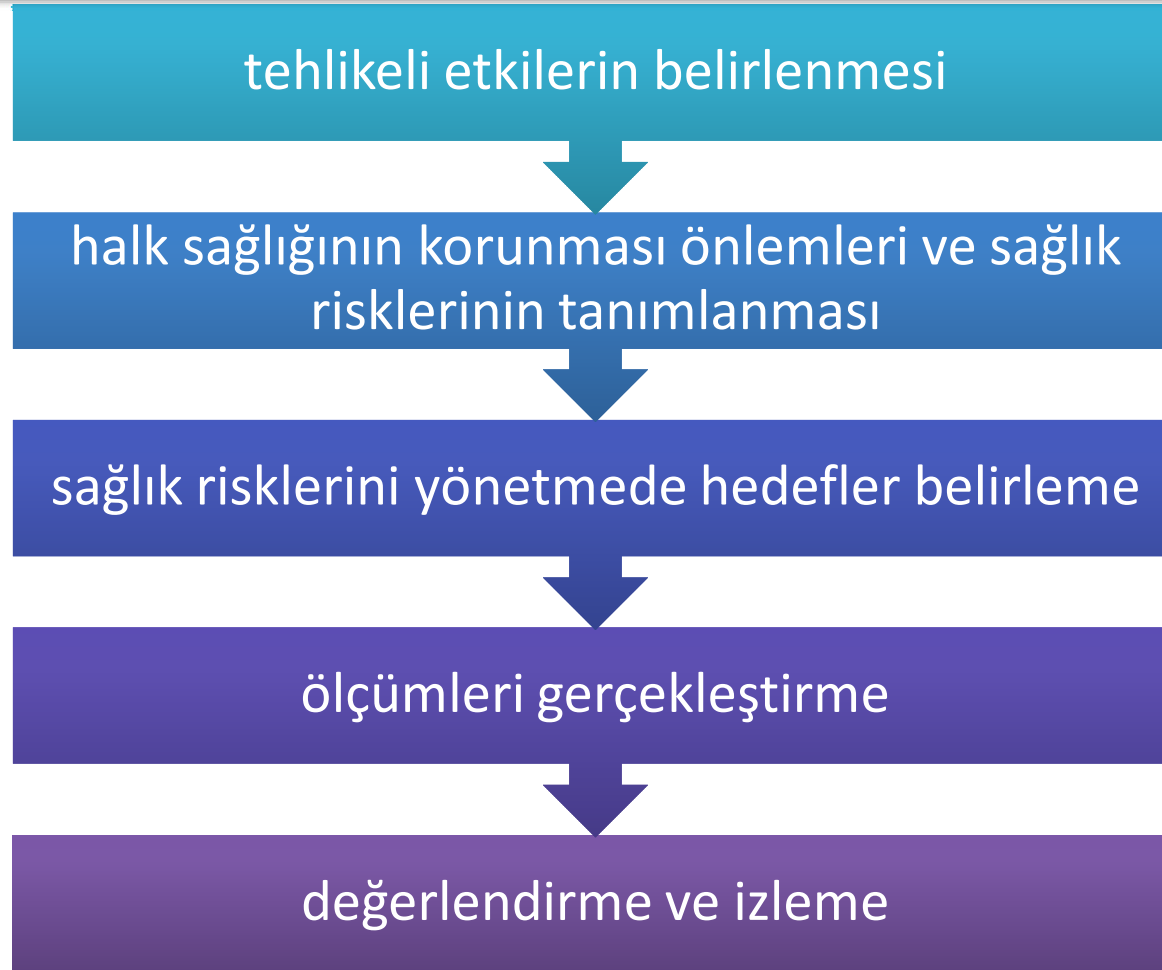
Atıksuyun yeniden kullanımından kaynaklanabilecek hastalıkların yayılmasının engellenmesi

Çevreye ve halk sağlığına zarar vermeyi engelleyecek arıtma sistemleri teknolojilerinin kurulması ve kullanılması

(kaynak: WHO,2006).

Arıtılmış Atıksuyun Yeniden Kullanımında Yasal Düzenlemelerin Oluşturulması

Yasal Düzenleme ve Standartların Oluşturulmasında İzlenecek Yol



(kaynak: WHO,2006).

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ
24-26 EYLÜL 2014
GEBZE-KOCAELİ

Atıksuyun Yeniden Kullanımında Risklerin Belirlenmesi

- Kabul edilebilir sağlık risklerinin belirlenmesi
- Mikrobiyolojik risk değerlendirme
- Kimyasal maruziyet riskinin değerlendirilmesi

Yasal Mevzuatlar

Atıksuyun Yeniden Kullanımında Güvenlik



Yasal Mevzuatlar

- Su kalite gereklilikleri
- İzleme gereklilikleri
- Arıtım prosesi gereklilikleri
- Arıtım güvenilirliği gereklilikleri
- İşletme gereklilikleri
- Çapraz kontaminasyonun kontrolü
- Alan kullanımı kontrolü



**Örn: Dağıtım sistemlerinde ve kullanımda
kontaminasyonu engellemeye yönelik
önlemler**

Arıtılmış Atıksuyun Kirlilik Bileşenleri

Konvansiyonel Parametreler

(mg/L seviyesinde; konvansiyonel atıksu arıtma tesisi tasarımında kullanılırlar)

- Toplam Askıda Katı Madde (AKM)
- Biyokimyasal ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ; KOİ)
- Toplam Organik Karbon (TOK)
- Azotlar (Amonyum; Nitrat; Nitrit)
- Fosfor
- Mikroorganizmalar: Bakteriler; Virusler ; Protozoa kistleri

Konvansiyonel Olmayan Parametreler

(ileri arıtma prosesleri ile uzaklaştırılabilir veya azaltılabilirler)

- Kalıcı Organikler
- Uçucu Organik Bileşikler (VOC)
- Yüzey aktif maddeler
- Metaller
- Toplam Çözünmüş Madde

Emerging

(µg/L; uzaklaştırılmaları zordur ve uzun vadede sağlık problemlerine sebep olabilirler)

- Farmasötikler
- Antibiyotikler
- Ev temizliği ve kişisel bakım ve temizlik ürünleri
- Hormonlar

Arıtılmış Atıksu Kullanımında Ulusal Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde arıtılmış atıksuların sulama suyu olarak kullanılması;

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne bağlı **Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği** (20.03.2010) "**EK 7-Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri**" nde tanımlanmıştır.

sulama amacına bağlı olarak iki sınıf (Sınıf A ve Sınıf B) kriter tanımlanmıştır .

Sınıf A

- Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri
- Park, bahçe, kentsel alanların sulanması

Sınıf B

- Ticari olarak işlenen gıda ürünleri (meyve bahçeleri ve üzüm bağları)
- Çim üretim ve kültür tarımı gibi halkın girişinin kısıtlı olduğu yerler
- Otlak hayvanları için mera ve saman yetiştiriciliği

Arıtılmış Atıksu Kullanımında Ulusal Yasal Düzenlemeler

Sulamada geri kullanılacak arıtılmış atıksuların sınıflandırılması
(Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Ek-7-Tablo 7.1)

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi ^a	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi ^b
Sınıf A				
a-Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri ⁱ b-Kentsel alanların sulanması				
a)Yüzeysel ve yağmurlama sulama ile sulanan ve ham olarak direkt olarak yenilebilen her tür gıda ürünü b)Her türlü yeşil alan sulaması (Parklar, golf sahaları vb.)	-İkincil arıtma ^c -Filtrasyon ^d -Dezenfeksiyon ^e	-pH=6-9 -BOİ ₅ < 20 mg/L -Bulanıklık < 2 NTU -Fekalkoliform: 0/100 mL ^{g,h} -Bazı durumlarda, spesifik virüs, protozoa ve helmint analizi istenebilir. -Bakiye klor > 1 mg/L ⁱ	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık -Bulanıklık: Sürekli -Koliform: günlük -Bakiye klor: sürekli	İçme suyu temin edilen kuyulara en az mesafede

Arıtılmış Atıksu Kullanımında Ulusal Yasal Düzenlemeler

Sulamada geri kullanılacak arıtılmış atıksuların sınıflandırılması
(Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Ek-7-Tablo 7.1)

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi ^a	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi ^b
Sınıf B				
a-Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenen gıda ürünleri ^m				
b-Girişi kısıtlı sulama alanları				
c- Tarımsal sulama: Gıda ürünü olmayan bitkiler				
a)Meyve bahçeleri ve üzüm bağları gibi ürünlerin salma sulama ile sulanması b)Çim üretimi ve kültür tarımı gibi halkın girişinin kısıtlı olduğu yerler c)Otlak hayvanları için mera sulaması	-İkincil arıtma ^c - Dezenfeksiyon ^e	-pH=6-9 -BOİ ₅ < 30 mg/L -AKM < 30 mg/L -Fekalkoliform< 200 ad/100 mL ^{g,j,k} -Bazı durumlarda, spesifik virüs, protozoa ve helmint analizi istenebilir. -Bakiye klor > 1 mg/L ⁱ	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık -AKM: günlük -Koliform: günlük -Bakiye klor: sürekli	-İçme suyu temin edilen kuyulara en az 90 m mesafede. -Yağmurlama sulama yapılıyor ise halkın bulunduğu ortama en az 30 m mesafede

Arıtılmış Atıksu Kullanımında Ulusal Yasal Düzenlemeler

Tebliğ Tablo E7.7'sulama sularında izin verilebilen maksimum ağır metal ve toksik elementlerin konsantrasyonları

Parametreler	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar	
	Her türlü zeminde sürekli sulama yapılması durumun da sınır değerler (mg/L)	pH değeri 6,0-8,5 arasında olan killi zeminlerde 24 yıldan daha az sulama yapıldığında (mg/L)
Alüminyum (Al)	5.0	20.0
Arsenik (As)	0.1	2.0
Berilyum(Be)	0.1	0.5
Kadmiyum (Cd)	0.01	0.05
Krom (Cr)	0.1	1.0
Kobalt (Co)	0.05	5.0
Bakır (Cu)	0.2	5.0
Florür (F)	1.0	15.0
Demir (Fe)	5.0	20.0
Kurşun (Pb)	5.0	10.0
Lityum (Li) ¹	2.5	2.5
Mangan (Mn)	0.2	10.0
Molibden (Mo)	0.01	0.05 ²
Nikel (Ni)	0.2	2.0
Selenyum (Se)	0.02	0.02
Vanadyum (V)	0.1	1.0
Çinko (Zn)	2.0	10.0

Aritılmış Atıksu Kullanım Alanına Göre Yasal Gereklilik ve Rehber Doküman Kriterleri

- Dolaylı İnsani Tüketim Amaçlı Kullanım
- Tarım Ürünlerinin Sulanması
- Kısıtlanmamış Rekreatif Kullanım
- Kısıtlanmamış Kentsel Sulama
- Kısıtlanmış Kentsel Sulama
- Kısıtlanmamış Rekreatif Kullanım
- Endüstriyel Kullanım
- Çevresel Kullanım
- Yiyecek Mahsülü Olmayan Ürünlerin Tarımsal Sulaması

**Sıkı Yasal
Gereklilikler**



**Daha Az Sıkı Yasal
Gereklilikler**

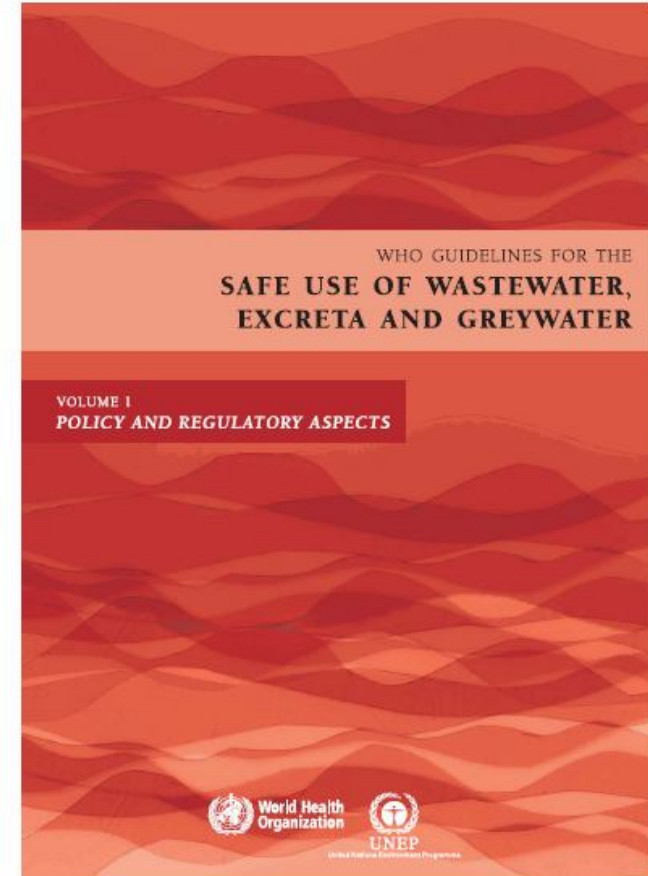
Atıksu Geri Kazanımında Yasal Düzenlemelere Örnekler

- Uluslararası Rehber Dokümanlar (WHO, NSF, EU, IWA Rehber Dokümanları)
- Ülkelere Ait Yasal Gereklilikler ve Rehber Dokümanlar
 - Ulusal Su Yeniden Kullanımı Gereklilikleri
 - Eyaletler Bazında Gereklilikler ve Rehberler
 - Bölge veya Belediye Gereklilikleri
 - Diğer Rehberler

WHO Uluslararası Rehber Dokümanları

Grisu, atıksu ve siyah suyun tarımsal ve sucul ortamlarda faydalı yeniden kullanımını, toplum sağlığını maksimum seviyede koruyarak yönetilmesini hedefler. Temel olarak iki bileşeni içerir:

- Sağlık Bileşeni
 - Riskleri ve risk seviyeleri
 - Sağlığın korunması için önlemler
- Uygulama Bileşeni
 - İzleme ve değerlendirme
 - Kurumsal gözetim
 - Gerekli sistem dokümantasyonu
 - Bağımsız denetim yolu ile onaylanma



EPA Rehber Dokümanları (Guidelines for Water Reuse, 2012)

Eyaletler Bazında
Farklı Kullanım
Alanları İçin Su
Kalite ve Arıtım
Gerekliklikleri

Kullanım alanı:

- Kısıtlı Olmayan Kentsel Kullanım
- Kısıtlı Kentsel Kullanım
- Tarımsal Kullanım– Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri
- Tarımsal Geri Kazanım – ticari olarak işlenen gıda ürünleri ve gıda ürünü olmayan bitkiler
- Rekreatyoneel göletler (kısıtlanmış-kısıtlanmamış)
- Çevresel Kullanım
- Endüstriyel Kullanım
- Yer altı Suyu Besleme (insani tüketim amaçlı olmayan tüketim)
- Dolaylı insani tüketim amaçlı kullanım

Eyaletler

Arizona
Florida
California
Hawaii
Nevada
New Jersey
North Carolina
Texas
Virginia Washington

Su kalite
kriteri

Biyolojik
Oksijen İhtiyacı
Askıda Katı
Madde
Bulanıklık Fekal
Koliform
Toplam
Koliform
Azotlar

Teknoloji
gereklikliği

Dezenfeksiyon
şartı

NSF/ANSI (National Science Foundation / The Public Health and Safety Organization) Standart 350* Çıkış Suyu Kriterleri

Parametre	Sınıf R		Sınıf C	
	Ortalama	Tek Örnek (maksimum)	Ortalama	Tek Örnek (maksimum)
pH	6.0-9.0	-	6.0-9.0	-
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	10	25	10	25
Askıda Katı Madde	10	30	10	30
Bulanıklık	5	10	2	5
E. coli (EMS/100mL)	14	240	2.2	200
Depolama Tankı Dezenfeksiyonu ⁽¹⁾ (mg/L)	≥0.5-≤2.5	-	≥0.5-≤2.5	-
Renk	Değer raporlanacak	-	Değer raporlanacak	-
Koku	Tespit edilmemeli		Tespit edilmemeli	
Yağ ve köpük	Tespit edilmemeli	Tespit edilmemeli	Tespit edilmemeli	Tespit edilmemeli
Enerji sarfıyatı	Değer raporlanacak	-	Değer raporlanacak	-

Sınıf R: konutlarda arıtımda kısıtlanmış bina içi ve kısıtlanmamış bina dışı,

Sınıf C: çok konutlu ve ticari sistemlerde kısıtlanmış bina içi ve kısıtlanmamış bina dışı

*NSF/ANSI Standard 350 Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems

Arıtılmış Atıksu Kriterleri Ülke Örnekleri

Kullanım Alanı	Kentsel Sulama (kısıtlanmış alanlar, park, bahçe vb.)	
Parametreler	İspanya (karışık atıksu)	Avustralya (Victoria Eyaleti) (karışık atıksu)
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), mg/L	-	<20
E. coli, cfu/100 mL	200	<1000
pH	-	6-9
Askıda Katı Madde, mg/L	20	< 30
Bulanıklık, NTU	10	
Amonyum Azotu, mg/L	-	-
Parazitikhelmitler	1 egg /10 L	

Arıtılmış Atıksu Kriterleri Ülke Örnekleri

Kullanım Alanı	Konutta Bahçe Sulama		
Parametreler	İspanya (karışık atıksu)	Avustralya (Victoria) (karışık atıksu)	Meksika (karışık atıksu)
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), mg/L	-	<10	40
E. coli, cfu/100 mL	bulunmayacak	<10	-
pH	-	6-9	
Toplam Fosfor, mg/L	-	-	15
Askıda Katı Madde, mg/L	10	< 10	30
TKN, mg/L	-	-	25
Fekalcoli, sayı/100 ml	-	-	1000
Bulanıklık, NTU	2	< 2	
Parazitikhelmitler	1 egg/10 L	1 egg/ L	
Serbest Klor, mg/L		1	

Arıtılmış Atıksu Kriterleri Ülke Örnekleri

Kullanım Alanı	Tuvalet Rezervuarı		
Parametreler	Çin	Japonya (grisu)	Avustralya (Queensland Eyaleti) (grisu)
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), mg/L	<10	20	<10
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), mg/L	-	30	-
Serbest Klor, mg/L	-	0,1 (serbest) 0,4 (bağlı)	-
E. coli, cfu/100 mL	-	bulunmamalı	<10 (maksimum) <1 (%95)
pH	-	5,8-8,6	-
Koku	-	olmamalı	-
Renk ve şeffaflık, l/m	30	Renksiz ve şeffaf	-
Askıda Katı Madde, mg/L	-	-	< 10
TKN, mg/L	-	-	-
Fekalcoli, sayı/100 ml	3	-	-
Bulanıklık, NTU	<5	-	< 5 (maksimum) < 2 (%95)
Toplam Çözünmüş Madde, mg/L	<1500	-	-
Amonyum Azotu, mg/L	<10	-	-

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ



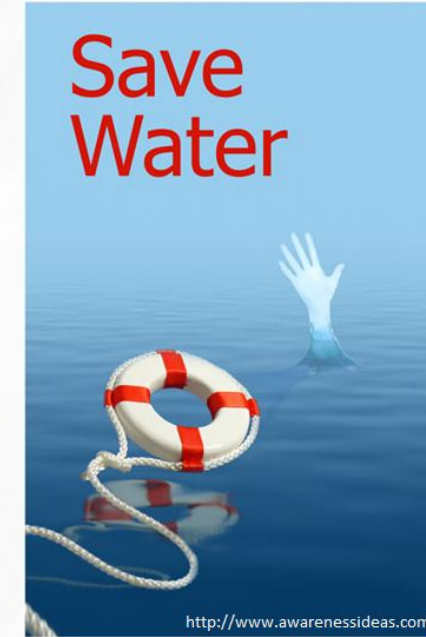
Arıtılmış Atıksuların Peyzaj Sulama Suyu ve Rezervuarda Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Doç. Dr. Kemal GÜNEŞ
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ
Kemal.Gunes@tubitak.gov.tr

Dünyadaki Genel Durum

Şehir alanlarından kaynaklı atıksuların yeniden kullanımı özellikle büyük kentlerde son yıllarda hızlı bir artış göstermiştir.

WHO, FAO ve UNEP verilerine göre dünya nüfusunun %10'u, bir şekilde yiyeceklerini atıksuların yeniden kullanımı nedeniyle üretilen ürünlerden sağlamaktadır.

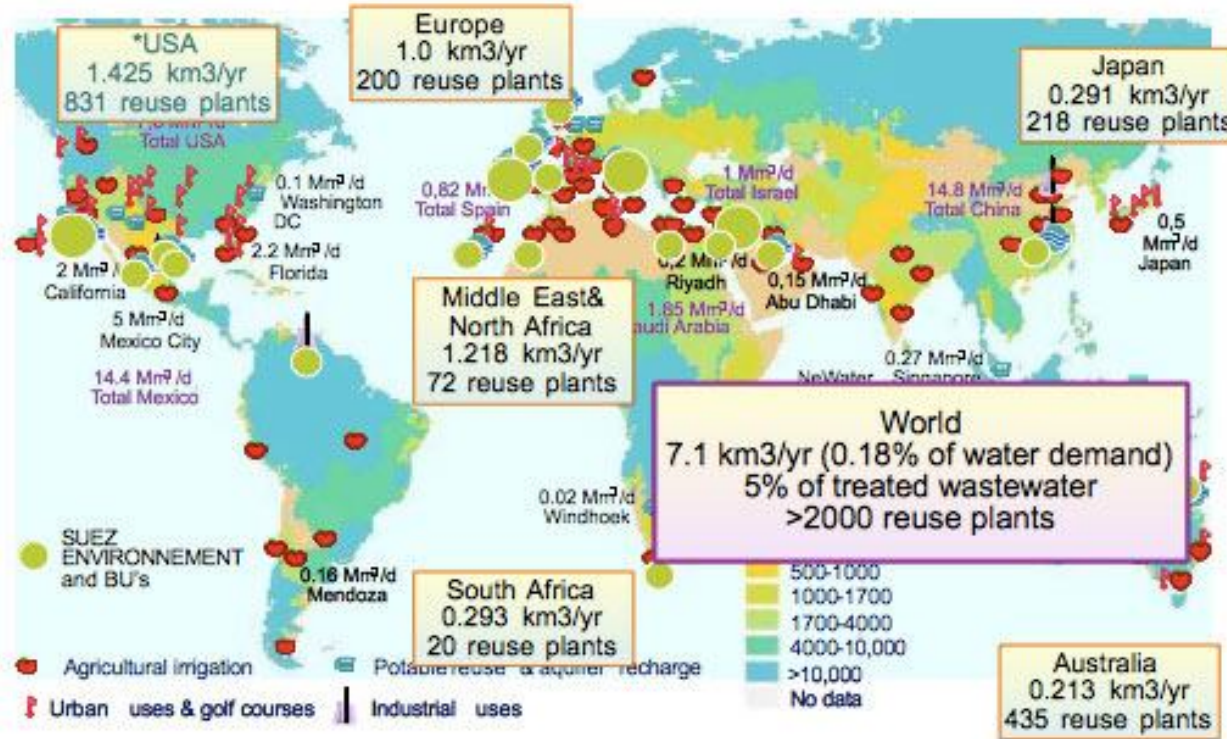


Dünyadaki Genel Durum

- Akdeniz ülkelerinde atıksuların yeniden kullanım oranı her yıl %25 oranında artış göstermektedir.
- İspanya'da toplanan suların % 22'si sulamada kullanılmaktadır (Heinz et al. 2011).
- Amerika'dan örnek vermek gerekirse örneğin California'da arıtılmış suların %46'sı sulamada kullanılmaktadır.

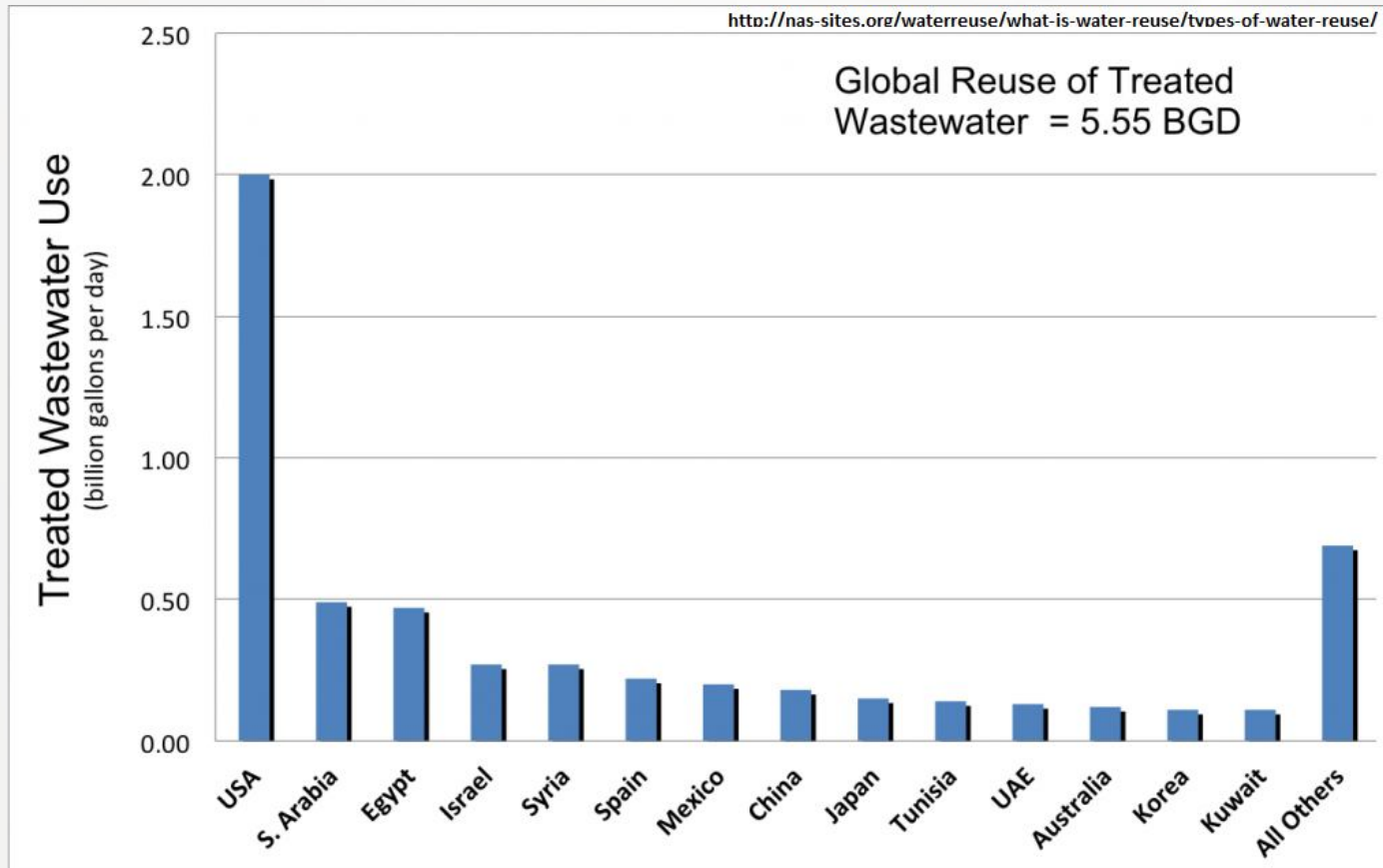
Dünyadaki Genel Durum

Wastewater Reuse in the world



<http://www.emag.suez-environnement.com>

Dünyadaki Genel Durum



Dünyadaki Genel Durum

Yeniden kullanımın etkin olduğu alanlar;

- parklar,
- golf sahaları,
- kent yeşil kuşak alanları,
- yapay şelaleler,
- fıskiyeleler,
- tuvalet rezervuarları,
- cadde, sokak ve pazar yeri yıkamaları,
- yangın söndürme vb.

