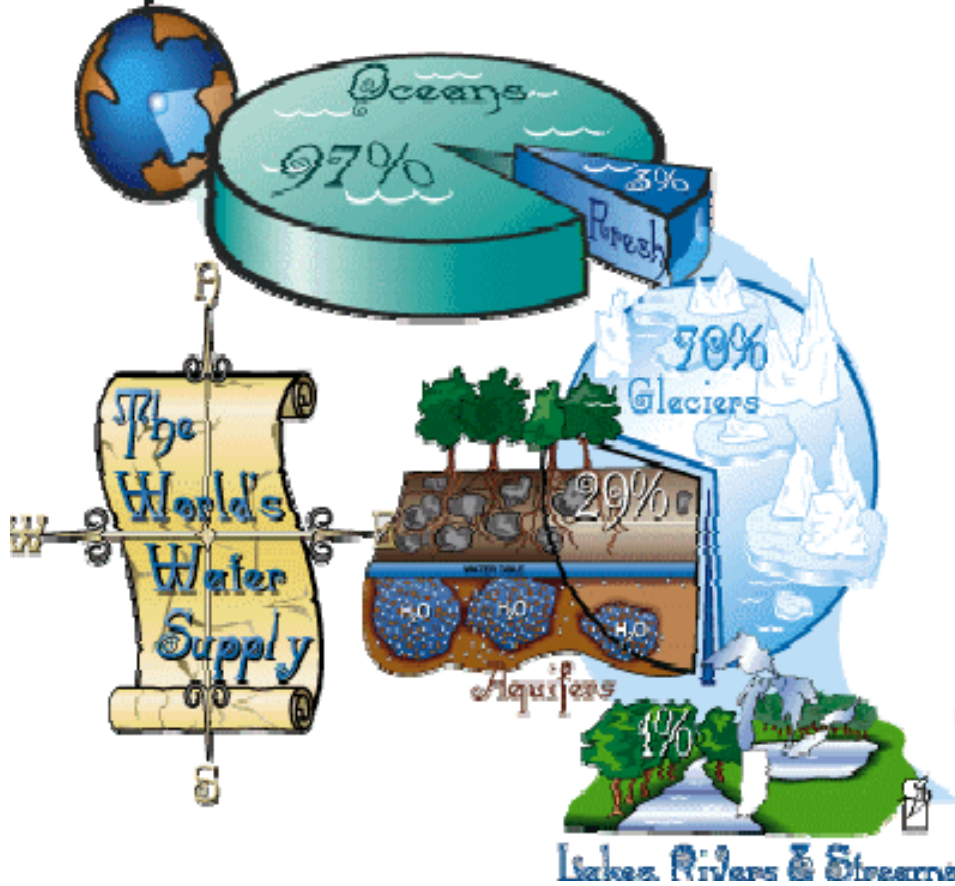


III. SU KAYNAKLARI VE KİRLENME

Seattle şehri (Washington) iki büyük su gövdesi arasında yer almaktadır: batıda suyu tuzlu olan Puget Boğazı ve doğuda suyu tatlı olan Washington Gölü. 1930'lu yılların başlarında, tatlı su gölüne kanalizasyon boşaltımına başlandı. 1954 yılına kadar, hastalık veren organizmaları ve organik maddeleri yok etmek amacıyla göl boyunca yaklaşık 10 adet arıtma tesisi inşa edildi. 1959 yılında yapılan ek bir tesis ile, arıtılmak suretiyle göle verilen günlük su miktarı 76.000 m³ civarındaydı. Göle akan küçük dereler de kirli su taşımaktaydı.

Göl hiç şüphesiz bu etkilere bir tepki gösterecekti. 1955 yılında, göl içinde büyük ölçüde balıkçılığı ve gölün genel estetiğini etkileyecek şekilde alg gelişimi başladı. Toplum buna çok duyarlılık gösterdi ve belediye başkanı acilen bir danışma komitesi toplayarak ne yapılması gerektiğinin ortaya çıkarılmasını istedi. Komite üyelerinden bazıları Washington Gölü'nü ve göldeki biyotayı çok iyi tanıyan bilim adamlarıydı. Komite, şehrin kanalizasyon arıtma metodunun değiştirilmesini ve atıkların Washington Gölü'ne değil Puget Boğazı'na boşaltılmasını önerdi. Boğaz daha geniş ve suları daha hızlı akıyordu. Bununla birlikte, daha fazla gel-git ve kuvvetli akıntılara maruz kaldığından, Puget Boğazı suları Pasifik Okyanusu suları ile devamlı bir şekilde karışım halindeydi. Yeni kanalizasyon boşaltım projesi 1963 yılında başlatıldı ve 1968'de de tamamlandı. Gölü kirleten kanalizasyon suları borular vasıtasıyla boğazın en derin yerine boşaltıldı.

