

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**ÇEVRE SAĞLIĞI**

**KENTSEL YERLEŞİM YERLERİNDE İÇME  
VE KULLANMA SUYU ARITIM  
İŞLEMLERİ**

**850CK0016**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR.....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. KENTSEL YERLEŞİM YERLERİNDEKİ İÇME VE KULLANMA SUYU .....	3
1.1. Suyun Doğada Bulunuşu .....	3
1.2. İçme Suyu Kaynakları.....	4
1.3. Su Kirlenmesi .....	7
1.3.1. Su Kirleticileri .....	8
1.4. Su Çeşitleri .....	9
1.5. Su Gereksinimi .....	10
1.6. Su Yönetimi.....	12
1.7. Güvenli İçme ve Kullanma Suyu Sağlama.....	13
1.7.1. Kentsel Bölgelerde Su Dağıtımı .....	14
1.7.2. Su Kayıpları.....	17
1.8. İçme ve Kullanma Suyunun Nitelikleri.....	18
1.8.1. İçme Suyu Standartları.....	18
1.8.2. Uluslararası İçme Suyu Standartları .....	20
1.8.3. Suların Muayenesi ve Değerlendirilmesi .....	21
UYGULAMA FAALİYETİ.....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	25
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	26
2. İÇME VE KULLANMA SUYUNUN ARITILMASI VE ARITIM YÖNTEMLERİ.....	26
2.1. Arıtım Sistemlerinin Seçimi .....	27
2.2. Arıtım Çeşitleri .....	28
2.3. İçme Suyu Arıtım Tesislerinin Kontrollerinde Dikkat Edilecek Hususlar .....	37
UYGULAMA FAALİYETİ.....	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	41
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	42
CEVAP ANAHTARLARI.....	45
KAYNAKÇA .....	46

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>850CK0016</b>
<b>ALAN</b>	<b>Çevre Sağlığı</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Çevre Sağlığı Teknisyenliği</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	Kentsel yerleşim yerlerinde içme ve kullanma suyu arıtım işlemleri
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Kentsel yerleşim yerlerinde kullanılan içme ve kullanma suyunun özellikleri, topluma ulaştırılması ve arıtım yöntemleri ile ilgili bilgi ve becerilerin verildiği eğitim materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖNKOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Kentsel yerleşim yerlerinde içme ve kullanma suyu arıtım işlemi uygulamasının kontrolünü yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Kentsel yerleşim yerlerinde, içme ve kullanma suyunun mevzuata ve sağlık koşullarına uygun olarak temin edilmesini ve arıtım işlemlerinin yürütülmesini sağlayabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <b>1.</b> Kentsel yerleşim yerlerinde, içme ve kullanma suyu kaynaklarının hijyen kontrollerini yapabileceksiniz. <b>2.</b> İçme kullanma suyunun arıtılması ve arıtım ünitelerinin sağlığa uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Donanım:</b> Slayt, projeksiyon makinesi, mevzuat, filmler, modül ile ilgili CD, kaynak kitaplar, fotoğraflar, <b>Ortam:</b> Teknik laboratuvar, su iletim tesisleri, depo, kuyu, gölet, baraj vb. tesisler, su arıtım tesisleri, su işleme tesisleri, atık su arıtım tesisleri vb.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı ( test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Su, yaşam için gerekli ve insanın en temel ihtiyaçlarındandır. İçme ve kullanma suyu değişik kaynaklardan karşılanır. Yeraltı, yerüstü ve yağış suları çeşitli teknikler uygulanarak içme ve kullanma suyu olarak kullanıma sunulur.

Ülkemizde yerel yönetimler tarafından işletilen içme suyu arıtma tesisi, nitelik ve nicelik yönünden yetersizdir. Arıtılmamış su, salgın hastalık kaynağı olabilmektedir. Arıtma tesisi bulunmayan yerel yönetimlerde su, klor veya klorlu bileşikler ile dezenfekte edilerek önlem alınmaya çalışılır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre içme suyunun klorlanması işleminin yaygınlaştırılması çevre ve halk sağlığı alanındaki en önemli gelişmelerden birisidir. Halen mevcut alternatifleri arasında en ucuz, güvenilir ve kolay uygulanabilir dezenfeksiyon yöntemidir. Çevre ve halk sağlığının korunması ve su ile bulaşan hastalıkların önlenmesi için suyun düzenli ve sürekli olarak dezenfekte edilmesi gerekir.

Bu modülde; içme ve kullanma suyunun, hangi standartlarda ve hangi kaynaklardan temin edildiği, halk sağlığına zarar vermemesi için yapılması gerekenleri ve suyun tüketim alanlarına ulaştırılmasına kadar olan aşamalarını öğreneceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Kentsel yerleşim yerlerinde, içme ve kullanma suyu kaynaklarının hijyen kontrollerini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Bölgenizde kullanılan içme ve kullanma suyu kaynaklarını araştırınız.
- Kentsel yerleşim yerlerinde kullanılan suyun hangi aşamalardan geçirildikten sonra tüketime verildiğini araştırınız.
- Su kaynaklarından alınan örneklerin mevzuat hükümlerinde belirtilen parametrelerle uygunluğunu araştırınız.
- Yeraltı suyu kullanımı ile ilgili teknolojik gelişmeleri araştırınız.

## 1. KENTSEL YERLEŞİM YERLERİNDEKİ İÇME VE KULLANMA SUYU

Günümüzde, su kaynaklarının azalması ve mevcut su kaynaklarının korunması amacı ile kullanılmış suların arıtılması zorunlu hale gelmiştir. İçme suyu arıtılmasından amaç, suyun kullanma maksadına uygun hale getirilmesidir. Bu yüzden suların bir arıtma işleminden geçirilmesi gerekir.

Su renksiz, kokusuz olup sıvı, katı ve gaz halinde bulunur. Deniz seviyesinde ve +4°C’de özgül ağırlığı 1 gramdır. Kaynama ve donma derecesi basınç ve deniz seviyesi durumuna göre değişir. Normal atmosfer basıncı ve deniz seviyesi şartlarında 0°C’de donar ve 100°C’de kaynar.

Yaşamsal faaliyetlerin devam etmesi için en önemli maddelerden biri olan su, miktar olarak organizmaya en fazla alınan ve atılan maddelerdendir. İnsan vücut ağırlığının % 63-70’i sudur. Bazı hastalıkların yarattığı en büyük tehlike, vücut suyunun azalmasına neden olmasıdır. Su, kan ve doku sıvılarının temel bileşenidir.

### 1.1. Suyun Doğada Bulunuşu

Dünyadaki suyun %97’si denizlerde bulunan tuzlu sudur. %2’si ise kutuplardaki buzullarda bulunmaktadır. Toplam suyun %1’i dolaşım halindedir. Tatlı su kaynaklarının %22’si yeraltı suyudur. Yeraltı suyunun 2/3’ü 800 m’den daha derinlerde bulunmaktadır. Tüm bunlar göz önüne alındığında, yeryüzündeki kullanılabilir su miktarı çok fazla değildir ve insanoğlu bu suyu temiz tutmak ve kullandığı suyu tekrar temizleyip kullanmak zorundadır. Ayrıca, suyun dünya üzerindeki coğrafi dağılımı da çok farklılıklar gösterir ve kimi ülkelerde kuraklık ve susuzluk yaşamsal bir sorun olmaya başlamıştır.

Doğadaki su; yeryüzü suyu, yeraltı suyu ve atmosferdeki buhar halindeki su olarak gruplandırılır. Bunlar doğadaki su döngüsünün birer evreleridir. Güneş enerjisi ile buharlaşarak atmosfere yükselen su burada yoğunlaşarak yağmur, kar şeklinde yeryüzüne döner. Bir kısmı toprağın derinliklerine iner ve yeraltı suyunu oluşturur. Bu döngü devam eder ve buna hidrolojik çevrim adı verilir. Bu döngü süresince suyun niteliği yani içindeki erimiş ya da asılı madde miktarı değişir. Buharlaşma evresinde tüm bu maddelerden arınan su; atmosferde karbondioksit, oksijen, azot, metan ve benzeri gazlar ile asılı tozları alır.

Akarsu, göl ve denizlerde bulunan ve yeryüzü suyu olarak adlandırılan su genellikle kirlidir. Bu nedenle özel bir arıtma işlemi uygulanmadan kullanılmamalıdır.

Yeraltı suyu	Yerüstü suyu
<ul style="list-style-type: none"><li>• Bileşimi sabit</li><li>• Yüksek mineral içeriği</li><li>• Bulanıklığı az</li><li>• Renksiz</li><li>• Mikroorganizma yok/az</li><li>• Sertliği yüksek</li><li>• Demir ve mangan içeriği yüksek</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bileşimi değişken</li><li>• Düşük mineral içeriği</li><li>• Bulanıklığı fazla</li><li>• Renkli</li><li>• Mikroorganizma var</li><li>• Sertliği düşük</li><li>• Demir ve mangan içeriği düşük</li><li>• Tat ve koku mevcut</li></ul>

**Tablo 1.1: Yeraltı ve yerüstü suyu arasındaki farklar**

Kuyu, kaynak ve artezyen suyu yeraltı suyu olarak adlandırılır. Bu su genellikle temizdir; ancak bulunduğu yerin özelliğine göre kimi kez mineral içeriği fazla olabilir ya da atıklar, çöp vb. maddelerle kirlenebilir. Eğer mineral içeriği fazla değilse ve insanlar tarafından kirletilmemişse yeraltı suyu herhangi bir arıtma işlemine tabi tutulmadan kullanılabilir. Atmosferdeki su buharı, yağış şeklinde yeryüzüne inerken atmosfer çok kirli değil ise doğrudan kullanılacak kadar temizdir.

## 1.2. İçme Suyu Kaynakları

Yerleşim yerlerindeki bulunan mevcut su kaynakları (baraj, kuyu, akarsu ve benzeri) verimli ve doğru biçimde planlanarak tüketim ve kullanım için yerleşim yerlerine verilir.

Ülkemizde, yerel yönetimler tarafından içme ve kullanma suyu şebekesi ile dağıtılmak üzere temin edilen su miktarının kaynaklarının dağılımı şöyledir.

- Barajlar: % 40
- Kuyular: % 28
- Kaynak Suyu: % 27
- Akarsu: % 3
- Göl, Gölet: % 2 civarındadır.



İçme ve kullanma suyunu üç ana grupta toplayabiliriz:

- **Yağış suyu:** Yağmur ve kar suyunun sarnıçlarda biriktirilmesi ile elde edilen sudur.
- **Yüzeysel su:** Akarsu göl ve barajlardan elde edilen sudur. Yağışlar ve yeraltı suyu ile beslenir.



**Resim 1.1: İçme suyu barajı**

Kentlerde yaşayan nüfusun artması, sanayinin gelişmesi vb. nedenler ile kentsel su talebini artırmıştır. Bu sebeple yüzeysel sular, su ihtiyacını karşılamak amacı ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu da birçok sorunu beraberinde getirmiştir. Su havzalarının tarıma açılması kimyasal gübre ve pestisitlerin yoğun olarak kullanılması ve dolayısı ile su kütlelerinin azalması kirletici konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Akarsulara verilen; kanalizasyon, sanayi, işyeri kirli suları da yoğun çevre kirlenmesinin nedenidir.

Yüzeysel ham suların biyolojik, fiziksel, kimyasal kirlilik oranı yüksektir. Niteliği anlık, günlük ve mevsimsel değişiklik gösterir. Akarsularla ilgili en önemli yanlgı anlık ya da kesitsel ölçümlerin yetebileceğinin sanılmasıdır.

Yüzeysel suyun içme ve kullanma suyu olarak kullanılması da ham su kalitesinin düşmesine neden olur. Akarsuların kullanılmaya başlanması ham suyun kirlilik örüntüsünü değiştirmiştir. Su kaynaklarının azalması, kirlilik yükü yüksek su kaynaklarının ham su kaynağı olarak kullanılmaya başlanması, su ile ilgili hastalıkların ve ölümlerin artışına neden olmaya başlamıştır.

Yüzeysel suya ve yeraltı su katmanlarına sızan insan ve hayvan atıkları, çöplük sızıntıları, atık sular, evsel atıklar, tarımsal kimyasallar ve yeraltı depolarından olan sızıntılarla da sular kirlenmektedir.



**Resim 1.2: Su kirleticileri**

Yerüstü suyunun kentsel yerleşim yerlerinde arıtılmadan kullanılması, şebeke suyunun tat ve koku özelliklerinde büyük değişiklikler meydana getirir. Şebeke suyunun organik yükü ve klor talebi artar, esas olarak ham su klorlamasında sorun olan trihalometanlar ve diğer dezenfeksiyon yan ürünleri şebeke suyu için de önemli bir sorun haline gelir.

