

ÇEVRE BİYOLOJİSİ (BIY 470 ÇEVRE BİYOLOJİSİ 2+0)

ÇEVRE BİYOLOJİSİ

(DERS NOTLARI)

Prof. Dr. Ersin YÜCEL



ESKİŞEHİR, 2016

ÇEVRE BİYOLOJİSİ

(Ders Notları)

Prof. Dr. Ersin YÜCEL

Eskişehir, 2010



EKOLOJİ LABORATUVARI

1
(Arazi ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu)

Prof. Dr. Ersin YÜCEL

GENEL EKOLOJİ

(DERS NOTLARI)

Prof. Dr. Ersin YÜCEL



ESKİŞEHİR, 2012

Prof. Dr. Ersin YÜCEL
Eskişehir Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

www.biodicon.com
www.ersinyucel.com.tr

BÖLÜM 3. SU KİRLİLİĞİ



BÖLÜM 3. SU KİRLİLİĞİ

- Suyu karışan maddelerin suların,
 - fiziksel (renk, sıcaklık artışı vb.)
 - Kimyasal
 - biyolojik özelliklerini değiştirmesine **su kirliliği** denir.

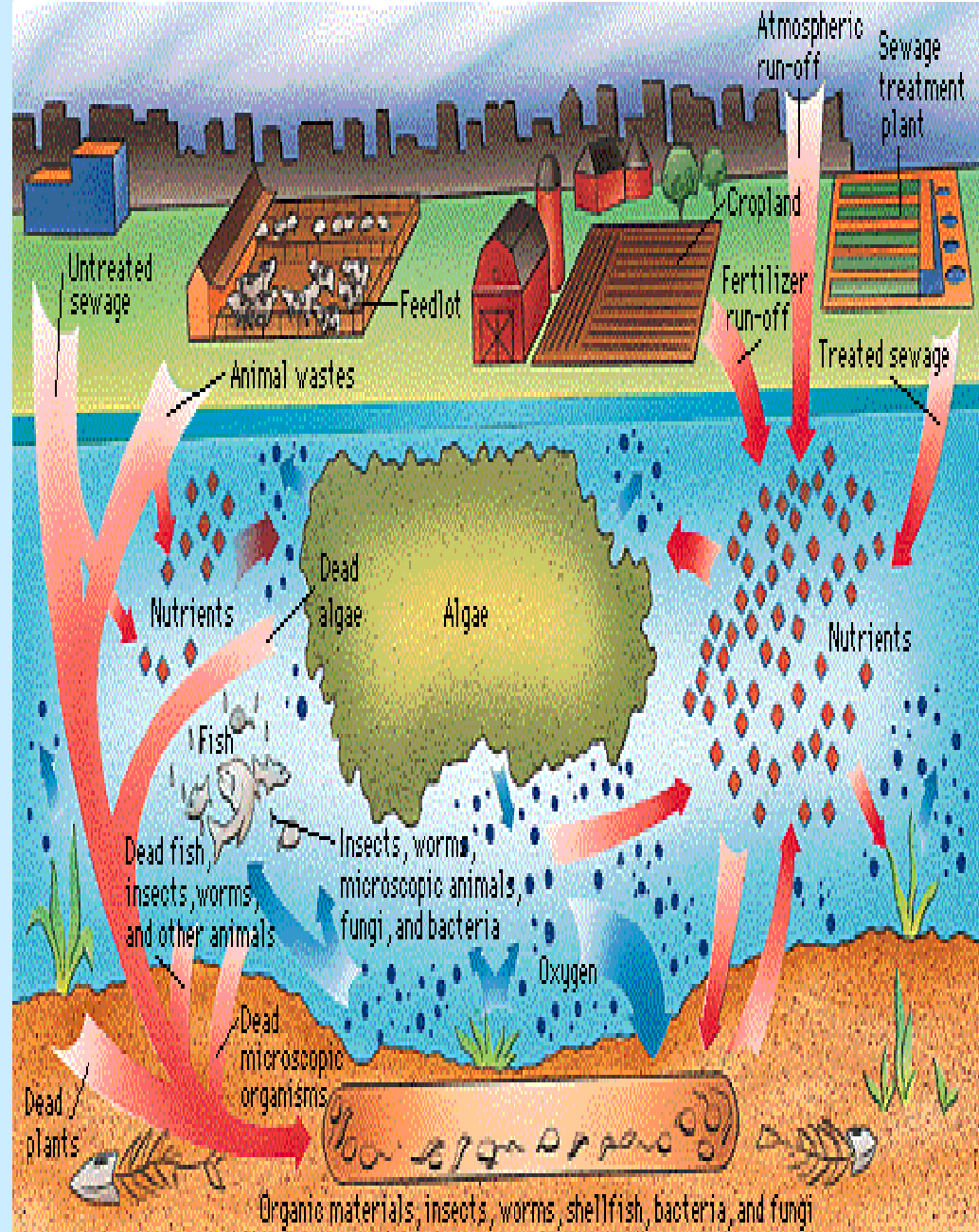
İstenmeyen zararlı maddelerin (deterjanlar, pestisitler, endüstriyel atıklar, boya vb.) su kalitesini ölçülebilir oranda ve canlılara zarar verecek miktarda suya karışması sonucu **su kirliliği** ortaya çıkar.



- Su kaynağına karışan atık maddelerdeki organik materyal, doğal şartlarda mikroorganizmaların yardımı ile transformasyon ve mineralizasyona uğrar.

- bu olay sonucu biyolojik olarak kendini temizlemiş olur.

- Ancak bunun olabilmesi için su ortamında başta yeterli oksijen olmak üzere, tüm ekolojik koşulların organizmalar için uygun düzeyde olması gerekir.



- Suda bulunan organik maddenin biyokimyasal olarak ayrışmasında tüketilen oksijen miktarına **biyolojik oksijen ihtiyacı** denir.
- Sulardaki organik maddenin tamamının oksidasyonu için gerekli olan oksijen miktarına ise; **kimyasal oksijen ihtiyacı** denir.
- Suda erimiş oksijen azalması halinde bazı mikroorganizmaların faaliyetleri durur veya oksijensiz biyokimyasal reaksiyonlar sonucu, amonyak, metan ve hidrojen sülfür gibi yarı stabil, zararlı ürünler açığa çıkar.
- Bunun sonucu olarak da su biyolojik olarak kendini temizleyemez.

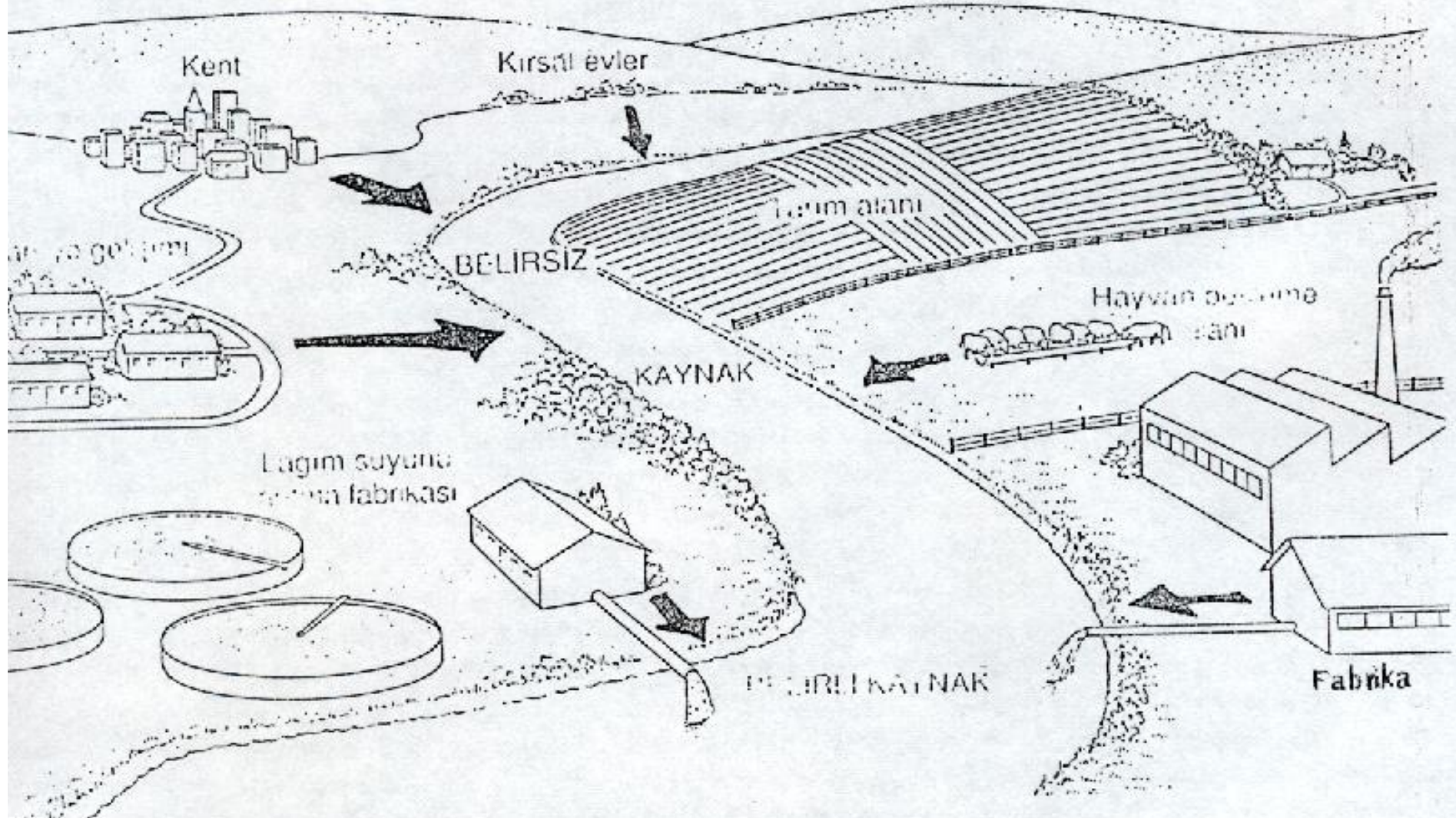


- Endüstri tesislerinden çıkan sıcak suların, boya ve bulanıklığın akarsulara karışması sonucu, suyun fiziksel özellikleri değişikliğe uğrar.

- Sudaki kimyasal değişim nedenlerinin başında ise insanlar tarafından sulara karıştırılan ve kolay ayrışan organik materyal gelir.
 - tuzlar, ağır metaller, pestisidler ve deterjan gibi bileşikler sayılabilir.