Dünyadaki Genel Durum

<http://nas-sites.org/waterreuse/what-is-water-reuse/types-of-water-reuse/city-water-reuse/>

Peyzaj Sulama

Arıtılmış suların peyzaj sulamada kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar;

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre;

- Atıksuların yeniden kullanımında en büyük risk mikroorganizmalar (bakteriler, virüsler, helmintler ve protozoa) tarafından bulaştırılabilecek hastalıklardır.
- Arıtılmış atıksuyun mikrobiyolojik kalitesi, suyun kullanılabilirliği hakkında bilgi verir.

Peyzaj Sulama

- Bu riskler, arıtma tesisinin ve arıtılmış atıksuyun uygulandığı yerin birlikte kontrol edilmesi ile azaltılabilir.
- Sulamada tekrar kullanılacak arıtılmış atıksularda aranan özellikler, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Tablo E7.1’de verilmiştir.

Peyzaj Sulama

Tablo E7.1 Sulamada geri kullanılacak arıtılmış atıksuların sınıflandırılması

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi ^a	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi ^b
Sınıf A				
<i>a-Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri^d</i>				
<i>b-Kentsel alanların sulanması</i>				
a)Yüzeysel ve yağmurlama sulama ile sulanan ve ham olarak direkt olarak yenilebilen her tür gıda ürünü b)Her türlü yeşil alan sulaması (Parklar, golf sahaları vb.)	-İkincil arıtma ^c -Filtrasyon ^d -Dezenfeksiyon ^e	-pH=6-9 -BOİ ₅ < 20 mg/L -Bulanıklık < 2 NTU ^f -Fekal koliform: 0/100 mL ^{g,h} -Bazı durumlarda, spesifik virüs, protozoa ve helmint analizi istenebilir. -Bakiye klor > 1 mg/L ⁱ	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık -Bulanıklık: Sürekli -Koliform: günlük klor: sürekli	İçme suyu temin edilen kuyulara en az 50 m mesafede
Açıklamalar:				
-Tarımsal sulamada tavsiye edilen ağır metal analizlerine dikkat edilmelidir.				
-Standartları sağlamak üzere filtrasyon öncesinde koagülant ilavesi yapılabilir.				
-Geri kullanılacak arıtılmış atıksu renksiz ve kokusuz olmalıdır.				
-Virüs ve diğer parazitlerin yok edilmesi için daha uzun dezenfeksiyon temas süreleri kullanılabilir.				
-Arıtılmış atıksu dağıtım sisteminde (en son uygulama noktasında) bakiye klor değeri 0.5 mg/L'nin üzerinde olmalıdır.				
-Virüs ve diğer parazitlerin yok edilmesi için daha uzun dezenfeksiyon temas süreleri kullanılabilir.				
-Yüksek nütrient içeriği besinleri büyüme aşamasında etkileyebilir.				
Sınıf B				
<i>a-Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenen gıda ürünleri^m</i>				
<i>b-Girişi kısıtlı sulama alanları</i>				
<i>c- Tarımsal sulama: Gıda ürünü olmayan bitkiler</i>				
a)Meyve bahçeleri ve üzüm bağları gibi ürünlerin salma sulama ile sulanması b)Çim üretimi ve kültür tarımı gibi halkın girişinin kısıtlı olduğu yerler c)Otlak hayvanları için mera sulaması	-İkincil arıtma ^a -Dezenfeksiyon ^a	-pH=6-9 -BOİ ₅ < 30 mg/L -AKM < 30 mg/L -Fekal koliform < 200 ad/100 mL ^{s,h,k} -Bazı durumlarda, spesifik virüs, protozoa ve helmint analizi istenebilir. -Bakiye klor > 1 mg/L ⁱ	-pH: Haftalık -BOİ ₅ : Haftalık -AKM: günlük -Koliform: günlük -Bakiye klor: sürekli	-İçme suyu temin edilen kuyulara en az 90 m mesafede. -Yağmurlama sulama yapıyor ise halkın bulunduğu ortama en az 30 m mesafede
Açıklamalar:				
-Tarımsal sulama için tavsiye edilen limitlerde gözönünde bulundurulmalıdır.				
-Püskürtmeli sulama yapılıyor ise AKM < 30 mg/L olmalıdır.				
-Yüksek nütrient içeriği besinleri büyüme aşamasında etkileyebilir.				
-Süt hayvanlarının meralara girişi sulama yapıldıktan 15 gün sonra olmalıdır. Bu süre kısa olması gerektiği durumlarda, fekal koliform değeri en fazla 14 ad/100 mL olabilir.				
^a Aksi belirtilmedikçe, arıtılmış atıksu kalitesini belirtmektedir.				
^b Su kaynaklarını ve dolayısıyla insanları arıtılmış atıksuyun etkisinden korumak için konulu bir sınırlamadır.				
^c İkincil arıtma, aktif çamur sistemleri, biyodisk, damlatmalı filtreler, stabilizasyon havuzları, havalandırmalı lagünleri vb içerebilir.				
^d Kum filtreleri veya mikrofiltrasyon ile ultrafiltrasyon gibi membran filtreler olabilir.				
^e Dezenfektan olarak klor kullanılması, diğer dezenfeksiyon yöntemlerinin de kullanımını kısıtlamaz.				
^f Tavsiye edilen bulanıklık değeri dezenfeksiyon öncesinde sağlanmalıdır. Hiç bir zaman 5 NTU'yu geçmemelidir. Bulanıklık yerine AKM'nin kullanıldığı durumlarda, AKM değeri 5 mg/L'nin altında olmalıdır.				
^g Günlük ortalama değerleri karakterize eder.				
^h Fekal koliform değeri hiç bir zaman 14 ad/100 mL'yi geçmemelidir.				
ⁱ Bakiye klor değeri 30 dk temas süresi sonrasında değeri karakterize etmektedir.				
^j Fekal koliform değeri hiç bir zaman 800 ad/100 mL'yi geçmemelidir.				
^k Stabilizasyon havuzları fekal koliform değerini dezenfeksiyon olmadan da düşürebilir.				
^l İleri arıtma uygulanmalıdır.				
^m Ticari olarak işlenen gıda ürünleri halka satılmadan önce patojen mikroorganizmaların öldürülmesi için fiziksel veya				

Peyzaj Sulama

Tablo E7.1 Sulamada geri kullanılacak arıtılmış atıksuların sınıflandırılması

Geri kazanım türü	Arıtma tipi	Geri kazanılmış suyun kalitesi ^a	İzleme periyodu	Uygulama mesafesi ^b
Sınıf A				
<i>a-Tarımsal sulama: Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünleri</i>				
<i>b-Kentsel alanların sulanması</i>				
a)Yüzeysel ve yağmurlama sulama ile sulanan ve ham olarak direkt olarak yenilebilen her tür gıda ürünü	-İkincil arıtma ^c -Filtrasyon ^d -Dezenfeksiyon ^e	-pH=6-9 -BOİ5 < 20 mg/L -Bulanıklık < 2 NTUf -Fekal koliform: 0/100 mL ^{g,h} -Bazı durumlarda, spesifik virüs, protozoa ve helmint analizi istenebilir. -Bakiye klor > 1 mg/L ⁱ	-pH: Haftalık -BOİ5: Haftalık -Bulanıklık: Sürekli -Koliform: günlük -Bakiye klor: sürekli	İçme suyu temin edilen kuyulara en az 50 m mesafede
b)Her türlü yeşil alan sulaması (Parklar, golf sahaları vb.)				

Açıklamalar:

- Tarımsal sulamada tavsiye edilen ağır metal analizlerine dikkat edilmelidir.
- Standartları sağlamak üzere filtrasyon öncesinde koagülant ilavesi yapılabilir.
- Geri kullanılacak arıtılmış atıksu renksiz ve kokusuz olmalıdır.
- Virüs ve diğer parazitlerin yok edilmesi için daha uzun dezenfeksiyon temas süreleri kullanılabilir.
- Arıtılmış atıksu dağıtım sisteminde (en son uygulama noktasında) bakiye klor değeri 0.5 mg/L'nin üzerinde olmalıdır.
- Virüs ve diğer parazitlerin yok edilmesi için daha uzun dezenfeksiyon temas süreleri kullanılabilir.
- Yüksek nütrient içeriği besinleri büyüme aşamasında etkileyebilir.

Peyzaj Sulama

Arıtılmış suyun sulamada kullanılması için iki değişik sınıf oluşturulmuş olup, bu kriterler minimum gereksinimleri sağlamakta ve bazı özel uygulamalarda ilave kriterler de uygulanabilmektedir.

Ticari olarak işlenmeyen gıda ürünlerinin ve park, bahçe gibi kentsel alanların sulanmasında, hem yenen ürün ile hem de park, bahçe gibi alanlarda insanların bitkiler ile su teması olabileceği için iyi kalitede sulama suyu gerekmektedir.

Tablo E7.1'de verilen sınıflandırmalar genel bir sınıflandırma olup, özel gereksinimler için farklı sınıflandırmalar yapmak mümkündür.

Peyzaj Sulama

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Tablo E7.2’de sulama suyu için kimyasal kalite kriterleri verilmiştir.

Evsel nitelikli atıksular hariç sulamada geri kullanılacak arıtılmış atıksuların da bu kimyasal kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Peyzaj Sulama

Tablo E7.2 Sulama suyunun kimyasal kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş tablo

Parametreler		Birimler	Kullanımında zarar derecesi		
			Yok (I. sınıf su)	Az – orta (II. sınıf su)	Tehlikeli (III. sınıf su)
Tuzluluk					
İletkenlik		µS/cm	< 700	700-3000	>3000
Toplam çözünmüş Madde		mg/L	< 500	500-2000	>2000
Geçirgenlik					
SAR _{Tad}	0-3	EC	≥ 0.7	0.7-0.2	< 0.2
	3-6		≥ 1.2	1.2-0.3	< 0.3
	6-12		≥ 1.9	1.9-0.5	< 0.5
	12-20		≥ 2.9	2.9-1.3	< 1.3
	20-40		≥ 5.0	5.0-2.9	< 2.9
Özgül iyon toksisitesi					
Sodyum (Na)					
Yüzey sulaması		mg/L	< 3	3-9	> 9
Damlatmalı sulama		mg/L	< 70	> 70	
Klorür (Cl)					
Yüzey sulaması		mg/L	< 140	140 –350	> 350
Damlatmalı sulama		mg/L	< 100	> 100	
Bor (B)		mg/L	< 0.7	0.7-3.0	> 3.0

Peyzaj Sulama

Atıksuların araziye verilmeye veya sulamaya uygun olup olmadığını belirlemek için incelenmesi gereken en önemli parametreler şunlardır:

- Su içindeki çözünmüş maddelerin toplam konsantrasyonu ve elektriksel iletkenlik,
- Sodyum iyonu konsantrasyonu ve sodyum iyonu konsantrasyonunun diğer katyonlara oranı,
- Bor, ağır metal ve toksik olabilecek diğer maddelerin konsantrasyonu,
- Bazı şartlarda Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplam konsantrasyonu,
- Toplam katı madde, organik madde yükü ve yağ gres gibi yüzen maddelerin miktarı,
- Patojen organizmaların miktarı

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Dağıtım Sistemi Özellikleri ve Güvenlik Önlemleri

Etkin bir kalite kontrol sisteminin oluşturulmasında aşağıda verilen etkenlere dikkat edilmesi önerilir (EPA, 2012):

- Etkin izleme programı,
- Etkin bakım ve proses kontrol programı,
- Arıtma ve dağıtım sisteminin işletilmesinden sorumlu yetkin personel,
- Örneklem ve laboratuvar analizi programlarının oluşturulması,
- Operatörler için detaylı olarak hazırlanmış işletme el kitapları.

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Arıtılmış atıksuların kalitesi kadar çevresel güvenlik önlemleri de büyük önem arz etmektedir.

Bu nedenle bu sistemlerin tasarımından dağıtımına kadar olan süreçte güvenlik önlemleri titizlikle uygulanmalıdır.

Dağıtım sisteminin aşağıda verilen bazı önlemler alınarak tasarlanması gerekir.

Bunun için;

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

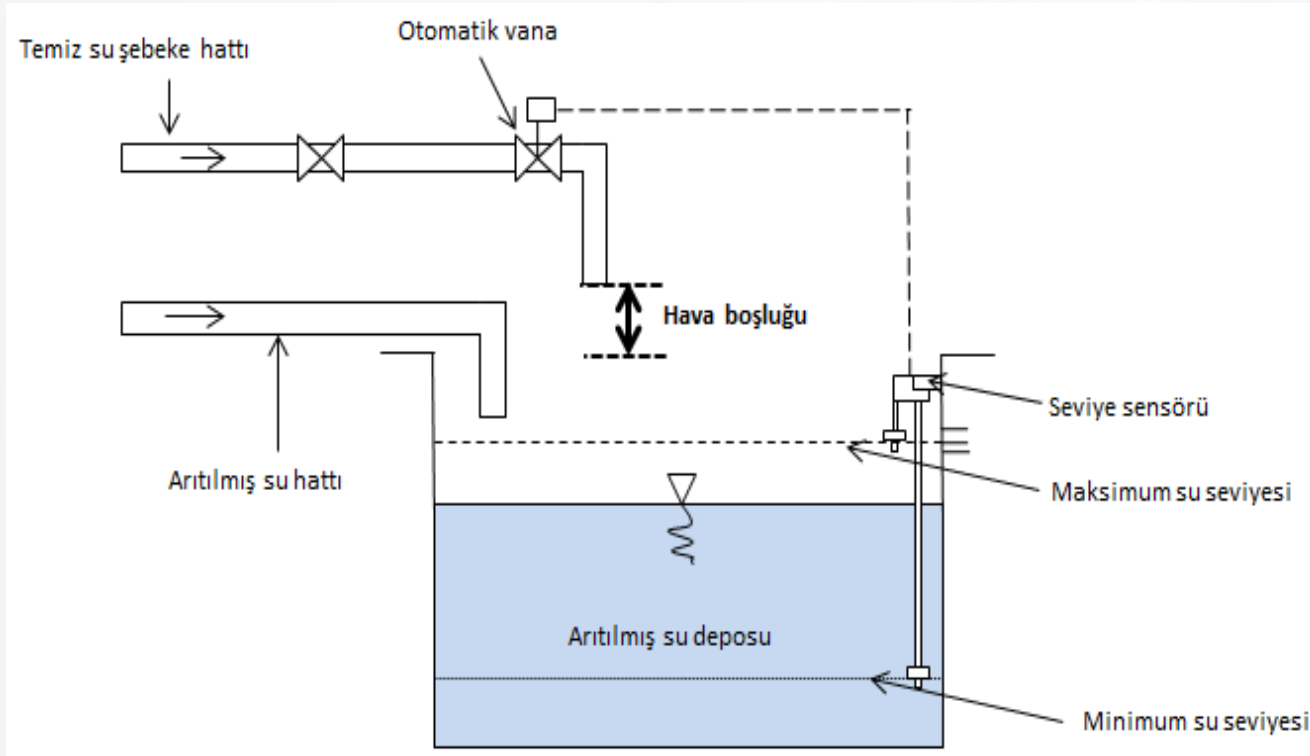
- Yanlış/ters bağlantıyı (cross-connection) engellemek için tasarım, yapım/ kurulum ve operasyonla ilgili prosedür ve yasal düzenlemelerin oluşturulması,
- Tüm sistemin bileşenlerinin işaretlenmesi için bir yöntemin geliştirilmesi,
- Sistemin tüm bağlantılarının operasyonu, bakımı, kontrolü ve onaylanmasından sorumlu olacak personelin oluşturulması ve eğitimi,
- Rutin izleme ve denetim programının oluşturulması,
- Kullanıcıların bilgilendirilmesi ile arıtılmış suyun uygun olmayan kullanımının engellenmesi,

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Bu çerçevede, sistemin tasarımı, kurulması ve işletilmesi aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Şebeke beslemesinin olması,
- Şebekeye geriye akışın önlenmesi,
- Uygun borulama yapılması,
- Etiketleme ve İşaretleme yapılması,
- Bakım ve Onarımların yapılması.

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar



Şebeke besleme diyagramı

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Uygun borulama, uyarı işaretleri



<http://www.cityofclermontfl.com/index.asp?>

Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Uygun borulama, uyarı işaretleri



Rezervuar Suyu ve Diğer Kullanımlar

Uygun borulama, uyarı işaretleri



<http://nas-sites.org/waterreuse/what-is-water-reuse/types-of-water-reuse/>



TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ
24-26 EYLÜL 2014
GEBZE-KOCAELİ

TEŞEKKÜRLER

Doç. Dr. Kemal GÜNEŞ
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ
Kemal.Gunes@tubitak.gov.tr

TÜRKİYE KIYILARINDA YÜZME SUYU PROFİLLERİNİN BELİRLENMESİ

Yağmur Suyu Hasadı ve Turizm Tesislerinde
Uygulanabilirliği

A. Baban

25 Eylül 2014
Gebze/Kocaeli

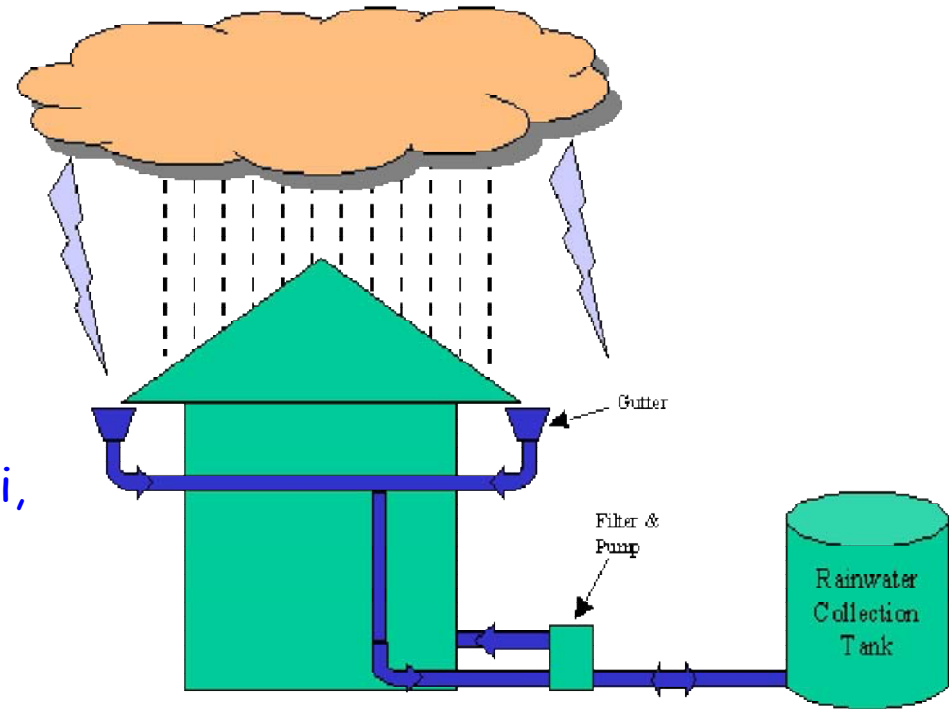
Sunum planı

- Yağmur suyu sistemleri (YSS)
 - Bileşenleri
 - YS arıtma yöntemleri
- YSS tasarım yöntemleri
- TÜBİTAK MAM - uygulama
- YSS uygulama örnekleri
(turistik tesisler)



Yağmur Suyu Sistemleri

- 4000 yıldır kullanılmaktadır,
 - Yapım ve işletim kolaylığı,
 - Ekonomik,
 - Değerli içmesuyu kaynaklarının korunması,
 - Kanalizasyon sistemleri ve AAT lerinin yükünde azalma,
 - Sel kontrolü ve zararların önlenmesi,
 - Su bedavadır!
-
- Tam anlamıyla güvenilir değildir,
 - Su kalitesinde filtrasyon tasarım değerlerinin aşılması veya uzun bekleme süreleri nedeniyle bozulma



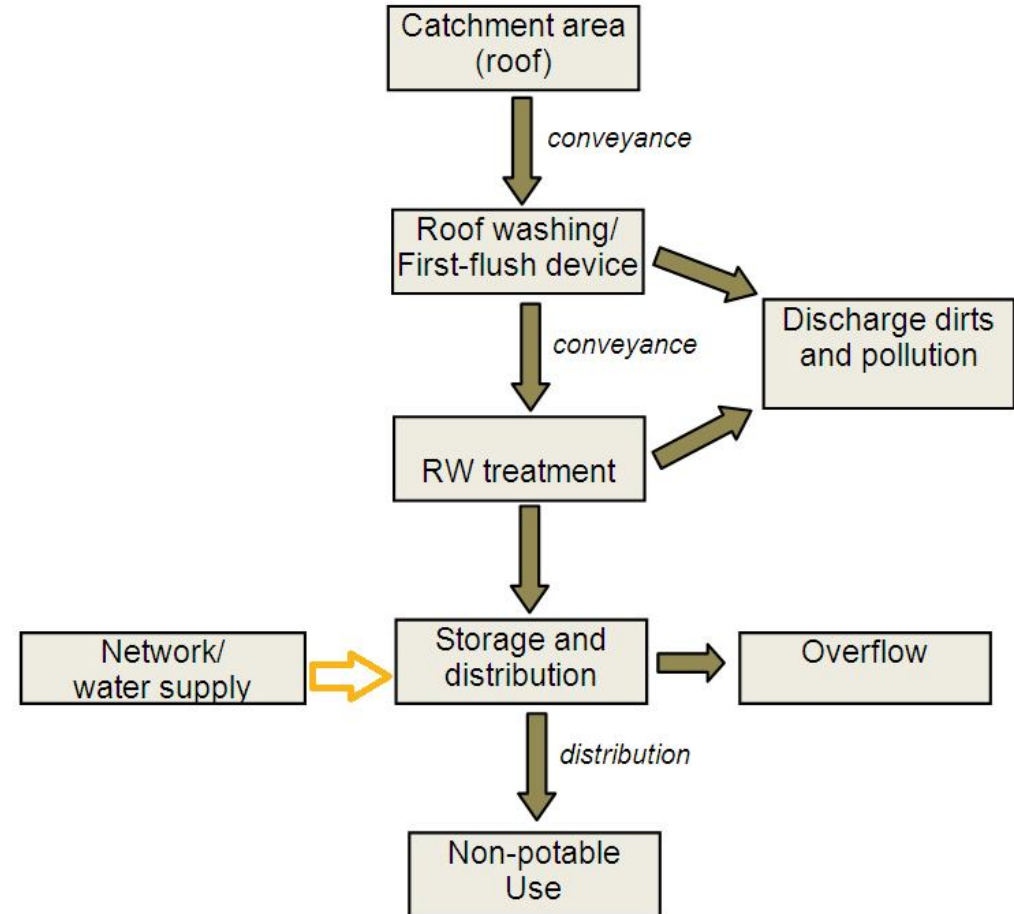
Rainwater Collection Overview

G. G. BAKIE,
www.statiatourism.com

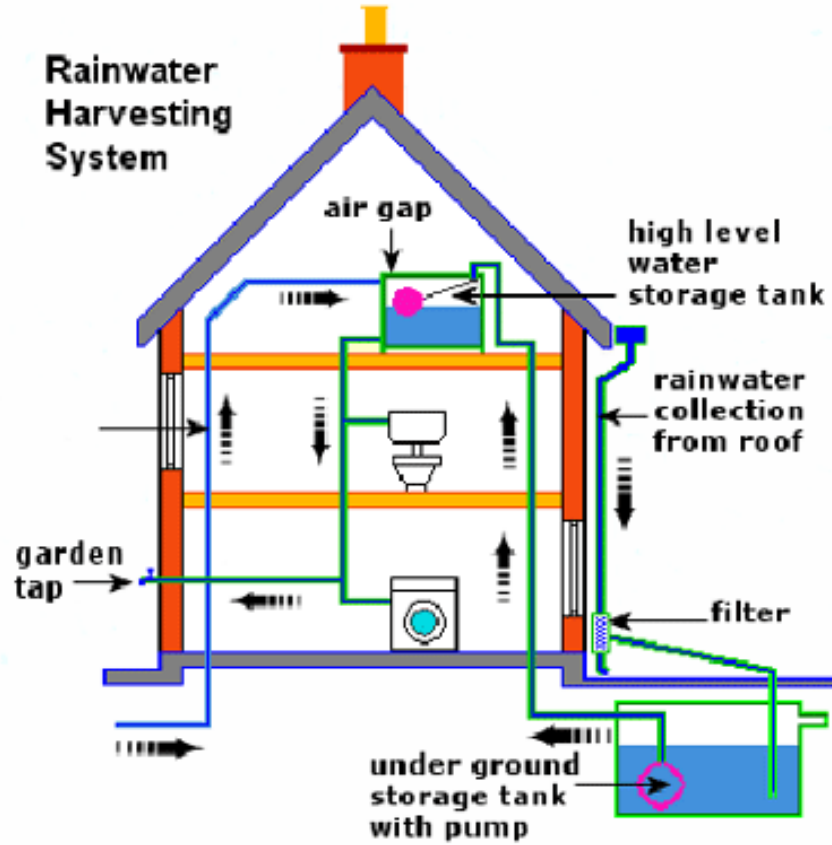
Yağmur Suyu Sistemleri - bileşenleri



- 1) toplama yüzeyi,
 - 2) taşıma (oluklar, kanal ve borular)
 - 3) toplanan YS arıtma sistemleri,
 - 4) depolama ve dağıtım
- (HRT 18 gün UK, basit tasarım yaklaşımı)



Cazibeli akış Yağmur Suyu Sistemi - bileşenleri



- Cazibeli akış sistemi,
- Yeraltı suyu deposu ve pompa,
- Çatıdan toplama,
- Çatı seviyesinde depo tankı, hava boşluğu ile şehir şebeke suyu girişi,
- Filtre,
- Tuvalet yıkama suyu,
- Çamaşır yıkama suyu,
- Bahçede kullanım

YSS uygulama yöntemleri - (BS 8515, 2009 *Code of Practice for the installation of RWH systems*, US EPA, 2008)