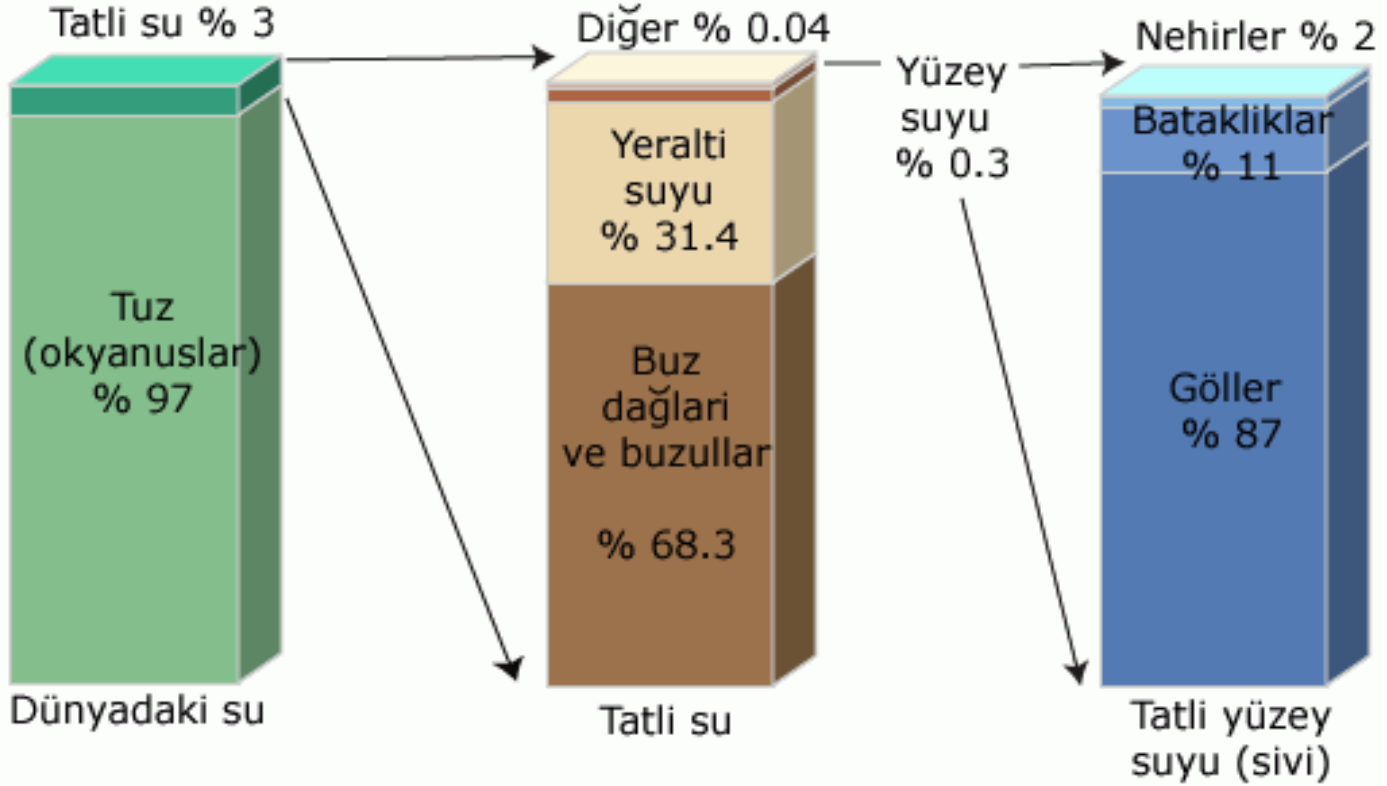
Dünyadaki Su Kaynaklarının Dağılımı



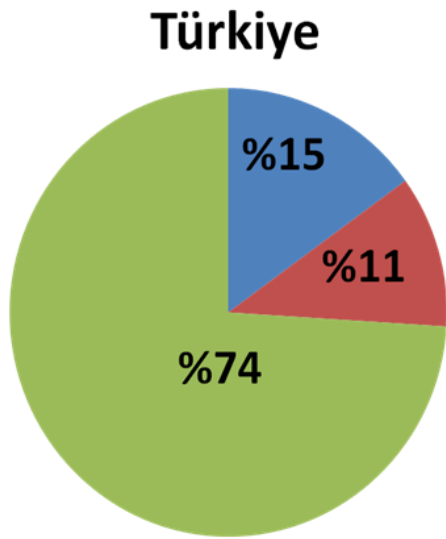
97.200% okyanus
2.014% buzullar
0.600% yeraltısuyu
0.009% yüzey suları
0.005% zemin suyu
0.001% atmosferik su

- Dünyadaki tatlı su kaynaklarının ~ 29%'sı akiferlerdyermaktadır.