Ülkemizde, henüz özellikle büyük kentlerin arıtım sistemleri ham su kaynaklarının özelliklerine uygun kapasiteye kavuşturulmamış ve su kirliliğindeki ani değişiklikleri belirleyecek etkin ham su ve şebeke izleme sistemleri bulunmamaktadır.

**Bütün sistemler ile ilgili olarak unutulmaması gereken genel özellikler;**

- Tek bir arıtım sistemi, hiçbir zaman bütün su kalitesi sorunlarını çözemez.
- Bütün sistemlerin belirli bir kullanım ömrü vardır.
- Bütün sistemler bakım ve/veya izleme gerektirir.
- Arıtım sisteminin, ortadan kaldırılması gereken kirleticilere uygun olması gerekir. Bu nedenle seçim ancak arıtılacak suyun laboratuvar değerlendirmesinden sonra yapılır.
- **Yeraltı suyu:** Kaynak suları ve kuyulardan elde edilen sulardır. Yağış ve yüzeysel sularla beslenir. Yerçekiminin etkisi ile toprak altına sızan sular boşluk ve çatlaklardan aşağıya doğru iner ve değişik derinliklerde toplanır.

### 1.3. Su Kirlenmesi

Su kirliliği, çevre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturur. Su kirliliğinin en önemli nedenleri arasında; hızlı sanayileşme ile beraber gelen endüstriyel atıklar, hızlı nüfus artışı ile birlikte gelen evsel atıklar, plansız kentleşme ve bununla beraber yetersiz alt yapı ve zirai atıklar sayılabilir. Bu faktörler, suyu ayrı ayrı veya birlikte kirletebilir. Su kaynaklarının belirtilen nedenler ile kirletilmesi sonucu bu kaynaklardan etkin bir şekilde faydalanılamamaktadır; hatta bu kaynaklar kaybedilmektedir. Bu durumda ciddi yaşamsal problemler meydana gelmektedir. Suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmesi nedeni ile suyun kalitesinde ve özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler suda yaşayan canlıları da etkilemektedir. Bu nedenle su kirlenmesi, ekosistemlerin zarar görmesine ve suların sahip olduğu otoepürasyon (suyun kendi kendine temizlenmesi) kapasitesinin yok olmasına neden olmaktadır.

Suyun kirlenmesi;

- Doğal kaynaklar; atmosfer kaynaklı kirleticiler, çözülmüş mineraller, çürümüş bitkiler, yağış suları,
- Tarımsal kaynaklar; toprak erozyonu, hayvansal atıklar, gübreler, zirai mücadele ilaçları,
- Kullanılmış sular; kanalizasyon suları, endüstriyel atık sular vb.
- Çökelen katıların sürüklenmesi, oksijen yetersizliği,
- Kaynaklar; maden işletmeleri, çöp dökme yerlerinden kaynaklanır.

Sudaki kirlilik, insan sağlığına ve ekonomiye zarar verir. Örneğin; sert suların kullanılması elektrikli ev aletlerinin bozulmasına, fazla temizlik malzemesi tüketimine, zaman ve enerji kayıplarına neden olur. Suyun içeriğinde bulunan kimyasal maddeler, bakteriler, mikroorganizmalar, tenyalar, insan ve hayvan kalıntıları, kireç, klor vs. gibi maddeler insan sağlığını olumsuz yönde etkiler.



**Resim 1.3: Yerüstü suyunun kirlenmesi**

Yakın tarihe kadar ülkemizde atık su toplanması ve arıtımına ait projeler, yeniden kullanım seçenekleri dikkate alınmadan yapılmış ve uygulamaya konulmuştur. Özellikle son yıllarda su ve atık su ücretlerindeki hızlı yükselişler ve su teminindeki sıkıntılar, arıtma tesisi projelerinde geri kazanma birimlerini de ilave edilir hale getirmiştir.

### 1.3.1. Su Kirleticileri

GÖRÜNTÜ	TAT	KOKU
<ul style="list-style-type: none"><li>• Kaynadığında üzerinde köpük-tortu ( kalsiyum, magnezyum)</li><li>• Bulanıklık (kir, kil tuzları vb.)</li><li>• Lavabo ve küvetlerde yeşil boyanma (asitlik yüksek)</li><li>• Küvet, çamaşırlarda kahverengi-kırmızı renk (çözünmüş demir)</li><li>• Dumanlı görünüm (Pompaların yetersiz çalışması, filtrelerde problem)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tuzlu acımsı tat (sodyum yüksekliği)</li><li>• Sabun tadı (alkali minerallerin çözünmüş olması)</li><li>• Metalik tat (asitlik yüksek, demir varlığı)</li><li>• Kimyasal madde tadı (endüstriyel kimyasal, pestisit)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çürük yumurta kokusu (Çözünmüş hidrojen sülfür, bazı bakteriler)</li><li>• Deterjan kokusu ( mutfak ve çamaşır akıntılarının karışması)</li><li>• Gazyağı-petrol kokusu (yeraltı depoları benzin istasyonu)</li><li>• Metan gazı, küf ve balçık kokusu ( organik madde bozunması)</li><li>• Klor kokusu (suda yüksek klor oranı)</li></ul>

Tablo 1.2: Yerüstü sularının duyuusal muayenesi

Su kaynaklarındaki kirliliğin bir bölümü, görünüm tat ve koku ile anlaşılabilir. Mikroorganizma, ağır metal, nitrat, radon ve birçok kimyasalın oluşturduğu kirliliğin tat ve koku ile anlaşılması mümkün değildir. Bu tür kirlilikler ancak laboratuvar testleriyle anlaşılabilir. Akarsu ve kuyular ile ilgili ön analizler sürekli bir güvence vermez. Sadece daha sonraki değerlendirmeler için başlangıç değerleri elde edilmiş olur. Bu nedenle akarsuyu temsil edecek noktalardan örnek alınarak izlenmeli ve ani değişimlerde uyarıcı alarm sistemleri kurulmalıdır.

Bazı durumlarda suyun içinde kirleticieye özgü üremeler olur. Demir bakterileri, demirin çözünmeyen biçimine oksitlenmesiyle oluşan enerjiyi kullanır. Bu durumda demir; borularda, bağlantılarda ve çamaşırlarda birikir. Tuvalet klozetlerinde ve borularda kırmızı kahverengi birikintiler ve suyun içinde kırmızımtırak iplikçikler görülür. Su kötü kokar ve tadı bozulur.



Resim 1.4: Kirlenmiş yerüstü suları



Yerüstü suyundaki bulanıklığın doğrudan insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi yoktur; ancak dezenfeksiyon etkinliğini azaltır ve mikroorganizmaların üremesi için uygun bir ortam oluşturur. Bu nedenle söz konusu etkenlerin üreme olasılığı bulunduğunu gösteren bir durumdur. Şebeke suyunun bulanık olması, süzülme etkinliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir.

Musluktan akan su içilebilir nitelikte olmalıdır. Musluk suyu, içme suyu standartlarını taşıyor ise toplum sağlığı için tehlikedir. Su kaynaklı salgınlar ile her an karşılaşılabilir. Musluk suyunun içilebilirliği, ülke sağlık düzeyi ve çevre sağlığı alt yapısı ile ilgili önemli bir göstergedir.



Resim 1.5: Bulanık su

## 1.4. Su Çeşitleri

İnsan kullanımı ve tüketimine sunulan su aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- **Kaynak suyu:** Yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya çıkarılan derin yeraltı suyudur. Kuyu suyu, yeryüzünün daha üst katmanlarında yer alan ve yeryüzüne sondajla çıkarılan sudur. Kaynak ve kuyu suyunun içerisinde sağlığa zararlı maddeler bulunabileceği için kullanma suyu veya sulama suyu gibi amaçlar ile kullanılmadan önce içme suyunun analizleri yapılarak özellikleri belirlenmelidir.
- **İşlenmiş su:** Suya belirli kimyasal, fiziksel, biyolojik özellikler kazandırmak için ham suyun arıtılması ile elde edilen sudur.
- **İnsanî tüketim amaçlı su:** Orijinal hali ile veya arıtıldıktan sonra standartlarda belirtilen özellikleri sağlayan, genel olarak; içme, yemek yapma, gıda maddelerinin hazırlanması ve benzeri amaçlar ile temizlik için kullanılan akarsu, göl, baraj ve benzeri durgun sular ile kaynak (memba) sularıdır.
- **Memba suyu:** Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde, doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemler ile yapay olarak yeryüzüne çıkarılan; standartlarda belirtilen özellikleri orijinal hali ile sağlayan, sıcaklık, debi ve özellikleri mevsimlere göre çok az değişiklik gösteren; yağışlar, yüzey suyu ve taban suyundan büyük ölçüde etkilenmeyen; göze, pınar, kuyu, galeri ve benzeri yeraltı kaynaklı sudur.

- **İşlem görmüş kaynak (membra) suyu:** Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan; bir çıkış noktasından kendiliğinden yeryüzüne çıkan veya teknik yöntemlerle yapay olarak yeryüzüne çıkarılan; standartta belirtilen özellikleri ancak dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler uygulandıktan sonra ya da özellik değerlerinin azaltılması veya artırılması ile sağlayabilen yeraltı kaynaklı suyudur.
- **İçme ve kullanma suyu:** Kaynağına bakılmaksızın orijinal hali ile veya arıtıldıktan sonra standartta belirtilen özellikleri sağlayan, genel olarak içme, yemek yapma, gıda maddelerinin hazırlanması ve temizlik amacı ile kullanılan sudur.

## 1.5. Su Gereksinimi

Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme ile su tüketimi ve kullanımındaki artışın yanı sıra kaynak ve yeraltı su rezervlerinin azalması, içme suyunun yüzeysel su kaynaklarından sağlanmaya başlanmasını zorunlu kılmıştır. Yüzeysel su kaynaklarının kullanımı ise içme suyu arttırma tesislerinin yapılmasını gündeme getirmiştir.

Bütün dünyada, yerüstü ve yeraltı su kaynaklarından azami yararın sağlanması için yoğun çaba gösterilmektedir. İhtiyaçların karşılanması için mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılması gerekir. Çoğunlukla büyük yatırım gerektiren su yapılarının projelendirilmelerinde ekonomik imkânların ve bu yapıların gerçekleştirilmesi ile doğacak ekonomik sonuçların mutlaka göz önünde bulundurulması ve değerlendirilmesi zorunludur.

Modern toplumların en önemli gereksinimlerinden birisi de bol ve yeterli miktarda içme ve kullanma suyu teminidir. Su tüketimi, toplumun kültürel ve sosyoekonomik yapısına, coğrafik özelliklere ve mevsimlere göre değişiklik göstermektedir. Türkiye'de kişi başına günlük su tüketimi ortalama 100 – 120 litredir. Bir insanın sağlıklı bir biçimde yaşaması için gereken kullanılacak su dikkate alındığında, kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketim standardı 150 litre olarak kabul edilmektedir.

Su;

- İçme suyu,
- Kullanma suyu,
- Sanayi ve ticari amaçlı kullanılan su,
- Sulama amaçlı kullanılan su,
- Yangın söndürmede kullanılan su,
- Su ürünleri elde etme, dinlenme, yüzme, deniz ulaşımı gibi amaçlarla kullanılan su olarak sıralanır.

Dünyadaki toplam temiz ve tatlı suyun yaklaşık olarak; %67'si tarımda, %23'ü endüstride ve %10'u ise konutlarda kullanılmaktadır. Türkiye'nin kullanılabilir su potansiyelinin %16'sı içme ve kullanmada, %72'si tarımsal sulamada, %12'si de sanayide tüketilmektedir.

Yapılan hesaplamalara göre, nüfusu beş bine kadar olan yerleşim bölgelerinde yaşayanlar günde kişi başına 60 litre kadar suya gereksinim duyar. Nüfusu beş bin ile elli bin arasında değişen yerleşim bölgelerinde yaşayanlar için 60-100 litre / gün suya ihtiyaç vardır. Nüfusu elli binin üzerinde olan yerleşim bölgelerinde yaşayanların su gereksinimi ise günlük kişi başına 100 ile 1000 litre arasında değişir.

Yerleşim alanlarının su ihtiyacı düşünülürken 30 yıl içinde artacak nüfus hesaba katılır. Yerleşim alanlarının 30 yıl sonraki nüfusu hesaplanır. Nüfus hesaplandıktan sonra, nüfus başına düşen günlük su miktarına ek olarak hayvan sayısı, sanayi tesisleri, kombina vb. durumlar göz önüne alınarak projeye esas alınacak su ihtiyacı tespit edilir.