- Kirli sular kirlilik kaynaklarına göre,
 - doğal kaynaklar,
 - endüstri atık suları ve
 - yerleşim yerlerinin atık



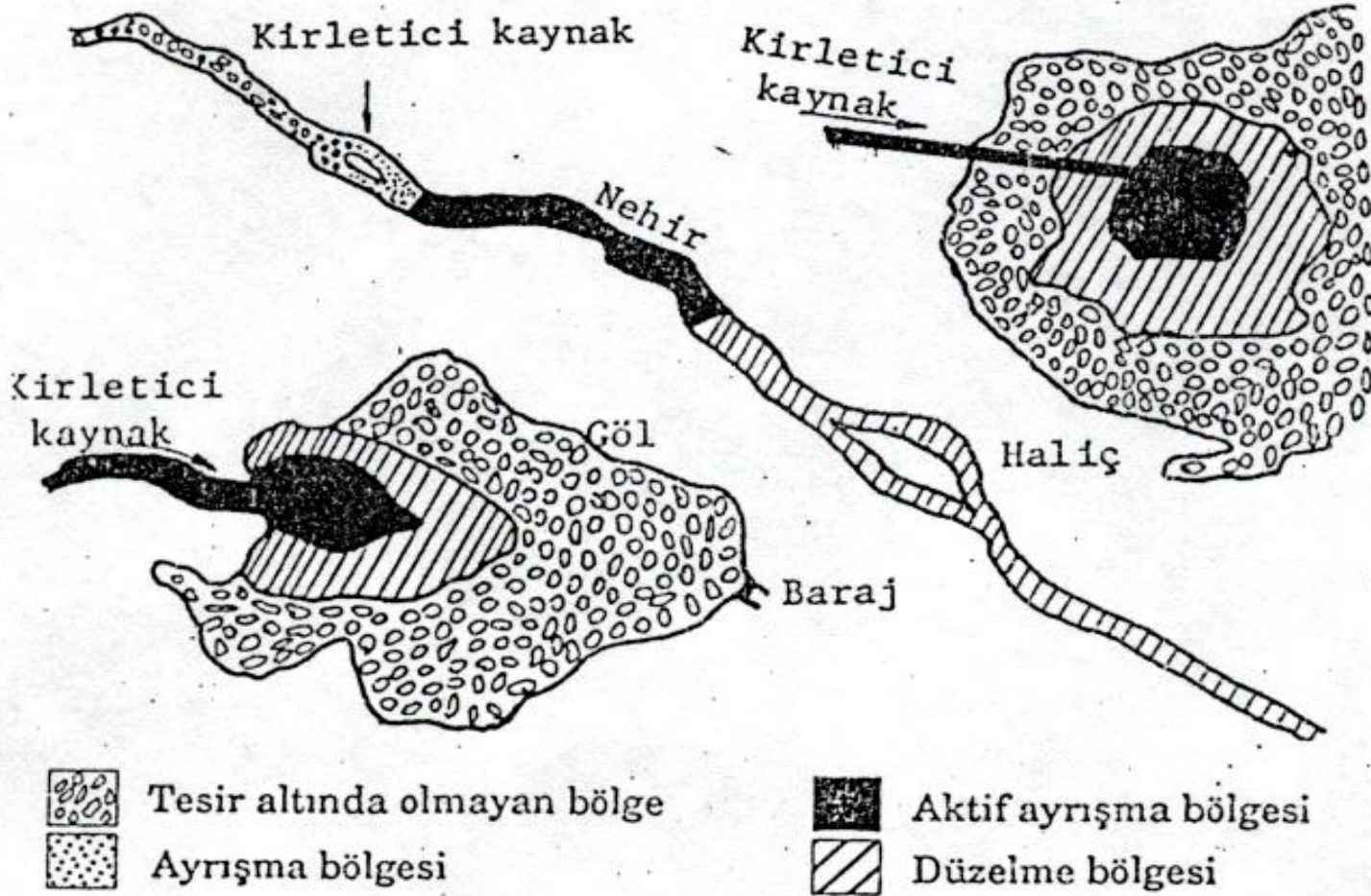


Şekil 9.1. Su kirliliğine neden olan kaynaklar

Endüstri Atık Suları

- Endüstri kuruluşlarının hammaddeyi işleme süreci sonunda suları kirletici atıklar ortaya çıkar.
- Atık sulardaki kirletici maddeler eğer ayrışmıyor ve etkisiz formlara dönüşmüyorsa, bunların konsantrasyonları kabul edilebilir sınır değerlerin altında olsa bile nehir, göl veya yeraltı sularında birikerek canlılar için zararlı olur.





Sekil 2. Kirleticilerin su ortamlarında oluşturduğu kirletici bölgeler

a. Soğutma ve yoğunlaşma suları

Soğutma ve yoğunlaşma sürecinde ısınan sıcak sular karıştıkları suların sıcaklığını yükselterek buradaki ekolojik koşulları değiştirir.

b. Kimya endüstrisi atık suları

Kimya endüstrisi atık suları faaliyet alanlarına göre çeşitli maddeler içerirler. Asit baz ve klor fabrikaları çeşitli asitler, bazlar, alkali katyonlar ve bunların tuzlarını atık olarak suya bırakırlar. Örneğin, boya fabrikaları boya partikülleri ve Cr, Pb, As; Amonyak-Soda fabrikalarından kalsiyum klorür; Gübre fabrikaları hidrojen sülfür, hidroklorit asit ve çeşitli anorganik tuzlar; Plastik endüstrisi fenoller, aldehitler, asitler, bazlar ve diğer organik maddeleri çevreye bırakırlar. İnşaat sektörü, Porselen ve Seramik endüstrisi silikat ve karbonatlar salar ve ayrıca suyun asitliğini yükseltir.



c. Demir çelik endüstrisinin atık suları

Demir çelik endüstrisi alkali ve toprak alkali elementler, siyanürler, sülfürler, naftalin ve fenollerini içeren kirli sular üretir ve bunlar özellikle Fe, fenol, naftalin içerir.

d. Metal işleyen endüstri atık suları

Metal işleyen endüstri atık sularında ağır metaller (Cu, Pb vb.) kromat, siyanür, klorür, nitrit, mineral ve asit bazlar içerir.

e. Kömür endüstrisi suları

Kömür endüstrisi suları yıkama işlemleri sonunda partikül, humin maddeleri, NaCl, Ca, Mg ve özellikle kok fabrikaları fenol, H_2S ve NH_3 ile suları kirletir.



f. Petrol endüstrisi suları

Petrol endüstrisi sularında petrolün çıkarılması sırasında çeşitli atıklar ve tuzlu sular; petrolün ayrıştırılması sürecinde ise rafinerilerden katı maddeler, fenol, sülfürler, fosfatlar, klorürler, siyanür ve yağlar içerir.

g. Selüloz ve kağıt endüstrisinin atık suları

Selüloz ve kağıt endüstrisinin atık sularında süfitler, klor ve çeşitli mineral asitler, selüloz lifleri, karbonhidratlar, lignin ve reçineler bulunur.

h. Tekstil endüstrisi atık suları

Tekstil endüstrisi atık sularında arsenik, ağır metaller, kromik asit, organik ve anorganik boya maddeleri, tekstil lifleri ve çeşitli organik maddeler bulunur.



i. Gıda ve besin endüstrisi atık suları

Gıda ve besin endüstrisinin atık sularında fazla miktarda organik maddeler bulunur. Örneğin, şeker fabrikaları karbonhidratlar, toprak, organik asitler; bira fabrikalarından atık sularında karbonhidratlar, proteinler, azotlu bileşikler ve tuzlar bulunur.

j. Tarımsal işletmeler

Tarımsal işletmeler hayvan dışkıları ve benzeri organik maddeler ile; tarımsal amaçlı aşırı gübreleme ve ilaçlamalar ile suları önemli ölçüde kirletirler.



1. 2. Yerleşim Yerlerinin Atık (Kanalizasyon) Suları

Arıtılmadan temiz su kaynaklarına akıtılan kanalizasyon suları çok sayıda patojen mikroorganizmalar ve organik madde, azot, fosfor, silisyum, potasyum gibi maddeler içerir. Bu maddeler sularda mikro ve makro düzeyde bitkisel materyal için gübre yerine geçer ve aşırı miktarda çoğalmalarına neden olur. Ayrıca bu sular bol miktarda tuz, sabun, deterjan ve boya maddeleri taşırlar.

Kent orijinli kirli sular kaynaklarına göre iki başlık altında incelenebilir.



a. Kontrol edilebilen kaynaklar

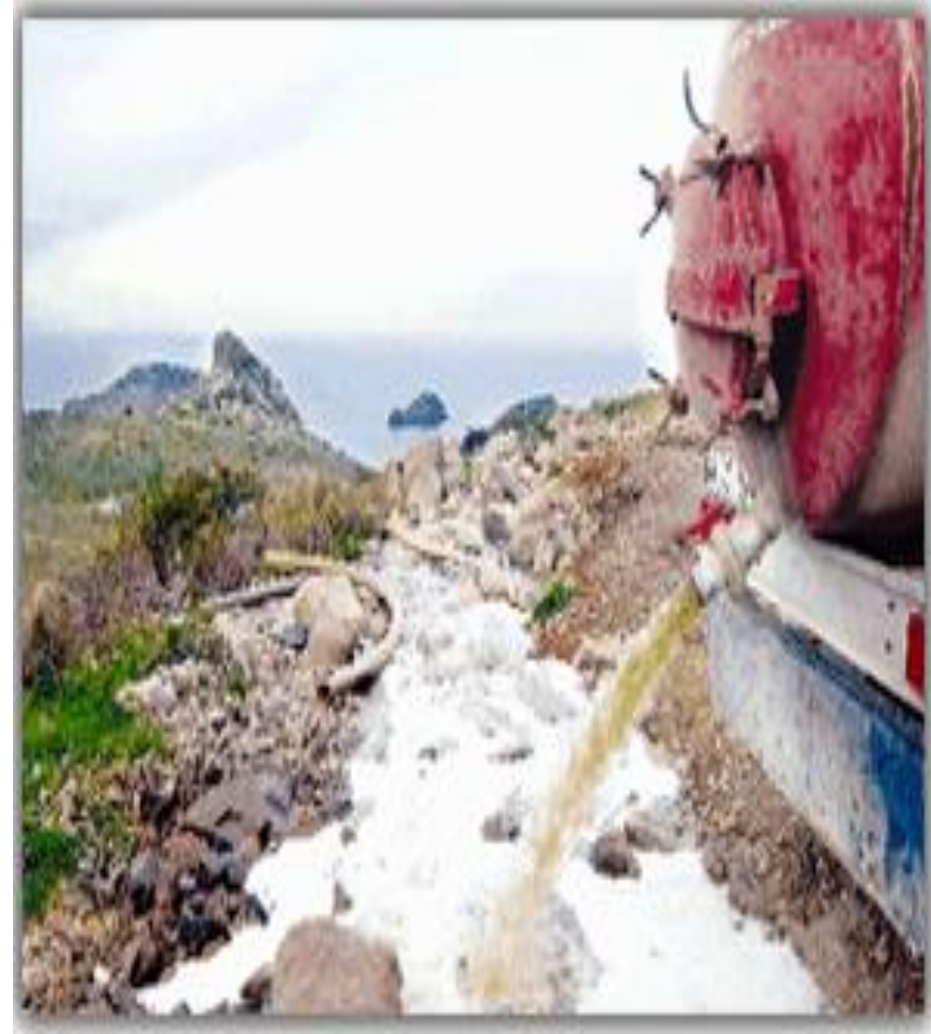
Bu kaynaklardan gelen kirleticiler alıcı su ortamına karışmadan önce temizleme sistemlerinden geçer. Temizleme sistemlerinin sağlıklı ve verimli çalıştığı ölçüde gelen kirleticinin kontrolü mümkün olur.