YSS	Tasarım ile ilgili konular
Direk sistem Suyun çatıdan bir kaba filtreden geçerek depoya akması oradan pompalama - şebeke suyundan depoya besleme, Cazibeli sistem Depodan yukarıdaki tanka pompalama buradan cazibe ile dağıtım, Merkezi sistem Pompa bina içinde yerleştirilmiştir, buradan kullanım yerine suyu pompalar	YSS ekstrem durumlarda, maksimum su miktarını depolayacak şekilde tasarlanır, Su kalitesi kriteri, BS 8515 (2009) and US-EPA (2008) özellikle tuvalet yıkama suyu veya soğutma suyu kullanımında,

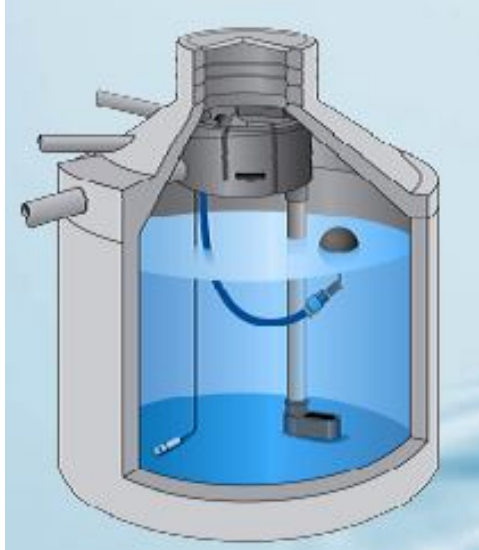
Yağmur Suyu - deposu



Şebeke suyu bağlantısı

Yönetmelik - Almanya

1. Backflow karşı serbest akış mesafesi
2. Yağmur suyu dağıtım borularının etiketlenmesi

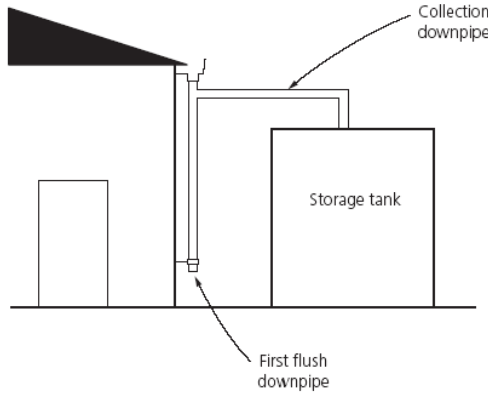


Pratik uygulama

- Bireysel YS toplama tankları
- Geniş endüstri veya tarım alanı sahaları
- Akifer besleme ve iyileştirme



Yağmur Suyu - ilk akış yön değiştirici tipleri



Basit yön değiştirici
(SOPAC, 2004)



Vortex tipi yön
değiştirici ve filtre
WFF100 0,28 mm
mesh filter, WISY



Boş top tipi (www.rwh.in)



YSS - Arıtma yöntemleri değerlendirme



TO	Avantajlar/ Su kalitesi	Dezavantajlar	Uygunluk
Vortex tipi ince filtreler	%90 YS toplama kapasitesi, tıkanma vortex yapı ve kesme kuvveti ile önlenir.	Aşırı yağışlarda %50 toplama kapasitesi, iklim değişikliği koşullarında önemli	0.28 ve 0.44 mm, kirliliğin uzaklaştırılması ve yön değiştirici olarak kullanıma uygun
Yavaş kum filtresi	Bakteriyoloji kalitesini yükseltmekte kullanılabilecek ucuz yöntem.	Düzensiz yağışlarda tasarım kriterinin sağlanması zor	Filtrasyondan fazla biyolojik arıtmaya dayanır
Hızlı kum filtresi	Genelde aktif karbon veya antrasit tabakası ile kullanılır, organik maddeleri giderir, tad ve koku giderimi.	0,4-0,6mm pore AKM den fazla, basit filtrasyon fazla etkili değil	Binalar, yerleşim alanları için tuvalet suyu veya sulama, sulama suyu için uygun,
Membran filtrasyonu	Yüksek verimli, metal filte (1-5 μ m) uygun, içmesuyu için 0.1 μ m (düşük basınçlı) protozoa, bakteri, algae giderilebilir. Dner disc filtreler (ceramic membrane), 0.06 μ m, bakteri ve virus giderilebilir	Arıtılmış su virüs içerebilir, dezenfeksiyon gerekir Döner disk filtre pahalı, ancak büyük YSS için önerilir	Yine içmesuyu dışında kullanılması önerilir
Dezenfeksiyon	Klorlama geleneksel ve kolay uygulanabilir, solar ucuz ve küçük binalar, yerleşimler için uygun. UV-güvenilir metod	Solar yöntem 10 mg/l üzerinde AKM için uygun değil, bakım gerekli,	Şehir uygulamaları için uygun

YSS - potansiyeli



YSS toplama potansiyeli (BS 8515, 2009 British Standard of Practice for the installation of RWH systems)

- *Toplama alanı,*
- *Yağmur suyu miktarı,*
- *Toplama verimi*

$$R = A \times P \times E$$

R: Yağmur suyu toplama potansiyeli, m³/y,

A: Toplama alanı, m²,

P: Ortalama yağmur derinliği, m/y,

E: Toplama verimi, %, 70-80 (çatı - ıslaklık ve filtre verimi).

Çatı kaplaması - tercih edilen

Galvaniz, alüminyum çimento tabakaları, seramik

Depolama

UK, 18 gün (%5, ortalama yağış için)

- *Tasarımda basit, orta, detaylı yaklaşım yöntemleri,*

YSS - tasarım yöntemleri



- YSS tasarım genelde karmaşık bir süreç,
- YSS sisteminin optimum kapasitesi,
yağış miktarı ve şiddeti,
toplama yüzeyi,
coğrafi konum, yerel koşullar,
toplanan suyun kullanım seçenekleri ve
ileriye yönelik beklentiler, gelişmeler
- İngiliz standartları (BS 8515, 2009) tasarımda kullanılması gerekli yöntemlerin adaptasyonu ve uygulaması konularına geniş yer vermiştir.
- Tasarım evsel (içmesuyu haricinde tuvalet temizleme, sulama veya çeşitli temizlik işleri) kullanım veya evsel kullanım ile birlikte sel oluşumunu engellemeye yönelik olarak gerçekleştirilebilir.
- Her iki durumda farklı hesaplama yöntemleri önerilmektedir (BS 8515, 2009; KingspanWater, 2009).

YSS - tasarım yöntemleri



Yağmur suyu toplama tankı tasarım yöntemleri (BS 8515, 2009)

Yöntem	Tanım
Basit yöntem yaklaşımı	Tank hacmi tablolardan yararlanılarak bulunur (BS8515). Çatı alanı ve yıllık ortalama yağış değerleri kullanılır (18 günlük yağış, %5).
*Orta dereceli yöntem yaklaşımı	Basit yöntem yaklaşımında olduğu gibidir, ancak hesaplama eşitliklerden yararlanılarak yapılır. Yıllık ortalama yağışın %5'i ve yıllık içme suyu dışındaki toplam su kullanımının %5'i hesaplanır ve bunlardan küçük olan değer tank hacmi olarak Kabul edilir. 0.7-0.8 çatı, birleşik çatı ve filtre verimi olarak Kabul edilebilir. İçme suyu dışındaki gereksinim 50 L/kişi-gün olarak alınabilir.
Detaylı tasarım yöntemi	Bu yöntem, tüm tasarım değişkenlerini- akış hızları, pik dönem gereksinimleri, verim ve talep- içerir. Bu yöntem genelde, ihtiyacın sabit olmadığı, verimin belirsizliği, ortalama yağışın kullanılmasının uygun olmadığı büyük alanlar ve kompleks yapılar için kullanılır. Hesaplama için bilgisayar modelleri kullanılabilir.

*Yağmur suyu toplama sisteminin evsel kullanım dışında sel suyu yönetimi için kullanılması durumunda Tablo'da verilen hacimlere ilave olarak sel suyu toplama hacmi ilavesi gerekir.

*Sert yüzeylerden yağmur suyu daha verimli olarak toplanır.

*Yeşil çatılardan yağmursuyu %30-50 oranında toplanabilir. Ayrıca yeşil çatılardan toplanan yağmur suyu yüksek besin elementleri içerir.

YSS - tasarım yöntemleri - entegre yaklaşım



Evsel kullanım ve yüzey suyu kontrolü amacı ile entegre olarak kullanılması planlanan yağmur suyu toplama sistemleri tasarımı

- Yağmur suyu toplama tankları sel suyu kontrolünü de sağlayacak şekilde tasarlandığında yağmur suyu toplama hatlarına giden su debisini önemli ölçüde azaltabilir. Bu durumda toplama tankları için ilave hacim sağlanmalıdır. Entegre yağmur suyu toplama sistemleri tasarım yöntemleri BS 8515 de özetlenmiştir. Burada yine, **basit, orta ve detaylı hesap yöntemi** olmak üzere üç farklı yöntem üzerinde durulmuştur.
- **Basit hesap yönteminde**, çatı alanı ve yağış miktarının fonksiyonu olan grafiklerden yararlanılır (kullanım suyu ihtiyacının yağmur veriminden fazla olması durumunda uygulanır).
- **Orta dereceli hesap yönteminde**, kullanım suyu ihtiyacı yağmur veriminden düşüktür, tank hacmine ilave hacim olarak 60 mm yağmur derinliğinin, 6 saat içinde geldiği kabul edilir ve bu miktarın %100 nün geldiği varsayılır, hiçbir azaltma faktörü kullanılmaz (İngiltere için).
- **Detaylı hesaplama yönteminde** ise esas olarak simulasyon yöntemlerinden yararlanılır.

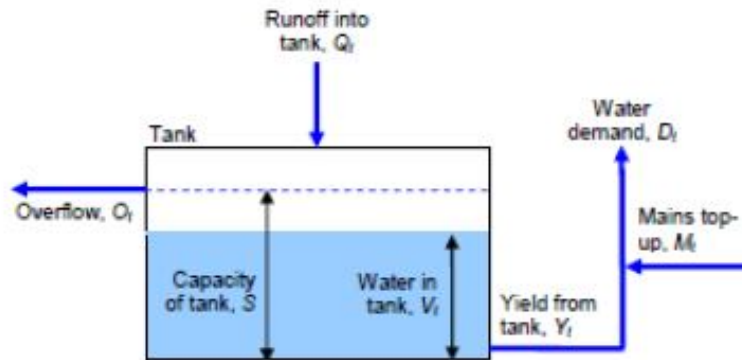
YSS - tasarım yöntemleri - entegre yaklaşım



- *Yağmur suyu tanklarının entegre sel suyu kontrolu amacıyla kullanımının değerlendirilmesi*
- Değerlendirme su kütle dengesi simülasyonu kullanılarak yapılır. Bu amaçla "davranış modelleri kullanılır (Carpisano ve arkadaşları, 2013; Olaoye ve arkadaşları, 2013). Bu amaçla, **YAS taşmadan sonraki verim**,
- ve **YBS (taşmadan önceki verim)** olmak üzere iki farklı algoritma önerilmektedir. Bunlardan YAS algoritması daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

YSS - tasarım yöntemleri - davranış modeli

model bileşenleri



Tipik YSS toplama tankı
konfigurasyonu (Olaoye et. al., 2013)

Su dengesi – YAS algorithm kuralları (Campisano et al., 2013).

Operating rules	Components
Behavioural model based on a yield-after-spillage, YAS	$Q_D(t) = \max \begin{cases} V(t-1) + A \cdot R(t) - S \\ 0 \end{cases}$ $Y(t) = \min \begin{cases} D(t) \\ V(t-1) \end{cases}$ $V(t) = \min \begin{cases} V(t-1) + A \cdot R(t) - Y(t) \\ S - Y(t) \end{cases}$

Q_D (m^3)= volume discharged as overflow from the storage tank, V (m^3)= volume in store, R (m)= rainfall, Y (m^3) = yield from the storage tank, D (m^3)= water demand, t = time interval, A and S are the effective (net) roof area (m^2) and the tank storage capacity (m^3) respectively.

YSS - tasarım örneği



Örnek Tasarım (orta dereceli tasarım yaklaşımı)

Şehirde (İzmit-Gebze) yer alan bir bina için örnek olarak tasarım yapılmıştır. Tasarım verileri ve sonuçlar Tablo 'da verilmiştir.

Tasarım örneği - yağmur suyu toplama tankı

Veriler	Tasarım	Tank hacmi / boyutlar
Konum: İzmit/Gebze Çatı alanı: 350 m ² Sistemden Yaralanan kişi sayısı: 14 İçme suyu dışında kişi başına su kullanımı: 50 L/kişi-gün Yağmur suyu birleşik toplama verimi:%70 (yüzeyin ıslatılması ve filtre verimi dahil olarak)	V_T (tank hacmi)= $(0,7*800*350$ $*0,05)/1000=9,8 \text{ m}^3$ Toplam içme suyu dışında su ihtiyacı (%5) = $0,05*14*50*360/1000=1$ $2,6 \text{ m}^3$	Seçilen yağmur suyu toplama tank hacmi = 10 m ³ Boyutlar: D=2,5 m (silindir) H=2,5 m (0,4 m hava payı dahil)

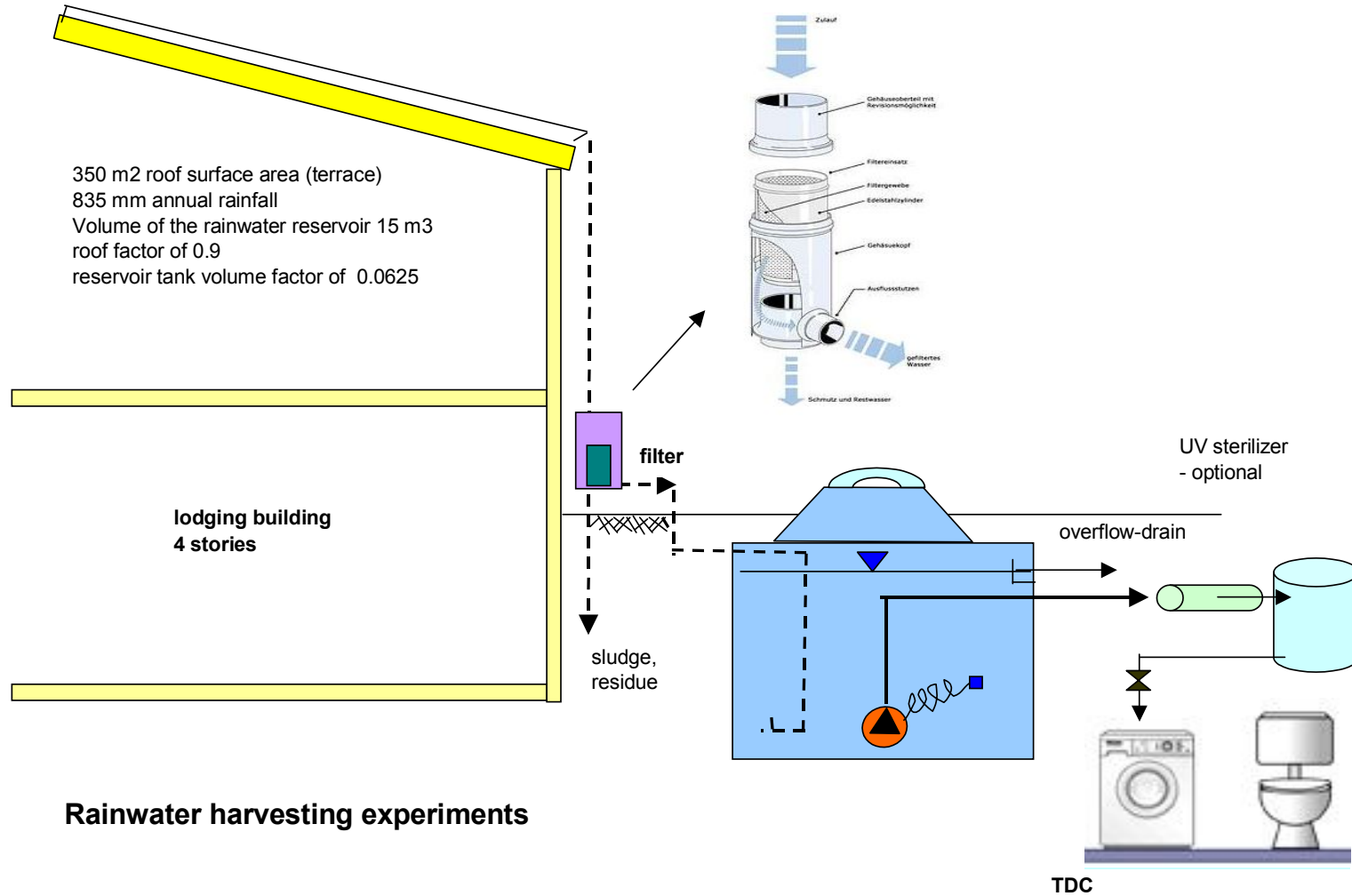
YSS - Yağmur suyu kullanımında minimum gereksinimler

Use	Minimum water quality guidelines	Suggested treatment options
Potable indoor uses	• Total coliforms-0 • Fecal coliforms-0 • Protozoan cysts-0 • Viruses-0 • Turbidity< 1 NTU	• Pre-filtration-first flush diverter • Cartridge filtration-3 micron sediment filter followed by 3 micron activated carbon filter • Disinfection-chlorine residual of 0,2 ppm or UV disinfection
Non-potable indoor uses	• Total coliforms <500 cfu per 100 mL • Fecal coliforms < 100 cfu per 100 mL	• Pre-filtration-first flush diverter • Cartridge filtration-5 micron sediment filter • Disinfection-chlorine residual of 0,2 ppm or UV disinfection
Outdoor uses	N/A	Pre-filtration-first flush diverter

cfu-colony forming units
NTU-nephelometric turbidity units

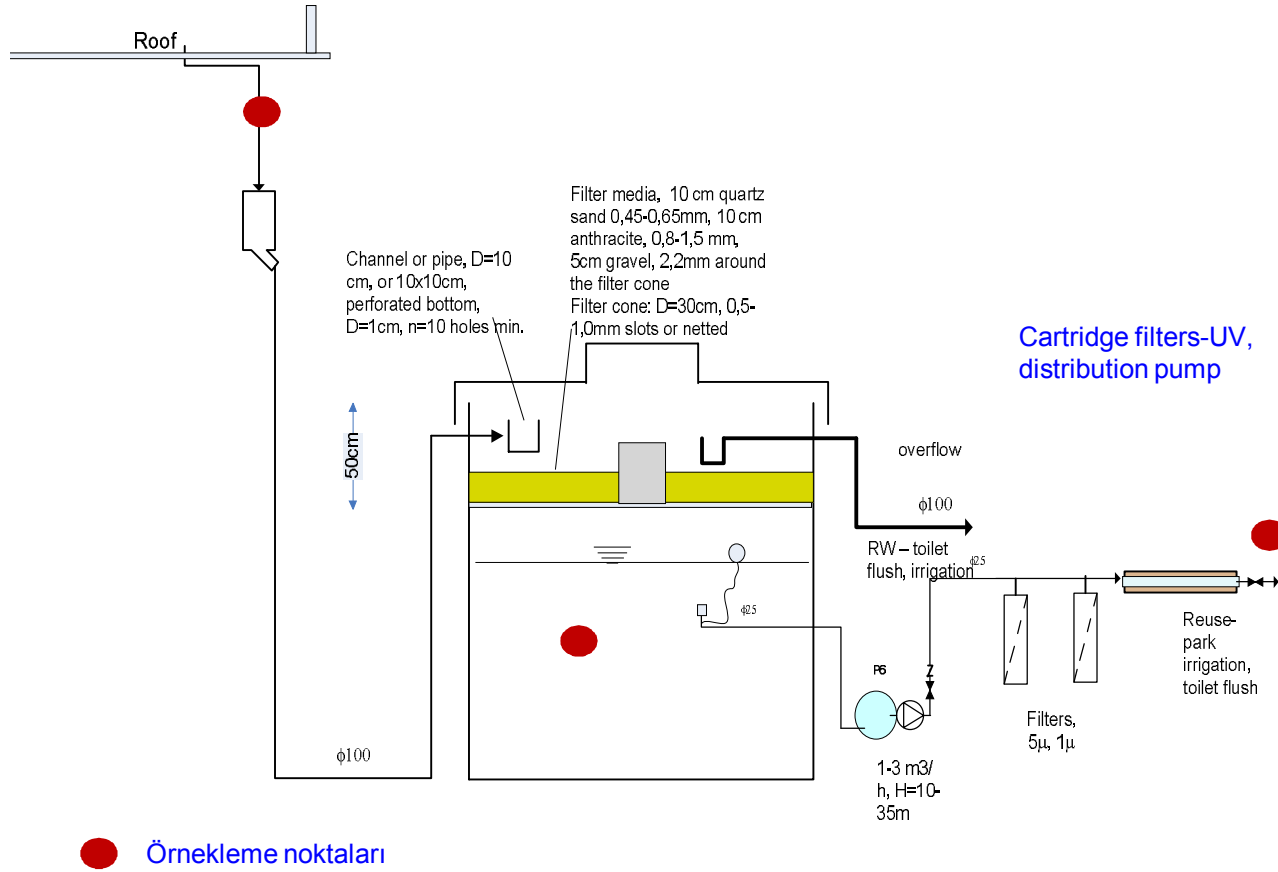
Ref. Managing Wet Weather with Green Infrastructure Municipal Handbook Rainwater Harvesting Policies, December 2008 (R-1) EPA-833-F-08-010

YSS - MAM uygulamaları



Rainwater harvesting experiments

YSS - MAM uygulamaları



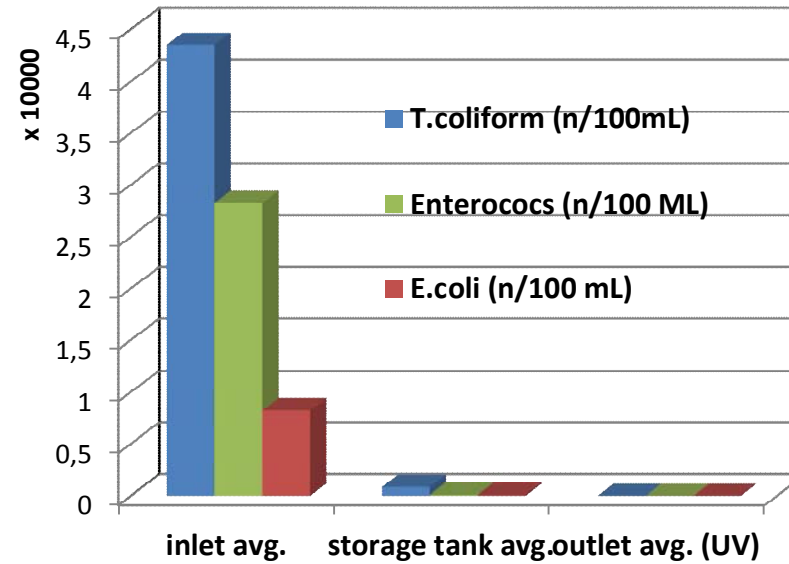
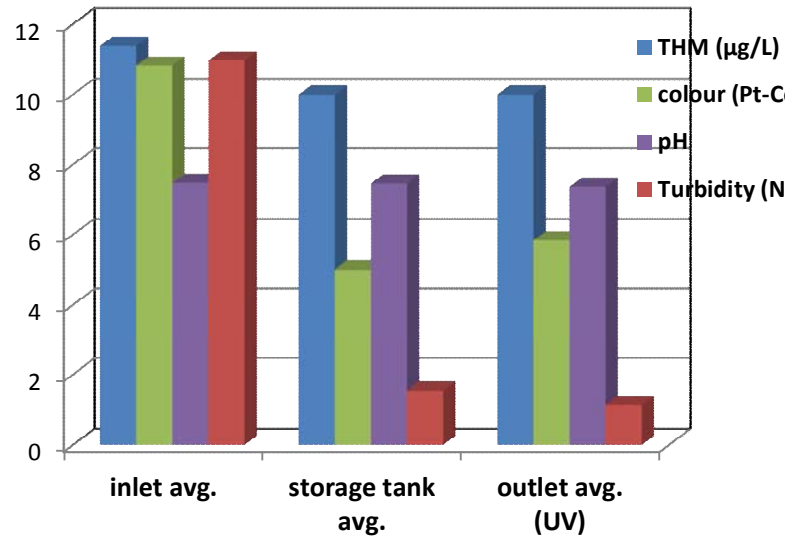
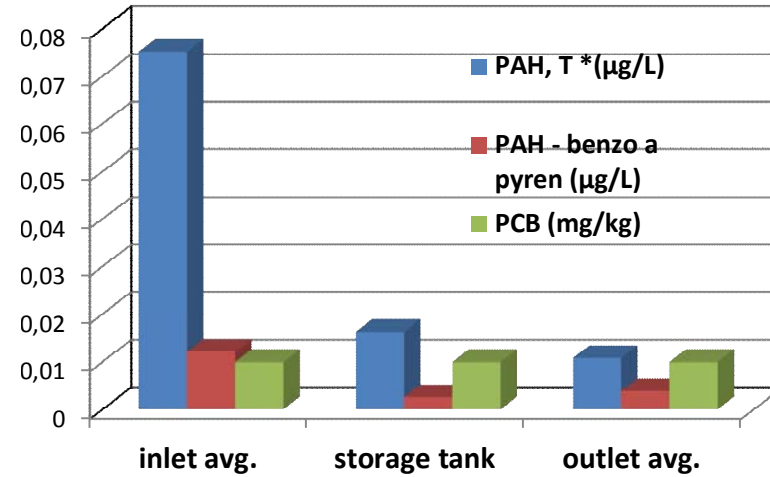
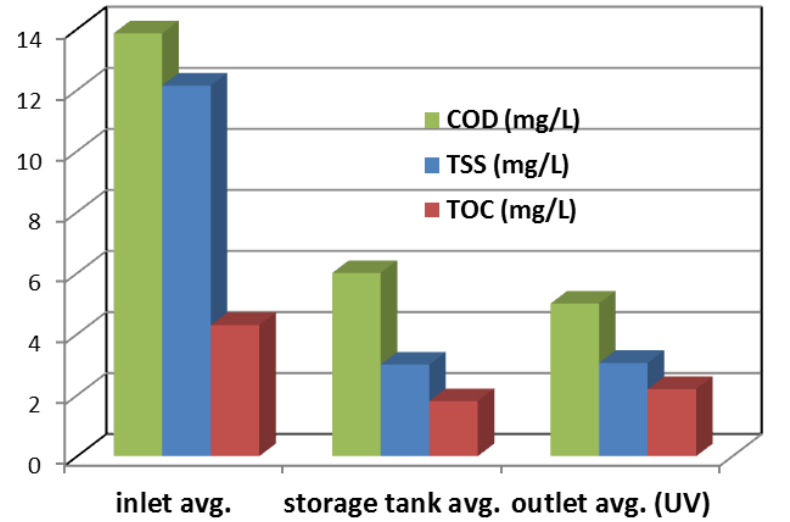
anthracite –sand filter, storage