Bir toplumda bireyin su gereksinimi günlük litre olarak tanımlanır. Birey günlük olarak;

- Fizyolojik ihtiyaçlar için 2,5 litre su,
- Zorunlu hallerde kişi başına 5 litre su,
- Kullanılan eşyalar ve konut temizliği için günde en az 30-40 litre su,
- Kırsal alanda su kuyudan ya da ev dışında bir kaynaktan taşıma sistemi ile karşılanacaksa kişi başına günde 40-50 litre su yeterlidir.

Yerleşim yerlerinde su gereksinimi hesaplanırken;

- Nüfusu 3000' e kadar olan yerlerde günlük 60 litre,
- Nüfusu 3000–5000 arası olan yerlerde 70 litre,
- Nüfusu 5001–10 000 olan yerlerde 80 litre,
- Nüfusu 30000 ile 50 000 arası olan yerlerde 120 litre,
- Nüfusu 50 000–100 000 arasında olan yerlerde 170 litre,
- Nüfusu 100 000–200 000 arasında olan yerlerde 200 litre,
- Nüfusu 200 000- 300 000 arası olan yerlerde 225 litre,
- Okullarda öğrenci başına 65 litre / 24 saat,
- Hastanelerde yatak başına 500 litre / 24 saat su gereksinimi olduğu kabul edilir.



**Resim 1.6: Su gereksinimi**

Nüfusu 300.000'e kadar olan beldelerde yukarıda verilen değerlere yol, ev bahçesi, park, pazaryeri, motorlu araçlar, okul, hastane, mezbaha, otel, hamam, çamaşırhane, dükkan, inşaat vb. yerlerin ihtiyacı veya temizlenmesi için tüketilecek su miktarları dahildir.

Nüfusu 300.000' den büyük beldelerde ise su ihtiyacının saptanması; insan, hayvan, sanayi, özel su ihtiyaçları ve toplam su ihtiyacı kademe yıllarına göre belirlenir.

Ayrıca, içme suyundan faydalanacak hayvan adedi hesaplanarak her büyük baş ve küçükbaş hayvan için su ihtiyaçları bulunur. Küçükbaş hayvanlarda bu değer 15 litre/gün, büyük baş hayvanlarda ise 60 litre/gün olarak belirlenmiştir.

## 1.6. Su Yönetimi

Su yönetimi; belirli politikalar ve kurallar kapsamında su kaynaklarının planlanması, geliştirilmesi, dağıtımı ve optimum kullanımına ilişkin faaliyetlerdir. İşletmelerde, suyun temin edildiği noktadan başlayıp, sistemin kullanım noktalarına ve atık su verilerine göre, sistemin tümünün farklı bölgelerdeki farklı gereksinimlere uygun olarak projelendirilmesi ve ayrıca sistem içindeki artıma birimlerinin projelendirilip uygulanması işlemidir. Birçok sistemin koordineli olarak tek bir sistem gibi çalıştığı ve tek merkezden yönetildiği bir sistem ile su, kaynağından alınır, kullanacağı her alana uygun ve etkili biçimde artırılır ve atık sulardan geri kazanım yapılır.

Su yönetimi aşağıdaki alt bölümlere ayrılır:

- Su-atıksu arıtımı
- Su kaynakları yönetimi
- Su taşkınlarından korunmanın yönetimi
- Sulama yönetimi
- Su tablasının yönetimi

Doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi; bu kaynakların işlevlerini yerine getirebilme kapasitesinin zamanla azalmamasını sağlar. Su yönetimi daha çok su kaynakları, tarımsal, endüstriyel, kentsel, rekreasyon amaçlı ve çevresel faaliyetler için kullanılır.

Ülkemizde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1600 m<sup>3</sup> dür. Diğer ülkeler ve dünya ortalaması ile karşılaştırıldığında Türkiye, kişi başına kullanılabilir su miktarı bakımından su azlığı çeken ülkeler arasında yer alır.

- **Su fakirliği:** Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.000 m<sup>3</sup>'ten daha az.
- **Su azlığı:** Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m<sup>3</sup>'ten daha az.
- **Su zenginliği:** Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 8.000-10.000 m<sup>3</sup>'ten daha fazla.

Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanması gerekmektedir.



## 1.7. Güvenli İçme ve Kullanma Suyu Sağlama

Çeşitli nedenler ile kirlenen su, öncelikle zararlı olabilecek her türlü etkenden arındırılır, dezenfekte edilir ve tüketime verilir.

Topluma temiz ve güvenilir içme suyu sağlanabilmesi için uygun yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi, su kaynaklarının korunması, suyun uygun şekilde arıtılması/işlenmesi, dezenfeksiyonu ve güvenli bir şebeke sistemi ile tüketime verilmesi gerekir.

Tüm bu aşamaların düzenli bir şekilde yürütülebilmesi yasal düzenlemeler ile mümkündür.

Su kaynaklarının korunması kavramı; içme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılacak tüm yerüstü veya yeraltı ham su kaynaklarının korunmasını kapsar. Yerkürenin topoğrafik özelliklerden dolayı belirli alanlarında toplanan bu bölgelere su havzaları adı verilir. Bu nedenle su kaynaklarının korunması yerine su havzalarının korunması ifadesi de sıklıkla kullanılır. Su havzalarının korunmasının önemi gün geçtikçe artmaktadır ve su havzaları yönetim sistemleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Su havzası yönetimi su kaynaklarını kirleticilerden korumanın yanı sıra mevcut su kaynağının devamlılığı için gerekli besleme yöntemlerini ve tüm bölgedeki arazi kullanım düzenlemelerini de kapsar ve sonuçta içme suyu arıtma işlemlerinin en az düzeye indirilmesini sağlar.

Bazı özel kullanım alanları hariç su; renk, koku, mikroorganizma ve kimyasal madde yönünden dünya genelinde kabul görmüş içme ve kullanma suyu kriterlerine uyumlu hale getirilmeye çalışılmaktadır.

Su kaynaklarının işlenerek içilmeye hazır hale getirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte, temel prensipler aynıdır. Kullanılacak yöntem belirlenirken suyun kalitesi, bulanıklığı, sıcaklığı, pH düzeyi ve suda bulunan patojen mikroorganizmaların türü dikkate alınmalıdır.

Yerüstü suyu için uygulanan genel su arıtma işleminin aşamaları şu şekilde özetlenebilir.

- **Flokülasyon;** suya alüminyum sülfat veya metal tuzları ilave edilerek sudaki partiküllerin bir araya gelmesi sağlanır.
- **Sedimentasyon;** ilk aşama sonunda bir araya gelen parçacıkların yer çekiminin etkisi ile suyun içinde bulunduğu tankın dibine çökmesi işlemidir.
- **Filtrasyon;** yavaş veya hızlı kum filtreleri ile veya aktif kömür filtreleri ile sedimentasyon sonucunda uzaklaştırılmayan katı partiküllerin sudan uzaklaştırılması işlemidir.
- **Dezenfeksiyon;** sudaki mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için uygulanan işlemlerdir.

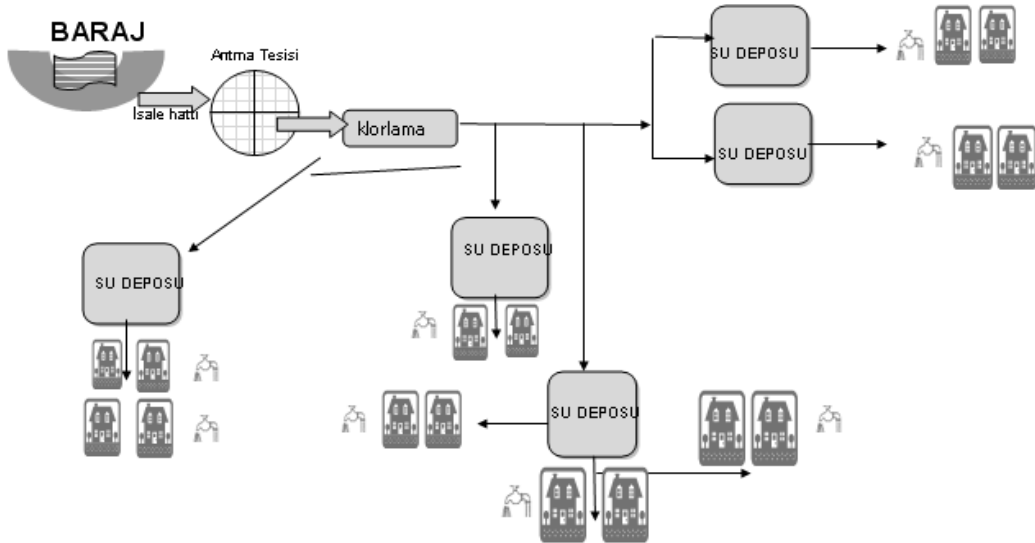
Arıtım işlemlerini takip eden depolama ve dağıtım aşamalarında da su her türlü kontaminasyondan özellikle de mikrobiyolojik kontaminasyondan korunmalıdır. Dışarıdan gelebilecek mikroorganizmaların yanı sıra su depoları ve dağıtım borularının içerisinde de sıklıkla biyofilm adı verilen mikroorganizmalardan oluşan çok ince bir tabaka gelişir. Arıtılmış suyu tüm bu mikrobiyolojik kontaminasyon kaynaklarından korumak için kullanılan en etkili yöntem dağıtım öncesi klorlamadır. Özellikle su dağıtım şebekesinin bütünlüğünün tam olarak sağlanamadığı ve şebekeden su kaçaklarının mevcut olduğu bölge ve ülkelerde klorlama hayati öneme sahiptir.

### 1.7.1. Kentsel Bölgelerde Su Dağıtım

Belediye su yönetimlerinin en önemli görevlerinden biri güvenilir, sağlıklı ve efektif bir şekilde su temin etmektir. İçme suyu sisteminin bileşenlerini su isale hattı, arıtma tesisi, dağıtım şebekesi ve depolama sistemleri olarak sıralanır.

Ülkemizde çoğunlukla baraj göllerinden kentsel yerleşim yerlerinin içme kullanma suyu temin edilir. Baraj gölü; su ihtiyacını karşılamak ve tarımsal alanların sulanması, enerji üretimi amacı ile inşa edilen su yapılarıdır.

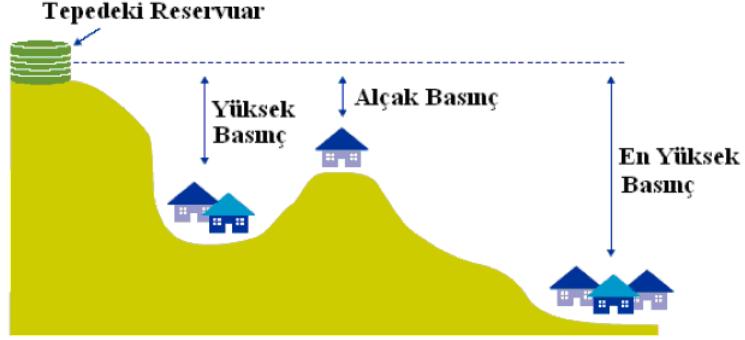
Yeraltı veya yerüstü su kaynağından alınan ham su pompa istasyonundan isale hattı ile arıtım ünitesine, ardından depoya ve şehir şebekesi aracılığı ile evlere dağıtılır.



Şekil 1.1: Şehir suyu dağıtım sistemi

Su temininde; kaynaktaki suyu şehir şebekesine ya da su depolarına taşıyan ana hatta isale hattı denir. Su alma yerleri yerleşim merkezindeki su deposuna göre yeterli yükseklikte ise su depoya cazibe ile getirilir.