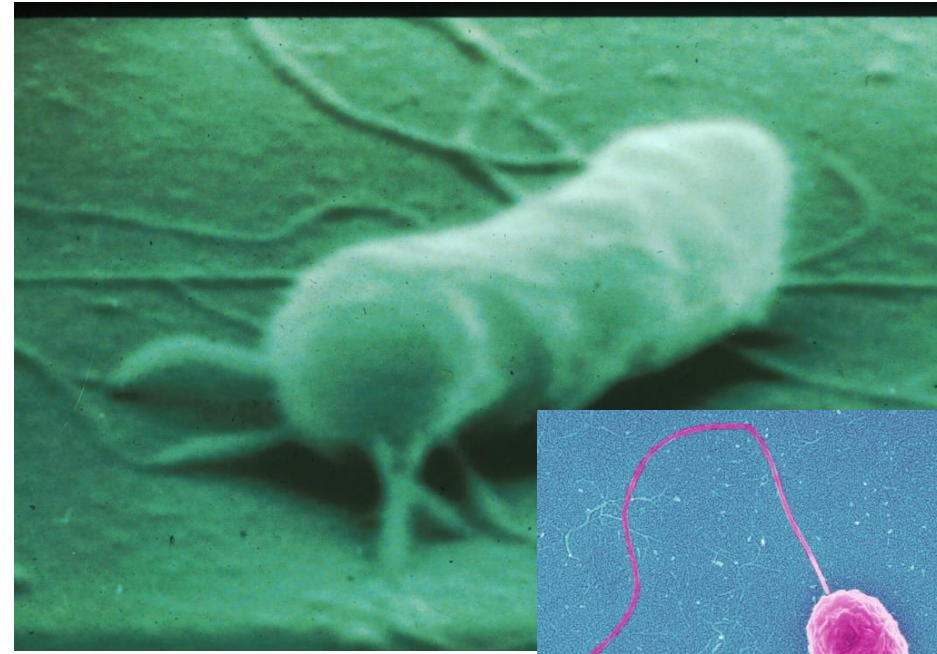
b. Kontrol edilemeyen kaynaklar

Alıcı ortama pis su temizleme sistemlerinden geçmeden gelen tüm kentsel atıklar bu kaynağı meydana getirir. Kontrol edilemeyen kaynaklardan alıcı ortama yağışlar ve kentte oluşan diğer yüzeysel akışlarla alıcı su ortamına kirleticiler taşınır. Ayrıca kanalizasyon sistemi yerine foseptik kuyuları bulunan kent atık suları yeraltı ve yerüstü sularını yoğun ve kontrol edilemez bir şekilde kirletirler.

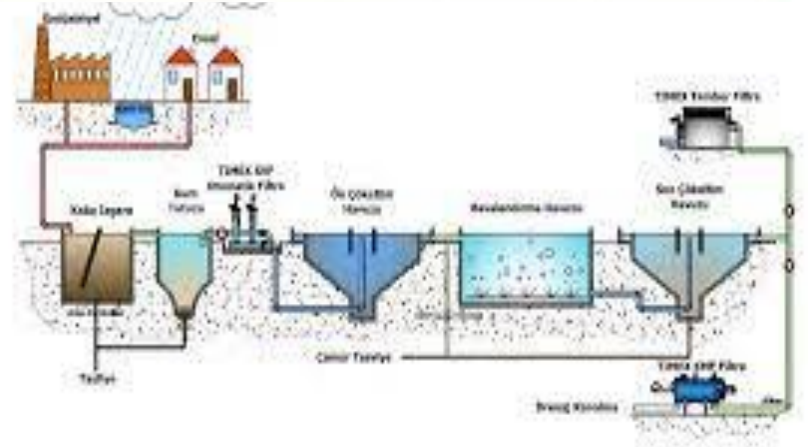
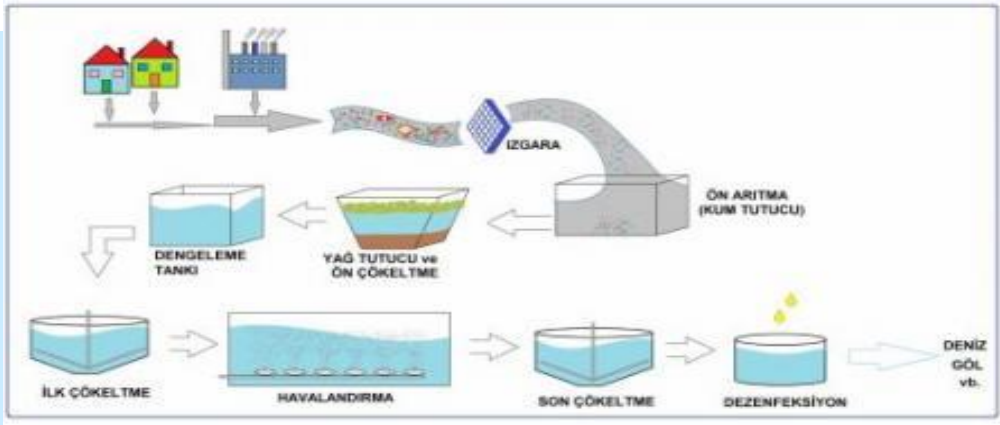
Organik ve inorganik maddeler yanında sular hijyenik açıdan çeşitli mikroplar tarafından da kirletilmiş olabilir. Özellikle yerleşim yerlerinin kanalizasyon sularında çok fazla miktarda patojen mikroplar bulunur.



Örneğin; *Salmonella typhi*, *S. paratyphi* (tifo ve paratifo hastalığı yapan mikroplar) kirli sulara 3-4 hafta yaşayabilirler. *Mycobacterium tuberculosis* (verem mikrobu); *Vibrio comma* (kolera mikrobu); şap hastalığına neden olan mikroplar; çeşitli cilt hastalıklarına neden olan mantarlar, çocuk felcine neden olan viruslar başta olmak üzere çok sayıda hastalık etmeni virus kirli sularla taşınır.



Fiziksel, kimyasal veya biyolojik olarak kirletilmiş sular akarsu, deniz ve göllere bırakılmadan önce mutlaka arıtılmalıdır. Kirli suların arıtılmalarında yaygın olarak mekanik arıtma (Sedimentasyon, Filtrasyon), biyolojik arıtma (O_2 ilave ederek, O_2 'siz) ve kimyasal arıtma (Dezenfeksiyon, nötralizasyon, oksidasyon, redüksiyon, çöktürme, adsorbsiyon, ekstraksiyon, flotasyon, siterilizasyon) olmak üzere başlıca üç yöntem kullanılmaktadır.