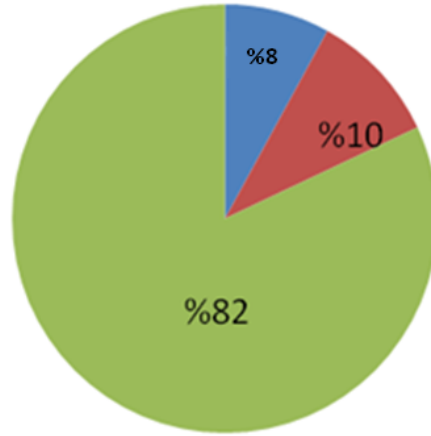
Dünyadaki suyun dağılımı



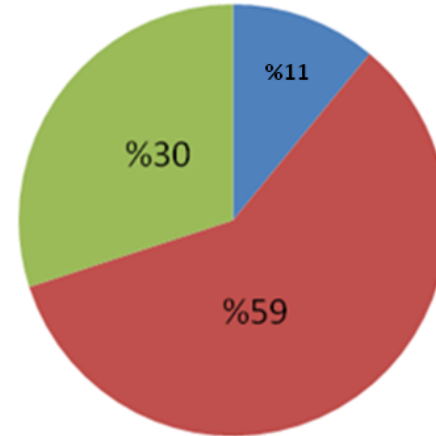
Türkiye ve Dünyadaki Su Kullanımı



Gelişmekte olan ülkeler



Gelişmiş ülkeler



- Evsel
- Endüstriyel
- Tarımsal

III.1. SU KİRLİLİĞİ KARAKTERİSTİKLERİ

Önemli miktarda istenmeyen veya zararlı madde sulara karıştığında sular kirlenir. Böyle durumlarda, suyun bu istenmeyen maddeleri doğal olarak yok edecek veya zararsız başka maddelere dönüştürecek direnci aşılmış demektir. Seattle küçük bir şehir iken, Washington Gölü'ne karışan derelerin kirlilik etkisi yok denecek kadar azdı. Doğal biyolojik dengeler ve inorganik işlevler ortama katılan maddelerin üstesinden gelebilecek durumdaydı. 1950'lere doğru şehir nüfusu öylesine arttı ki, göle boşaltılan madde miktarı gölün bunları yeterince ortadan kaldırma veya zararsız başka maddelere dönüştürme kapasitesinin üzerine çıktı.

Washington Gölü örneğinde olduğu gibi, su kirliliği ile baş etmenin üç ana yolu vardır: kaynakların azaltılması, kirletici maddelerin zarar veremeyeceği veya başka zararsız formlara dönüştürülebileceği alanlara nakledilmesi. Washington örneğinde, en kolay ve pratik yol olan ikinci metot seçilmiştir, çünkü Puget Boğazı suları Pasifik Okyanusu suları ile daha hızlı bir etkileşim halindeydi. Bu metot, su içindeki fosforu yok etmek için gelişmiş arıtma teknikleri uygulamaktan daha ucuzdu. Şehir kanalizasyonundan göle akan su zaten arıtılmıştı, bir başka deyişle, su hastalık verici organizmalar ve ana organik bileşiklerden arındırılmıştı.

Seattle gibi şanslı çok az şehir vardır. Ancak, su kirliliğinin üstesinden başarı ile gelindiği başka örnekler de mevcuttur. Bunlardan en dikkat çeken İngiltere'deki Thames nehrinin temizlenmesidir. Londra'nın kanalizasyonu yüzyıllardan beri bu nehre boşaltılmaktaydı ve bu yüzden nehir içinde çok az balık vardı. Su kalitesinde elde edilen gelişmeler neticesinde nehirde daha önce yıllardır görülmeyen balık çeşitleri ortaya çıktı.

Bu örnek çalışmalar göstermektedir ki, su kaynaklarını bize fayda sağlayacak şekilde yönetebiliriz ancak gelecekte bunun daha fazlasının yapılması gerekmektedir. Dünya nüfusu ve birçok maddeye gereksinim arttıkça, su kullanımı da buna paralel olarak artacaktır. 1985 yılı itibariyle, dünyada kişi başına yıllık su tüketimi 710 m^3 tür ve nüfusun toplam kullandığı su miktarı ise 2600 km^3 tür. 2000 yılında bu miktarın yılda 6000 km^3 olacağı tahmin edilmektedir, bu da doğal olarak elde edilebilen tatlı su miktarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Yeryüzündeki akarsulardan yıllık toplam su boşalımı yaklaşık 48.000 km^3 tür. Fakat bu miktar dünya üzerinde eşit olarak dağılmamaktadır. Yılda 16.600 km^3 su akıtan Amazon havzası tek başına yeryüzünün toplam su boşalımının $1/3$ 'nü oluşturmaktadır. Küresel olarak, suyun toplam bolluğu insanoğlu için bir sorun teşkil etmemektedir. Sorun olan şey, suyun doğru zamanda, doğru yerde ve doğru şekilde tedarik edilebilmesidir.

III.2. YÜZEY SU KİRLİLİĞİ

Atmosferik kirleticilerde olduğu gibi, suyu kirleten maddeler de noktasal ve noktasal olmayan şekilde sınıflanırlar. Noktasal kaynaklar, endüstriyel veya kentsel alanlardaki dere ve çaylara boşalan boru hatları gibi sınırlı kaynaklardır. Endüstrilerin neden olduğu nokta-kaynaklı kirleticiler genellikle yerinde iyileştirme veya uzaklaştırma ve izin usulüne bağlı olarak denetlenmektedir. Kentsel nokta kaynaklar da izne bağlı olarak kontrol edilmektedir.

Yayıma kabiliyetleri daha fazla olan noktasal olmayan kaynaklar belirli aralıklarla gözlenmekte olup arazi kullanımı, iklim, hidroloji, topoğrafya, doğal bitki örtüsü ve jeolojik etkenlere yakından ilişkilidir. Yerleşim alanlarında görülen en yaygın noktasal olmayan kaynaklar her tür ağır metal, kimyasal ve sediment içeren cadde ve arazilerdeki su boşalıdır. Kırsal alanlardaki noktasal olmayan kaynaklar genellikle tarım, madencilik ve ormanlarla ilişkilidir. Noktasal olmayan kaynakların denetlenmeleri daha güçtür.

Yüzey veya yeraltı sularını kirleten çok çeşitli malzeme vardır. Sediment kirlenmesi, arazi kullanımı ve toprak erozyonu bunlardan bazılarıdır.