Cartridge filters-UV, distribution pump

First flush samplers

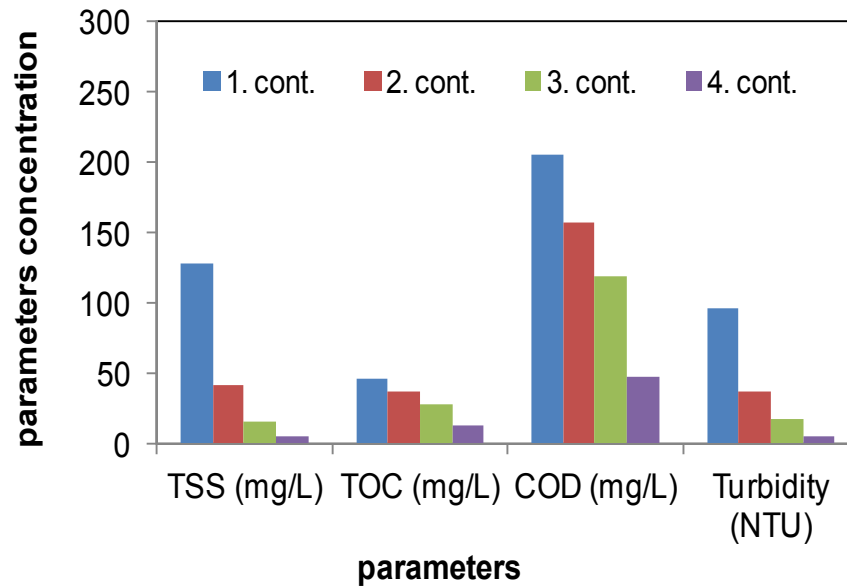


YSS - MAM uygulamaları - sonuçlar

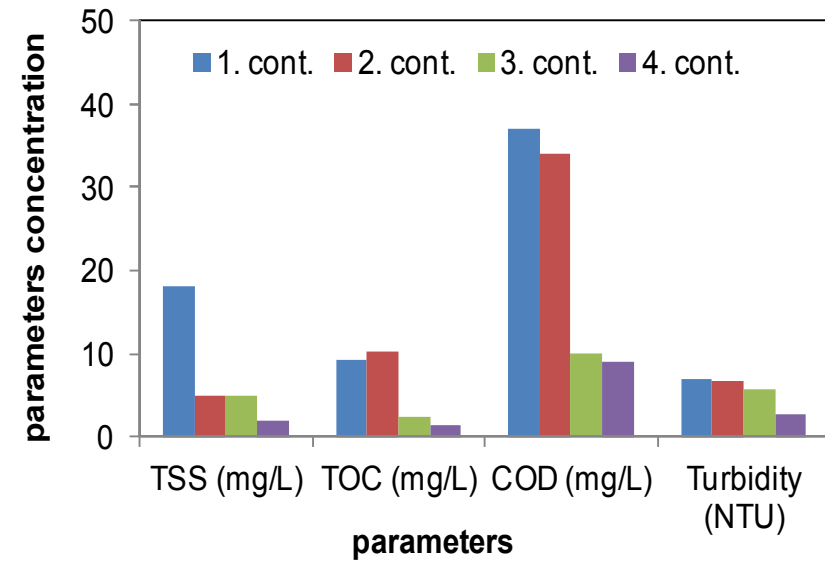


YSS - MAM uygulamaları - sonuçlar

1. cont.- 5 L, 2. cont.- 10L, 3. cont -20 L, 4 cont. - 50 L



Kuru dönem



Yağışlı dönem

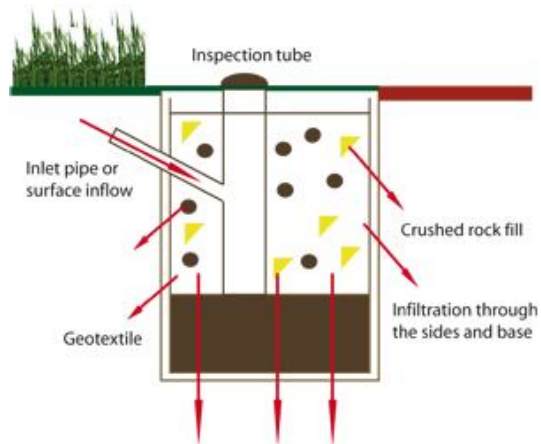
** preliminary assessment indicate first flush 0,2-0,5 L/m²*

YSS - infiltrasyon yöntemleri

Soakaway



CIRIA, 2012



İnfiltrasyon hendeği



www.sudswales.com

YSS - evaporasyon ile soğutma

(Evaporative exhaust air cooling)



- YS kullanılarak atık havanın borulardan geçirme ve püskürtme ile soğutulması
- Institute of Physics (Berlin)
- 2 aşamalı proses, binadan çıkan exhaust havanın 26o →16o soğutulması,
- Binaya giren havanın soğutulmuş hava ile karşılaştırılıp (heat exchanger) soğutulması,
- Bina 30o dış hava sıcaklığında 21-22o tutulabilmektedir,
- 30o üzerinde konvansiyonel yöntem ile soğutma desteği gerekir,

(S.C. Centgraf, Marco Schmidt, TU Berlin)

Turizm tesisleri için YSS

- Otellerde su kullanımı - yağmur suyu ilişkisi
- Sulama (YS)
- **Mutfaklar**
- Çamaşır yıkama (YS)
- Tuvaletler (YS)
- Yüzme havuzları (YS)
- **SPA lar**
- Soğutma suyu (YS)

Oteller ve tatil bölgelerinde YS kentsel alanlarda evsel kullanıma oranla kullanım alanı ve miktarı fazla

Coconut Bay - Hotel



- Coconut bay deneyimi - 2011
(G.G. Bakie, www.statiatourism.com)
- 2*8, 000 gallon (30,2 m³) yer altı YSS toplama tankı binaların 2 köşesinde,
- YS havuz suyu arıtma sistemine pompalandı,
- Ayrıca, alandan toplanan YS arıtılarak (evsel atıksu ile) sulama suyu olarak kullanıldı



Berlin - uygulamalar

Ufa fabric

Kültür merkezi

Toplama alanı 7600 m²

240 m³ toplama tankı (39 mm)

%6,3 toplam yağış

Toplam su kullanımı 6,3 m³/gün

Toplam yağış kullanım oranı %73

380 mm (yıllık)

CW yağmur suyu arıtımı için 25 m²



Yeşil çatı %34

www.ufafabrik.de

S. C. Centgraf (TFH Berlin), Marco Schmidt (TU Berlin)

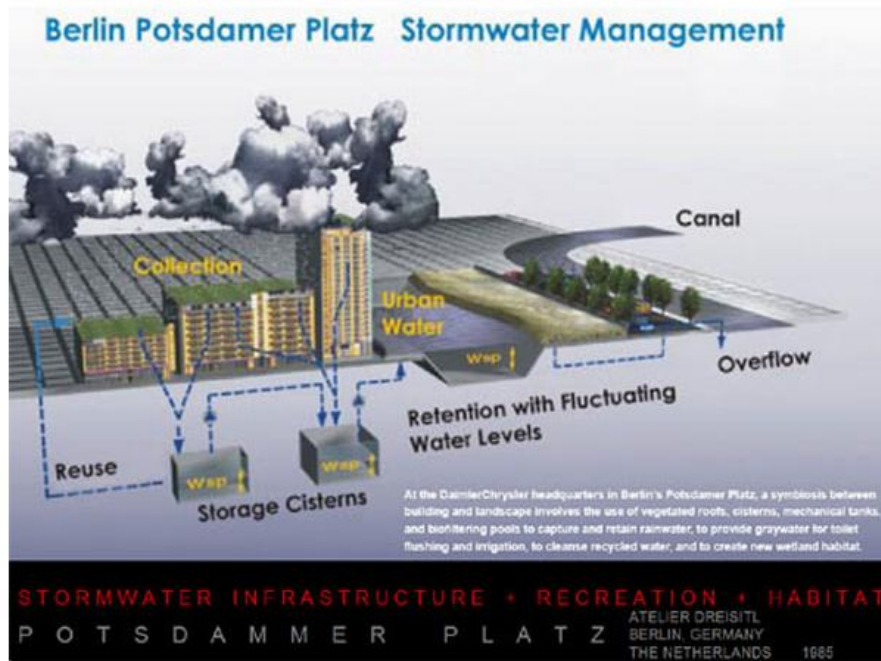


Marco Schmidt (TU Berlin)

Institute of Physics Berlin HUB - Adlershof

40 m³ YS toplama tankı (8,9
mm) - %1,5 toplam yağış
Çatı alanı 4700 m²
Adiabatic cooling systems 8

Yeşil çatı %6,4
Toplam YS kullanım 412 mm
(yıllık)
Sulama suyu alanı 151 m²
Havuz 225 m²



people.umass.edu

Sony Center
Plaza
(commons.wikimedia.org)



Potsdamer plats - Berlin

2550 m³ YS toplama tankı (69 mm), 11,7% toplam yağış

Toplama alanı 44,000 m²

Yeşil çatı %27

Yapay göl 13,000m²

CW YS arıtma için 1900 m²

Almanya da en büyük YS projesi

S. C. Centgraf (TFH Berlin),
Marco Schmidt (TU Berlin)

Sonuçlar

- Her uygulama kendi özel koşulları içinde değerlendirilmeli,
- Proje kapsamında finansal analiz → feasible değil, küçük oteller su tasarrufu açısından yağmur suyu hasadını değerlendirebilir,
- Su geri kazanımı enerji korunması ile birlikte ele alınmalı,
- Karbon ayak izi, buharlaşma, yerel su çevrimleri, küresel ısınma, doğal su kaynaklarının korunması açılarından yararlı,
- Özellikle büyük projelerde karbon ayak izi açısından yararlı (PREPARED),
- Teknolojik gelişmeler ve uygulama örnekleri 0 emisyonlu bina konseptine yönelmekte.



TEŞEKKÜRLER

Ahmet Baban
ahmet.baban@tubitak.gov.tr
TÜBİTAK MAM
41470 GEBZE,KOCAELİ
Tel: +90-262-6772904
www.mam.gov.tr

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ

TURİZMDE ATIKSU GERİ KAZANIM ALTERNATİFLERİ ve ÖNERİLER

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

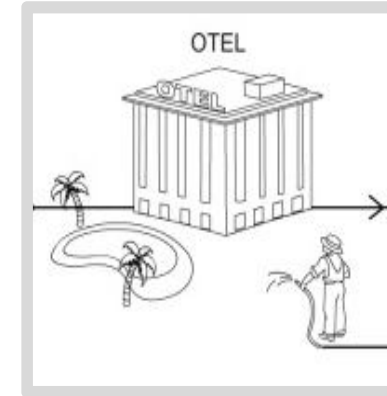
TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ EĞİTİMİ
24-26 EYLÜL 2014
GEBZE-KOCAELİ

Turizm Tesislerinde Atıksuların Geri Kazanımı

Turizm sektöründe yoğun su kullanımına karşın, atıksu geri kazanım uygulamaları çeşitli endişeler sebebiyle çok yaygın değildir. Ancak arıtma teknolojisinin gelişmesi ve arıtılmış su kalitesinin yükselmesi sayesinde, son yıllarda uygulamalar artmaya başlamıştır.

Turizm tesislerinde arıtılmış atıksuların en yaygın kullanım alanı peyzaj sulamadır.

Kış aylarında sulamaya ihtiyaç olmadığından, geri kazanılan atıksuların kullanım alanı sınırlanmakta ve arıtılmış atıksular sifon rezervuarlarında olduğu gibi kentsel amaçlı ya da yapay gölet besleme gibi çevresel restorasyon amacıyla kullanılabilir.

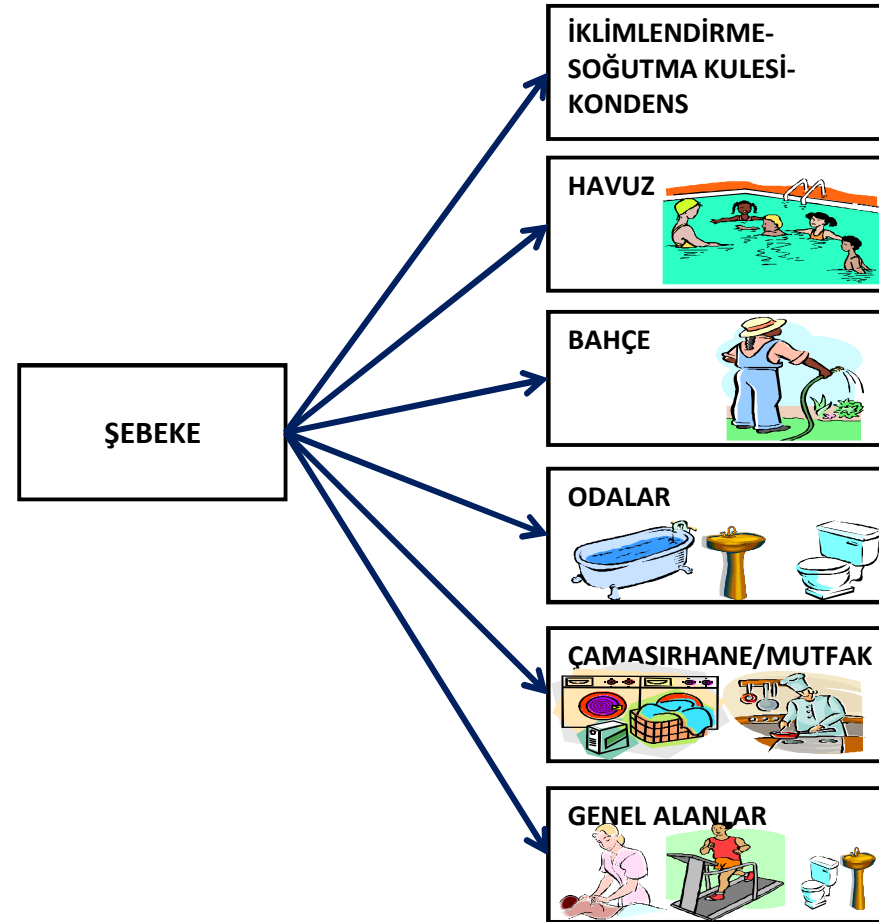


Atıksu Geri Kazanım Yönteminin Belirlenmesi

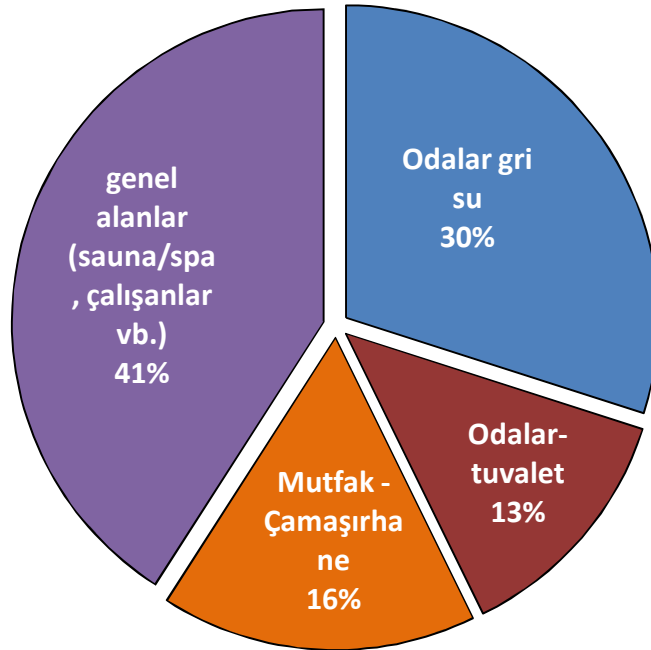
- **Su kullanımının ölçülmesi ve izleme** (kullanım amacı, potansiyel miktar ve ihtiyacın tahmini için),
- **Alternatiflerin tanımlanması,**
- **Geri kazanım amacının ve ihtiyacın belirlenmesi** (kütle dengesi kurularak, hangi alternatifte ihtiyacın ne kadarının karşılanabileceği tahmin edilmelidir),
- **Karar Kriterinin Seçilmesi,**
- **Finansal Fizibilite Tahmini,**
- **Uygun Alternatifin Seçilmesi,**
- **Projenin Uygulanması.**

Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

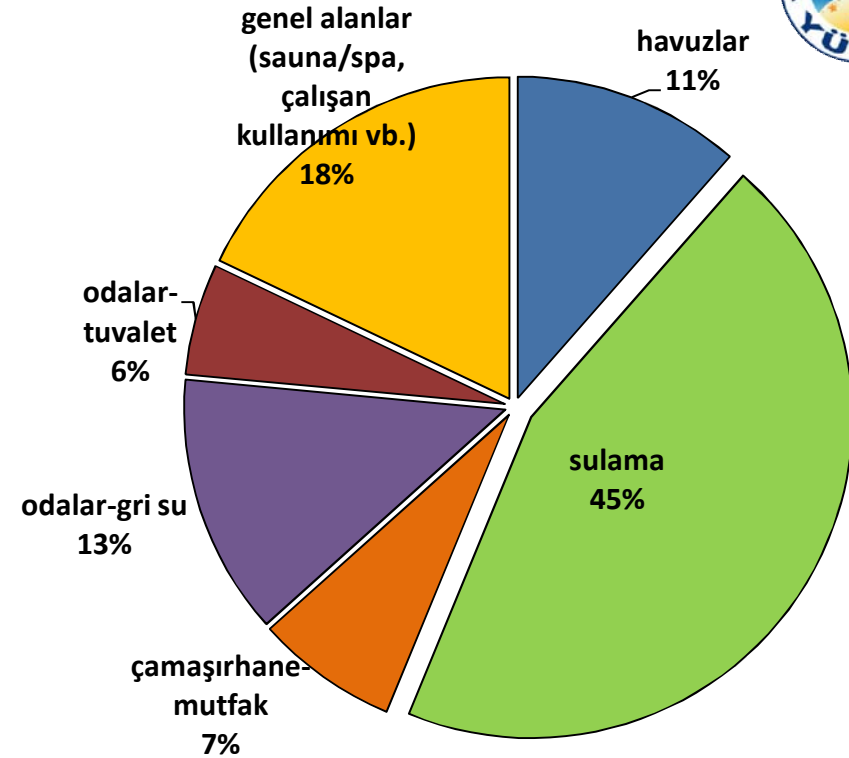
Turizm tesislerinde kullanılan su miktarı, tesisin büyüklüğüne, sınıfına, fiziksel özelliklerine, çevre yönetim sisteminin ve su tasarruf stratejisinin olup olmamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.



Su Kullanımının Dağılımı (Sayfiye Oteli Örneği)



(a) bina içi su kullanımı



(b) toplam su kullanımı (bina içi ve bina dışı)

Pilot Otellerde Su Kullanımının Misafir Başı Dağılımı

Turizm tesisi	Misafir başı toplam su kullanımı-yıl ortalaması (L/misafir-gün)		Misafir başı toplam su kullanımı- yaz sezonu* (L/misafir-gün)		Bina içinde misafir başı su kullanımı** (L/misafir-gün)	
	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.
Sayfiye Oteli	830±250	360-1460	880±260	360-1460	330±70	200-730
Şehir Oteli	735±190	525-1220	965±130	790-1220*	-	-

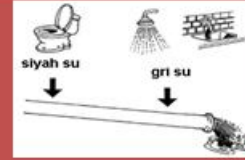
* Mayıs-Ekim ayları verileri

**Şehir otelinde ayrı sayaç bulunmamaktadır

Turizm tesisi	Misafir başı gri su oluşumu (sadece odalardaki banyolardan) (L/misafir-gün)	
	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.
Sayfiye Oteli	110±30	40-215
Şehir Oteli	145±25	90-215

Alternatiflerin Tanımlanması – (Şehir Oteli Senaryoları Örneği)

SENARYO 0 : REFERANS SEVİYE: Kanalizasyona deşarj
(Geri kazanım yok)



REFERANS SEVİYE:
Alıcı ortama deşarj
(Geri kazanım yok)



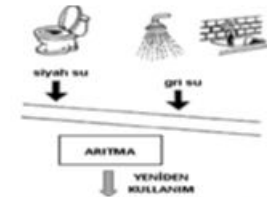
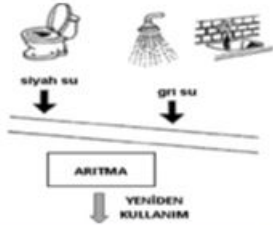
Senaryo 1-Kanşık evsel atıksu geri kazanımı

Senaryo 2 - Gri su geri kazanımı

Senaryo 3 - Gri su geri kazanımı ve yağmur suyu hasadı

Senaryo 4- ECOSAN'a göre tüm fraksiyonların (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı

Senaryo 5-Karışık evsel atıksu geri kazanımı



kullanım alternatifleri,
- sulama suyu

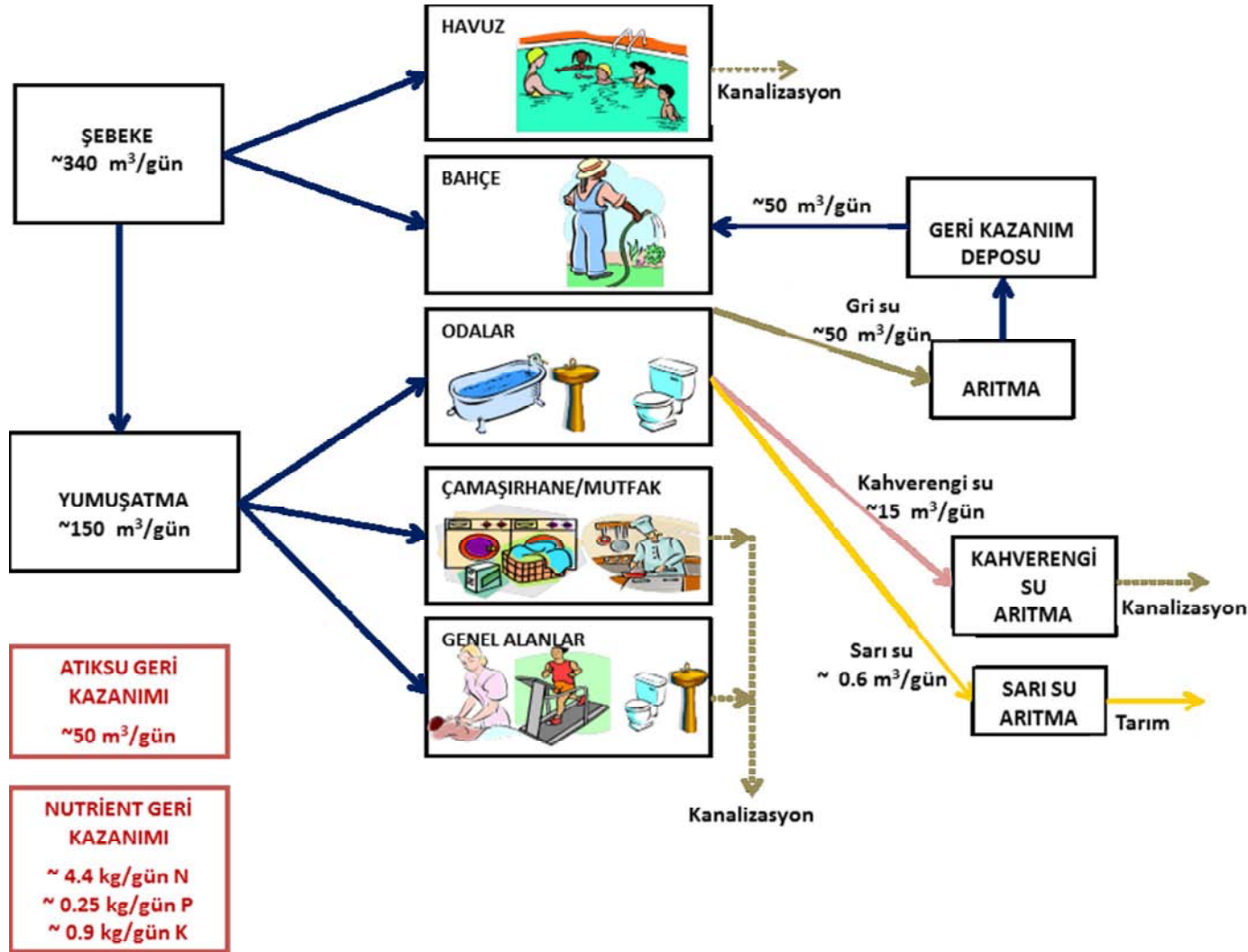
kullanım alternatifleri,
- sulama ve rezervuarlar

kullanım alternatifleri,
- sulama ve rezervuarlar

kullanım alternatifleri,
- gri su: sulama ve rezervuarlar,
- sarı su: gübre,
- kahverengi su: enerji eldesi için, sonrasında kanalizasyona deşarj

kullanım alternatifleri
- sulama suyu

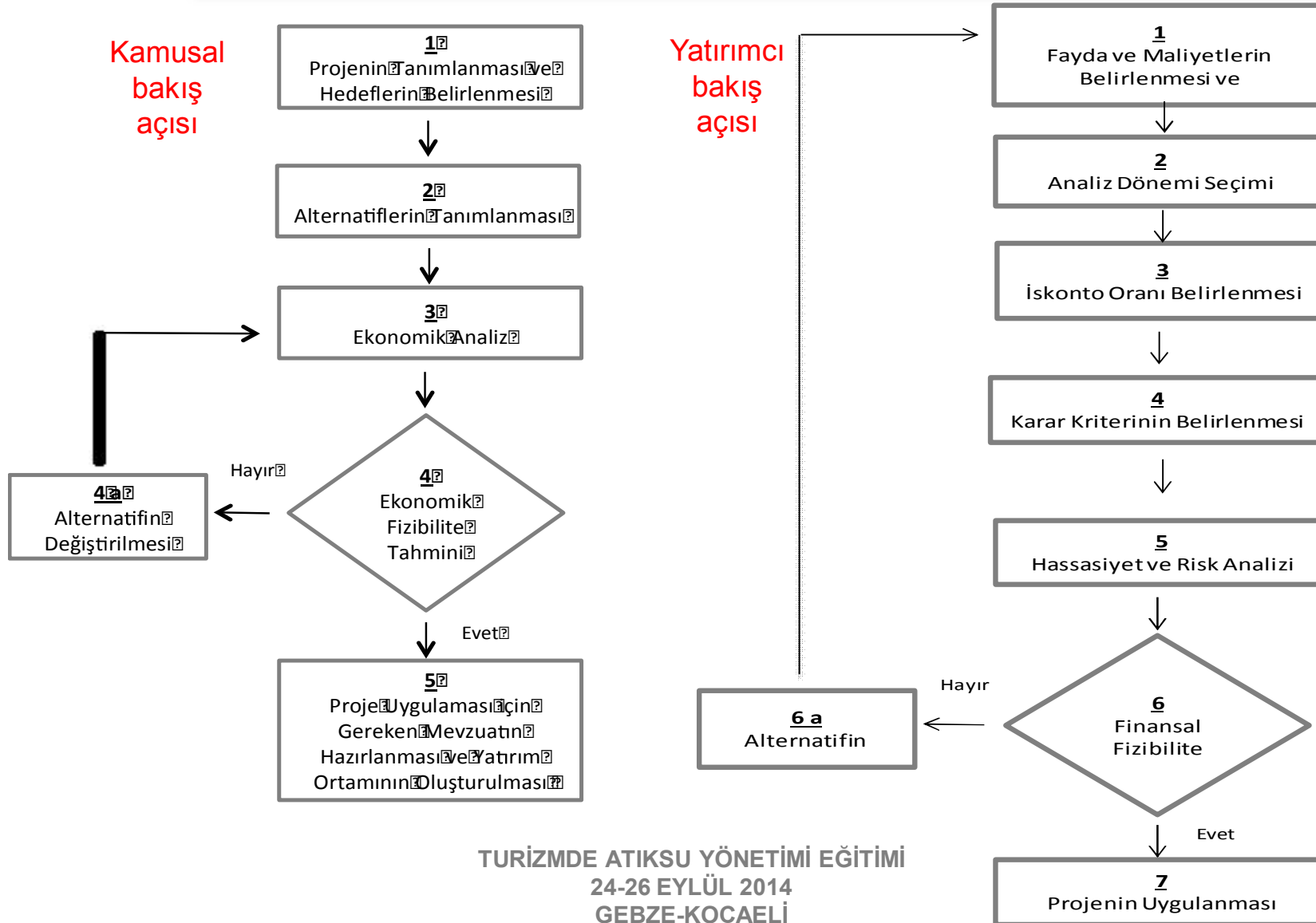
Geri Kazanım Amacı ve İhtiyacın Belirlenmesi (Senaryo 4 - Kütle Dengesi Örneği)