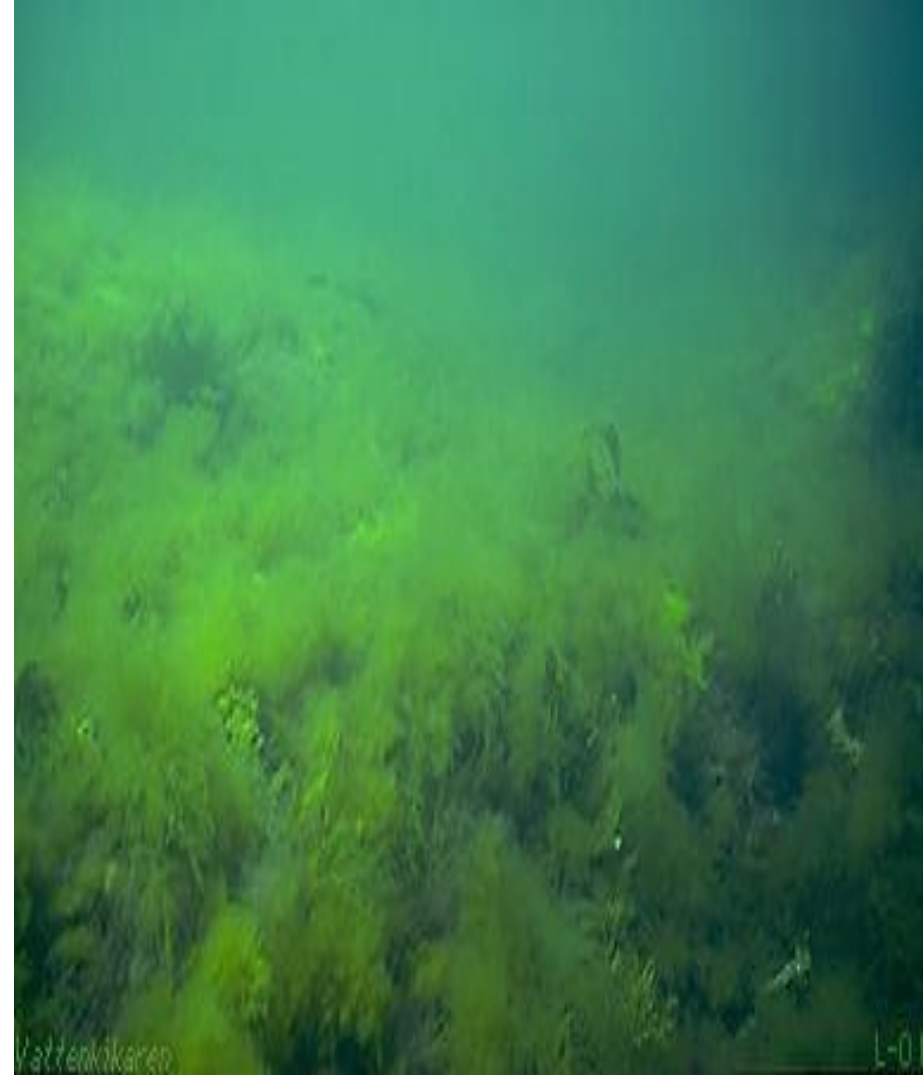


1. 3. Önemli Su Kirletici Maddeler

1. 3. 1. Fosfor

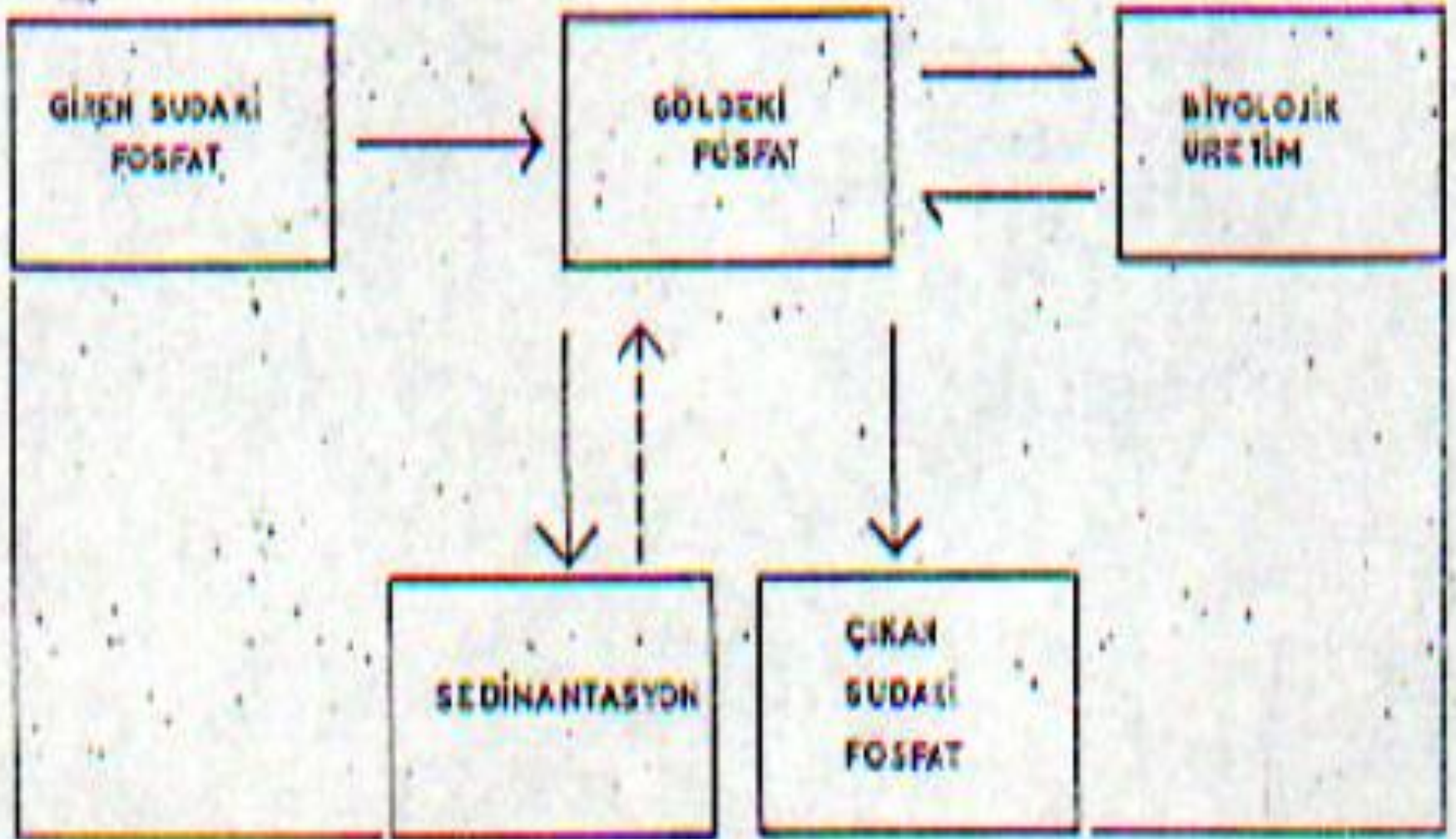
Sulardaki fosforun başlıca kaynağı, evsel ve endüstriyel olmak üzere iki başlık altında toplanabilir. Ayrıca kontrol edilemeyen kaynaklardan da (kayaçlar, tarımsal olmayan bitki ve hayvansal kalıntılar) bir miktar fosfor sulara karışır.

Fosfor sularda çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve birçok biyokimyasal reaksiyonda rol alarak kimyasal dengelerde anahtar görevi görür. Fazla miktarlarda su ekosistemlerine verilen fosfor ötrofikasyona neden olur. Ayrıca fosfor heterotrof mikroorganizmaların büyümesinde de önemli etkiye sahiptir.



Ötrotfikasyon olayında esas etki fosfora ait olmakla birlikte azot da bu olayda önemli rol alır (Şekil 3). Göl, akarsu ve denizlere bitkisel organizmaların ihtiyacından daha fazla fosfor ve azot gibi besleyici minerallerin gelmesi sudaki bitkisel yaşam için gübreleme etkisi yapar, bunun sonucu su ortamında bulunan bitkilerin çoğalması ve büyümesi hızlanır ve daha sonra bunların ölü artıkları sudaki ayrışma sürecinde oksijeni kullanarak azalmasına neden olur. Su ortamında besleyici tuzların neden olduğu kirlenmeden kaynaklanan aşırı bir şekilde bitkisel üretim yapılması ve ölü artıkların ayrışma sürecinde aşırı miktarda oksijen tüketmesi sonucu, oksijen miktarının diğer canlıların yaşamını engelleyecek derecede azalması olayı **ötrotfikasyon** adı ile anılır.





Şekil 3. Ötrofikasyon

1.3.2. Azot

Azot; evsel, endüstriyel, tarımsal ve doğal kaynaklardan su ortamlarına ulaşır. Aslında canlıların yapısını oluşturan temel elementlerden olduğundan, canlı organizmalar ve atıklarında veya ölü organizmalarda bol miktarda bulunur.

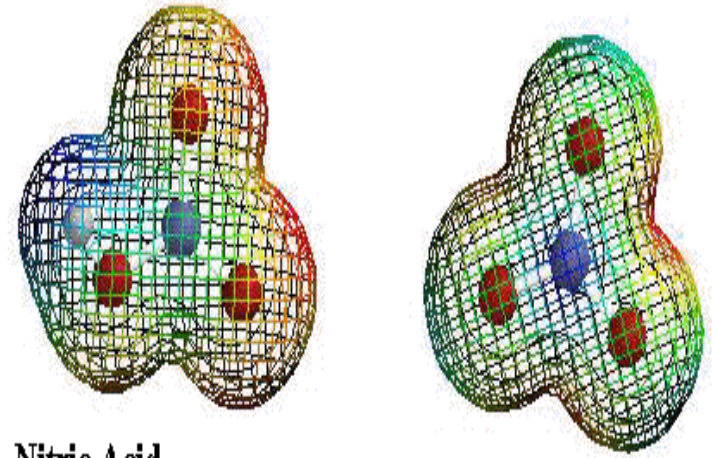
Azot su ortamında üç şekilde etkili olur. Bunlar; Toksik Etkisi, Ötrofikasyon ve Oksijen bilançosunu etkilemesidir.



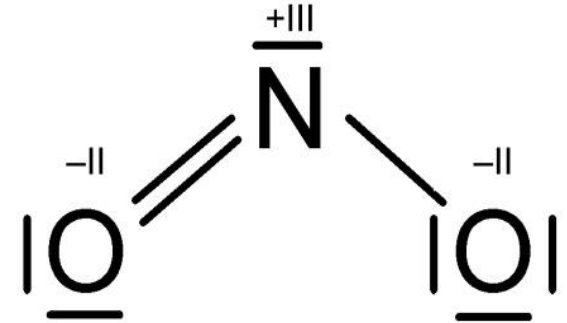
a. Azot bileşikleri içeren içme suları insan sağlığı açısından önemlidir. İçme sularında nitrat konsantrasyonu 4.5 mg/l düzeyini aşması halinde sağlık problemleri ortaya çıkar. Nitrat yetişkinlerde barsak, sindirim ve idrar sistemlerinde iltihaplanmalara neden olmaktadır. Ayrıca nitrat bebeklerde mavi hastalığına neden olur. Nitrit ise kanserojen etkiye sahiptir. Amonyum bakteri çoğalmasını teşvik eder.

b. Azot sulara verilen organik azot (amonyak ve nitrit) biyolojik süreçlerden geçerek nitrat şekline dönüşür ve bu sırada yoğun bir şekilde oksijen tüketimine sebep olur.

c. Azot bulunduğu sularda , fosfor ile birlikte ötrofikasyona neden olur.



Nitric Acid



1. 3. 3. Askıda katı maddeler

Suda yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçük olan tanecikler, suyun yüzeyine çıkarak yüzücü maddeleri oluşturur. Askıdaki katı maddeler mineral veya organik orijinli olabilir. Askıda katı maddeler alıcı ortamda dip çamurunun oluşumuna neden olarak su tabanında gelişen canlıların yaşamını engeller. Diğer taraftan organik kökenli iseler oksijen tüketimini hızlandırır. Bulanıklılığı artırarak estetik açıdan kirliliğe ve suda ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olur (Şekil 4).



Müsilaj

Müsilaj, hemen hemen tüm bitkiler ve bazı mikroorganizmalar tarafından üretilen kalın, yapışkan bir maddedir. Bu mikroorganizmalardan biri, müsilajı hareketleri için kullanan protistlerdir. Hareketlerinin yönü her zaman müsilaj salgısının tersidir. Polar bir glikoprotein ve bir ekzopolisakkarittir.

Deniz salyası, deniz müsilajı ya da deniz sümüğü denizlerde görülen sümük benzeri organik maddeler topluluğudur. Kremsi ve jelatinimsi olabilen bu topluluklar genellikle zararlı değildir, ancak E. coli bakterisi dahil olmak üzere bazı virüsleri ve bakterileri kendisine çekebilir ve altında kalan deniz yaşamını boğan bir örtü haline gelebilir.[1] Akdeniz'de sıklıkla görülen bu örtü daha uzak sulara doğru yayılmaktadır.[2][kaynak doğrulanamadı] Müsilaj, Kaykay[3] ya da Deniz Salyası[4] ismi ile de bilinmektedir. Ayrıca deniz altı faylarından çıkan sülfür gazlarının yoğun çıkışı ve denizdeki bu gazlar sebebiyle oksijen oranının düşmesi buna bağlı olarak da müsilajlarda oluşabilmektedir.



Müsilaj

Nedenleri

Deniz salyası, suda bol miktarda besin bulunan bölgelerde uzun süren ılık sıcaklıklar ve sakin havanın bir sonucu olarak oluşur.[5] Deniz karı küreleri, 125 mil (200 km) kadar geniş mesafeleri kaplayabilen büyük damlalar halinde pıhtılaşır.[6] Müsilaj, virüsler ve prokaryotlar dahil çok çeşitli mikroorganizmalar ve koloidal özelliklere sahip ekzopolimerik bileşikler dahil olmak üzere birçok bileşene sahiptir.[7] Deniz salyası ayrıca stres altında olduklarında fitoplankton tarafından üretilir.