III.3. SU KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN BAZI ÖNEMLİ PARAMETRELER

Derelerdeki ölü organik malzemeler çürür. Bu çürümeyi başlatan bakterilerin oksijene ihtiyacı vardır. Yeterli bakteriyel faaliyet olduğunda, sudaki oksijen, balık ve diğer organizmaları öldürecek seviyeye kadar indirgenebilir. Oksijensiz bir dere balık ve organizmalar için ölü bir deredir. Bu tür biyolojik çürüme için gerekli olan oksijen miktarı biyolojik oksijen talebi (ihtiyacı) (BOT) olarak adlandırılır. BOT su kalite yönetiminde sıkça kullanılan bir ölçümdür. BOT, 20°C'de 5 gün boyunca tüketilen mg/lt cinsinden oksijen miktarı olarak ölçülür. Ölü organik malzeme dere ve nehirler doğal kaynaklardan (ormandaki ölü yapraklar vs) veya tarım ve kentsel fosseptik sisteminden iletilir. Nehirlerdeki toplam BOT'nin yaklaşık %33'ü tarımsal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Yerleşim merkezlerinde ise fosseptik sistemleri buna önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Çevre Kalite Konseyi, sudaki çözülmüş oksijen içeriğinin 5 mg/lt'nin altında olduğu durumların su kirliliği alarmı için yeterli olduğu görüşündedir. Şekil 9.10'da, fosseptik girişi olan bir nehirde BOT'nin çözülmüş oksijen üzerindeki etkisini göstermektedir. Tablo 6'da, bazı kirletici maddeler ve bunların maksimum kabul edilebilir değerleri göstermektedir.

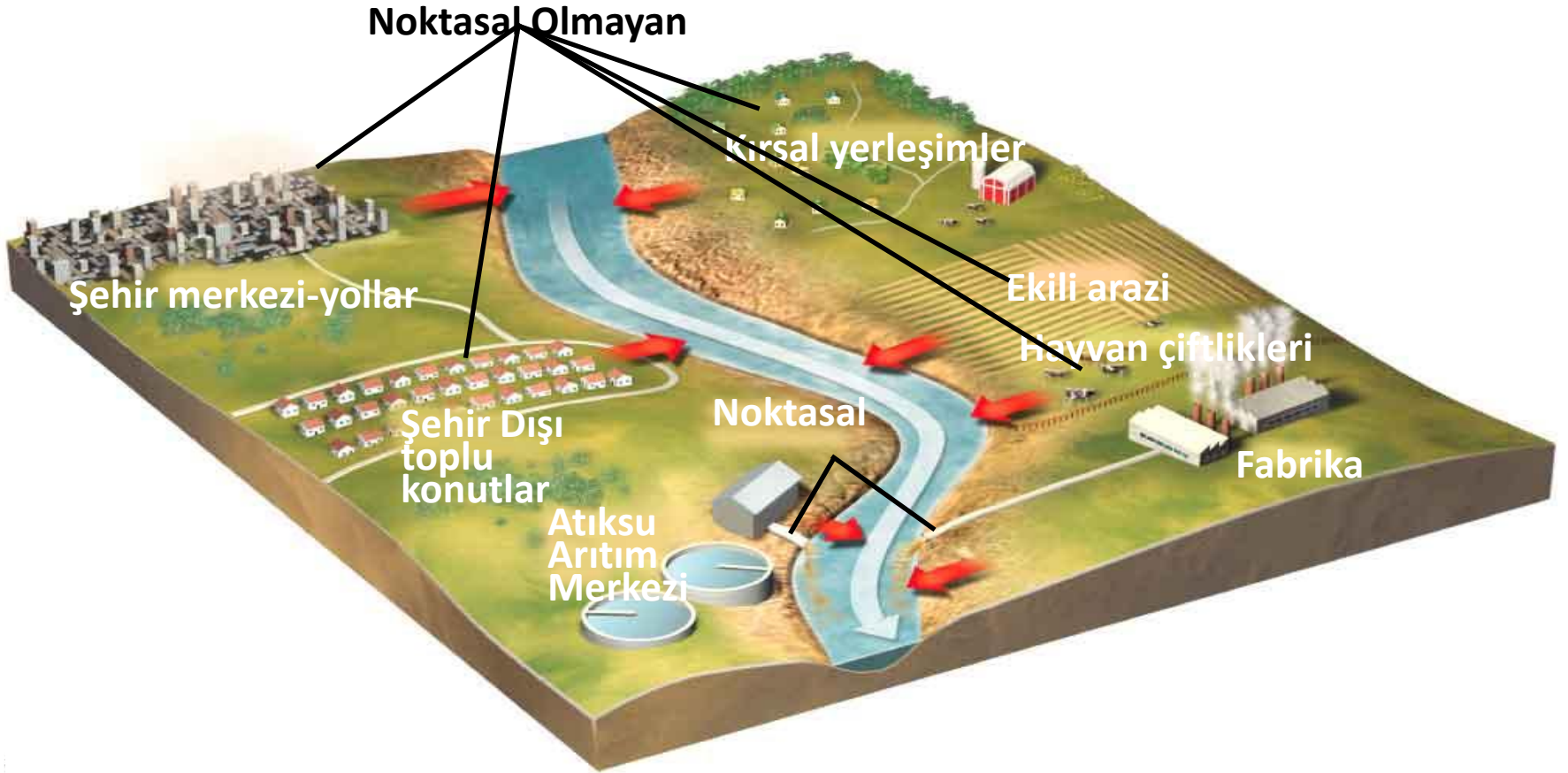
Çevre Kalite Konseyi tarafından su kalitesinin analizinde esas alınan kriterler.