## İçme Suyu Şebeke Sisteminde Basınç Yönetim Diyagramı



Şekil 1.2: Kentsel bölgelerde içme suyu dağılımı

İletim hatlarının planlamasında;

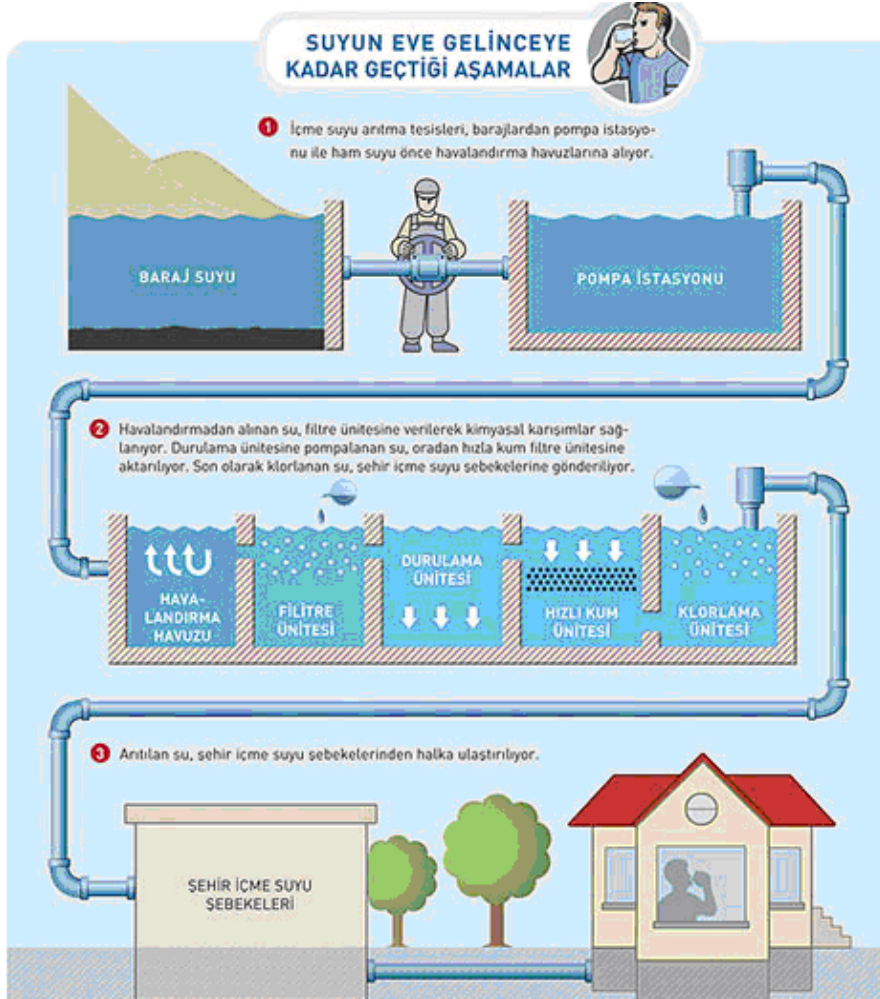
- Boru hattının ve diğer işletme teçhizatının gösterildiği topoğrafik harita hazırlanmalıdır.
- İsale hatları kaptaj ile depo veya dağıtım şebekesi arasında mümkün olduğu kadar kısa boru döşenmesine ve icabında sanat yapıları inşasına uygun, heyelan bataklık sarp kayalık ihtimali olmayan ulaşım yollarına yapım bakım ve idamesi kolay bir güzergâh takip etmelidir.
- Güzergâhta fazla eğim olmamalıdır.
- Borular sıfır eğimle döşenmez. Aksi takdirde borudaki suyu boşaltmak mümkün olmaz. Bunun için yatay bölgelerde döşenen borulara suni eğim verilir. Suni eğimlerin akış yönünden çıkışlarda % 2, inişlerde % 5 olması yeterlidir. İletim hattı uzun ise herhangi bir arıza halinde borunun içindeki suyun boşaltım ve onarımının yapılabilmesi için ortalama olarak 1km de bir tevkif (durdurma) vanası konur. Bunlar çukur yerlere konulmalıdır. Tevkif vanaları arasındaki mesafe büyük çaplı borularda 3-6 saatte, küçük çaplı borularda suyun 1/2 saatte boşaltılması esas alınmalıdır.

İçme suyu şebekesi; yerleşim birimlerinin su ihtiyaçlarının karşılanması amacı ile bir su şebekesi üzerinden son kullanıcıya kadar ulaştırılan suyun dağıtıldığı sistemdir.

Modern sistemlerde, fiziki su kayıplarının kontrolü, suyun iletim esnasında kirlenmemesi için sürekli izleme, yeraltındaki arıza kaynağının bulunabilmesinde düzenli dinleme ve kombine ölçüm gibi yöntemler kullanılır. Sayaç bölgelerinden elde edilen tüketim bilgileri artık anında merkezi bir bilgisayara ulaştırılan, kayıp ve kaçakların önlenmesinde erken müdahaleye yardımcı olan uzaktan okuma yöntemi, baraj, kuyu, terfi pompa istasyonu, depo ve tüm su dağıtım ağı bir kumanda merkezinden, bilgisayarlar aracılığı ile kontrol edilebilir sistemler kullanılmaktadır. Su dağıtımını, uzaktan kumandalı motorlu vanalar ile kontrol edilerek, hat basınç ve debileri, depo seviyeleri, sensörlerin de aracılığı ile sürekli ve anında denetlenebilmektedir. Bu sistemlerden otomatik düzenli su analiz örnekleri alınabilmekte ve kayıt altında tutma imkânı sağlanmaktadır.



Resim 1.7: İçme suyu arıtma tesisleri ve kumanda merkezi



Şekil 1.3: Kentsel yerleşim yerlerinde suyun evlere gelinceye kadar geçtiği aşamalar

## 1.7.2. Su Kayıpları

Ülkemizde entegre bir su yönetim sisteminin yetersiz oluşu, başta su kaynağının korunması ve doğru kullanılması olmak üzere, yağmur suyu ve içme suyu yönetimi, tarımda ve sanayide su kullanımı, yüzeysel ve yer altı su kaynağının korunması, evsel ve endüstriyel atık su yönetimi konularında sıkıntılar oluşturmaktadır.

Yeni su kaynağı bulmak, arıtma işleminden sonra şebeke sistemi yolu ile su kaynağını yerleşim yerine getirmek ve tüketime sunmak hem ekonomik açıdan hem de teknik açıdan oldukça zor ve pahalı bir iştir. Bundan dolayı içme suyu problemlerinin çözümünde yeni su kaynağı arayışına başlamadan mevcut şebekedeki su kayıplarının azaltılması ile ilgili çalışmalara öncelik verilmelidir.

Tüketiciye sağlıklı ve hijyenik su ulaştırmak yerel yönetimlerin en önemli görevlerindedir. Su yönetimlerinin öncelikleri şebeke sistemindeki su kayıplarının önlenmesi, su kaynaklarının korunması ve suyun arıtılması ve dezenfeksiyonu olmalıdır. Şebeke sisteminin periyodik olarak bakımının yapılması ve izlenmesi şarttır. Özellikle kayıpların yüksek olduğu şebeke sistemlerinde su kesintisi olduğu zaman şebekeye dışarıdan istenmeyen sular sızar. Buda tüketiciye sunulan içme suyunu kirleterek, tehlikeli hale getirir. Periyodik olarak izlenmesi ve kayıplar ile ilgili gereği yapılmayan şebeke sistemleri ile temiz ve hijyenik suyun tüketiciye sunulması çok zordur.



**Resim 1.8: İsale hattı veya şebeke borularından su kaçağı**

İçme suyundan sorumlu su yönetimlerinin şebeke sistemindeki su kaybını önlemek için almaları gereken tedbirler şunlardır:

- Teknik personel uluslararası normlarda eğitilmeli,
- Kullanım ömrünü tamamlayan sayaçlar ve borular yenilenmeli,
- Belediyelerin su politikalarını izleyecek bir üst birim kurulmalı,
- Şebeke sürekli kontrol ve denetim altında tutularak kayıplar önlenmeli,
- Eskiyen şebeke boruları belli bir program çerçevesinde değiştirilmelidir.

## 1.8. İçme ve Kullanma Suyunun Nitelikleri

Su kalitesi kriteri; bir suyun güvenli olarak kullanımını sağlayan ve suyun kalitesini bozan değişik maddeler üzerinde getirilen kalitatif veya kantitatif sınırlamalardır. Su kalitesi standardı ise bu kriterler ile beraber belirli kullanım amaçlarını ve kalitesini koruyabilecek şekilde planlanmış gerekli arıtmalar ile denetim yollarıdır. Yani, kriterler, bilimsel hükümlerdir. Standartlar atık uzaklaştırılmasında ve diğer su kullanımlarında uyulması gereken kuralları kapsar. İçme ve kullanma suyu, nitelik olarak birbirinin aynıdır. Kullanma suyunun da insan ve çevre sağlığını tehlikeye düşürmeyecek özellikte olması sağlanmalıdır.

İçme ve kullanma sularında aranan temel özellikleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Su; tortusuz, kokusuz, renksiz, berrak ve içimi hoş olmalıdır.
- Suda fenol, yağ gibi kötü koku ve tat veren madde bulunmamalıdır.
- İçme suyu tercihen 15°C'den aşağı sıcaklıkta olmalıdır.
- İçme suyu, patojen mikroorganizma ve kontamine madde içermemelidir.
- Suda; sağlığa zararlı, zehirli kimyasal maddeler bulunmamalıdır.
- Su korozif (aşındırıcı) olmamalı; sertliği, mineral ve organik madde içeriği limit değerlere uygun olmalıdır.
- pH 6.5- 8.5 arasında olmalıdır.
- Sular, kullanım amaçlarına uygun nitelikte olmalıdır.

### 1.8.1. İçme Suyu Standartları

İçme sularında bulunabilecek madde miktarları aşağıdaki değerleri geçmemelidir.

#### ➤ Fiziksel özellikler

Su, renksiz ve berrak ve kokusuz olmalı; bulanık olmamalıdır.

- **Kimyasal özellikler:** İçme suyundaki kimyasal maddeler, aşağıda verilen değerleri geçmemelidir.

Klorür	( Cl )	Litrede	250	Miligram
Sülfat	( SO )	“	250	“
Kalsiyum	( C )	“	100	“
Magnezyum	( Mg )	“	50	“
Sodyum	( Na )	“	175	“
Potasyum	( K )	“	12	“
Alüminyum	( Al )	“	0,2	“
pH		“	5,5-8,5	“

- **İstenmeyen maddeler:** Suda fazla bulunması istenmeyen maddeler ve bunların limit değerleri aşağıda verildiği gibidir.

Nitrat	( NO3 )	Litrede	45	Miligram
Demir	( Fe )	“	0,3	“
Mangan	( Mn )	“	0,05	“
Bakır	( Cu )	“	1,5	“
Çinko	( Zn )	“	3	“
Florür	( F )	“	1,5	“
Organik maddeler için oksijen miktarı		“	3,5	“
Amonyak	( NH3 )	“	0,05	“
Bor	( B )	“	0,3	“
Nitrit	( NO2 )	“	0,05	“
Fenolik maddeler		“	0,02	“

- **Toksik maddeler:** Suda bulunması istenmeyen zehirli maddeler ve limit değerleri aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Arsenik	( As )	Litrede	0,01	Miligram
Kadmium	( Cd )	“	0,003	“
Siyanid	( Cn )	“	0,01	“
Krom	( Cr )	“	0,05	“
Nikel	( Ni )	“	0,02	“
Kurşun	( Pb )	“	0,01	“
Antimon	( Sb )	“	0,005	“
Selenyum	( Se )	“	0,01	“
Civa	( Hg )	“	0,001	“
Pestisitler ve benzeri maddeler		“	0,0001	“

- **Radyoaktivite miktarı**

- Alfa vericiler litrede en çok 1 picocurie,
- Beta vericiler litrede en çok 10 picocurie değerinde olabilir.



➤ **Mikrobiyolojik özellikler**

- Jerm sayısı: Kaynağından alınan numunenin 1 mililitresinde;  
37 °C ' de 24 saatte 20  
20-22 °C 'de 72 saatte 50 jerm sayısını geçmemelidir.
- Jerm sayısı piyasa kontrollerinde alınan numunenin 1 mililitresinde  
37 °C ' de 24 saatte 100  
20-22 °C 'de 72 saatte 200 jerm sayısını geçmemelidir.
- Suyun 100 mililitresinde koliform, fekal ( termotolerant ) koliform, escherichia coli, fekal streptokok, salmonella, pseudomonas, eariginosa, patojen stafilokok, parazit, yosun ve diğer mikroskobik canlılar ile mililitresinde anaerop sporlu sülfat redükte eden bakteri ve enterovirüs bulunmamalıdır.

### 1.8.2. Uluslararası İçme Suyu Standartları

Su, geldiği kaynağa ve çevreye bağlı olarak bazı metal ve kimyasal maddeleri içerir. Zararlı etkileri, vücuda alındıktan hemen sonra veya yıllar sonra ortaya çıkabilir. Sudan içerisindeki metal, kimyasal madde ve diğer kirleticilerin tespitine yönelik numuneler alınır, analiz edilir. Analiz sonuçları limit değerlerle karşılaştırılır.