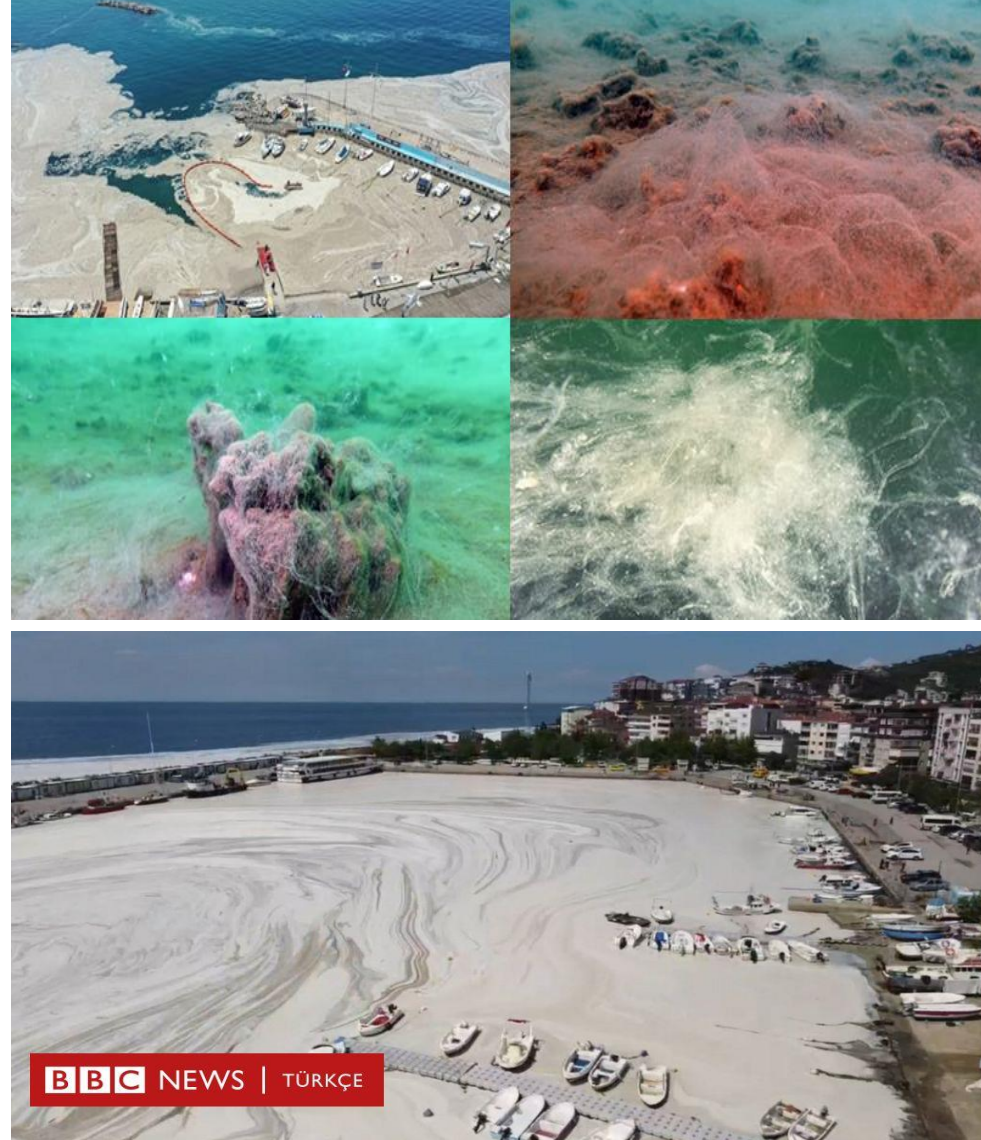
Müsilaj, parçalanabilmek için suda çözülmüş oksijene ihtiyaç duyar. Sudaki oksijen seviyesinin dengelenebilmesi için önemli bir parametre suyun ideal sıcaklıkta olmasıdır. Ancak, küresel ısınma ve deniz sularının kirlenmesiyle (deniz kirliliğinin, bulanıklık oluşturup güneş ışınlarının daha fazla toplanıp ısı artışına sebep olması; oksidasyonu artırıp oksijen seviyesini düşürmesi gibi) beraber deniz suları ısınır ve oksijen seviyesi düşer.[9]

Kirliliğin dünyaca kabul edilen üç fazı vardır:[10]

Kirletici unsurlara dayanabilen türler kalır, dayanamayanlar ya ölür ya da ortamı terk eder.

Ortamda kalan dayanabilen türlerin fert adetlerinde patlamalar olur, tür çeşitliliği azalır.

Biyotik ortam abiyotik ortama, yani canlı ortam, cansız ortama dönüşür.



Müsilaj

(https://tr.wikipedia.org/wiki/Deniz_salyas%C4%B1)

Akdeniz'de ve diğer denizlerde deniz salyası miktarında en azından 2009 yılının başlarında gözlenen artış, kısmen iklim değişikliğinden kaynaklanmaktadır.[11] Daha yavaş hareket eden ve daha sıcak sular, deniz salyası üretimini artırır ve büyük damlalar halinde birikmesine izin verir.[6] Deniz salyası ilk olarak 1729'da bildirildi ve uzun zamandır balıkçılık endüstrisi ve kıyı nüfusu için bir rahatsızlık olarak görülüyordu. Son zamanlarda, deniz salyası sadece bir sıkıntı olarak değil, aynı zamanda büyük bir tehlike olarak ortaya çıktı. Deniz salyası küreleri, deniz flora ve faunasını tehdit eden E. coli gibi bakterilere ev sahipliği yapabilir ve ayrıca insanların kirlenmiş suya maruz kalmalarına neden olabilir. Ayrıca, içinde bulunan deniz canlılarının solungaçlarının tıkanmasına neden olabilir, bu nedenle oksijensiz kalan canlılar ölür.

Yapışkan bir yapıya sahip olan müsilaj, deniz yüzeyinde yüzer hâlde olan balık yumurtalarını hapsederek yaşamalarına engel olur. Deniz içerisindeki hayvansal besini (zooplanktonu) içine hapsediğinden larvaların beslenmelerini engeller. Deniz çayırlarının üzerini örtüp, dipteki bazı canlıların (midye, istiridye, tunikatlar gibi) ışıkla temasını kesip beslenmelerini ve solunumlarını engellediğinden canlı çeşitliliğini azaltır.[12]

Meksika Körfezi'ndeki Deepwater Horizon petrol sızıntısı büyük miktarlarda deniz salyası oluşmasına neden oldu. Bilim insanları, sızıntının tam olarak nasıl bu kadar çok deniz salyasının oluşmasına neden olduğundan emin değiller, ancak bir teori, deniz salyasının, deniz karının bir "kar fırtınası" yaratan mikroskobik deniz yaşamının büyük bir ölümünün sonucu olabileceğini iddia ediyor. Bazı bilim insanları, deniz salyasının külesinin bölgedeki hayatta kalan deniz yaşamı için biyolojik tehlike oluşturabileceğinden endişe etmektedir.[13] Sızıntı sonucunda ortaya çıkan deniz salyasının, Deepwater Horizon istasyonundan 11 kilometre uzaklıktaki ölü bir derin su mercan alanının kanıtı olduğu gibi, Meksika Körfezi'nde doğrudan deniz yaşamı kaybına yol açtığına inanılmaktadır.[14]



C OLU	SU	BALIK	OMURGASIZLAR	PLANKTONLAR
	Temiz ve Taze	Normal Balıklar	Böcekler	Algler
	BULANIK	Toleranslı Ba.	Hronomoslar	Terliksi
	SEPTİK KOKU ve ÇAMUR	Yok	S. sinek larv.	Algler
	DÜZELME	Toleranslı Ba.	Hronomoslar	Protozoolar
	Temiz ve Taze	Normal Balıklar	Böcekler	Algler

Şekil 4. Kirlenme bölgelerinde suyun özellikleri ve canlı grupları

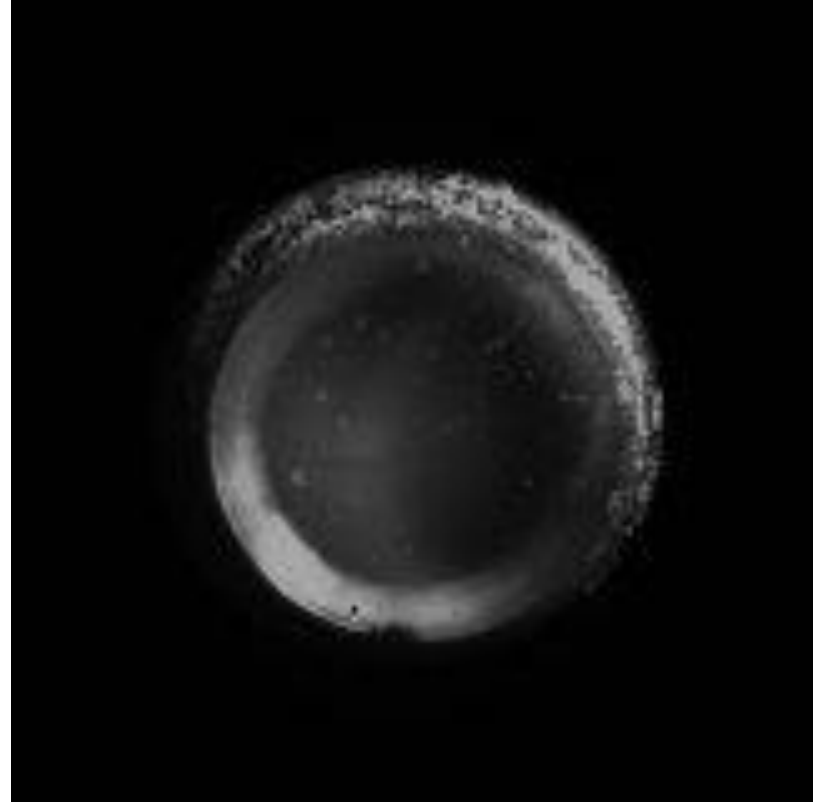
1. 3. 4. Yüzey aktif maddeler

Yüzey aktif maddeler sabunları, deterjanları ve emülsiyon yapıcıları içerir ve suda yüzey gerilimini azaltır. Sert sularda sabunun temizleme etkinliğini artırmak için kalsiyum, magnezyum ve bazı metalik iyonlar katılır. Deterjan aktif maddesi olarak ise petrolden elde edilen çeşitli türevler kullanılır. Deterjanların yapısında bulunan bazı maddeler, biyolojik olarak ayrışmayan suda yıllarca kalabilen maddeler olup, bunların kanserojen özellikleri vardır. Fosfat içeren deterjanlar ise ötrofikasyona neden olur.



1. 3. 5. Ağır metaller

Ağır metaller (kadmiyum, civa, kurşun, krom, bakır, çinko, nikel, vb.) besin zincirine girerek canlı bünyelerinde birikir ve belli konsantrasyondan sonra ölüme neden olur. Örneğin, civa vücutta 25 mg üzerine çıktığında görme ve işitme bozuklukları, denge bozuklukları, sağırılık, körlük ve ölüme sebep olur. Kadmiyum akciğer, üreme sistemi, boşaltım sistemi ve prostat kanserlerine; çinko sistemik kanserlere; kurşun, akciğer, sindirim ve böbrek kanserlerine, göz, böbrek, kas ve eklem bozukluklarına ve beyin dokusu harabiyetine neden olur.



1. 3. 6. Radyasyon

Radyasyon hücrenin biyokimyasal mekanizmasını etkiler. Özellikle genler radyasyona duyarlı olduklarından canlı ölmese bile üreme yeteneğini kaybeder veya gen mutasyonu sonucu cilt kanseri, lösemi gibi hastalıklar ortaya çıkar. Yüksek dozda radyasyon alan insanlarda kusma, ishal, iç kanama, ağız içi ve boğaz ağrıları, aşırı zayıflama ve kandaki akyuvarların azalması gibi belirtiler görülür.