Belirteç	Kısaltma	Maksimum kabul edilebilir değer
Ölümcül koliform bakteri	FC	200 hücre/100 ml
Çözünmüş oksijen	DO	5.0 mg/l
Toplam fosfor	TP	0.1 mg/l
Toplam cıva	Hg	2.0 µg/l
Toplam kurşun	Pb	50.0 µg/l
Biyolojik Oksijen Talebi	BOT	5.0 mg/l

SU KİRLİLİĞİ

- İnorganik Kirleticiler
- Organik Kirleticiler
- Biyolojik Kirleticiler

Noktasal ve Noktasal Olmayan (Alansal) Kaynaklı Kirleticiler

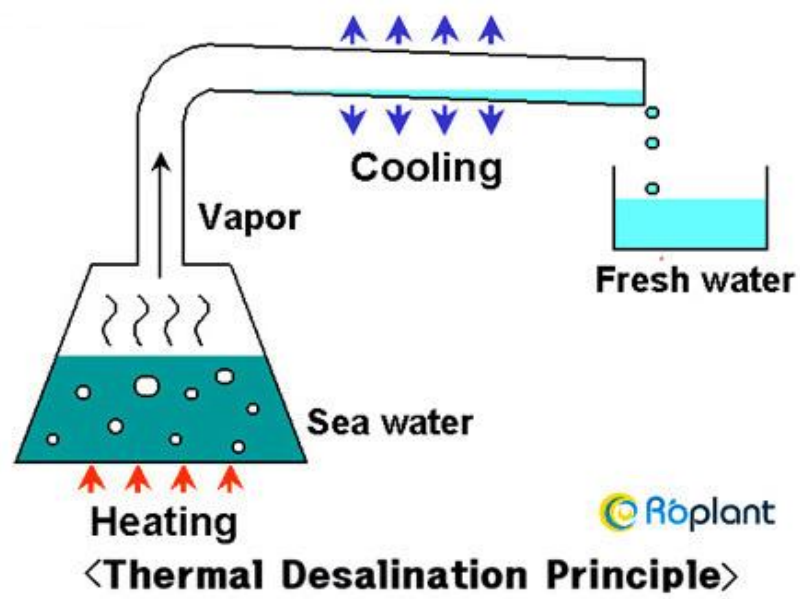


III.4. YERALTISUYU KİRLENMESİ

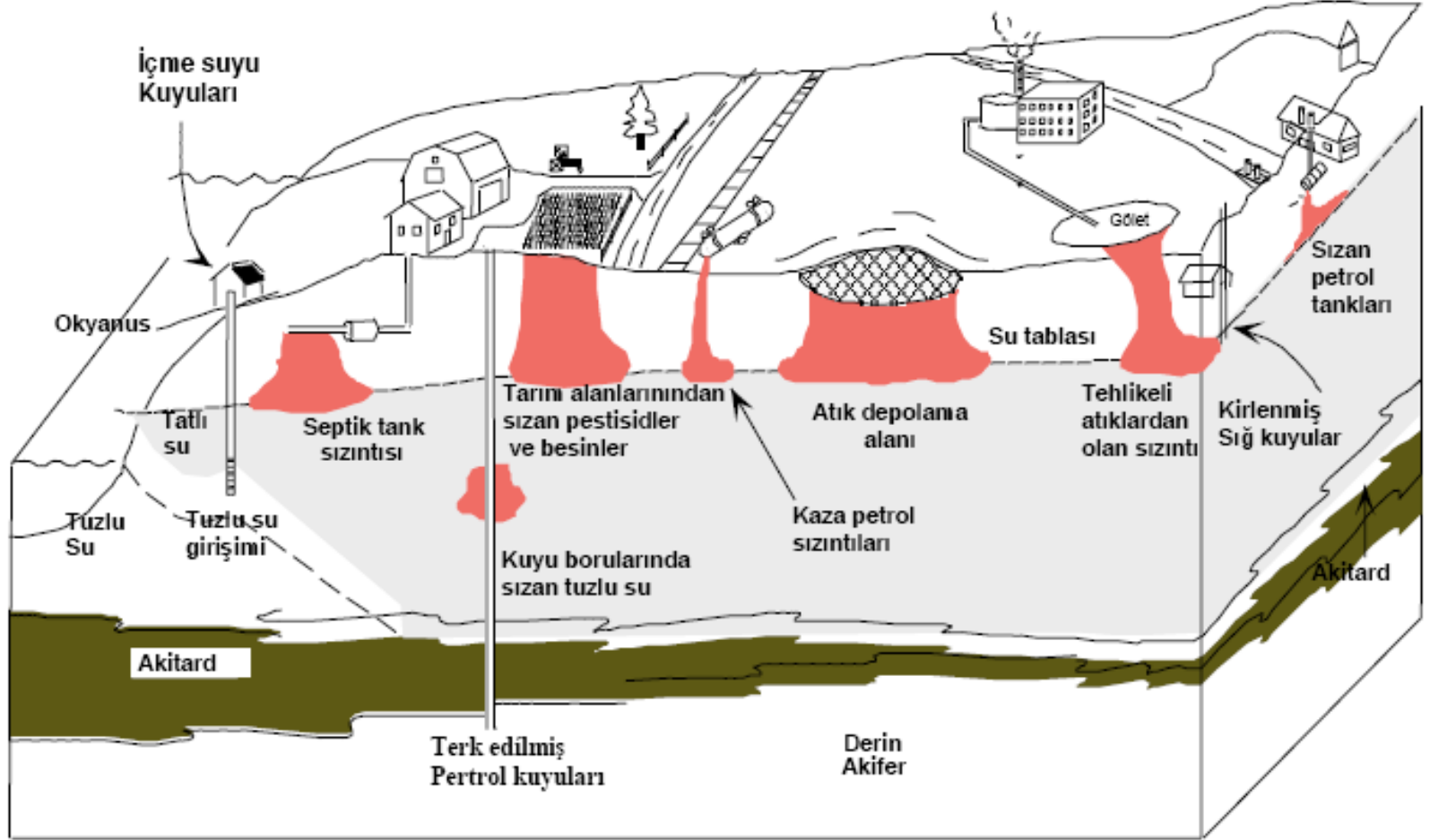
Birleşik Devletlerdeki insanların yaklaşık yarısı içme suyu ihtiyacını yeraltı suyundan karşılamaktadır. İnsanlar uzun zamandan beri yeraltı suyunun saf ve temiz olduğuna inanmaktadır. Bu yüzden, bazıları yeraltı sularının Tablo 7'de verilen parametrelerden herhangi biri tarafından kirletildiğini ve bunların anlaşılmasının çok zor olduğunu öğrendiklerinde hayal kırıklığına uğramaktadırlar.