Geri Kazanım Amacı ve İhtiyacın Belirlenmesi (Senaryolarının Karşılaştırılması- Sayfiye Oteli Örneği)

Senaryo	Şebekeden temin edilecek su miktarı, (~m ³ /yıl)	Atıksu geri kazanım miktarı, (~m ³ /yıl)	Nütrient geri kazanımı (~kg/yıl)	Enerji Eldesi (~kwh/ yıl)	Yağmur suyu hasadı, (~m ³ /yıl)
Kanalizasyona deşarj edilmesi durumu- ARITMA YOK					
Referans seviye	82.000				
Senaryo 1-karışık evsel atıksu geri kazanımı-sulama	51.250	30.750			
Senaryo 2-gri su- sulama	71.750	10.250			
Senaryo 3-yağmur+gri su-sulama	70.840	11.160			910
Senaryo 4- ecosan	69.700	10.250	1.100 N- 625 P- 225 K	30.000	-
Alıcı ortama deşarj edilmesi durumu – ARITMA SONRASI DEŞARJ					
Referans seviye	82.000				
Senaryo 5 karışık atıksu	51.250	30.750	-	-	-

Atıksu Geri Kazanımında Fizibilite Analizi



Finansal Fizibilite Analizi

Giderler:

- İlk yatırım maliyeti – arıtma ve borulama ihtiyacı
- İşletme giderleri: elektrik, kimyasal, personel

Faydalar:

- Atıksuyun yeniden kullanımı sonucunda şehir şebekesinden kullanılan suyun azalması ve bunun sonucunda oluşan tasarruf (tüm senaryolar)
- Sarı suyun gübre olarak satışından elde edilen gelir (tüm akımların ayrıldığı senaryo)
- Kahverengi suyun geri kazanımından kaynaklanan enerji tasarrufu (tüm akımların ayrıldığı senaryo)

Finansal Fizibilite Analizi

- Maliyet analizi çalışması için teknolojilerin yatırım maliyetleri, piyasada faaliyet gösteren firmalardan fiyat bilgisi alınarak yapılmış, hesaplarda ulaşılan bilgilerin ortalaması kullanılmıştır.
- Bu çalışmanın amacı, pilot turizm tesisleri verilerinden yola çıkarak farklı senaryoların ve teknolojilerin fayda-maliyet analizi açısından yaklaşık olarak karşılaştırılmasıdır.
- Aynı teknoloji ve kapasite için dahi kurulum maliyetlerinin, kullanılan malzemenin menşei (ithal ya da yerli), mühendislik hizmetleri maliyeti ve lokasyona göre çok değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Karar Kriterinin Seçilmesi ve Önceliklendirme (Teknik, Çevresel ve Sosyal Kriterler Örneği)

Kriterler

Mali kriterler

Yatırım maliyeti
Geri ödeme süresi
İşletme maliyeti

Teknik kriterler

Arıtılmış su kalitesi
Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu
İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi
Arazi Gereksinimi
Kurulum Kolaylığı (Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

Sosyal kriterler

Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli (koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)
Çevresel fayda (doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)
Getireceği prestij (sertifikasyon avantajı vb)

Kriterler

Kurulum Kolaylığı
(Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi

Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli
(koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)

Çevresel fayda
(doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)

Arıtılmış su kalitesi

Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu

Yatırım maliyeti

İşletme maliyeti

Geri ödeme süresi

Arazi Gereksinimi

Getireceği prestij
(sertifikasyon avantajı vb)

Turizm Tesisi Açısından Kriterin Ağırlığı

100

101

112

101

112

100

108

105

106

99

86

Alternatiflerin Teknik, Çevresel ve Sosyal Kriterler Açısından Karşılaştırılması Örneği

Kurulum kolaylığı ve performans açısından en iyi alternatif: karışık evsel atıksuyun sulama amaçlı kullanılması. Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli en düşük olan alternatif: yağmur suyu hasadı, rahatsızlık verme potansiyeli en yüksek alternatif: üç kademe akım ayrımı (üç kademe akım ayrımı uygulaması kurulum kolaylığı açısından en dezavantajlı ancak çevresel fayda açısından en avantajlı alternatiftir).

Alternatifler	Kurulum Kolaylığı*		İşletme kolaylığı ve performansı**	Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli***	Çevresel fayda****
	Eski Otel	Yeni Otel			
Yağmur suyu hasadı	++	+++	+++	+++	+
Karışık evsel atıksu geri kazanımı (sulama amaçlı)	+++	+++	+++	+	++
Gri su geri kazanımı (sulama+ rezervuar amaçlı)	+	++	++	++	++
Üç kademe akım ayrımı (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı	+	+	+	+	+++

Açıklama: birbirine kıyasla performanslarını göstermektedir, +: kötü, ++:iyi, +++: çok iyi *(Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

** (İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi, vb.) *** (koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)

**** (doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)

Alternatiflerin Önceliklendirilmesi Örneği (pilot tuzim tesisleri -maliyet parametreleri dahil)

Alternatifler*	ŞEHİR OTELİ				SAYFIYE OTELİ			
	Eski otel	Yeni inşaa edilen otel olsaydı	Eski otel***	Yeni inşaa edilen otel olsaydı***	Eski olsaydı	Yeni inşaa edilen otel	Eski Olsaydı***	Yeni inşaa edilen otel***
Karışık evsel atıksu geri kazanımı – sulama amaçlı	8552	8552	1,0	1,0	8555	8555	1,0	1,0
Gri su geri kazanımı – sulama+ rezervuar amaçlı	7999	8523	0,8	0,9	7369*	7569*	0,7	0,7
Yağmur suyu hasadı	8616	8716	1,0	1,0	8616	8716	1,0	1,0
ECOSAN'a göre tüm fraksiyonların (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı*	4991	5091	0,0	0,0	4355	4455	0,0	0,0

*karışık evsel atıksu ve gri su arıtımı için konvansiyonel aktif çamur teknolojisi, kum filtrasyonu ve dezenfeksiyon maliyetlerine göre hesaplanmıştır

** sadece sulama amaçlı geri kazanım maliyetleri alınmıştır (sayfiye oteli sadece sezon süresince açık olduğu için rezervuara dönüş değerlendirilmemiştir

*** puanlar 0-1 skalasına dönüştürülmüştür, hesap yöntemi: (değer-minimum)/(maksimum-minimum)

Arıtma teknolojilerinin kriterler bazında karşılaştırılması

Alternatifler	Arıtılmış su kalitesi	İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi vb.	Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu	Toplam maliyet (yatırım ve işletme)*	Alan ihtiyacı
Konvansiyonel aktif çamur filtrasyon +dezenfeksiyon	++	+++	++	+++	++
MBR+dezenfeksiyon	+++	++	++	++	+++
RBC+filtrasyon+dezenfeksiyon	++	+++	+	+++	++
Doğrudan membranfiltrasyonu+adsorpsiyon+dezenfeksiyon	+	+	+	+++	+++

*İlk yatırım maliyeti ve 5 yıllık işletme maliyeti toplamının birbirine kıyasla değerini ifade etmektedir.

Açıklama: birbirine kıyasla performanslarını göstermektedir, +: kötü, ++:iyi, +++: çok iyi

Merkezi ? Yerinde geri kazanım?

➤ Ekonomik analiz

Merkezi atıksu geri kazanımı ve tekil atıksu geri kazanımı karşılaştırılmıştır (toplam 12 otel için- Beldibi Bölgesi örneği)

ALTERNATİF 1

TEKNOLOJİ: KONVANSİYONEL AKTİF ÇAMUR, KUM FİLTASYONU VE KLORLA DEZENFEKSİYON

Merkezi AAT'den geri kazanım

Otellerin müstakil AAT ile karışık evsel atıksu geri kazanımı



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- mevcut biyolojik arıtma sonrasınaa kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- konvansiyonel aktif çamur sistemi, kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

ALTERNATİF 2

TEKNOLOJİ: MEMBRAN FİLTASYONU VE KLORLA DEZENFEKSİYON

Merkezi AAT'den geri kazanım

Otellerin müstakil AAT ile karışık evsel atıksu geri kazanımı



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- mevcut biyolojik arıtma sonrasınaa kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- konvansiyonel aktif çamur sistemi, kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Kabuller

- Beldibinde mevcut arıtılmış su dağıtım hattı ile toplam 24 otele su dağıtılabilmesi mümkün, ancak küçük otellerin müstakil geri kazanım yapması ekonomik olmayacağı için sadece büyük ölçekli 12 otelin müstakil ve merkezi geri kazanım yapma durumları karşılaştırılmıştır.
- Yeşil alan için gerekli sulama suyu miktarı hesaplanırken bölge özellikleri dikkate alınmış ve ortalama 210 gün boyunca sulama yapılacağı ön görülmüştür.
- Misafir başına oluşan atıksu miktarı 285 L/kişi/gün olarak kabul edilmiştir (atıksuya dönüşüm esnasında %5 kayıp-buharlaşıma vb. kabulü yapılmıştır).
- Otellerin ortalama doluluk oranları %70 olarak alınmıştır.
- Beldibi Bölgesinde otellerin yaz sezonu süresince hizmet verdikleri kabul edilmiştir (ortalama 210 gün).
- Otellerin arıtma kapasiteleri hesaplanırken, yalnızca geri kazanılacak su ihtiyacı kadar yani yeşil alan (peyzaj) sulamasınca kullanacakları kadar atıksu arıtacakları düşünülmüştür.
- Otellerin kendi atıksularını arıtarak elde ettikleri atıksu miktarının yeşil alan sulamasına yetmediği durumlarda, ilave suyu şebekeden ücretli olarak temin edecekleri varsayılmıştır. Suyun birim fiyatı 1.72 TL/m³'tür.

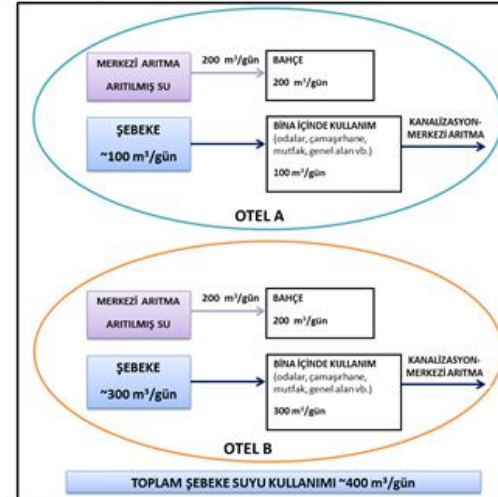
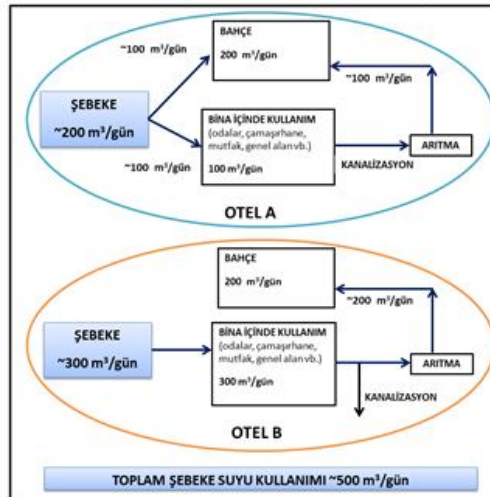
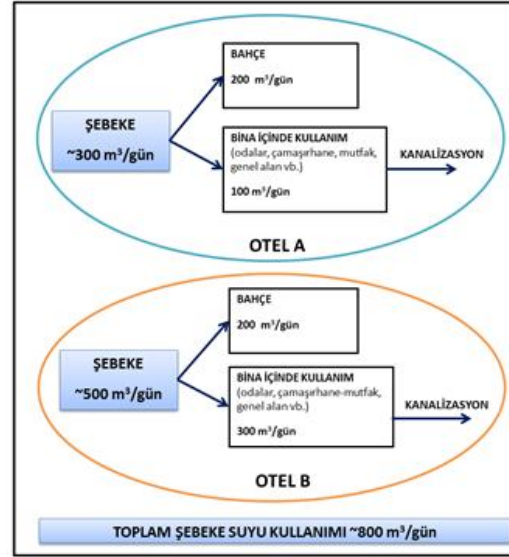
Otellerin MBR teknolojisi ile müstakil arıtma kurma durumu

	TÜM OTELLER
Yeşil alan, m ²	576,650
Sulama suyu miktarı, m ³ /gün	2,808
Toplam yıllık sulanan gün sayısı	210
Toplam yıllık sulama suyu ihtiyacı, m ³ /yıl	589,740
Yatak sayıları	9,966
Eysel atıksu miktarı, m ³ /gün	1,988
Geri kazanılacak atıksu, m ³ /gün	1,709
Şebekeden alınan su miktarı, m ³ /gün	1,099
Şebekeden alınan suyun yıllık maliyeti, TL	396,960
Yatırım Maliyeti, TL	7,035,909
İşletme maliyeti, TL/yıl	740,811
Yıllık yeşil alan sulama maliyeti (temiz su bedeli dahil), TL/yıl	1,606,832
Sağlanan fayda, TL/yıl	617,392

Ekonomik Analiz

- Arıtma tesisine yakın konumda olan 12 otelin toplam yatak sayısı 17.462,
- yaklaşık olarak sulanan yeşil alan büyüklüğü 576.650 m²,
- tahmin edilen toplam sulama suyu miktarı yaklaşık olarak yıllık 590.000 m³'tür.
- Müstakil atıksu geri kazanımı yapılması durumunda geri kazanılacak atıksu miktarı yıllık 359.000 m³ civarında olacaktır.
- Bu durumda, peyzaj sulama yapmak için şebekeden hala yıllık 231.000 m³ civarında temiz su alınması gerekmektedir.
- Merkezi atıksu geri kazanımı yapıldığı durumda ise yıllık 590.000 m³ suyun tamamının arıtılmış sudan sağlanması söz konusudur. Bunun sebebi, merkezi atıksu geri kazanımında arz ve talebin dengeleniyor olmasıdır.

Müstakil Ve Merkezi Atıksu Geri Kazanımının Su Kaynaklarının Korunması Açısından Karşılaştırılması



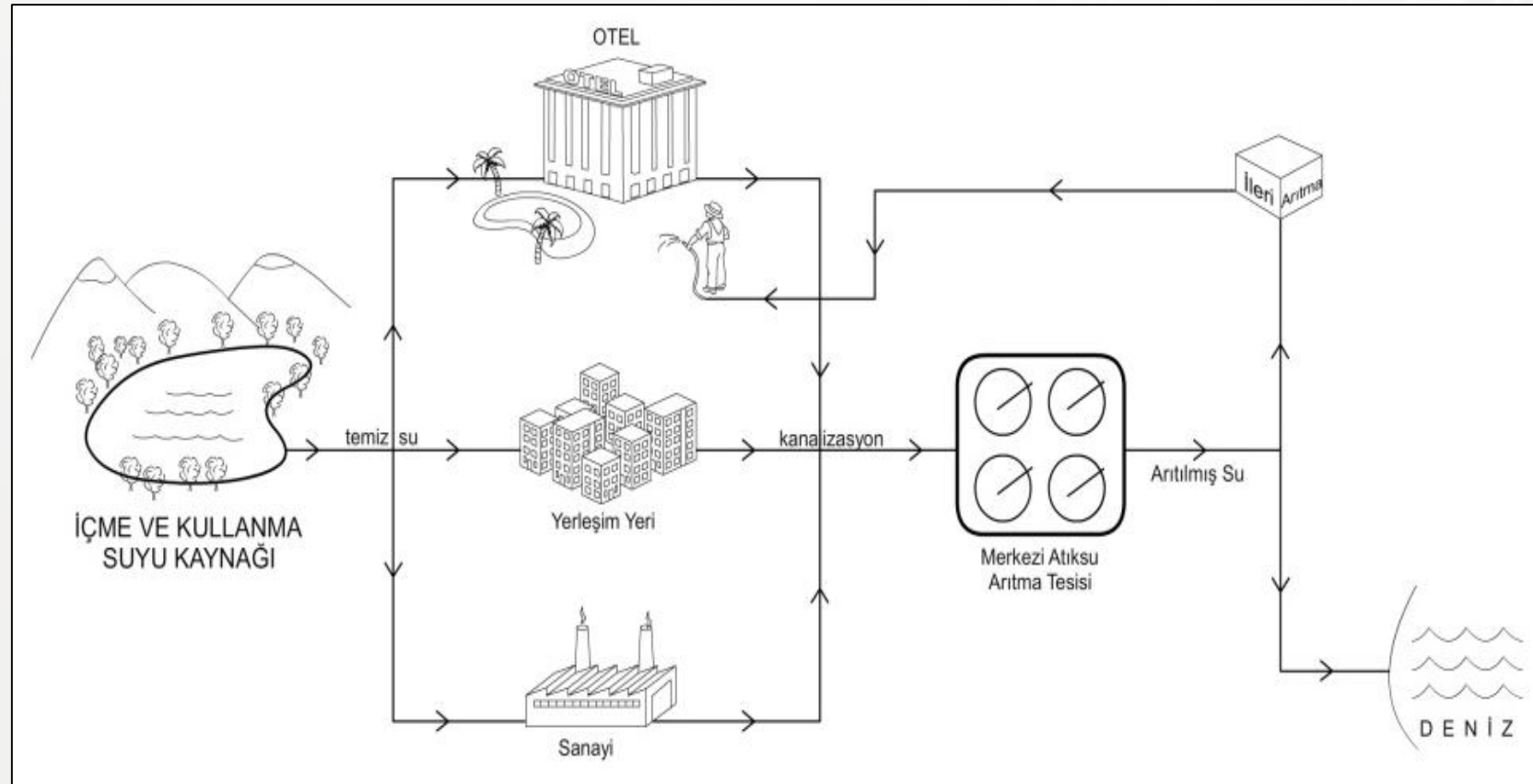
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

Turizm tesisleri için uygun olabilecek atıksu geri kazanım alternatifleri şunlardır;

- Merkezi atıksu arıtma tesisinde ileri arıtılan suların peyzaj sulamada kullanılması,
- Otelin kendi evsel atıksuyunu arıtarak peyzaj sulamada kullanması,
- Otelin iki kademeli akım ayırımı yaparak gri atıksuyunu ayırması ve arıttıktan peyzaj sulamada kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarj edilmesi),
- Otelin gri atıksuyunu ayırması ve arıttıktan sonra hem peyzaj sulamada, hem de tuvalet rezervuarlarında sifon suyu olarak kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarj edilmesi)
- Yağmur sularının çatılardan toplanarak arıtdıktan sonra çeşitli amaçlarla (peyzaj sulama, araç yıkama, yapay gölet vb.) kullanılması (yağışın fazla olduğu ve/veya diğer atıksu geri kazanım alternatiflerinin uygun olmadığı turizm tesisleri su tasarrufu amacıyla yağmur suyu hasadını değerlendirebilirler).

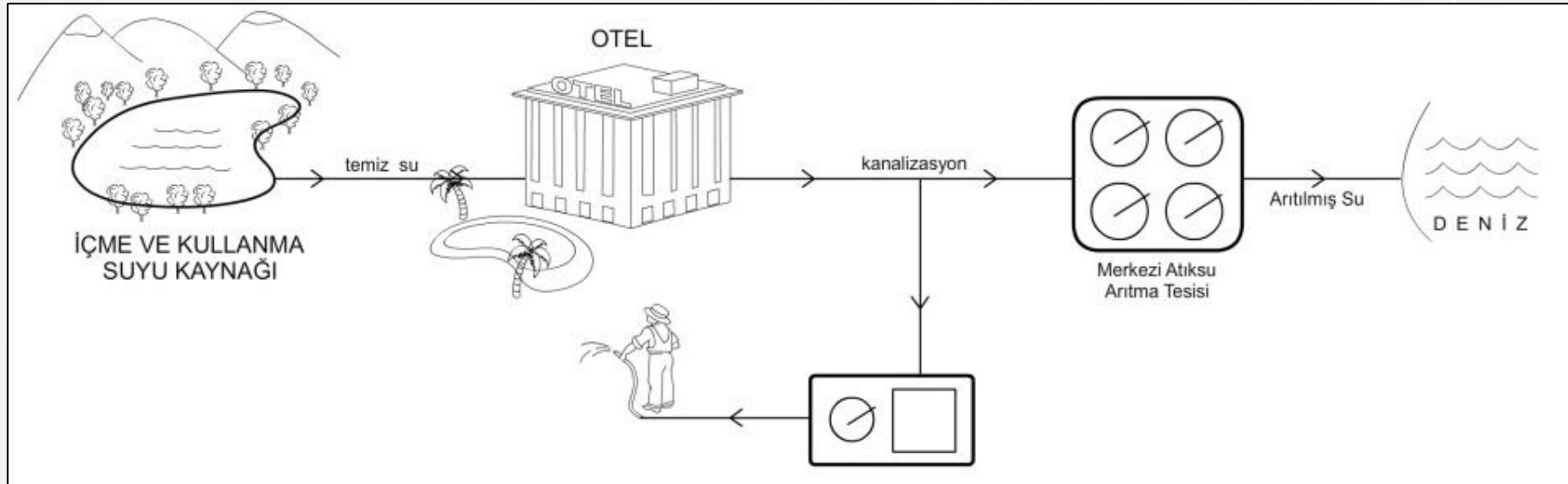
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

- Merkezi atıksu arıtma tesisinde ileri arıtılan suların peyzaj sulamada kullanılması.



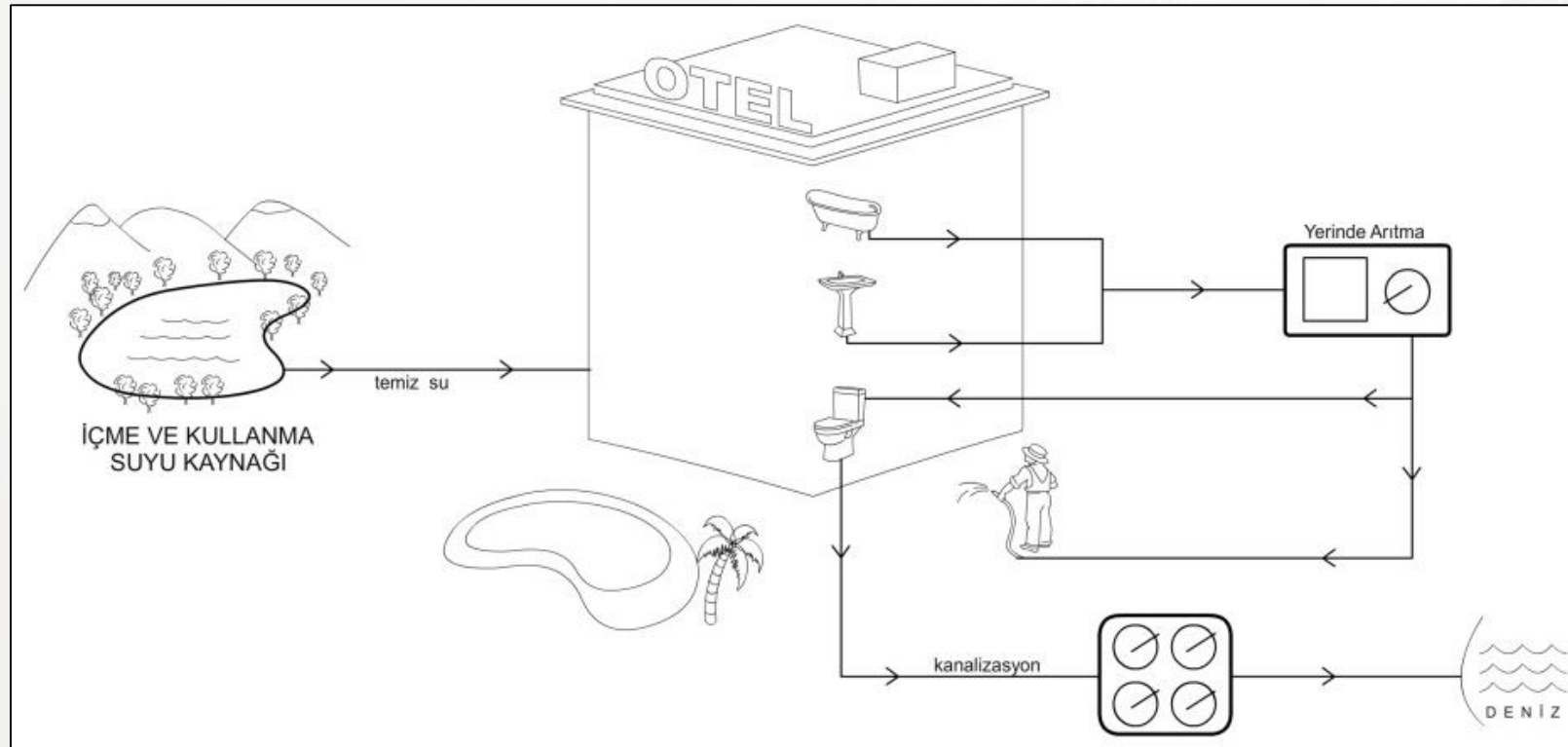
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

Yerinde karışık evsel atıksu geri kazanımı: otelin kendi evsel atıksuyunu arıtarak peyzaj sulamada kullanması.



Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

Yerinde gri su geri kazanımı: otelin gri atıksuyunu ayırması ve arıtarak peyzaj sulama ve/veya tuvalet rezervuarlarında sifon suyu olarak kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarjı).