1. 3. 7. Yağlar ve petrol türevleri

Yağlar ve petrol türevleri estetik kirliliğe neden olmaları yanında, suların atmosferden oksijen alışverişini engelleyerek, suda oksijen dengesini bozar. Su yüzeyinde veya yüzeye yakın yaşayan su canlılarının (planktonlar, su kuşları, balıklar vb.) vücut yüzeylerine yağ ve petrolün bulaşması ile hayatta kalmaları tehlikeye girer. Ayrıca bu maddeler deniz ortamında çökerek sedimentlerde ve sahillerde birikim yapar. Su üzerindeki yağlar kuşlar için cazip hale gelir ve yağ üzerine konmaları halinde, uçuş kabiliyeti azalır, vücuda giren yağ zehir etkisi yapar veya ısınma yolu ile vücut ısısı kaybolur ve kuş ölür.



Sulardaki yağ zararları şöyle özetlenebilir;

- Alg ve fitoplanktonların üzerine bulaşarak ölmelerine neden olur.
- Yağlar su yüzeyini örterek atmosferle teması keser ve suya oksijen girmesini önler.
- Bazı yağlar (fenoller vb.) zehirleyici özelliğe sahip olduklarından ölümlere neden olur.
- Balıkların solungaçları ve vücutları yağa bulanmaları sonucu solunumları güçleşir.
- Canlılar ölmese bile yağın kokusu etlerinin kalitesini yenilemeyecek derecede bozar.
- Su bitkilerinin yaprak yüzeylerinin yağa bulanması sonucu fotosentez ve solunum güçleşir.



(AP/Photo)

1. 3. 8. Çökebilen katı maddeler

Çökebilen katı maddeler; çeşitli inşaat faaliyetleri, maden ocakları, yol yapım çalışmaları, kum çakıl yıkama ocakları, tarım alanlarından kaynaklanır. Bu maddeler toprağın su ortamına taşınması sonucu önemli zararlar ortaya çıkar.



Çökebilen katı maddelerin zararları şu başlıklar altında toplanabilir;

- a. Çökebilen katı maddeler; göl, gölet ve barajların kısa sürede dolması veya su kapasitelerinin düşmesine neden olur.
- b. Sulama kanal ve arklarının tıkanarak tarımsal üründe azalmaya veya ek masrafların çıkmasına neden olur.
- c. Bulanıklılığın artması ile su canlılarının yaşam şartları, fotosentez aktivitesi bozular ve suyun kullanım imkanı (içme, tarımsal amaçlı, rekreasyonel vb.) azalır. Askıdaki katı maddeler fotosentezi engelleyerek sudaki oksijen konsantrasyonunun azalmasına neden olur. Ayrıca askıdaki katı maddeler besin maddeleri, pestisit ve ağır metaller gibi mikroskobik maddeleri beraberinde taşırlar.



- d. Ağır metaller, pestisitler, çeşitli mineral ve organik maddeler, bakteri ve virüsler katı maddeler ile birlikte taşınarak su yatağına girmiş olurlar.
- e. Şehirler, kasabalar, köyler, tarım alanlarının üzeri örtülür ve telafisi imkansız zararlar ortaya çıkar.
- f. Ayrışmayan katı maddeler su yatağının tabanında birikerek burada bulunan organizmaların üzerini örterken, zemine bağlı yaşayan diğer organizmalar için zemini kötüleştirir. Örneğin balık yumurtaları ve değişik organizma larvalarının gelişmesini önler, zemine bağlı beslenen organizmaların yaşamı güçleşir.



1. 3. 9. Organik maddeler

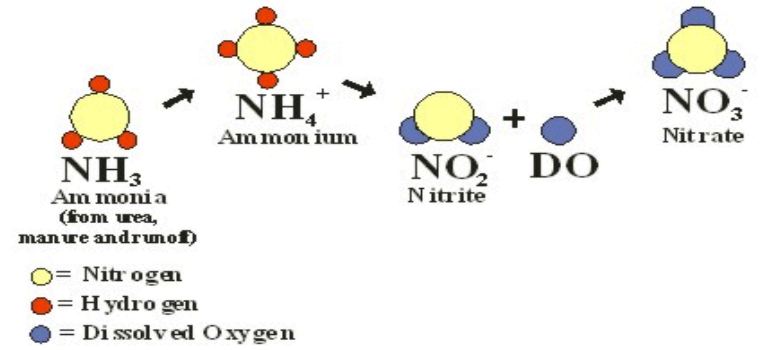
Biyolojik olarak ayrışabilen atıklar ve organik maddeler su ortamında oksijenli veya oksijensiz olmak üzere iki şekilde ayrıştırılır. Oksijenli (aerobik) ayrışmada sudaki çözünmüş oksijen tüketilirken, oksijensiz (anaerobik) ayrışmada oksijen kullanılmaz.

Organik madde + O_2 + Bakteriler ----->
 CO_2 + NH_3 + H_2O + kararlı son ürünler +
yeni hücreler.



O_2 ' li ortamda ayrışmanın son ürünü düşük enerji seviyelerine sahip CO_2 ve sudur. Ancak ortamda kükürtlü bileşikler veya fosfor varsa ve reaksiyona girerse son ürün PO_4 veya SO_4 iyonu meydana gelir. Azot ise gittikçe kararlılığı artan bir seri bileşikler yapar ve bu özelliği nedeni ile kirlenmenin indikatörü olarak kabul edilir.

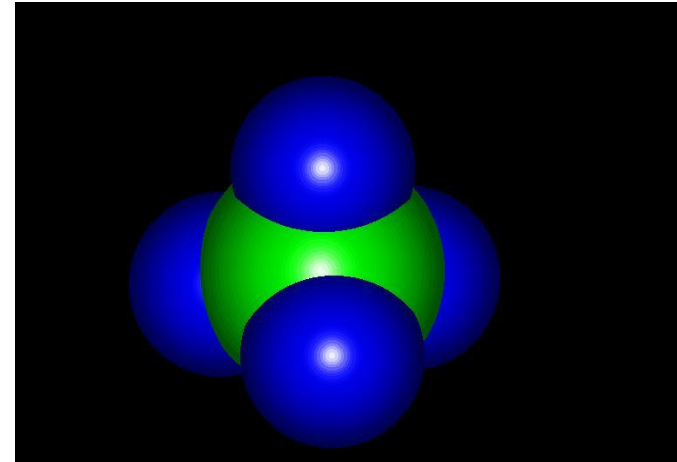
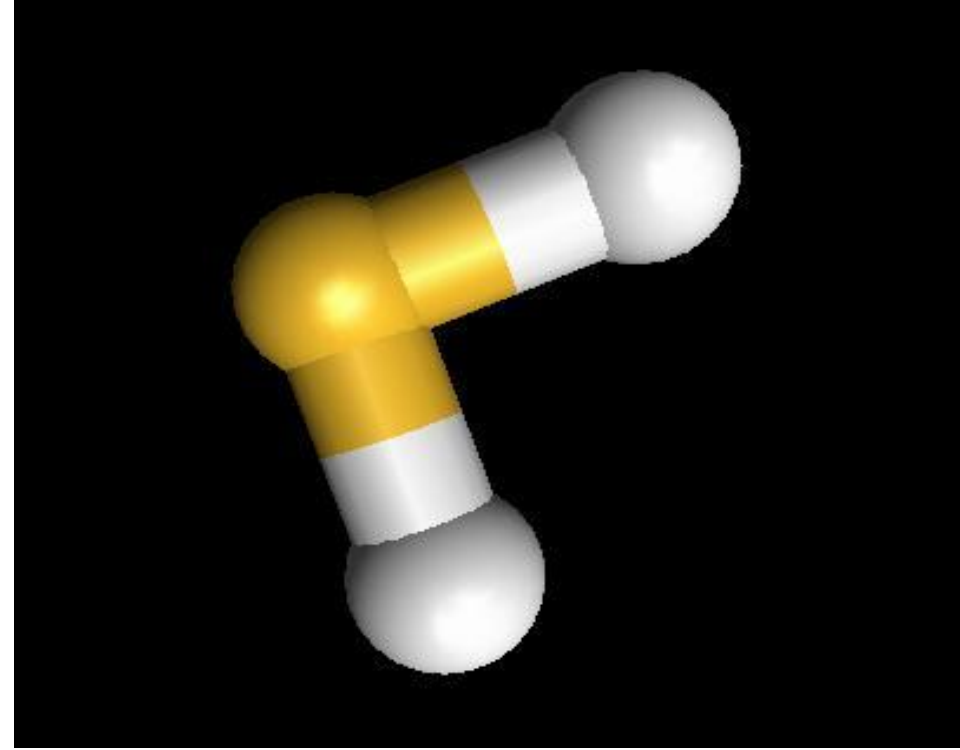
Organik azot -----> Amonyum (NH_4)
)-----> Nitrit (NO_2) -----> Nitrat (NO_3)



O_2 'siz ayrışmada ortaya çıkan son ürünler biyolojik olarak kararsızdır (CH_4 vb.).

Organik madde + Bakteri ---->
Alkol ve Asitler ----> $CH_4 + H_2S + NH_3 + CO_2 + H_2 +$ Karalı son ürün

Biyolojik ayrışmada yüksek enerjili moleküllerden çekilen hidrojen atomları çeşitli bileşiklere bağlanır. H' ni bağlayan bu tip atomlara akseptör denir. Ortamda oksijen varsa, H akseptörü oksijen 'dir ve bunun sonucu su oluşur. O_2 'siz şartlarda ise oksijenden sonra H akseptörü olan azot reaksiyona girer ve NH_4 'u yapar, şayet azot yoksa sülfür reaksiyona girer ve H_2S meydana gelir.



1. 3. 10. Sıcaklık kirlenmesi

Organizmaların fizyolojik faaliyetleri sıcaklığa göre değişir. Her canlının yaşamsal faaliyetlerini sürdürebildiği belli sıcaklık sınır değerleri vardır. Örneğin sıcaklığın artması ile bakterilerin çoğalma hızı artar, balıklarda ise üreme için kesin sıcaklık değerleri vardır. Bentik organizmaların sayısı ve türleri sıcaklığın 32°C'nin üstüne çıkması halinde azalmaya başlar.

Kimyasal reaksiyonların hızları, gazların suda çözünürlüğü, enzimlerin faaliyeti, moleküllerin hareketi sıcaklığa bağlı olarak değişim gösterir. Organik maddelerin sıcaklık ile ayrışma hızı artar ve bu 30 °C' de maksimum olur. Organik maddenin ayrışmasına bağlı olarak oksijen tüketimi hızlanır ve sudaki oksijen konsantrasyonu düşer.