Yeraltı suyu kirlenmesi bazı bakımlardan yüzey sularının kirlenmesinden farklılık göstermektedir. Yeraltı suyu oksijen bakımından fakir olduğundan, aerobik tip mikroorganizmaların yaşama şansı yok denecek kadar azdır, ancak anaerobik çeşitler açısından ise uygun ortam sağlamaktadır.

Sahil bölgelerinde, yeraltından aşırı derecede su çekilmesi sonucunda deniz suyu ile yeraltı suyunun karışımı da yeraltı suyunun kirlenmesine neden olmaktadır. Bu kirlilik karışan deniz suyunun çok tuzlu olmasından kaynaklanmaktadır. Bu tür sular ne tarım ne de içme amaçlarına yönelik olarak kullanılamazlar. Sudaki tuzluluğu gidermek için kullanılan **desalinizasyon** (arıtma) işlemi çok masraflıdır. Ancak İsrail ve diğer Orta Doğu ülkeleri deniz suyundan tatlı su elde etmek için pahalı da olsa bu yöntemi sıkça kullanmaktadırlar.



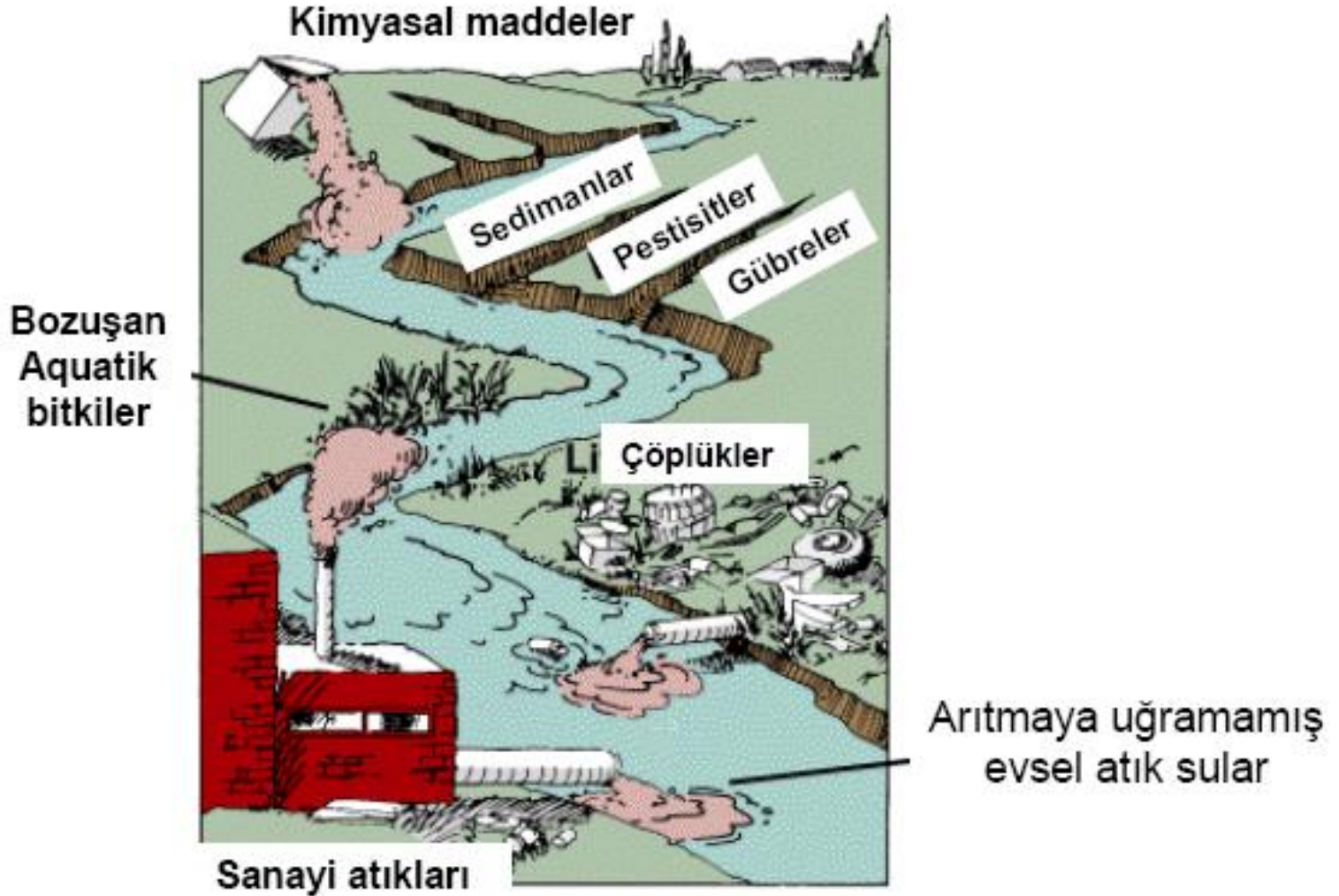
Yeraltısuyu Kirlenme Mekanizmaları



Yeraltı suyu kirlenmesine neden olan kaynaklar