Suda, metal ve kimyasal maddelerden bir kısmının ancak belirli limit değerlere kadar bulunmasına müsaade edilirken bir kısım maddelerin hiç olmaması gerekir. Örnek olarak; kurşun, vücuttaki tüm organ ve dokuları etkilemektedir. Bu ağır metal için en duyarlı sistem, merkezi sinir sistemidir. Kurşun ayrıca böbreklerde ve bağışıklık sisteminde hasara neden olur. Avrupa Birliği standartlarına göre, içme veya kullanma sularında 1 litrede 0.01 miligramdan (0.01 ppm 'den) fazla kurşun bulunmamalıdır. Fabrika atıkları veya çevresel kirlilik kaynakları, yeraltı sularında kurşun miktarının yükselmesine neden olur.

Su sertliğine neden olan elementlerin büyük çoğunluğu, kalsiyum ve magnezyum gibi elementlerdir. Suyun analizi yapılarak içerdiği; arsenik, krom, kurşun, siyanür, cıva, baryum, selenyum, mangan, bakır, antimon, berilyum, florür, alüminyum, tarım ilacı, pestisit, amonyak, fenol, nitrit gibi kimyasallar, mikroorganizmalar ve radyoaktif bileşenler yönünden değerlendirilmesi gerekir.



➤ **TS 266, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğe göre içme suyu standartları**

Madde ismi	TSE 266		Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik	WHO
	Müsaade edilebilen değer	Maksimum değer	Parametrik Değer	Tavsiye edilen konsantrasyon sınırı <sup>a</sup> (mg/Lt)
<b>1. Zehirli maddeler</b>				
Kurşun (Pb)	-	0,05 mg/lit	10 µg/l	0,05 mg/lit
Selenyum (Se)	-	0,01 mg/lit	10 µg/l	0,01 mg/lit
Arsenik (As)	-	0,05 mg/lit	10 µg/l	0,05 mg/lit
Krom (Cr)	-	0,02 mg/lit	50 µg/l	0,05 mg/lit
<b>2. Sağlığa etki eden maddeler</b>				
Florür (F)	1,0 mg/lit	1,5 mg/lit	1500 µg/l	1,4–2,4
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	-	45,0 mg/lit	50 mg/l	45
<b>3. İçilebilme özelliğine etki eden faktörler</b>				
Renk	5 birim	50 birim	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	50 birim
Bulanıklık	5 birim	25 birim		25 birim
Koku ve tad	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz	Kokusuz normal
Buharlaştırma kalıntısı	500 mg/lit	1500 mg /lit	-	
Demir (Fe)	0,3 mg/lit	1 mg/lit	200 µg/l	
Mangan (Mn)	0,1 mg/lit	1,5 mg /lit	50 µg/l	0,3 mg/lit
Bakır (Cu)	1,0 mg /lit	1,5 mg/lit	2000 µg/l	0,05 mg/lit
Çinko (Zn)	5,0 mg/lit	15,0 mg/lit	-	1,0 mg/lit
Kalsiyum (Ca)	75,0 mg/lit	200,0 mg/lit	-	5,0 mg/lit
Magnezyum (Mg)	50,0 mg/lit	150,0 mg/lit	-	75,0-200,0 mg/lit
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	200,0 mg/lit	400,0 mg/lit	250 mg/l	
Klorür (Cl)	200,0 mg/lit	600,0 mg/lit	250 mg/l	
PH	7,0–8,5	6,5–9,2	6,5–9,2	250 mg/lit
Bakiye Klor	0,1 mg/lit	0,5 mg/lit	-	250 mg/lit
Fenolik maddeler	-	0,002 mg/lit	-	6,5–9,2
Alkil benzen sülfonat	0,5 mg/lit	1 mg/lit	-	
Mg + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	500 mg/lit	1000 mg/lit	-	0,001-0,002 mg/lit
<b>4. Kirlenmeyi belirten maddeler</b>				
Toplam organik madde	3,5 mg/lit	-	-	-
Nitrit	-	-	0,5 mg/l	-
Amonyak	-	-	0,5 mg/l	-

**Tablo 1.3: İçme suyu standartları**

### 1.8.3. Suların Muayenesi ve Değerlendirilmesi

Kentsel yerleşim yerlerinde halk sağlığının korunması, mevzuat hükümlerine ve standartlara uygunluğun sağlanması için su temin edilen kaynak, arıtım ünitesi, isale ve şebeke sürekli kontrol altında tutulmalı; su standardının olası değişiminde, insan ve çevre sağlığını korumaya yönelik acil ve etkin tedbirler alınmalıdır.

Özellikle arıtım ünitelerinde;

- Suyun günlük rutin analizleri (bulanıklık, pH, sıcaklık, organik madde) yanında, haftalık, 15 günlük ve aylık kimyasal ve bakteriyolojik analizleri yapılarak kayıt altına alınmalı; yürürlükte bulunan mevzuat hükümlerine ve DSÖ standartlarına uygunluğu sağlanmalıdır.
- Şehir suyuna bağlı akvaryum bulunmalı ve suyun toksikolojik analizi buradan takip edilmelidir.
- Belirli aralıklar ile şehirdeki depolardan ve uç noktalardan örnek alınarak suyun kimyasal ve bakteriyolojik analizi yapılmalıdır.
- Mikrobiyolojik kirlenmeye karşı düzenli klorlama işlemi yapılmalıdır.

Uluslararası içme suyu standardına göre;

- İyi klorlanmış bir suyun 100 ml'inde koliform bakteri bulunmamalıdır.
- Klorlanmamış suyun temiz kabul edilebilmesi için 100 ml'inde hiç escherichia coli bulunmamalıdır.
- Bir yılda alınan örneklerin %95'inde koliform bakteri bulunmamalıdır.
- Hiçbir örnekte 100 ml'de escherichia coli bulunmamalıdır.
- Peş peşe alınan örneklerde de yine koliform bakteri bulunmamalıdır.
- Şişe sularının 100 ml'inde Escherichia coli veya koliform mikroorganizma hiç bulunmamalıdır.

Bakteriyolojik analiz için 100 ml'lik steril şişelere örnek su alınmalı, örnek alınacak su klorlu ise sterilizasyondan önce %10'luk sodyum tiyosülfat eriyiğinden 0.2 ml şişeye konmalıdır ve altı saat içinde analiz edilmelidir.

Bakteriyolojik su numunesi alma sıklığı;

- Köylerde ve nüfusu 20.000'den az olan yerleşim yerlerinde, ayda en az bir örnek alınmalıdır.
- Su arıtma tesisi çıkışında, su klorlanıyor ise her gün bir örnek alınmalıdır.
- Su arıtılmadan direkt şebekeye veriliyor ise aşağıdaki kriterlere uyulmalıdır.

<b>Nüfus</b>	<b>2 örnek arası süre</b>	<b>En az örnek sayısı</b>
<20.000	1 ay ara ile	Her 5000 kişi için ayda bir örnek
20.000-50.000	2 hafta ara ile	Her 5000 kişi için ayda bir örnek
50.000-100.000	4 gün ara ile	Her 5000 kişi için ayda bir örnek
>100.000	Her gün	Her 10.000 kişi için ayda bir örnek

**Tablo 1.4: Kentsel yerleşim yerlerindeki içme suyundan alınan örnek sıklığının nüfusa oranı**

## UYGULAMA FAALİYETİ

Kentsel yerleşim yerlerinde, içme ve kullanma suyu kaynaklarını hijyenik yönden kontrol ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Suyun doğada bulunuş şekillerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tuzlu suyun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Tatlı suyun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Akarsuyun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Yeraltı suyunun özelliklerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ İçme suyu kaynaklarını tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Su ile ilgili barajların inşa amaçlarını inceleyiniz.</li><li>➤ Kuyulardan elde edilen suyun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Kaynak sularının özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Akarsuyun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Yağış sularının toplanmasına yönelik mevcut olan teknolojileri inceleyiniz.</li><li>➤ Yerüstü suyunun özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Yeraltı suyunun özelliklerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ Su kirlenmesinin nedenlerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan su kirliliğini inceleyiniz.</li><li>➤ Pestisitlerden kaynaklanan kirliliklerin suya olan etkilerini inceleyiniz.</li><li>➤ Eysel ve kentsel atıklardan kaynaklanan kirliliklerin suya etkilerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ Su yönetimi ile ilgili işlemleri yürütünüz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Su arıtımının önemini inceleyiniz.</li><li>➤ Su kaynakları yönetiminin etkinliğini inceleyiniz.</li><li>➤ Su taşkınlarından korunmaya yönelik alınabilecek yöntemleri inceleyiniz.</li><li>➤ Sulama yöntemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Su fakirliği kavramının ne anlama geldiğini inceleyiniz.</li><li>➤ Su azlığı kavramının ne anlama geldiğini inceleyiniz.</li><li>➤ Su zenginliği kavramının ne anlama geldiğini inceleyiniz.</li></ul>

<p>➤ İçme ve kullanma suyunun niteliklerini tespit ediniz.</p>	<p>➤ Suyun fiziksel özelliklerini inceleyiniz. ➤ Suyun kimyasal özelliğini inceleyiniz. ➤ Suyun biyolojik özelliğini inceleyiniz. ➤ Suyun mikrobiyolojik özelliğini inceleyiniz. ➤ Suyun radyolojik özelliğini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Suyun muayenesini ve değerlendirilmesini yapınız.</p>	<p>➤ Analiz sonuçlarını mevzuata göre değerlendiriniz. ➤ Bakteriolojik analiz sonuçlarını inceleyiniz. ➤ Kimyasal analiz sonuçlarını inceleyiniz. ➤ Fiziksel analiz sonuçlarını inceleyiniz</p>
<p>➤ Muayene ve değerlendirme sonuçlarını ilgili kurum/kuruluşlara gönderiniz.</p>	<p>➤ İller Bankasının görevlerini inceleyiniz. ➤ DSİ Genel Müdürlüğünün görevlerini inceleyiniz. ➤ Yerel yönetimlerin görevlerini inceleyiniz. ➤ Sağlık Bakanlığının görevlerini inceleyiniz.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, yerüstü sularının özelliklerinden biri değildir?  
A) Bileşimi değişken  
B) Bulanıklığı fazla  
C) Yüksek mineral içeriği  
D) Mikroorganizma var  
E) Tat ve koku mevcut
2. Aşağıdakilerden hangisi, ülkemizde içme ve kullanma suyu olarak kullanılmamaktadır?  
A) Baraj suyu  
B) Kuyu suyu  
C) Kaynak Suyu  
D) Akarsu  
E) Denizler
3. Aşağıda verilenlerden hangisi, su kirliliğinin önemli nedenlerinden değildir?  
A) Hızlı sanayileşme  
B) Endüstriyel atıklar  
C) Pestisidler  
D) Evsel atıklar  
E) Planlı kentleşme
4. Aşağıdakilerden hangisi, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 2.000 m<sup>3</sup>'ten daha az olduğunda ifade edilen kavramdır?  
A) Su fakirliği  
B) Su zenginliği  
C) Yetersiz su  
D) Su azlığı  
E) Yeterli su
5. Aşağıda verilen değerlerden hangisi, ülkemizde kişi başına günlük su tüketimi ortalamasıdır?  
A) 100-120 litre  
B) 200-250 litre  
C) 300-350 litre  
D) 500 litre  
E) 600 litre

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

İçme ve kullanma suyunun arıtılması ve arıtım ünitelerinin sağlığa uygunluk işlemlerini yürütebileceksiniz

## ARAŞTIRMA

- Çevremizde bulunan içme ve kullanma suyunun fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden özelliklerini araştırınız.
- Arıtım ünitesini planlarken hangi kriterlerin değerlendirildiğini araştırınız?
- Ham suyun arıtılmasının amaçlarını araştırınız.
- Suyun arıtılmasında kullanılan yöntemlerin tarihsel sürecini araştırınız.
- İleri arıtım sistemlerinde kullanılan teknoloji özelliklerini araştırınız.

## 2. İÇME VE KULLANMA SUYUNUN ARITILMASI VE ARITIM YÖNTEMLERİ

Tüketime verilen suyun yeterli ve sağlıklı olmasının insan ve çevre sağlığının korunmasındaki önemi büyüktür.

İçme ve kullanma suyunun yetersiz ve sağlıksız olması nedeni ile başta su kaynaklı hastalıklar olmak üzere çeşitli hastalıklarda artış görülür. Bu hastalıklar, su epidemileri şeklinde ortaya çıkar. Bu nedenle koruyucu çevre sağlığı hizmetleri içerisinde, toplumun tüketimine verilen suyun her aşamasında ve her türlü kirlenmelere karşı korunması; dolayısı ile tüm yerleşim yerlerinde su sanitasyonuna gerekli önemin verilmesi gerekir.