B

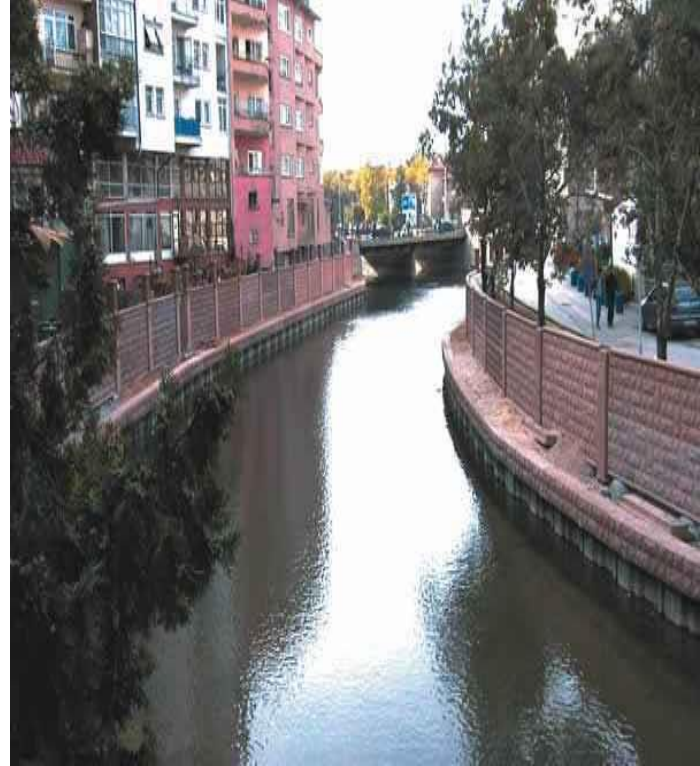
1. 4. Tatlısu Kaynaklarında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri Ve Halk Sağlığı İlişkisi

Günümüzde teknik olarak kullanılabilir durumda olan tatlı su kaynaklarının oldukça sınırlı olduğu bilinmektedir. Diğer taraftan hızla artan nüfus, hızlı kentleşme, sanayileşme, tarım alanlarında yaygın gübre ve pestisit kullanımı sınırlı olan tatlı su kaynaklarının hızla kirlenmesine neden olmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte her gün yeni kirlilik çeşitleri gündeme gelmektedir. Tatlısu kaynakları (nehir, çay vb) çeşitli amaçlarla kullanılarak, sanayi atıkları, evsel atıklar ve yağmur sularıyla taşınan tarımsal atıklar ile kirlenmektedir. Şehirlerin içme suyunu sağlamak amacıyla kullanılacak yeraltı ve yerüstü sularında, tarımsal amaçlı kullanılan sularda aranmayan pek çok kimyasal özelliğin bulunması temelde mutlaka istenilmektedir. Bu özelliklerin en önde gelenleri ise; en başta karsinogenik tabiatlı olanları olmak şartıyla ağır metaller ve sanayi atığından kaynaklanan toksik kimyasallardır.



a. Şehir sularını bu tür akarsulardan karşılayan endüstrileşmiş ülkelerde bu sular genellikle 1 $\mu\text{g}/\text{L}$ düzeylerinde kadmiyum içerirler. İçme suyu milletlerarası standardına göre izin verilen üst limit ise 5 $\mu\text{g}/\text{L}$ ' dir. Toprakta Cd'nin çok geniş bir dağılım aralığında bulunabileceği, bu miktarın 1 mg ve daha aşağı düzeylerde yer alabileceği de belirtilmiştir. UNEP (Birleşmiş Milletler Çevre Programı) ve WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından onaylanan MCL listesi (Maksimum konsantrasyon sınırları)' ne göre; atık çamurunda dahi kadmiyumun üst sınırı 1 mg/kg seviyesindedir.

b. Suların ihtiva ettiği kurşun miktarları genellikle 10 $\mu\text{g}/\text{L}$ nin altındadır. WHO tarafından izin verilen seviye ise bu tür sularda 50 $\mu\text{g}/\text{L}$ 'dir. Atık çamurunda, UNEP ve WHO onaylı MCL listesinde belirlenen rakam ise 5.0 ppm (mg/kg)' dir. Kurşun Porsuk Çayında 0-12 dağılım aralığında ve 4.6 mg/kg ortalamaıyla bulunduğu göre izin verilen seviyelerin üzerinde kirlidir. Diğer taraftan Felent Çayı, Kütahya çıkışı, Eskişehir girişi ve çıkışı örneklerinde, atık çamurunda dahi izin verilmeyen seviyelerde kurşun mevcuttur.



Çinkonun çeşme sularında genelde bulunma seviyeleri 0.01-1 mg/L düzeylerindedir. Endüstri atıklarının sızdığı yerüstü sularında 5 mg/L ' yi geçtiği zaman; suda ağza buruk bir tad verdiği, yanar - döner refle yarattığı, kaynatıldığında da yağlı bir tabaka oluşturduğu görülür. 5 mg/L değeri zaten WHO tarafından da içme sularına kaynak oluşturan sular için WHO'nun izin verdiği üst değerdir. Çinko Porsuk Çayında (toprağında) ortalama 16 mg/kg düzeyinde bulunduğu göre; çok yüksek seviyededir.

Bakırın da aşırı miktarları suyun estetik kalitesini bozabilir, renk oluşturabilir, hoş gitmeyen bir tad ve burukluk verebilir. Bakır içme suyuna, yerüstü ve yeraltı suları yoluyla endüstri ve gübrelerden geçer. Gübrelerde 0.01-0.5 mg/gr seviyelerinde bulunur. Yüzeysel sularda genelde 0.01-0.5 mg/L düzeylerinde bulunur. WHO'nun izin verilen rehber değeri 1mg/L düzeyidir. Bakırın Porsuk Çayı toprağında ortalama 0.191 mg/kg düzeyinde bulunuşu, düzeyinin yüksek sayılamayacağı görüşünü verebilmektedir.



Kadmiyum, inko ve kurşun; hem WHO ve hem de UNEP tarafından kesin olarak onaylanmış, insanda karsinojenik etkili ağır metallerdir. Kadmiyum; akciğer, üreme sistemi, boşaltım sistemi ve prostat kanserlerine sebep olur. Böbrek harabiyeti ve amfizem yapar. Çinko; sistemik kanserlere sebep olur. Kurşun; akciğer, sindirim ve böbrek kanserlerine sebep olur, beyin dokusu harabiyeti, göz, böbrek, kas ve eklem bozuklukları yapar ve düşük doğumlara sebebiyet vermektedir.



Tatlı su kaynakları için çok önemli bir problem olan ağır metal kirliliğinin giderilmesinde bitkilerden faydalanmak mümkündür. 1954 yılından beri (Stanbury) bilinen genel ve geçerli bir bilgi olarak; "toprağın taşıdığı substanslar, üzerinde yetişen bitkilere, mevcut oranda yansır." görüşü bu çalışmada da ispatlanmış olmaktadır. Ayrıca bu bitkilerin yüksek düzeyde ağır metal tutabilmeleri, onların bu tür içme suyu yüzeysel kaynaklarında ağır metal tutucu ve miktar azaltıcı maliyette kullanılabilmeleri şansını getirmektedir.



Örneğin; Porsuk Çayı'nda ağır metal kirliliği kabul edilemeyecek boyutlara erişmiştir. Bu çayın suyunu şehirlerin içme ve kullanma su kaynağı olarak değerlendirmekten vazgeçilmesi ve yeni alternatifler bulunması kaçınılmaz görünmektedir.

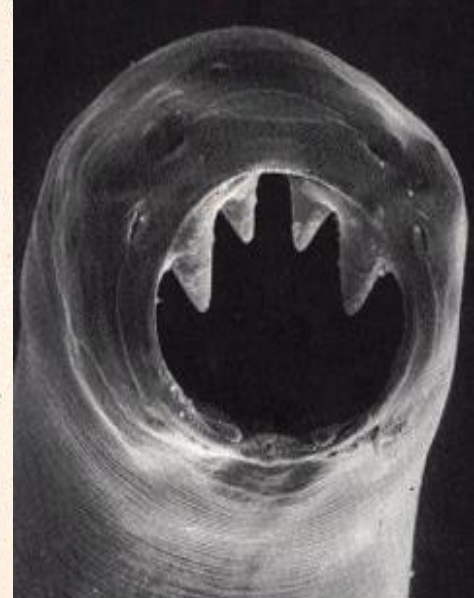
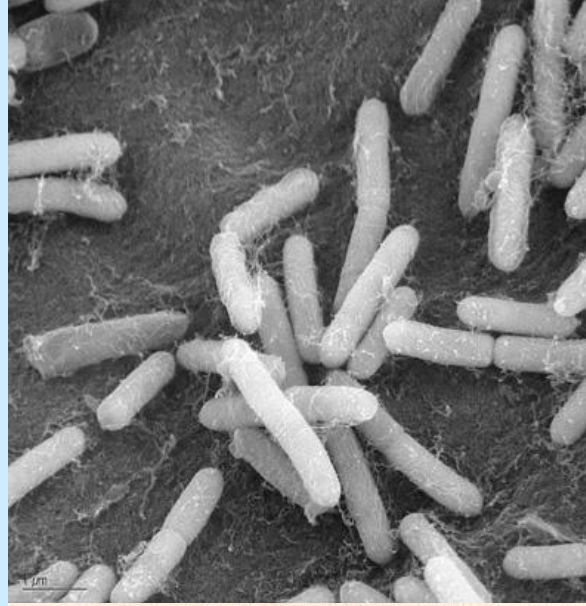
Bunlar dışında suları kirleten çeşitli zehirli gazlar, tuz ve zehirli organik bileşikler de (Siyanür, Petrol türevleri, Polikloro naftalinler, Bifeniller, Pestisitler, Deterjanlar ve Gübreler) bulunmaktadır.



1. 5. Patojenler

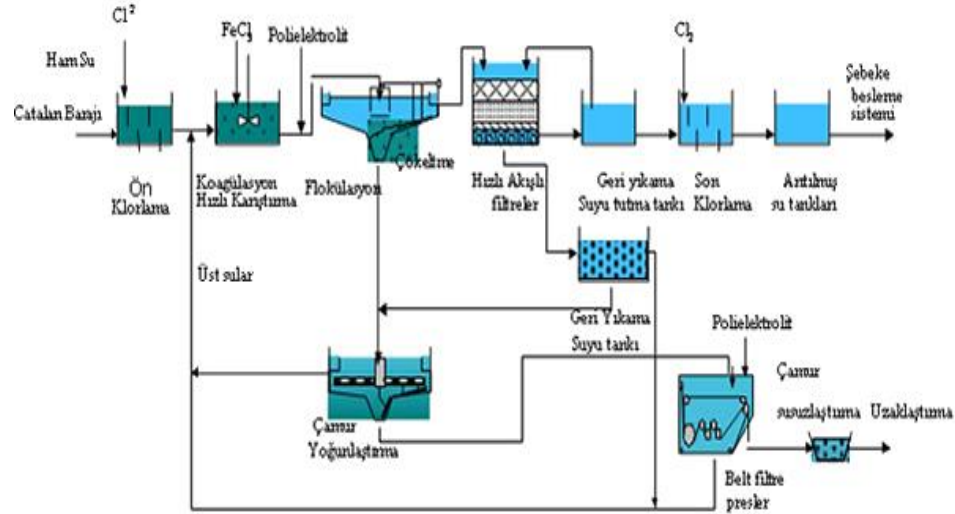
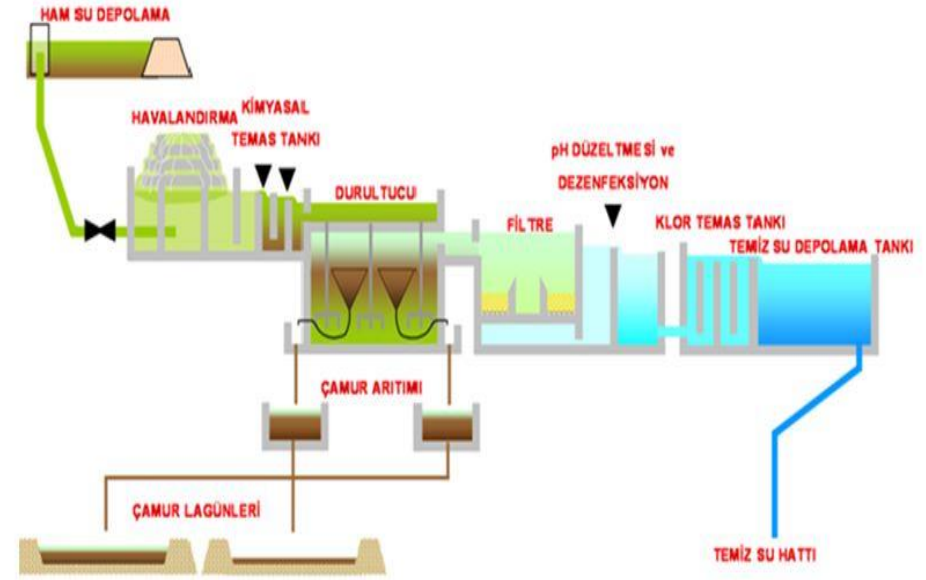
Özellikle yerleşim bölgelerinin kirli sularında çeşitli patojenler ve mikroplar da bulunmaktadır. İnsan veya hayvan tarafından idrar ve dışkı ile sulara atılan patojenler (hastalık yapan bakteri ve virüsler) iyi yıkanmamış gıdalarla sofralara taşınmaktadır. Başlıca patojenler şunlardır;