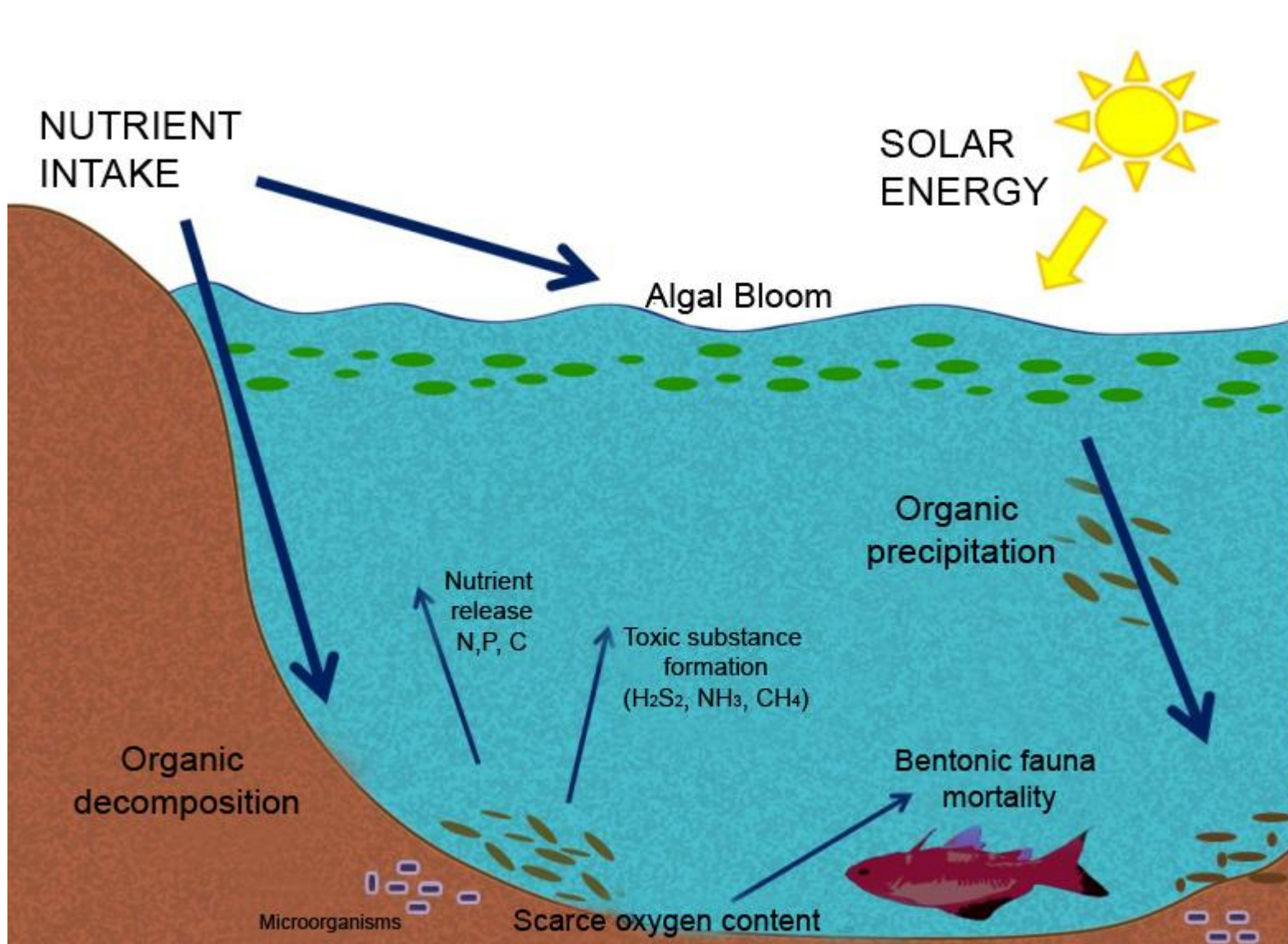
Atıklar		Atık olmayanlar
Araziye ve/veya yeraltı suyuna deşarj edilmesi planlanan kaynaklar	Araziye ve/veya yeraltı suyuna kasıtsız olarak deşarj edilen kaynaklar	Araziye ve/veya yeraltı suyuna herhangi kirlilik deşarj eden kaynaklar (ancak atık değil)
Sprey Sulama	Yüzeyde biriktirilen sular (havuzlar)	Gömülü mamul depolama tankları ve boru hatları
Septik sistemler, fosseptik çukuru	Arazi dolguları	Tesadüfi saçıntılar
Fosseptik çamurunun atık olarak gömülmesi	Hayvan besi sahaları	Otoyol buzlanmasını önlemek için kullanılan tuz stokları
Havzalardan süzülme (filtrasyon)	Madenlerden kaynaklanan asit sular	Cevher stok yığınları
Atık amaçlı kuyular	Maden cüruf ve posaları	Otoyol tuzlama çalışmalarını
Salamura (tuzlu su) enjeksiyon kuyuları (jeotermal amaçlı)	Tehlikeli kimyasallar için kullanılan atık alanları	Ürün depolama yığınları
		Tarımsal faaliyetler