Suyun kaynağında kirlenmelere karşı korunması, temin edilen suyun arıtılması, dezenfeksiyonu, isalesinde ve dağıtımında kirlenmenin önlenmesi ve sağlıklı malzeme kullanılması gerekir.

Topluma sağlıklı suyun ulaştırılmasının sağlanması ve bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasının engellenmesi için suyun içilebilir duruma getirilmesi gerekir.

Suyu arıtmak; onu içilebilir hale getirecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişikliklere uğratma işlemidir. Bu durumda arıtım işlemleri, arıtılacak ham suyun kalitesine ve yapısına bağlıdır. Ham suyun kalitesi ise çeşitli faktörlere bağlıdır. Yine bir arıtım programının yapılmasından önce kaptaj suyunda bulunması istenen özelliklerin saptanması gerekir.

## 2.1.Arıtım Sistemlerinin Seçimi

İçme suyu arıtma tesislerinde üç temel prensip vardır. Bunlar:

- Suyun fiziksel ve estetik kalitesinin sağlanması,
- Bulunması muhtemel toksik veya sağlığa zararlı maddelerin giderilmesi,
- Sudaki hastalık yapıcı mikroorganizmaların etkisiz hale getirilmesidir.

Arıtım prosesleri ve tercih edilecek arıtım derecesi ham suyun kalitesine ve istenen çıkış suyu kalitesine bağlıdır. İçme suyu arıtımında temel metotlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerdir.

Suyun insan tüketimine uygun hale getirilmesi için arıtma yönteminin seçiminde;

- Ham suyun özellikleri yani, sistemin çıkış suyu kalitesi,
- Tesis yeri ve arıtma tesisi yapılacak yerleşim yerinin sosyo-ekonomik yapısı,
- Tesisin ilk yatırım maliyetine bağlı olarak işletme masrafları,
- Kullanılan sarf malzemesinin kolay temin edilip edilemeyeceği gibi kriterler rol almaktadır.

Arıtım tesisinin seçimi sırasında bazı noktalara dikkat edilmesi zorunludur. Bunların başlıcaları; tesisin kapasitesi, topoğrafik özellikler, nüfus yoğunluğu, yüzey jeolojisi, kirlenme kaynakları ve özellikleri, yağış ve yağışın topraktan emilmeyen bölümü ile ilgili veriler ve bilgilerdir.

Kullanıma sunulacak doğal suyun, fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, biyolojik ve radyolojik özellikleri değerlendirilmelidir. Suyun buharlaşması ile ilgili bilgiler elde edilmelidir. Su ihtiyacının miktarı, en küçük ve en büyük tüketim sınırları, gelecekte kentin nüfus artışına ve büyümesine cevap verip vermeyeceği, kentin hangi yönde ve biçimde gelişeceği, gerektiğinde diğer su kaynaklarının nereden sağlanacağı belirlenmelidir. Su kaynaklarının beslenme havzalarında yerleşme yeri oluşturulmamalı ve tarım yapılması engellenmelidir.



**Resim 2.1: Ham su arıtım tesisi**

## 2.2. Arıtım Çeşitleri

Suyun arıtılması; uygulanan yöntemlere göre doğal, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve ileri arıtım yöntemleri olarak sınıflandırılır.

### ➤ Doğal arıtım yöntemleri

Günümüzde teknoloji ve arıtım tekniklerinde büyük gelişmeler sağlanmıştır. Az enerji tüketen teknolojiler, tekrar kullanma ve geri kazanma gibi unsurlar ve doğal mekanizmaları taklit eden sistemler geliştirilmiştir. Herhangi bir su kirlenmesinde, kirleticiler; yağmur suyuna, akarsuya ve yeraltı suyuna karışarak göl, deniz ve sulak alanlara taşınmaktadır. Ancak artan insan nüfusu ve endüstriyel faaliyetlere bağlı olarak atık miktarları ve çeşidinde de artış olacağından çeşitli arıtım sistemleri geliştirilerek bu sorun çözülmeye çalışılmalıdır.

Doğal arıtım sistemleri, yatırım maliyeti açısından, en ucuz arıtma tesisinden 40 kat daha ekonomik olup işletme açısından da hiçbir maliyeti yoktur. Yapay sulak alanlar aracılığı ile arıtılan su, içilecek düzeyde olmamasına karşın tarımda sulama suyu olarak kullanılabilir. Yapay sulak alanları; yapımının ucuz olması, bakım ve işletmesinin kolay olması, işletme aşamasında elektrik ya da başka bir enerji kaynağına gerek duyulmaması, arıtım kapasitesinin yüksek olması yönünden diğer arıtım sistemlerine göre avantaj sağlar. Bu sistem, tek konuttan binlerce konuta kadar uygulanabilmekte ve bu durum, özellikle su azlığı olan bölgelerde hem suyun geri kazanılmasına hem de arıtımını sağlayarak elde edilen suyun sulamada kullanılmasına imkân verir. Bunun yanında doğal arıtım sistemlerinin; soğuk iklim bölgelerinde, özellikle kış aylarında arıtma kapasitesinin düşmesi, kurulması için büyük alanlar gerektirmesi, kurulacak uygun arazinin olmaması ya da arazinin çok değerli olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bununla birlikte bu sistem, özellikle kırsal bölgelerde evsel atık su arıtımı için en uygun sistemdir. Ülkemizde, kanalizasyon altyapısını bitirmiş tüm köylerde bu doğal arıtma sistemlerinin uygulamaya geçirilmesi hedeflenmektedir. Atık su arıtma teknikleri aşağıda anlatılmıştır.

#### • Stabilizasyon havuzları

Stabilizasyon havuzları, atık su arıtma tekniklerinin en basiti olup enerji sarfiyatının olmayışı, güvenilirliğinin yüksek oluşu, bakım ve işletmesinin kolay olması açısından avantaj sağlar. Stabilizasyon havuzu; atık su, su ve toprağa verilmeden önce bekletilen yapay veya doğal bir su kütesidir. Kendi kendine temizleme olarak da bilinmektedir.

#### • Arazide arıtım sistemleri

Bu sistemler, atık suyun bitki üretiminde yeniden kullanımını sağladığı için yaygınlaşmıştır.

#### • Sulak alan sistemleri

Sulak alanlar, ortamdaki güneş enerjisini kullanabilme ve kendi kendini yenileyebilme özelliğine sahiptir. Sulak alanların yapısı içerisindeki vejetasyon hem bakteri filmleri için bir temas yüzeyi oluşturur hem de atık suyundeki kirleticilerin filtrasyonunda rol oynar.





**Resim 2.2: Sulak alanlar**

➤ **Fiziksel arıtım sistemleri**

Fiziksel arıtım, fiziksel yollarla ve cazibe ile ham su içindeki yağ ve kaba atıkların ızgara ve benzeri düzenekler ile uzaklaştırılmasıdır.

Suyun fiziksel özelliklerine bağlı arıtım yöntemleri; sudaki kirliliğin partikül büyüklüğü, özgül ağırlığı ve viskozitesine (akışkanlık) göre değişir. Ham su içerisindeki kirletici maddelerin fiziksel işlemlerle atık sudan alınması amacı ile kullanılan proseslerdir. Bu tip işlemlerin tipik örnekleri; ızgaralar, elekler, kum tutucular, yüzdürme sistemleri, çöktürme havuzları, dengeleme havuzları, filtrasyon ve gaz transferidir. Fiziksel arıtım en basit arıtım yöntemidir. Bu arıtım yöntemi ile yaklaşık partikül büyüklüğü 10mm'ye kadar olan askıdaki ve yüzen maddeler tutulur.

• **Izgara ve elekler**

Arıtım tesislerinde, mekanik arıtım ekipmanları olarak da kullanılan ızgara ve elekler, daha sonra yer alan ünitelerin tıkanmasına yol açabilecek büyüklükte olan organik ve inorganik maddelerin ayrılmasını sağlar.

Izgaralar; büyük hacimli maddelerin atık sudan ayrılarak pompa ve diğer teçhizata zarar vermelerini önlemek ve diğer arıtım ünitelerine gelecek yükü hafifletmek amacı ile kullanılan üniteleridir. İnce ve kaba ızgaralar olmak üzere aralık miktarlarına bağlı çeşitleri bulunmakta, manuel veya otomatik temizlemeli olarak dizayn edilebilmektedir.

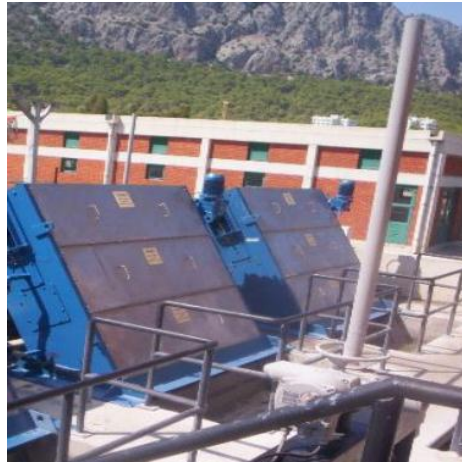


**Resim 2.3: Manuel temizlemeli kaba ve ince ızgaralar**

Elekler; ham su içerisindeki katı maddelerin tutulması ve arıtım sistemine gelen kirlilik yüklerinin azaltılması amacı ile kullanılır.



**Resim 2.4: Statik elek**



**Resim 2.5: İnce ızgaralar**

- **Dengeleme havuzları**

Ham suyun debi ve kirlilik yüklerinin dengelenmesi amacı ile kullanılır.

- **Kum tutucular**

Kum tutucular; ham su içerisinde bulunan kum, çakıl gibi inorganik maddeleri atık sudan ayırmak; hem arıtım tesislerindeki pompa ve benzeri teçhizatın aşınmasına hem de kanal, boru, çökeltme havuzu ve çamur çürütme tankındaki tıkanmalara engel olabilmek için kullanılan arıtım sistemi birimidir.

Büyük ölçekli tesislerde, betonarme olarak inşa edilen kum tutucularda tutulan kumun, yıkama ve toplama haznesine son taşıma işlemleri, burgu tip taşıyıcılara sahip üniteler ile sağlanmaktadır. Kum tutucu tabanında biriken kum, sıyrıldığı haznedeki, motor ile çalışan burgulu konveyör vasıtası ile taşınarak bir konteynıra boşaltılır.

Küçük ölçekli tesislerde, kum tutma, ayırma ve yıkama dâhil bütün kum giderme süreci paket üniteler ile gerçekleştirilmektedir. Bu paket ekipmanlarda çökeltme haznesi ile taşıyıcı burgulu konveyör birbirine monte edilmiştir.



**Resim 2.6: Kum tutucular**

Santrifüj ve yerçekimi kuvveti kumun çökmesine neden olur. Kum tutucularda toplanan kum ve çakıl, büyük tesislerde basınçlı hava ile çalışan pompalar veya bantlı, kovalı ve helezonlu mekanizmalar ile sürekli bir şekilde; küçük tesislerde ise manuel yöntemler ile temizlenir.

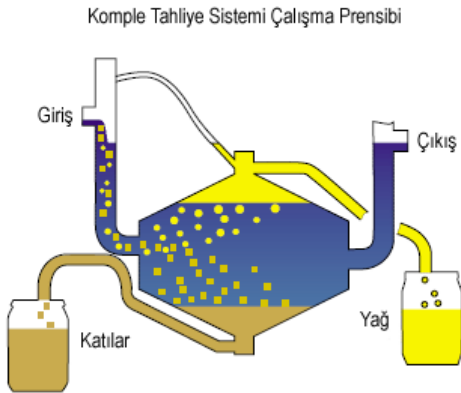
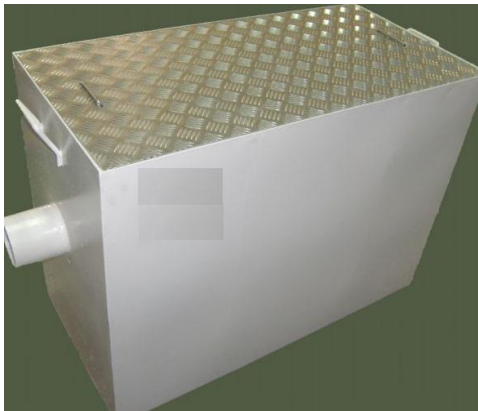
Bazı büyük sistemlerde kum, çamurla birlikte yakılır. Kireç ile stabilize edilip düzenli çöp depolama alanlarında bertaraf edilir. Kum tutucu tabanında biriken maddeler az da olsa bir miktar organik madde ve patojen mikroorganizma ihtiva ettiğinden bunların gelişigüzel atılmaları sakıncalıdır; bu yüzden ızgara atıklarında olduğu gibi evsel katı atık ve artıklarla beraber bertaraf edilir. Kum tutucular genellikle kaba ızgaradan sonra ilk çöktürmeden önce kullanılır.