Animasyon

Alternatiflerin farkının belirgin olarak görülebilmesi için, 10 otelin toplam kazanımları karşılaştırılmıştır. Bunun için, ortalama 900 yatak ve ortalama 50.000 m² sulanan yeşil alanı olan, yılda 210 gün hizmet veren ve ortalama %70 dolulukla çalıştığı ön görülen 10 otel için hesap yapılmıştır. Ortalama çatı alanı 4.500 m² olarak alınmış ve turizm tesislerinin Akdeniz Bölgesinde olduğu varsayılarak, toplanabilecek toplam yağmur suyu miktarı tahmin edilmiştir.

Turizm Tesisleri Neler Yapabilir

Oteller İçin Atıksu Geri Kazanım Hesaplama Aracı

Uygulama

Atıksu Geri Kazanım Alternatiflerinin ve Finansal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Geri kazanılan atıksuyun en önemli kullanım potansiyeli peyzaj sulamadır. Ancak, kış aylarında peyzaj sulama ihtiyacı olmamakta ve geri kazanılan atıksuya olan ihtiyaç azalmakta ve kullanım potansiyeli kısıtlı olmaktadır.
- İstanbul'da bulunan şehir oteli için; MBR uygulanması durumunda gri su geri kazanımının geri ödeme süresi yaklaşık 3,5 yıl, karışık evsel atıksuyun (sulama amaçlı) geri ödeme süresi ise yaklaşık 2 yıldır. Sayfiye oteli örneğinde karışık evsel atıksuyun geri kazanımı en avantajlı çözümdür. Buna karşın, MBR teknolojisinin seçilmesi durumunda anlamlı bir geri ödeme süresi ve karlılık yoktur (Sayfiye otelinde birim su bedeli şehir otelinin neredeyse ¼'ü kadardır ve atıksu bedeli yatak başına sabit olarak ödenmektedir).
- Sarı, kahverengi ve gri suyun tamamının ayrımı değerlendirildiğinde ise net faydanın düşük ve geri ödeme sürelerinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Her ne kadar nütrient ve enerji kazanımı söz konusu ise de tahminlerin ve teorik maliyet analizlerinin ötesinde, sarı suyun satışı konusunda da çeşitli belirsizlikler mevcuttur.

Ekonomik Analiz Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Müstakil atıksu geri kazanımı yapılması durumunda geri kazanılacak atıksu miktarı yıllık 359.000 m³ civarındayken, merkezi atıksu geri kazanımı yapıldığı durumda ise yıllık 590.000 m³ sulama suyunun tamamının arıtılmış sudan sağlanması söz konusudur – arz ve talebin dengelenmesi,
- Merkezi geri kazanım otellerin müstakil olarak gerçekleştireceği geri kazanım yatırımına kıyasla çok daha ekonomiktir (yatırım ve işletme maliyeti), merkezi çözümde ileri arıtma ile arıtılan suların yaklaşık turizm tesislerine satılması durumunda 8 yıl sonunda yatırımın kendini ödemesi söz konusudur.
- Topoğrafyanın müsait olduğu ve mesafelerin uygun olduğu bölgelerde öncelikli olarak merkezi atıksu geri kazanımı düşünülmeli, ileri teknoloji (membran filtrasyonu) yatırımı yapılarak arıtılmış su otellere satılmalıdır,
- Merkezi geri kazanım yapılan kıyı bölgelerinde kuyu suyu kullanımı yasaklanarak, hem tuzlanma probleminin önüne geçmek, hem de ekonomik olarak su tasarrufu sağlamak mümkün görünmektedir.
- Merkezi arıtma tesisinin yeterli olmadığı, topoğrafyanın uygun olmadığı şehir otellerinde ise (örn. İstanbul) müstakil geri kazanım anlamlı olabilir. Ancak geri kazanım su fiyatının yüksek olduğu yerlerde karlıdır. Bu nedenle, uygulayıcı açısından net faydanın yüksek olmadığı durumlarda, ancak politikalar ve teşvikler ile yaygınlaştırmanın önü açılacaktır. Birim su ve atıksu bedeli belirlenirken, atıksu geri kazanımına olası etkisi değerlendirilmeli, yatak başına sabit alınan atıksu bedeli uygulanmasına son verilmelidir.

TEŞEKKÜRLER

İLETİŞİM

TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi
Marmara Araştırma Merkezi
Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü
41470 Gebze / KOCAELİ
Tel:(262) 677 29 00
Fax: (262) 641 23 09
E-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr
Web: <http://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr>

TURİZMDE ATIKSU YÖNETİMİ

TURİZMDE ÇEVRE DOSTU ATIKSU YÖNETİM MODELİ

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU
TÜBİTAK-MAM
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

Proje Amacı

Müşteri kurumun Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olduğu projede, 18 Ekim 2012 tarihinde imzalanan sözleşme ile TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından yürütülmeye başlanmış ve 9 Ekim 2014 tarihinde tamamlanmıştır.

Projede, Türkiye’de su kaynaklarının korunması amacıyla, atıksu geri kazanım ve yeniden kullanım uygulamalarının yaygınlaştırılması ve bu konuda gerekli altyapı ve kapasitenin geliştirilmesi için turizmde çevre dostu atıksu yönetim modelinin oluşturulması hedeflenmiştir. Proje kapsamında, atıksu geri kazanımı tüm boyutlarıyla turizm tesisleri açısından ele alınmıştır. Bu özelliği ile sektör açısından bir ilk olma niteliği taşımaktadır.

İŞ PAKETLERİ

IP1

- Pilot Turizm Tesisin Belirlenmesi

IP2

- Atıksuyun geri kazanımında mevcut uygulamaların değerlendirilmesi

IP3

- Pilot tesise yönelik atıksu ana planının hazırlanması

IP4

- Yağmursuyu ve ayırık evsel atıksu bileşenlerinin geri kazanımına yönelik teknoloji alternatiflerinin incelenmesi

IP5

- Fizibilite çalışmasının yapılması

IP6

- Uygulama projesi ve ihale dokümanının hazırlanması

IP7

- Rehber dokümanlarının ve web sayfasının hazırlanması

IP8

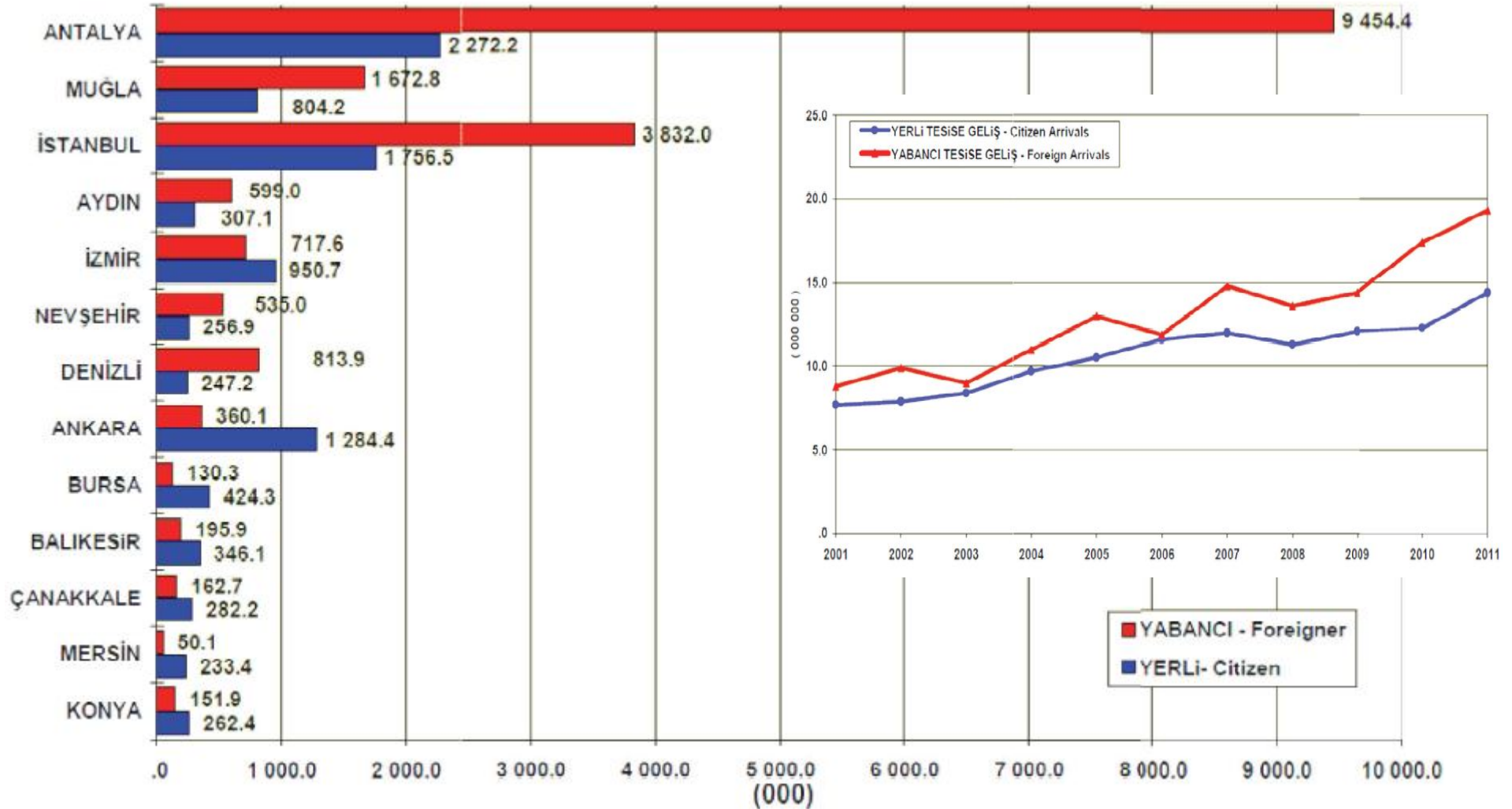
- Uygulamaya yönelik eğitim verilmesi

Proje Kapsamında Yapılan Çalışmalar

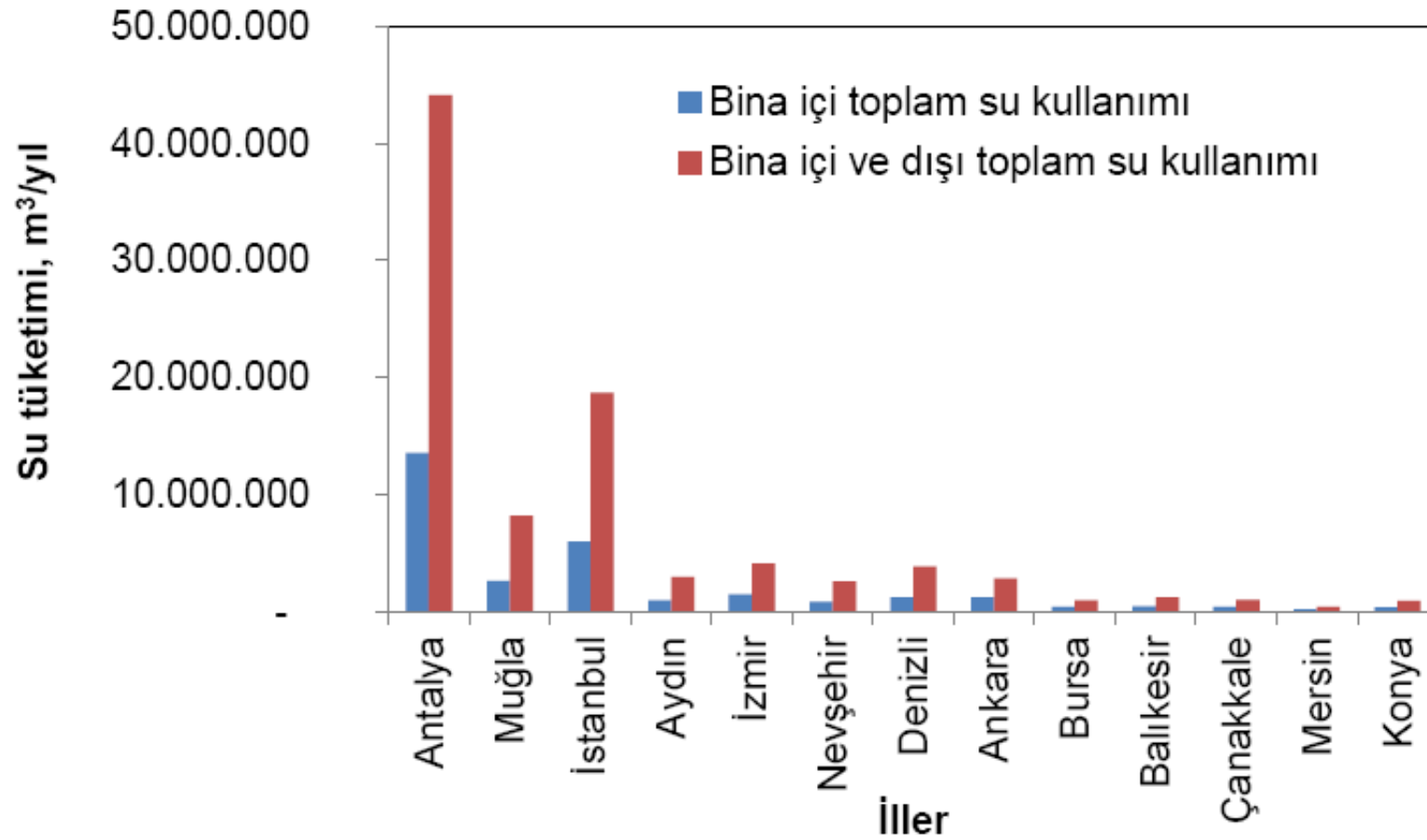
- Turizm tesislerinin su ve atıksu yönetimi açısından ihtiyaç ve önceliklerinin analiz edilmesi, proje paydaşlarının belirlenerek etki ve önem derecelerinin ortaya konması ve seçilen paydaşların görüşlerinin alınması,
- Pilot turizm tesislerinin su kullanımı ve atıksu karakterizasyonu açısından izlenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi,
- Pilot turizm tesisleri için, atıksu geri kazanımına yönelik çeşitli kademelerde akım ayırımını da içeren senaryoların üretilmesi ve kütle dengesi kurularak potansiyel geri kazanım miktarlarının ve faydanın ortaya konması, senaryoların finansal analizlerinin yapılması,
- Ticari olarak uygulanan arıtma teknolojilerinin teknik, çevresel, sosyal kriterler ve maliyet açısından karşılaştırılması, pilot tesisler için teknolojinin boyutlandırılması,
- Pilot bir bölgede, turizm tesislerinin merkezi ve müstakil atıksu geri kazanımı yapmaları durumunun doğal kaynakların korunması ve maliyet açısından karşılaştırılması,
- Turizmde Çevre Dostu Atıksu Yönetimi Rehberi, broşür ve eğitim notlarının hazırlanması,
- Otellerin müstakil olarak yerinde atıksu geri kazanımı yapmaları durumunda çeşitli alternatiflerde geri kazanacakları atıksu miktarının karşılaştırılabildiği ve maliyet analizi yapılabilen “Oteller İçin Atıksu Geri Kazanım Hesaplama Aracı”nın geliştirilmesi.

Ülkemizde Turizm İstatistikleri

2011 yılında işletme belgeli tesislerde toplam tesise geliş sayısı yaklaşık 34 milyondur
(T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım ve İşletmeler Gn. Md. Raporu, 2011)



Ülkemizde Turizm Tesislerinin Su Kullanımı Tahmini



Ülkemizde Turizm Tesislerinin Su Kullanımı Tahmini

- Turistik illerimizdeki turizm tesislerinin yıllık su tüketimleri; bina içi su kullanımı yaklaşık 30 milyon m³/yıl, bina içi ve dışı kullanımların toplamı ise yaklaşık 90 milyon m³,
- Turistik illerin kendi içinde dağılımı açısından Antalya ili dikkat çekici, bina içi kullanımlar yaklaşık 13.5 milyon m³, bina içi ve dışı toplam kullanım ise 44 milyon m³ civarında (Antalya'nın yıllık su kullanımı ile uyumlu), yoğun turizm sezonu Haziran-Ekim ayları arasındadır ve su ihtiyacı yine bu aylar arasındadır,
- Sektörün su tüketiminin yüksek olduğu bir diğer il ise İstanbul. Şehir otellerinin yıl boyunca benzer dolulukta olması sebebiyle, su ihtiyacı yıl boyunca büyük oranda eşit dağılacaktır,
- Mevsimsel ihtiyaçlar açısından değerlendirildiğinde, Antalya ve Muğla en fazla baskı altında olan şehirler olarak görülmektedir.

Pilot turizm tesisi özellikleri

Sayfiye/Deniz Turizmi Oteli Özellikleri

Yeri: Antalya, Sorgun

Büyüklüğüne göre sınıfı: oda sayısı 300'ün üstündedir (310) ve büyük otel sınıfında yer almaktadır.

Çalışma süresi: Sezonluk, otel Mayıs-Kasım ayları süresince açıktır.

Konfor ve kalite açısından sınıfı: 5 yıldızlı.

Genel misafir profili: yüksek gelir grubuna hitap eden otel, ağırlıklı olarak iskandinav ülkeleri vatandaşları tarafından tercih edilmektedir.

Yeşil alan: 40.000 m² (30.000 m² çim), damla ve yağmurlama sulama yapılmaktadır.

Çamaşırhane: tam kapsamlı bir çamaşırhane bulunmamakla birlikte personel çamaşırları ve plaj havluları vb. otelde yıkanmaktadır. Odalara ait çamaşırlar hizmet alımı yoluyla dışarıda yıkanmaktadır.

Gri su ayrımı olan oda sayısı: 176 oda.



Pilot turizm tesisi özellikleri

Şehir Turizmi Otel Özellikleri

Yeri: Taksim, İstanbul

Büyüklüğüne göre sınıfı: oda sayısı 300'ün üstündedir (499) ve büyük otel sınıfında yer almaktadır.

Çalışma süresi: Sürekli açık.

Konfor ve kalite açısından sınıfı: 5 yıldızlı.

Genel misafir profili: yüksek gelir grubundan yerli ve yabancı ülkelerden turistler tarafından tercih edilmektedir.

Yeşil alan: 35.000 m² çim.

Çamaşırhane: tüm çamaşırlar otelde yıkanmaktadır.

Gri su ayrımı olan oda sayısı: 242 oda ve 15 adet personel duş/lavabosu.



Atıksu karakterizasyonu

Pilot Otellerde gri su karakterizasyon çalışmasının aşağıda maddeler halinde verilen programa uygun olarak gerçekleştirilmiştir:

- **Haftalık Rutin İzleme:** Yıl boyunca değişimi gözlemeye imkan verecek şekilde bir yıl boyunca her hafta bir kez Perşembe günleri saat 9:00-10:00 arası örnekleme ve analizlerinin yapılması,
- **Günlük Değişim İzleme:** Hafta içindeki değişimleri izlemek üzere her mevsim bir hafta boyunca her gün olacak şekilde hafta boyunca 7 gün saat 09:00-10:00 arası örnekleme ve analizlerinin yapılması,
- **Saatlik Değişim İzleme:** Günlük değişimleri gözlemek üzere ise her mevsim bir gün 24 saat boyunca saat başı otomatik numune alıcıyla numune alınarak 2 saatlik 12 numune hazırlanarak analizlerinin yapılması,

Parametreler

- Toplam Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)
- Çözünmüş Kimyasal Oksijen İhtiyacı (ÇKOİ)
- Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)
- Askıda Katı Madde (AKM)
- Uçucu Askıda Katı Madde UAKM
- Toplam Kjeldhal Azotu (TKN)
- Amonyum Azotu (NH₄⁺-N))
- Toplam Fosfor (TP)
- Ortofosfat (PO₄)
- Bakteriyolojik Parametreler

Gri su karakterizasyonu ve literatürle karşılaştırma

Parametreler	Bu çalışma				Gri su	Banyo-duş	Banyo	Gri su	Dışlar
	Sayfiye Otel		Şehir Otel		Hocaoglu	Nolde	Almeida	Lamine	Regelsberger
	Gri Suları		Gri Suları		vd. 2010	vd. 1999	vd.	vd.	vd. 2007
	Ortalama	Min.-maks	Ortalama	Min.-maks	Ortalama ±sd		1999	2007	(Fas)
pH	7,45	7,1-7,7	-	-	7.2 ±0.3	7.5	-	-	7.4
T. KOİ, mg/L	168	75-334	125	<30-470	295±79	102	210	100-200	180
Ç. KOİ, mg/L, mg/L	122	77-268	40	<30-297	191±54	-	184	-	-
BOİ ₅ , mg/L	113	48-225	45	<1-93	111±33	97	-	50-100*	90
TKN, mg/L	4,6	1,4-12	6	<0,5-43	7.4±3.7	8	-	-	-
NH ₄ ⁺ -N, mg/L	0,9	<0,05-5,9	1,2	<0,05-6,8	1.6±1.4	7	1.1	-	12
T.P, mg/L	0,8	0,2-2,7	3,2	0,4-8,8	7.3±3.1	3.5***	5.3***	0.2-0.6	2.0
PO ₄ -P, mg/L	0,3	0,03-1,53	1,3	0,04-3,12					
AKM, mg/L	49	16-108	60	10-468	63±30	33	54	-	200
UAKM, mg/L	-	-	41	<5-288	47±23	-	9	-	-
İletkenlik, µs/cm	635	257-2694	-	-	492±114	-	-	-	628
T. Koliform./100 ml	2,7x10 ⁶	1,4x10 ⁵ -9,2x10 ⁶	8x10 ⁵	-	-	-	-	10 ² -10 ³	-
F. Koliform /100ml	1,8x10 ⁵	1,9x10 ⁴ -5,6x10 ⁵	2x10 ⁵	-	-	-	-	10 ⁻¹ -10 ¹	2x10 ⁶
E.Koli /100ml	1,7x10 ⁵	1,8x10 ⁴ -5,4x10 ⁵	2x10 ⁵	-	-	-	-	-	-
Fekal Streptokok /100ml	6,2x10 ⁵	2,2x10 ⁴ -3,6x10 ⁶	5x10 ³	-	-	-	-	-	-

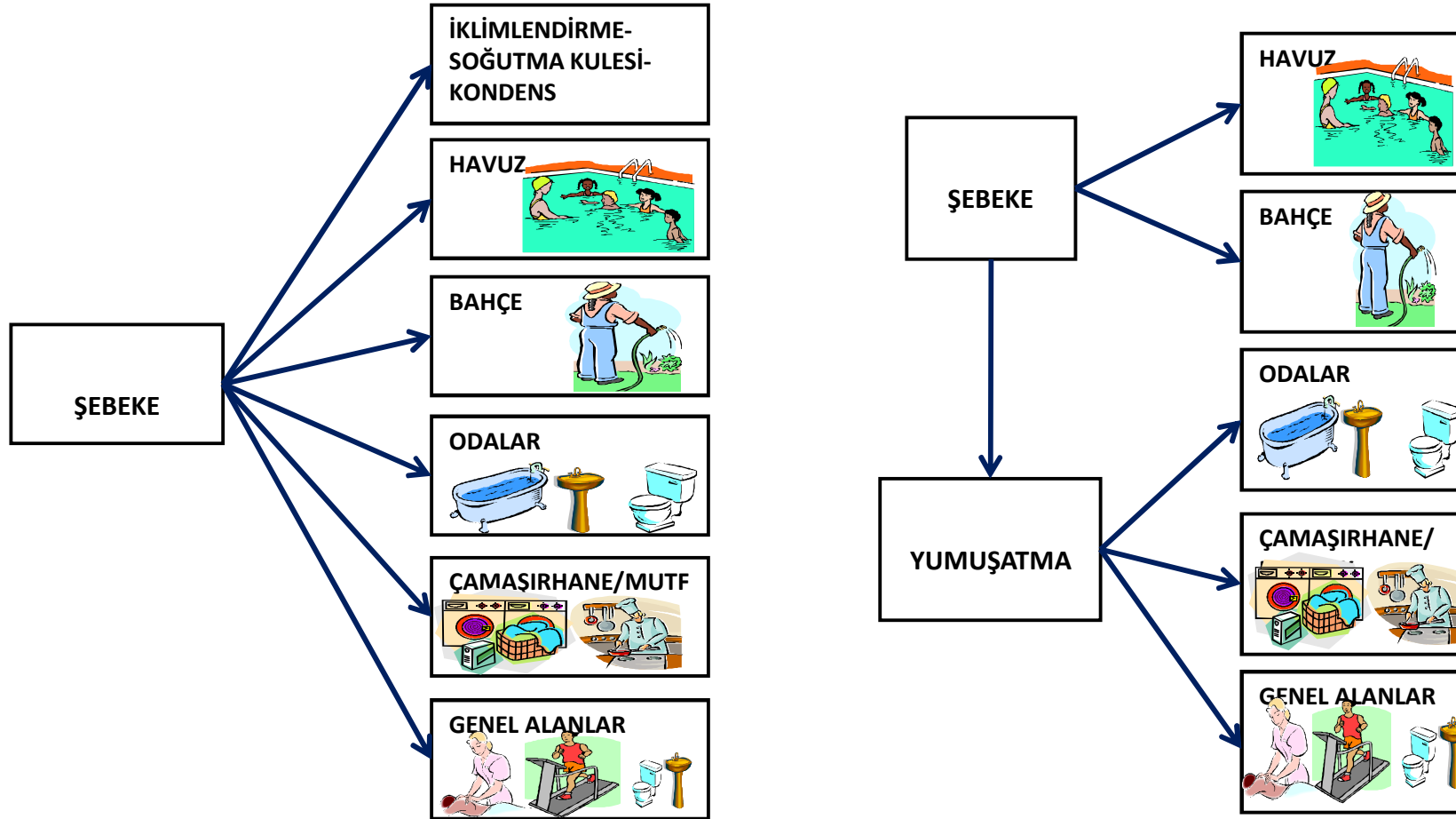
Turizm Tesislerinde Su Kullanımı

Turizm tesislerinde kullanılan su miktarı tesisin büyüklüğüne, sınıfına, fiziksel özelliklerine, çevre yönetim sisteminin ve su tasarruf stratejisinin olup olmamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Genel olarak su kullanım alanları:

- Odalar (banyo ve tuvalet),
- çamaşırhane ve mutfak,
- genel alanlar (spor salonu, sauna, genel alanlardaki tuvaletler vb.),
- Peyzaj ve golf sahası sulama
- yüzme havuzlarının beslenmesi,
- süs havuzları ve göletlerin beslenmesi,
- iklimlendirme (soğutma kulesi ve kazanlarda).