Bir akarsuda su kirliliğine neden olan noktasal ve alansal kaynaklar



Ötrifikasyon

- Ötrifikasyon, göllerin olgunlaşma aşamalarında meydana gelen doğal bir olay.
- Genç göller düşük oranlarda besin içermekte dolayısıyla biyolojik aktivite az.....oligotrofik göller
- Yaşlı göller, yüksek besin içeriği ve buna bağlı olarak yüksek biyolojik aktivite.... Ötröfik göller
- Doğal zaman ölçeğinde oligotrofik göllerin ötröfik göllere dönüşmesi binlerce yıl alabilir
- Fakat, insan aktivitelerinden kaynaklanan yüksek oranlarda besin girdisi göllerde sadece bir kaç 10 yıllık süre içerisinde ötröfikasyonun gelişmesine neden olabilir.



III.5. SU KALİTE STANDARTLARI

Suyun kalitesini etkileyen faktör şunlardır:

1)Sertlik: Sert su içinde fazla miktarda kalsiyum, magnezyum ve sülfat iyonları barındıran sudur. Su ne kadar sertse, temizlik için daha fazla sabun kullanmayı gerektirir, bu da kanalizasyon şebekesi içinde daha fazla miktarda sabun ve suda çözünmeyen maddelerin bulunmasına yol açar. Suyun sert olması suyun geçtiği ortamlarda karbonat kabuklaşmasını gündeme getirir. İçinde 60 ppm'e kadar sertliğe yol açan iyon ihtiva eden su yumuşak su olarak adlandırılır. Eğer bu miktar 61-120 ppm arasındaysa, su orta derecede sert ve eğer 121-180 ppm arasındaysa, sert ve 181 ppm'den fazla ise su çok sert olarak ifade edilir.

2)Hidrojen iyon konsantrasyonu (pH): pH çözeltilerin asitliğini gösteren bir faktördür. 7 değerindeki pH çözeltinin nötr olduğunu, 7'den küçük değerler çözeltinin asidik ve 7'nin altındaki pH değerleri ise çözeltinin veya suyun bazik bir karakterde olduğunu gösterir. Düşük pH değerine sahip suların korozyon etkisi yüksektir. Asitli su ekşi bir tat verir. Doğada içilebilecek kalitede suların pH değerleri genellikle 5.5 ile 8 arasındadır.

3)Diğer inorganik kimyasallar: Su içinde bulunan diğer inorganik maddeler sülfat (SO_4), klor (Cl), flor (F) nitrat (NO_3) ve demirdir (Fe).

Kimyasal Bileşen	Konsantrasyon (mg/l)			
	WHO (1971)		ABD Halk Sağlığı Örgütü (1962)	
	En fazla İstenen değer	Maksimum kabul edilebilir değer	Tavsiye edilen Limit	Maksimum müsaade edilebilir
Anyon deterjanlar	0.2	1.0	0.5	--
Arsenik (Ar)	--	0.05	0.01	0.05
Baryum (Ba)	--	--	--	1.0
Kadmiyum (Cd)	--	0.01	--	0.01
Kalsiyum (Ca)	75	200	--	--
Karbon Kloroform	--	--	0.2	--
Klor (Cl)	200	600	250	--
Krom (Cr)	--	--	--	0.05
Bakır (Cu)	0.05	1.5	1.0	--
Siyanür (CN)	--	0.05	0.01	0.2
Flor (F)	ABD HSÖ ile aynı	--	0.8-1.7	1.6-3.4
Demir (Fe)	0.1	1.0	0.3	--
Kurşun (Pb)	--	0.1	--	0.05
Magnezyum (Mg)	150	150	--	--
Manganez (Mn)	0.05	0.5	0.05	--
Nitrat (NO ₃ olarak)	--	45	45	--
Fenoller	0.001	0.002	0.001	--
Selenyum (Se)	--	0.01	--	0.01
Gümüş (Ag)	--	--	--	0.05
Sülfat (SO ₄)	200	400	250	--
Toplam katılar	500	1500	500	--
Çinko (Zn)	5.0	15	5.0	--