- **Yağ tutucular**

Atık su bünyesinde bulunan yağın ayrılmasını sağlamak için kullanılır. Genel olarak yağ tutucuların çalışma prensibi, yağ ile suyun yoğunluk farkından yararlanarak yağın sudan ayrılma esasına dayanır. Yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçük olan yağ ve gres, sudan ayrılarak yağ tutucunun yüzeyine doğru yükselir. Tam olarak sudan ayrılarak yüzeye çıkan yağ parçacıkları sıvı yüzeyde bir tabaka oluşturur ve manuel veya ayarlanabilir savak yardımı ile yağ tutucunun dışına alınır. Mekanik yağ sıyırma ekipmanı, isteğe bağlı olarak monte edilir.



**Resim 2.7: Kum ve yağ tutucuların bir arada uygulanması**



**Resim 2.8: Yağ tutucu ve çalışma sistemi**

- **Yüzdürme sistemleri**

Yüzdürme işlemi; sudan daha düşük özgül ağırlığa sahip taneciklerin yükselmesi esasına dayanır. Yüzdürme sistemleri, atık su içerisinde bulunan yağ, sabun, gres, ahşap parçaları gibi sudan hafif maddeleri tutmak için kullanılır.

- **Çöktürme havuzları**

Çöktürme havuzu, sudan daha fazla yoğunluğa sahip katı maddelerin durağan koşullarda yer çekimi etkisi ile çöktürülerek uzaklaştırılması amacı ile kullanılır. Çöktürme havuzu, ön çöktürme, biyolojik ve kimyasal arıtım işlemi sonrasında da son çöktürme amacı ile kullanılır.

- **Kimyasal arıtım sistemleri**

Kimyasal arıtım sistemleri, suda çözülmüş veya askıda bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtım prosesleridir.

Kimyasal arıtım işlemi; suya kimyasal maddeler ( koagülant, polielektrolit vb.) ilave edilerek istenmeyen maddelerin çökeltilmesi ve çamur halinde sudan ayrılmasıdır. Uygulamaları; nötralizasyon, flokülasyon ve koagülasyondur.

- **Nötralizasyon**

Asidik ve bazik karakterdeki ham suların uygun pH değerinin ayarlanması amacı ile yapılan asit veya baz ilavesi işlemidir.

- **Koagülasyon**

Koagülant maddelerin uygun pH'da atıksuya ilave edilmesi ile atık suyun bünyesindeki kolloidal ve askıda katı maddeler ile birleşerek flok oluşturmaya hazır hale gelmesi işlemidir.

- **Flokülasyon (yumaklaştırma)**

Ham suyun uygun hızda karıştırılması sonucunda koagülasyon işlemi ile oluşturulmuş küçük taneciklerin birbiriyle birleşmesi ve kolay çökebilecek flokların oluşturulması işlemidir.

- **Biyolojik arıtım sistemleri**

Biyolojik arıtım, ham su içerisindeki çözülmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetler ile ayrıştırılarak giderilmesi işlemidir. Bakterilerin arıtım işlemi gerçekleştirebilmeleri için pH, sıcaklık, çözülmüş oksijen, toksik maddeler gibi parametrelerin kontrol altında tutulması gerekir. Uygulamaları; aktif çamur sistemleri, biyofilm sistemleri, stabilizasyon havuzları, havalandırılmalı lagünler ve damlatmalı filtrelerdir.



- **Aktif çamur**

Aktif çamur sistemi; dengeleme, havalandırma, çöktürme ve dezenfeksiyon ünitelerinden oluşur. Aktif çamur tekniğine göre çalışan sistemler uygulamada en çok kullanılan sistemlerdir. Aktif çamur kolloidal çözünmüş maddelerin mikroorganizmalar ile çökebilir biyolojik floklara dönüştürüldüğü prosestir ve bu proseste havalandırma havuzu içindeki mikroorganizmaların askıda tutulması esastır.

Biyolojik arıtım ünitesi havalandırma sonucu, organik maddelerin askıda çoğalan mikroorganizmalar tarafından parçalanması prensibi ile çalışır. Askıda çoğalan mikroorganizmalar suyun içerisinde bulunan organik maddeleri parçalayarak H<sub>2</sub>O ve CO<sub>2</sub>'e çevirir. Mikroorganizmaların organik maddeleri oksitlemesi sonucu organik maddeler ya okside olur, ya da biyokütleyle dönüşür.

Havalandırma havuzunda gereken arıtma veriminin sağlanması amacı ile havuz içerisinde faaliyet gösteren mikroorganizma sayısını sabit bir değerde tutmak gerekmektedir. Bu nedenle biyokütlenin bir kısmı çöktürme kademesinde fazla çamur olarak sistemden atılırken diğer kısmı havalandırma bölümüne geri devrettirilir. Aktif çamur sistemlerinde bakteriler en önemli mikroorganizmalardır. Aktif çamur sistemlerinin dizaynında çeşitli parametreler kullanılır. Bu parametrelerden bazıları çamur yükü, çamur yaşı ve bekleme süresidir.

- **Biyofilm**

Damlatmalı filtre sistemlerinde üst kısımdan verilen su, damlatmalı filtre içine yerleştirilen dolgu malzemelerinin arasından aşağı doğru akar. Dolgu malzemeleri üzerinde mikroorganizmalar oluşur.

Damlatmalı filtre tabanından verilen hava mikroorganizmaların yaşamı için gereklidir. Mikroorganizmalar da atık sudaki organik maddeleri tüketirler. Filtre malzemesi taş dolgu ya da plastik dolgu malzemesidir. Biyodisk sistemleri, seri olarak yerleştirilmiş dairesel disklerden oluşur. Mikroorganizmalar disklerin yüzeyine tutunup tabaka oluştururlar. Disklerin dönmesi biyokütleyi atık sudaki organik maddelerle temas ettirir. Diskler sonra da atmosferdeki oksijenle temas eder. Disklerin dönmesi ile aerobik şartlar sağlanır.

- **Stabilizasyon havuzları**

Stabilizasyon havuzlarının işletilmesi basittir. Bu sistemler aerobik, anaerobik ve fakültatif (hem aerobik hem anaerobik özellik gösteren bakteri) stabilizasyon havuzları olarak sınıflandırılır.

- **İleri arıtım yöntemleri**

Konvansiyonel arıtım ile birlikte aktif karbon, iyon değişim sistemlerinden birinin uygulanmasıdır.

- **Azot giderme**

Atık suyun içerdiği amonyum iyonları, azot bakterileri yardımı ile nitrifikasyon kademesinde önce nitrite ve sonra nitrata dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı halinde sudan uzaklaştırılır.

- **Fosfor giderme**

Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metotlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtmada kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metotlar ile fosfor arıtımı, biyolojik arıtım sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile sağlanır.

- **Filtrasyon (Süzme)**

Biyolojik ve kimyasal arıtım işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kolloidlerin tutulması amacı ile uygulanır. İçilebilir nitelikte su sağlamak için yalnız flokülasyon yeterli değildir. Suyun, flokülasyondan sonra filtrasyonu zorunludur. Filtrasyon bakterileri, diğer mikroorganizmaları ve kirli maddeleri tutmak amacı ile suyu genellikle kumlu ya da gevşek yapıda diğer malzemeden yapılmış bir yataktan geçirmekten ibarettir. Bu safhada bakterilerde %95-99 oranında uzaklaştırılır. Süzmede zaman geçtikçe biyofilm tabakası oluşur. Bakteri protozoa ve organik maddeler bu tabakayı oluşturur. Bu tabaka daha sonraki süzmelerde makrofağlar devreye girdiği için daha başarılı süzme yapar.

- **Adsorbsiyon**

Çözelti ortamındaki atom, iyon veya moleküllerin bir katı adsorbentin yüzeyine transferine dayanan ve genellikle faz yüzeylerinde oluşan ayırma işlemidir. Başka bir ifade ile; suda çözülmüş maddelerin elverişli bir ara yüzeyde toplanmasıdır. Çözülmüş maddenin katı yüzeyinde tutunması için, çözülmüş maddenin çözeltiden alınması, çözünenin katı yüzeyinden uzaklaşması ve çözülmüş maddenin yüzeye bağlanması gerekir. Bu bağlanmada yüzeyde tutunan maddeye adsorblanan, yüzeyine çeken maddeye de adsorbent veya adsorblayıcı denir.

- **İyon değiştirme**

İyon değiştirme; suda bulunması istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon ve katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulması işlemidir. Suda sertliğe neden olan kalsiyum ve magnezyum iyonlarının uzaklaştırılmasında kullanılır.



**Resin 2.9: İyon değiştirme ekipmanı**

- **Ters Ozmos (Reverse ozmos sistemleri)**

Ters ozmos, suyun içindeki istenmeyen tüm mineralleri sudan ayıran, saf su ve içme suyu teminine yönelik olarak kullanılan membran filtrasyon prosesinin adıdır. Bu sistemler çapraz akışlı olarak çalışır. Bilinen anlamda filtrasyon prosesi değildir; çünkü membran üzerinde suyun geçişine izin veren gözenekler son derece ufaktır (Yaklaşık 1 mm'nin 2.000.000'da biri delik çapı). Böyle ufak bir gözenekten sadece su molekülleri ve bazı çok ufak inorganik moleküller geçebilmektedir. Diğer moleküller ise konsantre su fazında sistemden dışarı atılır.

Ters ozmos üniteler genelde ön filtrasyon aşamaları sonrasında kullanılır. Su, önce partikül filtreden geçirilir. Partikül filtrasyon, suyun içinde bulunan 5 mikrondan daha büyük olan tüm partikülleri tutar (1 mikron = 0.001 mm). Partikül filtrasyon, membranların tıkanmasını engellemek amacı ile kullanılır. Partikül filtrasyondan sonra su aktif karbon filtreden geçirilir. Aktif karbon ile suda istenmeyen koku, tat ve klor tutulur.

Aktif karbon filtreden geçirildikten sonra su, tekrar 1 mikron çapındaki filtrelerden filtrasyondan geçirilir. Burada daha ince taneciklerin tutulması sağlanır. Bu ünitelerden geçen su, ters ozmos membrana verilmeye hazırdır. Suyun içinde ağır metaller, sodyum, kurşun, arsenik, nitrat, asbest ve diğer birçok zararlı iyonlar bulunur. Ters ozmos membran su da çözünmüş bu iyonları tutar. Su ters ozmos membrandan çıktıktan sonra ikinci bir tat düzenleyici post aktif karbon filtreden geçirilir. Ters ozmos üniteden çıkan su son derece güvenilir olan içme suyudur.



Özellikle son yıllarda doğal kaynak sularının bozulması, kirlenmesi ve yok olmasından dolayı, su şişeleme işletmelerinde içme suyunun arıtımında, deniz suyundan içme ve kullanma suyu elde etmek amacı ile kullanılmaktadır.



**Resim 2.10: Ters ozmos ünitesi**

- **Ultrafiltrasyon**

Yarı geçirgen membranların kullanıldığı ters ozmos işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Bu yöntemde yağ/su emülsiyonu içerisinde disperse olan (yayılan, dağılan) yağ damlacıkları ince bir membran yardımı ile filtre edilerek su fazından ayrılır. Ultrafiltrasyondan önce arıtılması düşünülen emülsiyonun bir ön arıtma işlemine tutulmasında fayda vardır. Bu işlem emülsiyon kırma maddeleri ile gerçekleştirilir ve yağ su fazı ayrılır.

### **2.3. İçme Suyu Arıtım Tesislerinin Kontrollerinde Dikkat Edilecek Hususlar**

Arıtım tesisleri, planlanma, yer seçimi, teknoloji seçimi ve çalışma koşulları dikkate alınarak aşağıdaki hususlar yerine getirilmelidir:

- Kontrol elemanı, konusunda uzman olmalıdır.
- Arıtım tesisinin ve arıtım tesisine gelen suyun özellikleri bilinmelidir.
- Su arıtımında kullanılan kimyasal maddelerin cinsi, miktarı, ilave edilen maddelerin suda ne gibi değişiklik meydana getirdiği bilinmelidir.
- Her ünitenin çıkışındaki suyun analizinin yapılması, tüketime verilmeden önceki üniteye içme suyu kalitesinde olup olmadığı incelenmelidir.
- Arıtım tesislerinde uygun teknoloji kullanılmalıdır.
- Yapılan ölçüm sonuçları, düzenli olarak kaydedilmelidir.