Pilot Otellerde Su Kullanımı



Pilot Otellerde Su Kullanımının Misafir Başı Dağılımı

Turizm tesisi	Misafir başı toplam su kullanımı-yıl ortalaması (L/misafir-gün)		Misafir başı toplam su kullanımı- yaz sezonu* (L/misafir-gün)		Bina içinde misafir başı su kullanımı** (L/misafir-gün)	
	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.
Sayfiye Oteli	830±250	360-1460	880±260	360-1460	330±70	200-730
Şehir Oteli	735±190	525-1220	965±130	790-1220*	-	-

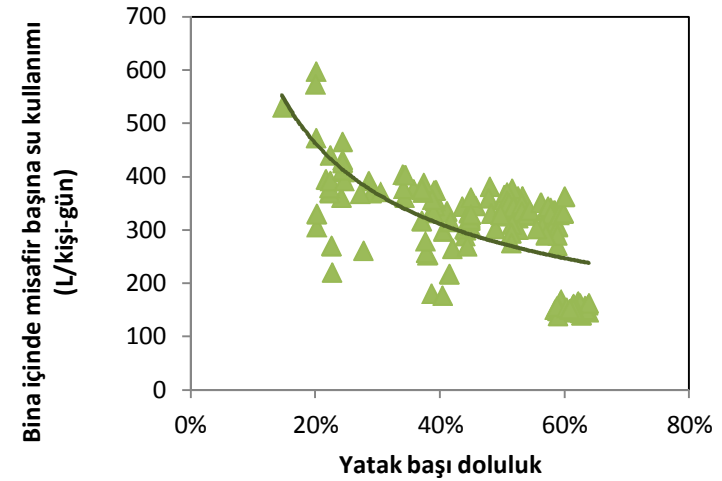
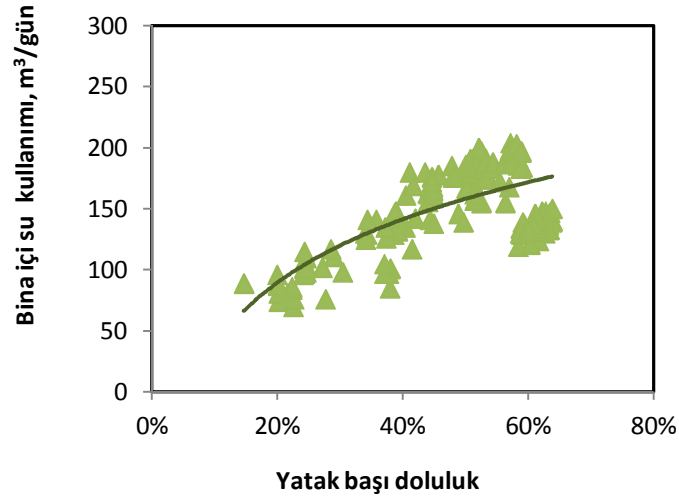
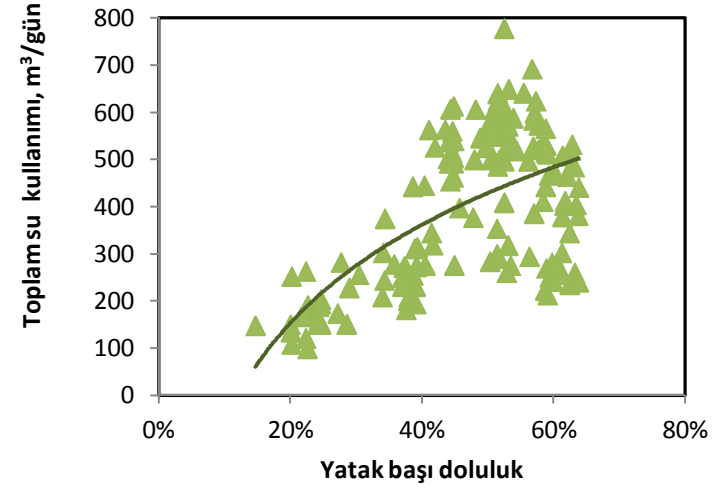
* Mayıs-Ekim ayları verileri

**Şehir otelinde ayrı sayaç bulunmamaktadır

Turizm tesisi	Misafir başı gri su oluşumu (sadece odalardaki banyolardan) (L/misafir-gün)	
	Ortalama/Std. sapma	Min.-Maks.
Sayfiye Oteli	110±30	40-215
Şehir Oteli	145±25	90-215

Sayfiye Otelinde Toplam Su Kullanımının Misafir Başına Dağılımı

Yeşil alanların sulanması ile havuzlar için besleme suları misafir sayısından etkilenmemektedir. Bu nedenle, misafir başına hesaplanan toplam su tüketimi doluluğa bağlı olarak değişecektir.



Sayfiye Otel Örneğinde Su Kullanımının Dağılımı

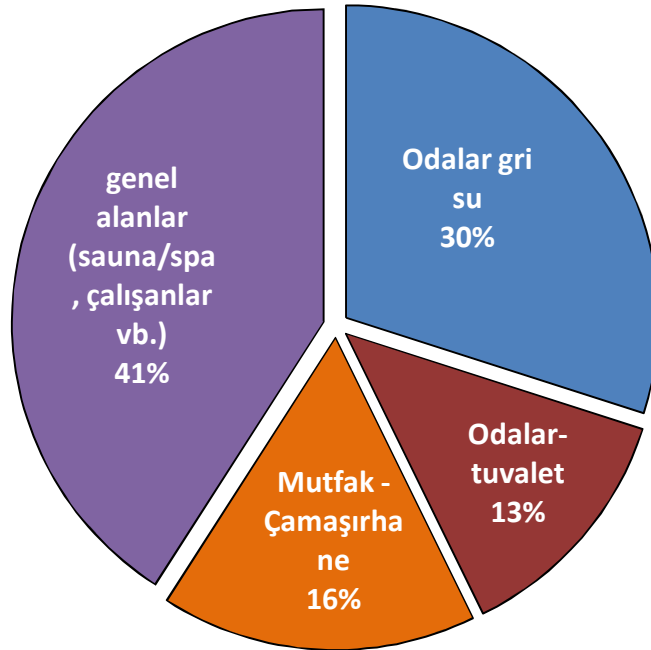
Bina içi su kullanımı: odalarda duş ve banyolarda kullanım (gri su), odalarda tuvalette rezervuar suyu olarak kullanım, mutfak ve çamaşırhanede kullanım ve genel alanlarda kullanım.

Toplam su kullanımı: bahçe sulama, havuzlar ve bina içi kullanım.

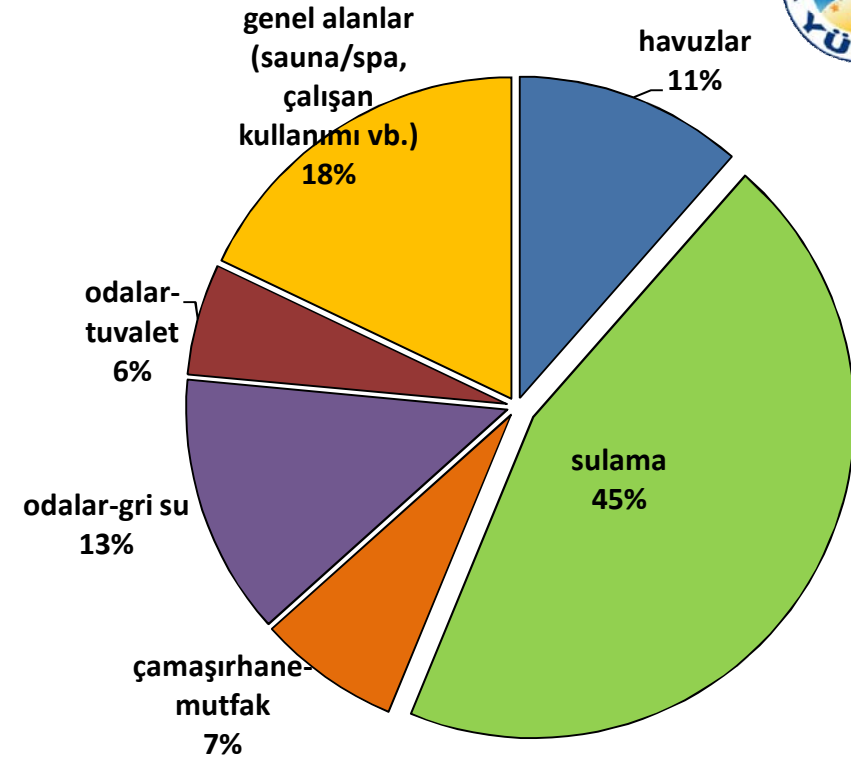
Burada,

- toplam yumuşak su kullanımı: su sayacı verisi,
- gri su: sayaç verisi,
- tuvalet rezervuarlarında kullanım: tuvalet rezervuar hacmine göre tahmin (şehir oteli rezervuar hacmi: 7 L, sayfiye oteli rezervuarları iki kademeli hacmi: 3- 6 L)
- çamaşırhane: sayaç verisi,
- mutfak: literatürden tahmin (Can, 2000),
- genel alanlar: toplam yumuşak su kullanımı ile diğer kullanımlar arası fark,
- havuz: sayaç verisi,
- bahçe sulama: otel teknik servisi çalışanlarının tahmini olarak alınmıştır (bahçe sulama suyu miktarı toplam su tüketimi ve bina içi su kullanım verisi ve havuz verisi farkı alınarak kontrol edilmiştir).

Sayfiye Oteli Örneğinde Su Kullanımının Dağılımı



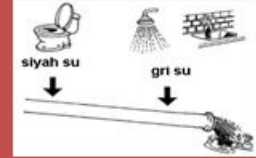
(a) bina içi su kullanımı



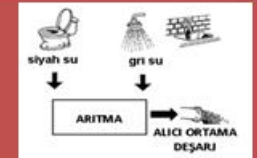
(b) toplam su kullanımı (bina içi ve bina dışı)

Atıksu Geri Kazanımı Senaryoları- Şehir Oteli

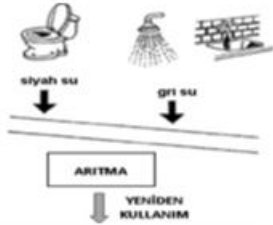
SENARYO 0 : REFERANS SEVİYE: Kanalizasyona deşarj
(Geri kazanım yok)



REFERANS SEVİYE:
Alıcı ortama deşarj
(Geri kazanım yok)



Senaryo 1 -Karışık evsel atıksu geri kazanımı



kullanım alternatifleri
- sulama suyu

Senaryo 2 - Gri su geri kazanımı



kullanım alternatifleri,
- sulama ve rezervuarlar

Senaryo 3 - Gri su geri kazanımı ve yağmur suyu hasadı



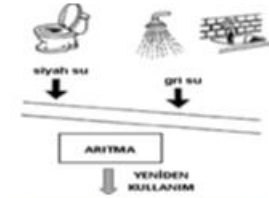
kullanım alternatifleri,
- sulama ve rezervuarlar

Senaryo 4- ECOSAN'a göre tüm fraksiyonların (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı



kullanım alternatifleri,
- gri su: sulama ve rezervuarlar,
- sarı su: gübre,
- kahverengi su: enerji eldesi için, sonrasında kanalizasyona deşarj

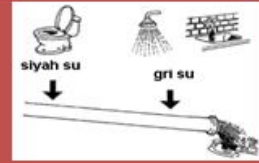
Senaryo 5-Karışık evsel atıksu geri kazanımı



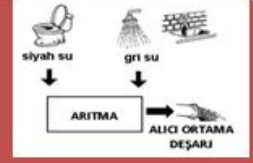
kullanım alternatifleri
- sulama suyu

Atıksu Geri Kazanımı Senaryoları- Sayfiye Oteli

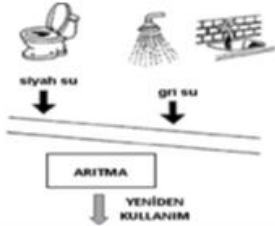
SENARYO 0 : REFERANS SEVİYE: Kanalizasyona deşarj
(Geri kazanım yok)



REFERANS SEVİYE:
Alıcı ortama deşarj
(Geri kazanım yok)



Senaryo 1 -Kaşık evsel atıksu geri kazanımı



kullanım alternatifleri
- sulama suyu

Senaryo 2 - Gri su geri kazanımı



kullanım alternatifleri,
- sulama suyu

Senaryo 3 - Gri su geri kazanımı ve yağmur suyu hasadı



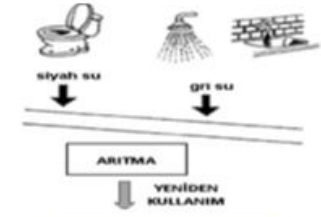
kullanım alternatifleri,
- sulama suyu

Senaryo 4 - ECOSAN'a göre tüm fraksiyonların (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı



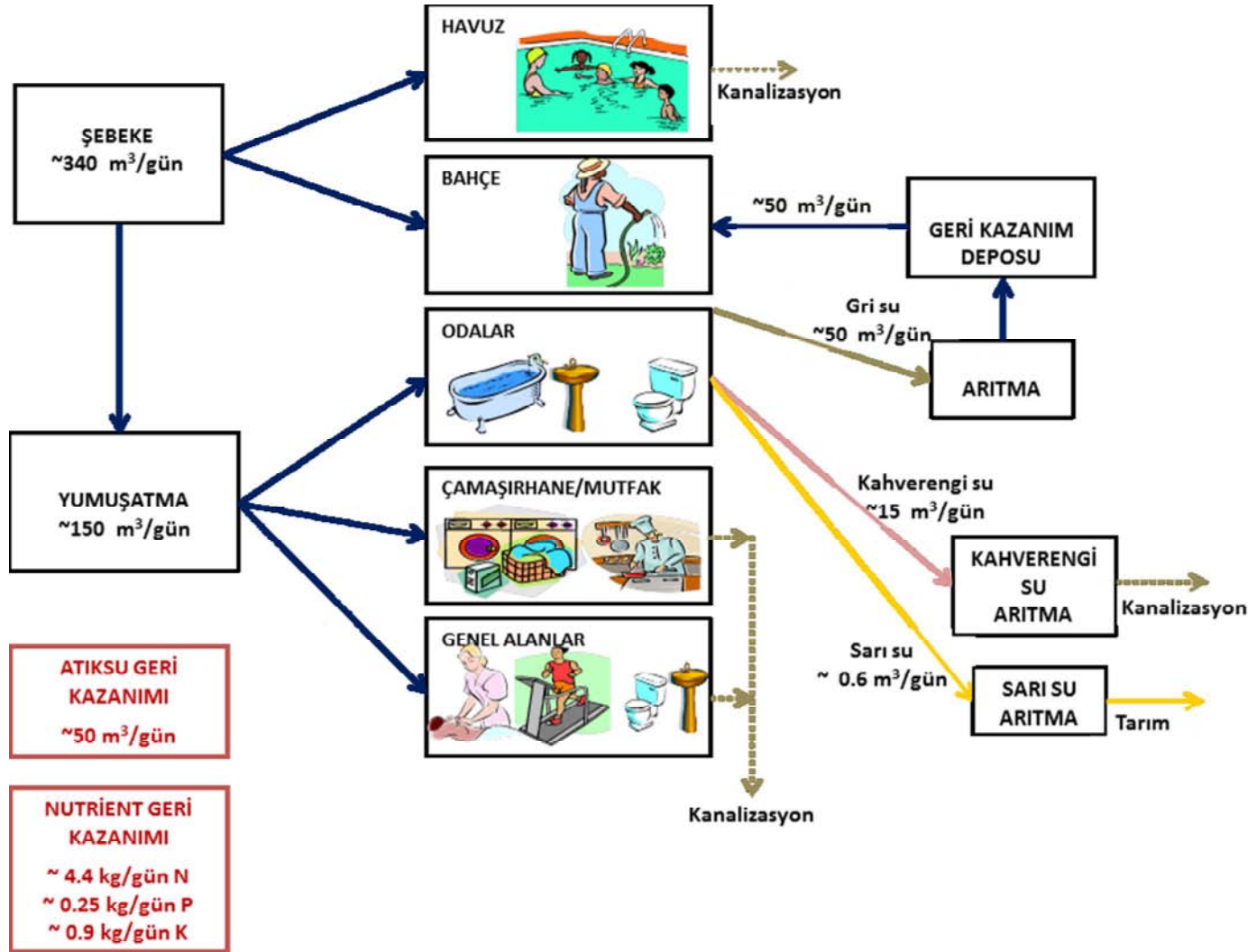
kullanım alternatifleri,
- gri su: sulama suyu
- sarı su: gübre,
- kahverengi su: enerji eldesi için, sonrasında kanalizasyona deşarj

Senaryo 5 -Kaşık evsel atıksu geri kazanımı



kullanım alternatifleri
- sulama suyu

Senaryo örneği



Pilot Atıksu Yönetim Senaryolarının Karşılaştırılması (sayfiye oteli örneği)

Senaryo	Şebekeden temin edilecek su miktarı, (~m ³ /yıl)	Atıksu geri kazanım miktarı, (~m ³ /yıl)	Nütrient geri kazanımı (~kg/yıl)	Enerji Eldesi (~kwh/ yıl)	Yağmur suyu hasadı, (~m ³ /yıl)
Kanalizasyona deşarj edilmesi durumu- ARITMA YOK					
Referans seviye	82.000				
Senaryo 1-karışık evsel atıksu geri kazanımı-sulama	51.250	30.750			
Senaryo 2-gri su- sulama	71.750	10.250			
Senaryo 3-yağmur+gri su- sulama	70.840	11.160			910
Senaryo 4- ecosan	69.700	10.250	1.100 N- 625 P- 225 K	30.000	-
Alıcı ortama deşarj edilmesi durumu – ARITMA SONRASI DEŞARJ					
Referans seviye	82.000				
Senaryo 5 karışık atıksu	51.250	30.750	-	-	-

Fayda – maliyet analizi

➤ Finansal analiz (Mali Analiz)

- Otellerin tekil olarak yerinde atıksu geri kazanımı yapmaları durumu farklı alternatif ve teknolojiler için karşılaştırılmıştır.

Maliyet analizi çalışması için teknolojilerin yatırım maliyetleri, piyasada faaliyet gösteren firmalardan fiyat bilgisi alınarak yapılmış, hesaplarda ortalama maliyetler kullanılmıştır. Burada amaç birbirine kıyasla karşılaştırma yapmaktır. Aynı teknoloji ve kapasite için dahi kurulum maliyetlerinin, kullanılan malzemenin menşei (ithal ya da yerli), mühendislik hizmetleri maliyeti ve lokasyona göre çok değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Finansal analiz

Giderler:

- İlk yatırım maliyeti – arıtma ve borulama ihtiyacı
- İşletme giderleri: elektrik, kimyasal, personel

Faydalar:

- Atıksuyun yeniden kullanımı sonucunda şehir şebekesinden kullanılan suyun azalması ve bunun sonucunda oluşan tasarruf (tüm senaryolar),
- Sarı suyun gübre olarak satışından elde edilen gelir (tüm akımların ayrıldığı senaryo),
- Kahverengi suyun geri kazanımından kaynaklanan enerji tasarrufu (tüm akımların ayrıldığı senaryo),

Şehir Oteli İçin Atıksu Geri Kazanımının Karlılığı

	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 3	Senaryo 4	Senaryo 5*
Aktif Çamur					
Net Bugünkü Değer	774,817	1,020,827	996,757	109,737	2,000,122
İç Getiri Oranı	%111	%76	%68	%12	-
Geri Ödeme Süresi (yıl)	2.1	2.3	2.5	7.7	3 ay
RBC					
Net Bugünkü Değer	724,164	1,019,767	998,847	80,512	2,008,456
İç Getiri Oranı	70%	72%	66%	11%	-
Geri Ödeme Süresi (yıl)	2.6	2.4	2.5	7.8	3 ay
MBR					
Net Bugünkü Değer	270,955	778,542	754,065	-165,975	2,047,968
İç Getiri Oranı	%20	%44	%41	%7	-
Geri Ödeme Süresi (yıl)	6.1	3.2	3.4	9.4	2 ay
Doğrudan Filtrasyon*					
Net Bugünkü Değer		650,917	697,800		
İç Getiri Oranı		%47	%48		
Geri Ödeme Süresi (yıl)		3.1	3.1		

* Alıcı ortama deşarj eden tesisin karışık evsel atıksuyu geri kazanımı durumunda atıksu geri kazanımının karlılığını göstermektedir.

** Doğrudan filtrasyon, ön klorlama, kum filtresi, aktif karbon filtre, ultrafiltrasyon-klorlama proseslerini içermektedir.

Hassasiyet analizi

Şehir Oteli	Aktif çamur-kum filtrasyonu ve klorlama		MBR ve klorlama	
	Senaryo 1	Senaryo 2	Senaryo 1	Senaryo 2
Yatırım giderlerinde artış	-%0.4	-%0.4	-%3.0	-%0.8
Personel giderlerinde artış	-%0.0	-%0.0	-%0.1	-%0.0
Elektrik giderlerinde artış	-%0.1	-%0.1	-0.3%	-0.2%
Kimyasal giderlerinde artış	-%0.0	-%0.0	-0.0%	-0.0%
Arıtılan su miktarında azalma	-%1.5	-%1.5	-%4.2	-%1.8
Birim su fiyatında artış	%1.6	%1.5	%4.5	%2.0

Şehir oteli için, arıtılan su miktarı ve su fiyatı kritik parametrelerdir. MBR teknolojisinin kullanılması durumunda, Senaryo 1’de de yatırım gideri de kritik parametre olarak görünmektedir. Yatırım giderinin %33 artması durumunda proje karlılığını kaybetmektedir. Senaryo 2’de ise yatırım giderinin %130 artması durumunda proje karlı olmaktan çıkmaktadır. Senaryo 1’de arıtılan suyun %75’ine, Senaryo 2’de ise %45’ine inmesi durumunda proje karlılığını kaybetmektedir.

Yağmur suyu hasadı

Maliyet Kalemleri	Şehir Oteli		Sayfiye Oteli
	Sadece yazın bahçe sulamada kullanım	Yazın bahçe sulama, kışın rezervuarda kullanım	Sadece bahçe sulamada kullanım
Hasat edilebilecek yağmur suyu, m ³ /yıl	250	1.250	910
Yağmur suyu toplama, arıtma ve depolama ilk yatırım maliyeti, TL	70.000	70.000	80.000
Arıtılan suyun rezervuarlarda kullanımı için ilave borulama maliyeti, TL	-	164.670	-
Tesisin çalıştığı gün sayısı, gün/yıl	120	365	205
Yıllık İşletme Gideri, TL/yıl*	3.953	5.016	4.917
Su fiyatı, TL/m ³	7.67	7.67	2.2
Su maliyetinden tasarruf, TL/yıl	1.918	9.588	2.002
Net Bugünkü Değer**	-68.083	-181.021	-97.701
Geri Ödeme Süresi, yıl	-	51 yıl	-

* bir personelin yılda 18.000 TL brut maaşla günde 0.5 saat çalışacağı varsayılmıştır, 1 kWh/m³ elektrik sarfiyatı ve birim elektrik fiyatı 0.286 TL/kWh'dir, klorlama maliyetini ve bakım onarım maliyetini (ilk yatırım bedelinin %5'i) içermektedir.

** %10 iskonto oranıyla ve 15 yıllık analiz için.

Pilot Turizm Tesisleri İçin Uygun Arıtma Sisteminin Seçimi ve Tasarımı

- Alternatiflerin teknik, çevresel ve sosyal kriterler açısından karşılaştırılması
- Pilot turizm tesisleri için alternatif arıtma sistemlerinin boyutlandırılması
 - Şehir oteli örneği- gri su geri kazanım sistemi
 - Sayfiye oteli örneği- evsel atıksu geri kazanım sistemi

Alternatiflerin Teknik, Çevresel Ve Sosyal Kriterler Açısından Karşılaştırılması

- Problemin tanımı
- Değerlendirme yöntemi
- Kriterin belirlenmesi
- Kriterlerin önceliklendirilmesi (önem derecesinin belirlenmesi)
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi
- Karar matrisinin oluşturulması ve öncelik sıralamasının yapılması

Alternatiflerin Teknik, Çevresel Ve Sosyal Kriterler Açısından Karşılaştırılması

Kriterler

Mali kriterler

Yatırım maliyeti
Geri ödeme süresi
işletme maliyeti

Teknik kriterler

Aritılmış su kalitesi
Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu
İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi
Arazi Gereksinimi
Kurulum Kolaylığı (Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

Sosyal kriterler

Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli (koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)
Çevresel fayda (doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)
Getireceği prestij (sertifikasyon avantajı vb)

Kriterler

Kurulum Kolaylığı
(Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi

Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli
(koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)

Çevresel fayda
(doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)

Aritılmış su kalitesi
Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu
Yatırım maliyeti
işletme maliyeti
Geri ödeme süresi
Arazi Gereksinimi
Getireceği prestij
(sertifikasyon avantajı vb)

Turizm Tesisi Açısından Kriterin Ağırlığı

100

101

112

101

112

100

108

105

106

99

86

Maliyetin dahil olmadığı durumda alternatiflerin önceliklendirilmesi

Alternatifler	Kurulum Kolaylığı*		İşletme kolaylığı ve performansı**	Misafirlere rahatsızlık verme potansiyeli***	Çevresel fayda****
	Eski Otel	Yeni Otel			
Yağmur suyu hasadı	++	+++	+++	+++	+
Karışık evsel atıksu geri kazanımı (sulama amaçlı)	+++	+++	+++	+	++
Gri su geri kazanımı(sulama+ rezervuar amaçlı)	+	++	++	++	++
Üç kademe akım ayırımı(gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı	+	+	+	+	+++

Açıklama: birbirine kıyasla performanslarını göstermektedir, +: kötü, ++:iyi, +++: çok iyi

*(Tadilat ve özel ürün gerektirmesi vb.)

** (İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi, vb.)

*** (koku, görüntü kirliliği, misafirler tarafından kabul edilebilirliği, sağlık açısından riski)

**** (doğal kaynakların korunması/geri kazanımı)

Teknolojilerin karşılaştırılması

Alternatifler	Arıtılmış su kalitesi	İşletme ve bakım kolaylığı, kaynak gereksinimi vb.	Değişken debi ve atıksu karakterizasyonuna adaptasyonu	Toplam maliyet (yatırım ve işletme)*	Alan ihtiyacı
Konvansiyonel aktif çamur filtrasyon +dezenfeksiyon	++	+++	++	+++	++
MBR+dezenfeksiyon	+++	++	++	++	+++
RBC+filtrasyon+dezenfeksiyon	++	+++	+	+++	++
Doğrudan membranfiltrasyonu+adsorpsiyon+dezenfeksiyon	+	+	+	+++	+++

*İlk yatırım maliyeti ve 5 yıllık işletme maliyeti toplamının birbirine kıyasla değerini ifade etmektedir.