**Resim 2.11: Ölçüm laboratuvarlarında suyun incelenmesi**

Arıtım işleminden sonra tüketime verilen suyun kirlenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İçme kullanma sularının arıtılması ve arıtım ünitelerinin sağlığa uygunluk işlemlerini yürütünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İçme kullanma sularının arıtım ölçütlerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım tesisi ile ilgili ünite seçiminde dikkat edilecek hususları inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım tesislerinin tarihsel gelişim süreçlerini inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım tesislerinin teknolojik gelişim süreçlerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ Arıtım ünitelerinin işlevlerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım ünitelerinin suyun fiziksel kalitesi üzerindeki etkilerini inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım ünitelerinin mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini inceleyiniz.</li><li>➤ Arıtım ünitelerinin toksik maddeler üzerindeki etki Su ile bulaşan hastalıkların özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Su ile bulaşan paraziter hastalıkların özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Suyun kişisel hijyene olan etkilerini inceleyiniz.</li><li>➤ Temiz suyun diğer canlılar üzerine olan etkilerini inceleyiniz.</li></ul>
➤ Arıtım çeşitlerini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li><li>➤ Fiziksel arıtım sistemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Kimyasal arıtım sistemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Biyolojik arıtım sistemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Anaerobik arıtım sistemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ İleri arıtım sistemlerinin özelliklerini inceleyiniz.</li><li>➤ Nötralizasyon işlemlerinde kullanılan kimyasalların özelliklerini inceleyiniz.</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Koagülasyon işlemlerinde kullanılan kimyasalların özelliklerini inceleyiniz.</li> <li>➤ Flokülasyon işlemlerinde kullanılan kimyasalların özelliklerini inceleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Klorlama ünitelerini kontrol ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li> <li>➤ Azot giderme ünitelerinin önemini inceleyiniz.</li> <li>➤ Fosfor giderme ünitelerinin önemini inceleyiniz.</li> <li>➤ Absorbsiyon ünitelerinin önemini inceleyiniz.</li> <li>➤ İyon değiştirme ünitelerinin önemini inceleyiniz.</li> <li>➤ Klor ile dezenfeksiyon işlemlerinin mikroorganizma ve suyun kalitesi üzerine olan etkilerini inceleyiniz.</li> <li>➤ Düzenli klorlama yapılıp yapılmadığına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Klorla ünitesinde çalışma personelin iş güvenliği önlemleri alıp almadığına dikkat ediniz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Arıtım kontrollerinde dikkat edilecek hususları tespit ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li> <li>➤ Arıtımın; sanayileşme, çöp depolama, gübrelik, sel, heyelan gibi alanlarda olup olmamasına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Arıtım tesislerinde görevli personelin gerekli sağlık koşullarını taşıyıp taşımadıklarını inceleyiniz.</li> <li>➤ Sarf malzemelerinin, kullanıma ve mevzuata uygunluğuna dikkat ediniz.</li> <li>➤ Arıtım işlemlerine tabi tutulacak suyun özelliklerini inceleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kontrol sonuçlarını ilgili kurum/kuruluşlara gönderiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Varsa çevrenizde bulunan arıtım tesisini ziyaret ederek çalışma prensibini inceleyiniz.</li> <li>➤ İller Bankasının görevlerini inceleyiniz</li> <li>➤ DSİ Genel Müdürlüğünün görevlerini inceleyiniz.</li> <li>➤ Yerel yönetimlerin görevlerini inceleyiniz.</li> <li>➤ Sağlık Bakanlığının görevlerini inceleyiniz.</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilenlerden hangisi, arıtım yönteminin seçiminde dikkate alınacak kriterlerden değildir?  
A) Ham suyun özellikleri  
B) Yağış miktarı  
C) Tesis yeri ve tesis yapılacak beldenin sosyo – ekonomik yapısı  
D) İşletme masrafı  
E) Kullanılacak sarf malzemesinin kolay temin edilip edilmeyeceği
2. Aşağıda verilen arıtım sistemlerinden hangisi, ham su içindeki yağ ve kaba atıkların ızgara vb. düzenekler ile uzaklaştırılmasıdır?  
A) Kimyasal arıtım sistemleri  
B) Biyolojik arıtım sistemleri  
C) İleri arıtım sistemleri  
D) Fiziksel arıtım sistemleri  
E) Koagülasyon arıtım sistemleri
3. Aşağıdakilerden hangisi, biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddelerin ve kolloidlerin tutulması amacı ile uygulanan ileri arıtım yöntemidir?  
A) Filtrasyon  
B) İyon değiştirme  
C) Adsorbsiyon  
D) Ters Ozmos  
E) Çöktürme havuzları
4. Aşağıda verilenlerden hangisi, arıtım tesisinin seçiminde dikkat edilmesi gereken bir nokta değildir?  
A) Tesisin kapasitesi  
B) Topoğrafik özellikler  
C) Nüfus yoğunluğu  
D) Kirlenme kaynakları  
E) Ulaşım özellikler
5. Aşağıdakilerden hangisi, suda çözülmüş maddelerin elverişli bir ara yüzeyde toplanması işlemidir?  
A) Filtrasyon  
B) İyon değiştirme  
C) Adsorbsiyon  
D) Ters Ozmos  
E) Çöktürme havuzları

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilenlerden hangisi, dolaşım halindeki tatlı su oranıdır?  
A) Toplam suyun % 1' i dolaşım halindedir.  
B) Toplum suyun % 97' si dolaşım halindedir.  
C) Toplam suyun % 3' ü dolaşım halindedir.  
D) Toplam suyun % 2' si dolaşım halindedir.  
E) Toplam suyun üçte 1' i dolaşım halindedir.
2. Aşağıda verilenlerden hangisi, arıtım sistemlerinin taşınması gereken özelliklerden değildir?  
A) Tek bir arıtım sistemi hiçbir zaman bütün su kalitesi sorunlarını çözemez.  
B) Bütün sistemlerin belirli bir kullanım ömrü vardır.  
C) Bütün sistemler bakım ve izleme gerektirir.  
D) Arıtım sisteminin, ortadan kaldırılması gereken kirleticiye uygun olması gerekir.  
E) İleri arıtım sistemi bütün su kalitesi sorunlarını çözer.
3. Aşağıda verilenlerden hangisi, bir kişinin günlük fizyolojik su ihtiyacıdır?  
A) 5 litre  
B) 2,5 litre  
C) 500 mililitre  
D) 1000 mililitre  
E) 750 mililitre
4. Aşağıda verilenlerden hangisi, ülkemizde kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarıdır?  
A) 2000 m<sup>3</sup>  
B) 1000 m<sup>3</sup>  
C) 1600 m<sup>3</sup>  
D) 8000 m<sup>3</sup>  
E) 10.000 m<sup>3</sup>
5. Aşağıda verilenlerden hangisi, kimyasal arıtım sistemi proseslerindendir?  
A) Aktif çamur  
B) Çöktürme havuzları  
C) Yüzdürme havuzları  
D) Nötralizasyon  
E) Yağ tutucular

6. Aşağıda verilenlerden hangisi, asit ve alkali karakterdeki ham suların uygun pH değerinin ayarlanması amacı ile yapılan asit ve alkali ilavesi işlemidir?
- A) Nötralizasyon
  - B) Koagülasyon
  - C) Flokülasyon
  - D) Stabilizasyon
  - E) Eliminasyon
7. Aşağıdakilerden hangisi, mevsimler, yağış gibi olaylardan büyük ölçüde etkilenmeyen ve özelliklerinde fazla değişiklik olmayan yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya çıkarılan derin yeraltı sularındır?
- A) İşlenmiş su
  - B) Kaynak suları
  - C) İnsanî tüketim amaçlı su
  - D) İşlem görmüş kaynak (memba) suyu
  - E) İçme ve kullanma suyu
8. Aşağıdakilerden hangisi, belirli politikalar ve kurallar kapsamında su kaynaklarının planlanması, geliştirilmesi, dağıtımı ve optimum kullanımına ilişkin faaliyetlerin tanımıdır?
- A) Su-atıksu arıtımı
  - B) Su kaynakları yönetimi
  - C) Su yönetimi
  - D) Sulama yönetimi
  - E) Su tablasının yönetimi
9. Aşağıdakilerden hangisi, ham su içerisindeki çözünmüş organik maddelerin bakteriyolojik faaliyetlerle ayrıştırılarak giderilmesi işlemidir?
- A) Doğal Arıtma
  - B) Fiziksel arıtma
  - C) Kimyasal arıtma
  - D) Biyolojik Arıtma
  - E) İleri Arıtma yöntemleri
10. Aşağıdakilerden hangisi, suda çözünmüş veya askıda halde bulunan maddelerin fiziksel durumunu değiştirerek çökelmelerini sağlamak üzere uygulanan arıtma prosesidir?
- A) Doğal Arıtma
  - B) Fiziksel arıtma
  - C) Kimyasal arıtma
  - D) Biyolojik Arıtma
  - E) İleri Arıtma yöntemleri



11. Aşağıda verilenlerden hangisi, deniz suyundan içme ve kullanma suyu elde etmek için kullanılan ileri arıtma yöntemidir?
- A) Filtrasyon
  - B) İyon değiştirme
  - C) Adsorbsiyon
  - D) Ultra filtrasyon
  - E) Ters Ozmos
12. Aşağıdakilerden hangisi, su arıtımı havalandırma prosesinin kullanım amaçlarından biri değildir?
- A) Suyun oksijen ihtiyacı sağlanır.
  - B) Sudaki demir ve mangan oksitlenir.
  - C) Karbondioksit ve hidrojen sülfür giderilir.
  - D) Suyun tadı değiştirilir
  - E) Oksijenle su dezenfeksiyonu yapılır.
13. Aşağıdakilerden hangisi, kimyasal maddelerin suya katılması sonucu suyun içindeki süspansiyon halindeki maddelerin ve çökmesi zor olan veya mümkün olmayan kolloidal partiküllerin çöktürülebilir duruma getirilmesi işlemidir?
- A) Flokülasyon
  - B) Koagülasyon
  - C) Ters Ozmos
  - D) Ultra filtrasyon
  - E) Sedimentasyon

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	E
3	E
4	D
5	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	E
5	C

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	E
3	B
4	C
5	D
6	A
7	B
8	C
9	D
10	C
11	E
12	E
13	A

# KAYNAKÇA

- “**Çevre Denetimi Yönetmeliği**”, 2008, <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/kanun.asp>
- “**Çevre Sağlığı Denetimi ve Denetçileri Hakkında Yönetmelik**”, 2002 <http://www.saglik.gov.tr/SS/MevzuatGoster.aspx>, 29.02.2008.
- “**Çevre Sağlığı Memurları Yönetmeliği**”,3017 Sayılı Kanunun 32. Maddesi Gereğince çıkarılan14/06/1965 Tarihli ve 12075 Sayılı Resmi Gazete.
- “**Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**”, 2004.
- ÇOBANOĞLU Zakir, **Atık Sular Bilgisi**, Türk Sağlık Eğitim Vakfı Yay, Ankara, 2001.
- DİRİCAN Rahmi, **Toplum Hekimliği(Halk sağlığı )Dersleri**, Hatiboğlu Yayınevi, Ankara, 1990.
- GÜLER Çağatay, Levent AKIN, **HALK SAĞLIĞI Temel Bilgiler**, Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara,2006.
- GÜLER Çağatay, Zakir ÇOBANOĞLU, **Su Kirliliği**, T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi: 12. Ankara, 1994.
- GÜLER Çağatay, **Su Kalitesi**, Aydoğdu Ofset, Ankara, 1997.
- KARPUZCU Mehmet, 1994 **Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü**, Kubbealtı Neşriyatı:28 (ISBN 975-7663-10-7), Dördüncü Baskı, İstanbul.
- KARPUZCU Mehmet, 1985, **Su Temini ve Çevre Sağlığı**, İTÜ Yayını, İstanbul.
- MUSLU Yılmaz, 1992, **Su Temini ve Çevre Sağlığı-Cilt-I**, İTÜ Yayını-1480, İstanbul.
- MUSLU Yılmaz, **Terfi Merkezleri ve İsale Hatları-Cilt-I**, İTÜ Yayını-1426, İstanbul 1990.
- USLU Orhan, Ayşen TÜRKMAN, **Su Kirliliği ve Kontrolü**, TC. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara,1987.
- <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687.doc> ( 29.02.2008)
- [www.wwf.org.tr](http://www.wwf.org.tr)
- <http://www.dsi.gov.tr>
- <http://www.meteor.gov.tr>
- <http://www.cevreorman.gov.tr>