Açıklama: birbirine kıyasla performanslarını göstermektedir, +: kötü, ++:iyi, +++: çok iyi

Pilot Turizm Tesisleri Senaryolarının Önceliklendirilmesi (Maliyet Parametreleri Dahil)

Alternatifler*	ŞEHİR OTELİ				SAYFIYE OTELİ			
	Eski otel	Yeni inşaa edilen otel olsaydı	Eski otel***	Yeni inşaa edilen otel olsaydı***	Eski olsaydı	Yeni inşaa edilen otel	Eski Olsaydı***	Yeni inşaa edilen otel***
Karışık evsel atıksu geri kazanımı – sulama amaçlı	8552	8552	1,0	1,0	8555	8555	1,0	1,0
Gri su geri kazanımı – sulama+ rezervuar amaçlı	7999	8523	0,8	0,9	7369*	7569*	0,7	0,7
Yağmur suyu hasadı	8616	8716	1,0	1,0	8616	8716	1,0	1,0
ECOSAN'a göre tüm fraksiyonların (gri su, sarı su, kahverengi su) geri kazanımı*	4991	5091	0,0	0,0	4355	4455	0,0	0,0

*karışık evsel atıksu ve gri su arıtımı için konvansiyonel aktif çamur teknolojisi, kum filtrasyonu ve dezenfeksiyon maliyetlerine göre hesaplanmıştır

** sadece sulama amaçlı geri kazanım maliyetleri alınmıştır (sayfiye oteli sadece sezon süresince açık olduğu için rezervuara dönüş değerlendirilmemiştir)

*** puanlar 0-1 skalasına dönüştürülmüştür, hesap yöntemi: (değer-minimum)/(maksimum-minimum)

Merkezi ? Yerinde geri kazanım?

➤ Ekonomik analiz

Merkezi atıksu geri kazanımı ve tekil atıksu geri kazanımı karşılaştırılmıştır (toplam 12 otel için- Beldibi Bölgesi örneği)

Ekonomik Analiz

ALTERNATİF 1

TEKNOLOJİ: KONVANSİYONEL AKTİF ÇAMUR, KUM FİLTASYONU VE KLORLA DEZENFEKSİYON

Merkezi AAT'den geri kazanım



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- mevcut biyolojik arıtma sonrasınaa kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Otellerin müstakil AAT ile karışık evsel atıksu geri kazanımı



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- konvansiyonel aktif çamur sistemi, kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

ALTERNATİF 2

TEKNOLOJİ: MEMBRAN FİLTASYONU VE KLORLA DEZENFEKSİYON

Merkezi AAT'den geri kazanım



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- mevcut biyolojik arıtma sonrasınaa kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Otellerin müstakil AAT ile karışık evsel atıksu geri kazanımı



Geri kazanım için arıtma teknolojisi
- konvansiyonel aktif çamur sistemi, kum filtrasyonu ve klorla dezenfeksiyon
kullanım amacı
- sulama suyu

Kabuller

- Beldibinde mevcut arıtılmış su dağıtım hattı ile toplam 24 otele su dağıtılabilmesi mümkün, ancak küçük otellerin müstakil geri kazanım yapması ekonomik olmayacağı için sadece büyük ölçekli 12 otelin müstakil ve merkezi geri kazanım yapma durumları karşılaştırılmıştır.
- Yeşil alan için gerekli sulama suyu miktarı hesaplanırken bölge özellikleri dikkate alınmış ve ortalama 210 gün boyunca sulama yapılacağı ön görülmüştür.
- Misafir başına oluşan atıksu miktarı 285 L/kişi/gün olarak kabul edilmiştir (atıksuya dönüşüm esnasında %5 kayıp-buharlaşıma vb. kabulü yapılmıştır).
- Otellerin ortalama doluluk oranları %70 olarak alınmıştır.
- Beldibi Bölgesinde otellerin yaz sezonu süresince hizmet verdikleri kabul edilmiştir (ortalama 210 gün).
- Otellerin arıtma kapasiteleri hesaplanırken, yalnızca geri kazanılacak su ihtiyacı kadar yani yeşil alan (peyzaj) sulamasınca kullanacakları kadar atıksu arıtacakları düşünülmüştür.
- Otellerin kendi atıksularını arıtarak elde ettikleri atıksu miktarının yeşil alan sulamasına yetmediği durumlarda, ilave suyu şebekeden ücretli olarak temin edecekleri varsayılmıştır. Suyun birim fiyatı 1.72 TL/m³'tür.

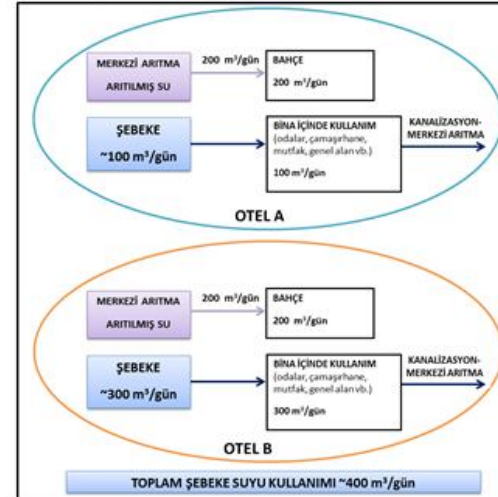
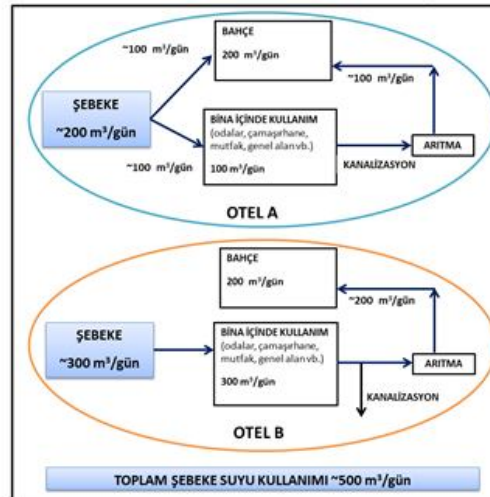
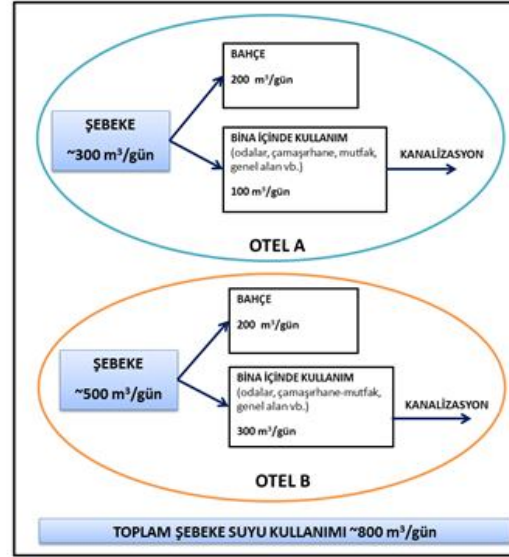
Otellerin MBR teknolojisi ile müstakil arıtma kurma durumu

	TÜM OTELLER
Yeşil alan, m ²	576,650
Sulama suyu miktarı, m ³ /gün	2,808
Toplam yıllık sulanan gün sayısı	210
Toplam yıllık sulama suyu ihtiyacı, m ³ /yıl	589,740
Yatak sayıları	9,966
Eysel atıksu miktarı, m ³ /gün	1,988
Geri kazanılacak atıksu, m ³ /gün	1,709
Şebekeden alınan su miktarı, m ³ /gün	1,099
Şebekeden alınan suyun yıllık maliyeti, TL	396,960
Yatırım Maliyeti, TL	7,035,909
İşletme maliyeti, TL/yıl	740,811
Yıllık yeşil alan sulama maliyeti (temiz su bedeli dahil), TL/yıl	1,606,832
Sağlanan fayda, TL/yıl	617,392

Ekonomik Analiz

- Arıtma tesisine yakın konumda olan 12 otelin toplam yatak sayısı 17.462,
- yaklaşık olarak sulanan yeşil alan büyüklüğü 576.650 m²,
- tahmin edilen toplam sulama suyu miktarı yaklaşık olarak yıllık 590.000 m³'tür.
- Müstakil atıksu geri kazanımı yapılması durumunda geri kazanılacak atıksu miktarı yıllık 359.000 m³ civarında olacaktır.
- Bu durumda, peyzaj sulama yapmak için şebekeden hala yıllık 231.000 m³ civarında temiz su alınması gerekmektedir.
- Merkezi atıksu geri kazanımı yapıldığı durumda ise yıllık 590.000 m³ suyun tamamının arıtılmış sudan sağlanması söz konusudur. Bunun sebebi, merkezi atıksu geri kazanımında arz ve talebin dengeleniyor olmasıdır.

Müstakil Ve Merkezi Atıksu Geri Kazanımının Su Kaynaklarının Korunması Açısından Karşılaştırılması



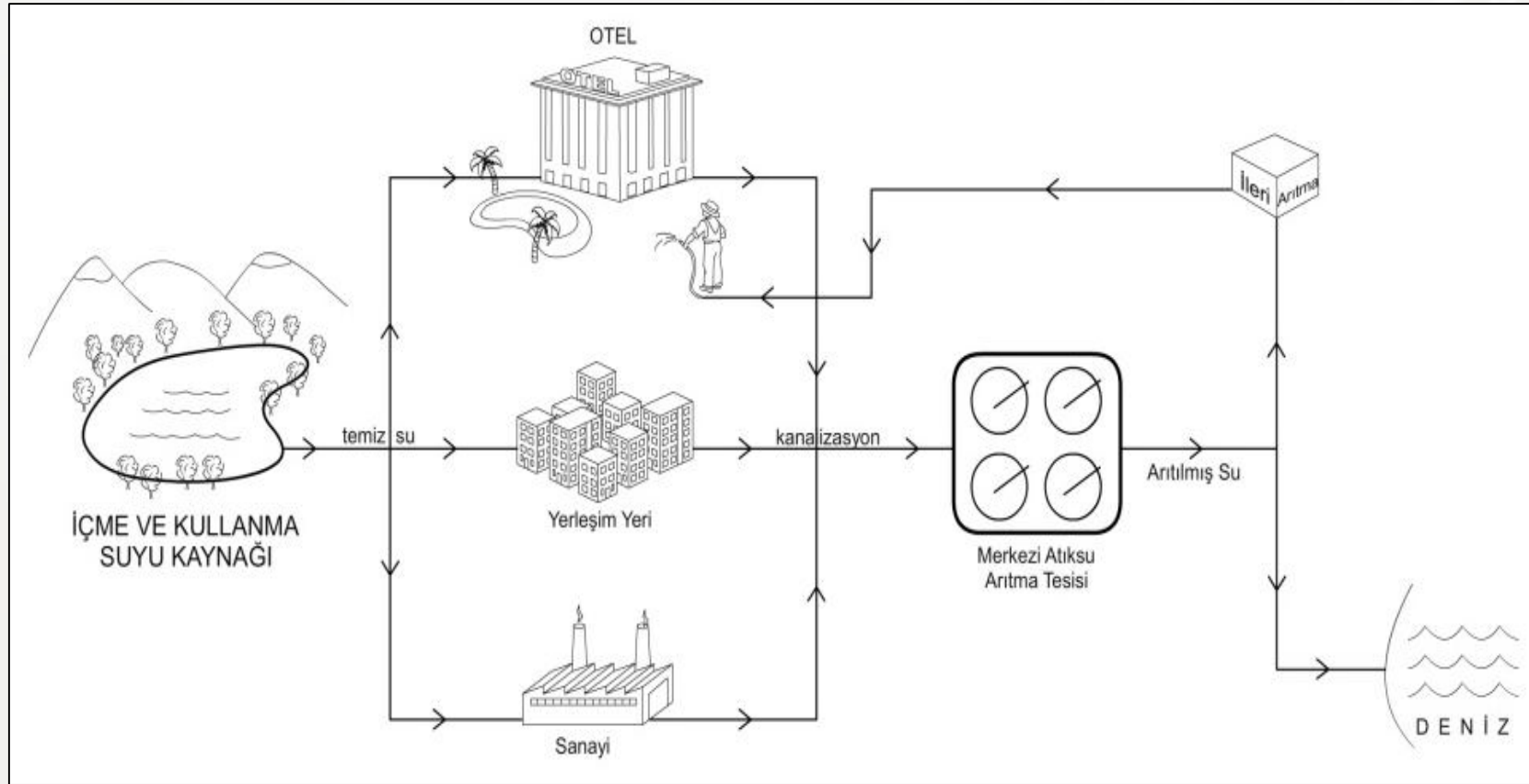
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

Turizm tesisleri için uygun olabilecek atıksu geri kazanım alternatifleri şunlardır;

- Merkezi atıksu arıtma tesisinde ileri arıtılan suların peyzaj sulamada kullanılması,
- Otelin kendi evsel atıksuyunu arıtarak peyzaj sulamada kullanması,
- Otelin iki kademeli akım ayırımı yaparak gri atıksuyunu ayırması ve arıttıktan peyzaj sulamada kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarj edilmesi),
- Otelin gri atıksuyunu ayırması ve arıttıktan sonra hem peyzaj sulamada, hem de tuvalet rezervuarlarında sifon suyu olarak kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarj edilmesi)
- Yağmur sularının çatılardan toplanarak arıtdıktan sonra çeşitli amaçlarla (peyzaj sulama, araç yıkama, yapay gölet vb.) kullanılması (yağışın fazla olduğu ve/veya diğer atıksu geri kazanım alternatiflerinin uygun olmadığı turizm tesisleri su tasarrufu amacıyla yağmur suyu hasadını değerlendirebilirler).

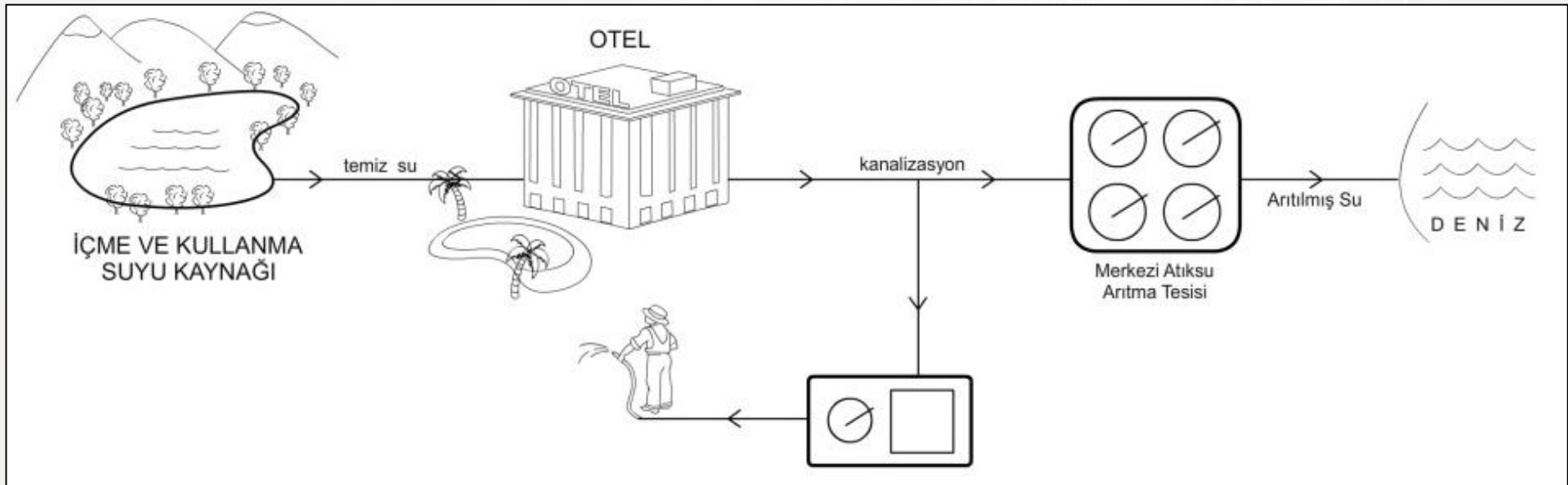
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

- Merkezi atıksu arıtma tesisinde ileri arıtılan suların peyzaj sulamada kullanılması.



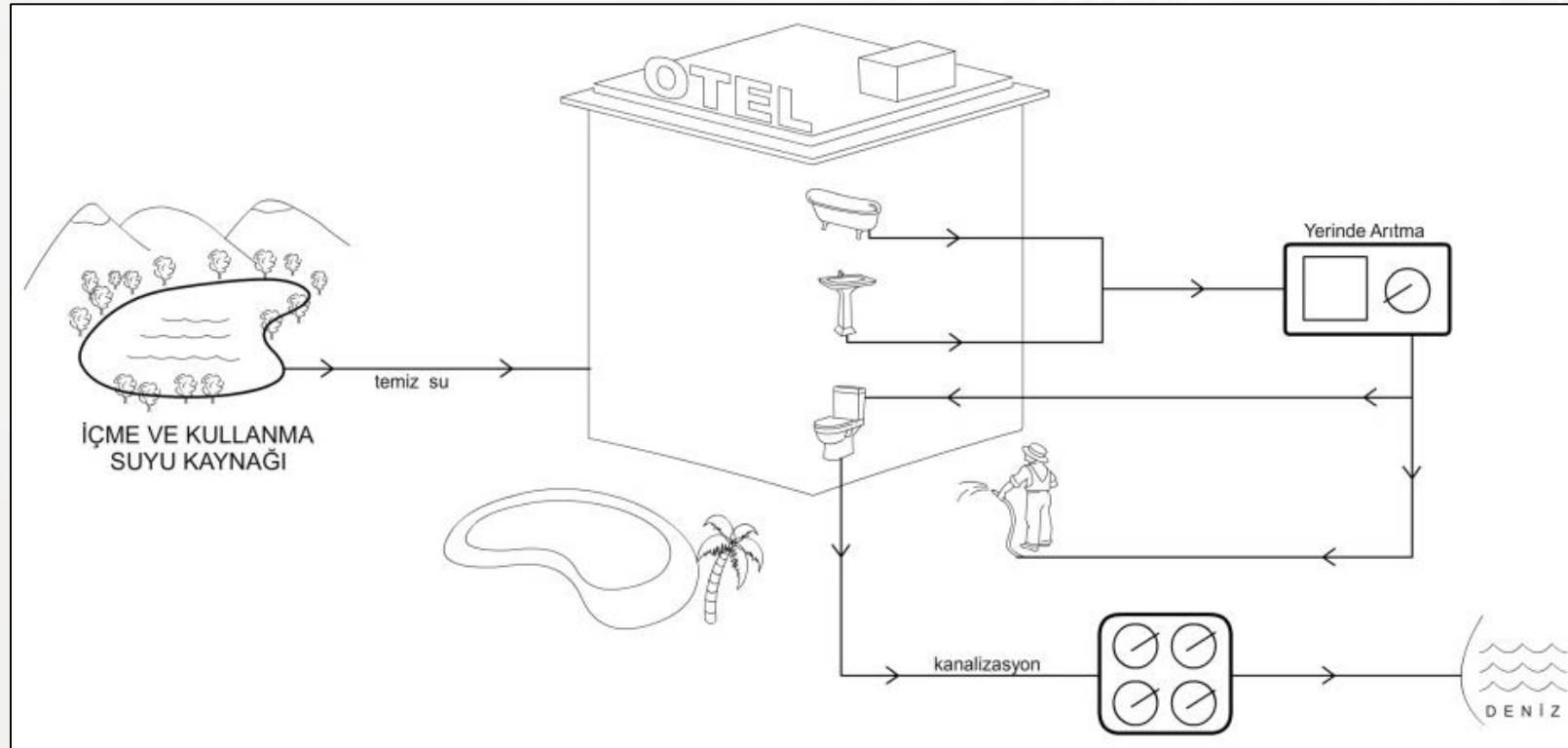
Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

Yerinde karışık evsel atıksu geri kazanımı: otelin kendi evsel atıksuyunu arıtarak peyzaj sulamada kullanması.



Turizmde Atıksu Geri Kazanım Alternatifleri

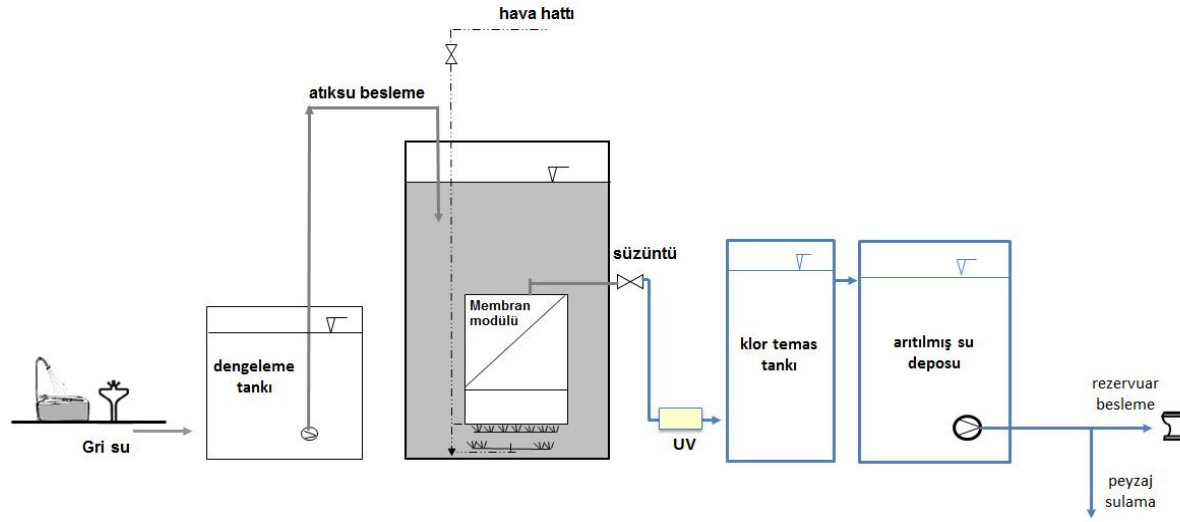
Yerinde gri su geri kazanımı: otelin gri atıksuyunu ayırması ve arıtarak peyzaj sulama ve/veya tuvalet rezervuarlarında sifon suyu olarak kullanması (diğer atıksuların kanalizasyona deşarjı).



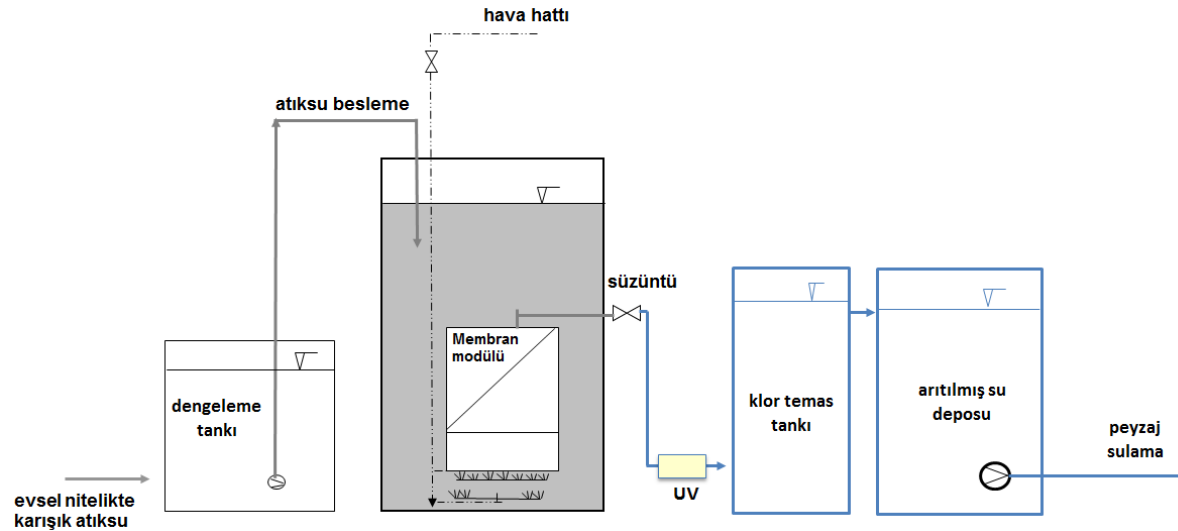
Animasyon

Alternatiflerin farkının belirgin olarak görülebilmesi için, 10 otelin toplam kazanımları karşılaştırılmıştır. Bunun için, ortalama 900 yatak ve ortalama 50.000 m² sulanan yeşil alanı olan, yılda 210 gün hizmet veren ve ortalama %70 dolulukla çalıştığı ön görülen 10 otel için hesap yapılmıştır. Ortalama çatı alanı 4.500 m² olarak alınmış ve turizm tesislerinin Akdeniz Bölgesinde olduğu varsayılarak, toplanabilecek toplam yağmur suyu miktarı tahmin edilmiştir.

Pilot Turizm Tesisleri İçin Alternatif Arıtma Sistemlerinin Boyutlandırılması



Şehir Oteli- gri su geri kazanımı –
Arıtma Teknolojisi: MBR



Sayfiye Oteli- karışık evsel atıksu
su geri kazanımı –
Arıtma Teknolojisi: MBR

Turizm Tesisleri Neler Yapabilir

- Su kullanım miktarlarının izlenmesi,
- Hedefler konması,
- Geri kazanım alternatiflerinin ve kullanım amacının, ihtiyaç duyulan miktarın belirlenmesi,
- Finansal fizibilite- yatırım kararı

Oteller İçin Atıksu Geri Kazanım Hesaplama Aracı

Uygulama

Sonuçlar

- Topoğrafyanın müsait olduğu ve mesafelerin uygun olduğu bölgelerde öncelikli olarak merkezi atıksu geri kazanımı düşünülmeli (örn. mevcut arıtma tesisi geliştirilerek - membran filtrasyonu arıtılmış su otellere satılabilir),
- Merkezi geri kazanım yapılan kıyı bölgelerinde kuyu suyu kullanımı yasaklanarak, hem tuzlanma probleminin önüne geçmek, hem de ekonomik olarak su tasarrufu sağlamak mümkün görünmektedir,
- Merkezi arıtma tesisinin yeterli olmadığı, topoğrafyanın uygun olmadığı şehir otellerinde ise (örn. İstanbul) müstakil geri kazanım anlamlı olabilir,
- Atıksu geri kazanımının otel açısından net faydasının yanında çevresel ve sosyal faydaları da önemlidir. Uzun vadede atıksu geri kazanımı, kısıtlı su kaynaklarının korunmasına, kaynaklar üstündeki baskının azaltılmasına ve kaynakların sürdürülebilir kullanımına fayda sağlayacaktır. Bu nedenle, uygulayıcı açısından net faydanın yüksek olmadığı durumlarda, ancak politikalar ve teşvikler ile yaygınlaştırmanın önünün açılacağı göz önünde bulundurulmalı, birim su ve atıksu bedeli belirlenirken, atıksu geri kazanımına olası etkisi de değerlendirilmelidir. Örneğin, sayfiye oteli örneğindeki gibi yatak başına atıksu bedeli uygulanmasının önüne geçilmesi ve atıksu fiyatının kullanılan su miktarına bağlı olarak fiyatlandırılması dolaylı olarak teşvik edici olacaktır.

TEŞEKKÜRLER

İLETİŞİM

TÜBİTAK Gebze Yerleşkesi
Marmara Araştırma Merkezi
Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü
41470 Gebze / KOCAELİ
Tel:(262) 677 29 00
Fax: (262) 641 23 09
E-posta: selda.murat@tubitak.gov.tr
Web: <http://ctue.mam.tubitak.gov.tr/tr>