- Bakteriyel patojenler
- Viral patojenler
- Protozoal hastalıklar
- Parazitler



Bu nedenle evsel atık suların arıtılmadan tarım alanlarında kullanılmasında insan sağlığı açısından büyük riskler vardır. Başlıca su dezenfeksiyon yöntemleri şunlardır.

- Suyun bekletilmesi veya ısıtılması
- Bakır ve gümüş gibi metal iyonların uygulanması
- Cl_2 , Br_2 , I , O_3 , $KMNO_4$ gibi bileşiklerin kullanılması
- Ultraviyole ışın kullanma
- Kuvvetli asidik veya bazik yapmak



Su ayak izi, insanlar tarafından tüketime bağlı olarak su kullanım kapsamını gösterir. Bir bireyin, topluluğun veya işletmenin su ayak izi, birey veya topluluk tarafından tüketilen veya işletme tarafından üretilen mal ve hizmetleri üretmek için kullanılan toplam tatlı su hacmi olarak tanımlanır.

Su kullanımı, birim zamanda tüketilen (buharlaştırılan) ve/veya kirlenen su hacmi olarak ölçülür. Su ayak izi herhangi bir iyi tanımlı tüketici grubu (örn., Birey, aile, köy, şehir, il, eyalet veya ulus) veya üreticiler (örn. kamu kuruluşu, özel girişim veya ekonomik sektör) için tek bir süreç (pirinç yetiştirme gibi) veya herhangi bir ürün veya hizmet için de hesaplanabilir.

Geleneksel olarak, su kullanımına üretim tarafından şu üç su kullanımı sütunu ölçülerek yaklaşılmıştır: tarım, sanayi ve evsel sektördeki su çekilmesi. Bu değerli veriler sağlasa da, ürünlerin her zaman menşe ülkelerinde tüketilmediği küreselleşmiş bir dünyada su kullanımına sınırlı bir bakış açısidir. Tarımsal ve endüstriyel ürünlerin uluslar arası ticareti, gerçekte küresel bir sanal su veya somutlaşmiş su akışı yaratır (somutlaşmiş enerji kavramına benzer şekilde).

2002 yılında, su kullanımının geleneksel üretim sektörü temelli göstergelerine ek olarak faydalı bilgiler sağlayabilecek, tüketime dayalı bir su kullanımı göstergesine sahip olmak için su ayak izi kavramı tanıtıldı. 1990'larda tanıtılan ekolojik ayak izi kavramına benzer. Su ayak izi, coğrafi olarak açık bir göstergedir ve yalnızca su kullanımı ve kirlilik hacimlerini değil, aynı zamanda konumları da gösterir. Bu nedenle, ekonomik seçimlerin ve süreçlerin dünya çapında yeterli su kaynaklarının ve diğer ekolojik gerçeklerin mevcudiyetini nasıl etkilediğini (ve bunun tersini) kavrar.

https://tr.wikipedia.org/wiki/Su_ayakizi

SU AYAK İZİ

Mavi su ayak izi, yüzey ya da yer altı kaynaklarından (göller, nehirler, sulak alanlar ve akiferler) gelen suyun hacmidir veya buharlaşır (örneğin, sulama bitkilerini sularken) ya da bir ürün içine dahil edilir veya bir cisimden alınıp başka birine geri konulur veya farklı bir zamanda geri döndürülür. Sulu tarım, sanayi ve evsel su kullanımının her biri mavi su ayak izine sahip olabilir.

Yeşil su ayak izi, toprağın kök bölgesinde (yeşil su) depolandıktan sonra ya buharlaşmayla kaybedilen ya da bitkiler tarafından eklenen yağışlardan kaynaklanan su miktarıdır. Özellikle tarım, bahçecilik ve ormancılık ürünleri ile ilgilidir.

Gri su ayak izi, kirleticileri (endüstriyel deşarjlar, madencilik operasyonlarında atık havuzlarından sızıntılar, arıtılmamış belediye atık suları veya tarımsal yüzey akışı veya kentsel yüzey akışı gibi nokta olmayan kaynak kirliliği) seyreltmek için gereken su hacmidir öyle ki kapsamı suyun kararlaştırılmış su kalite standartlarını karşılar. Şu şekilde hesaplanır:

$$\frac{L}{c_{\max} - c_{\text{nat}}}$$

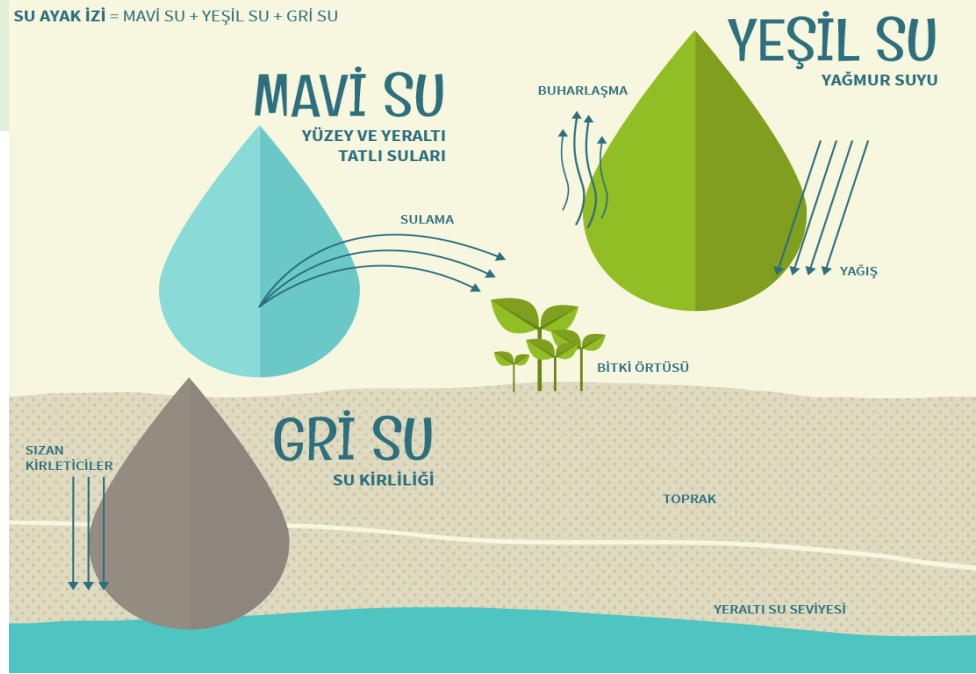
burada, L, kirletici yükü (kütle akışı olarak), c_{\max} izin verilen maksimum konsantrasyon ve c_{nat} alıcı su kütlesindeki kirleticinin doğal konsantrasyonudur (her ikisi de kütle/hacim olarak ifade edilir).

SU AYAK İZİ

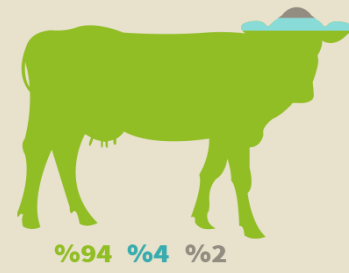


SU AYAK İZİ

SU AYAK İZİ = MAVİ SU + YEŞİL SU + GRİ SU



MAL VE HİZMETLER ARACILIĞIYLA TÜKETİLEN SU MİKTARI



Three large water drops are shown against a background of a river and mountains. Each drop contains a smaller drop of a different color and text explaining the footprint type.

- Yeşil Su Ayak İzi**
Bir malın üretiminde kullanılan toplam yağmur suyuna yeşil su ayak izi denir.
- Mavi Su Ayak İzi**
Bir malı üretmek için ihtiyaç duyulan yüzey ve yer altı tatlı su kaynaklarının toplam hacmine mavi su ayak izi denir.
- Grİ Su Ayak İzi**
Kirlilik yükünün mevcut su kalitesi standartlarına göre bertaraf edilmesi ya da azaltılması için kullanılan tatlı su miktarına gri su ayak izi denir.

KAYNAKLAR

- Anonim, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını.
- Anonim, Korkutan 'cep'e gözaltı, Hürriyet, 21 Kasım.
- Akman. Y., ve ark. Çevre Kirliliği, Çevre Biyolojisi. Palme Yayıncılık.
- Berkes, F. ve Kışlalıoğlu, M., Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi.
- Bereket, G., Yücel, E., Monitoring of Heavy Metal Pollution of Traffic Origin in Eskişehir, Doğa Türk Kimya.
- Çepel, N., Genel Ekoloji, İ.Ü. Yay.
- Çepel, N., Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, TEMA.
- Gürpınar, E., Çevre Sorunları, Der Yayınları.
- Haktanır, K., Çevre Kirliliği, Ziraat Fakültesi No..
- Karpuzcu, M., Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü, Kubbealtı Neşriyat.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C., Çevrebilim, İmge Kitabevi.
- Kocataş, A., Ekoloji Çevre Biyolojisi, E.Ü.Su Ürünleri Fak Yayını.
- Özdemir, İ. ve Yükselmiş, M., Çevre Sorunları ve İslam, Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
- Öztürk, M., Türkan, İ., Dalgıç, R., Çelik Ümmühan; Yılmaz, Melike; Yücel, Ersin: Ağır Metaller Canlılar İçin Bir Yükümü ?, II. Uluslararası Ekoloji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, (Ed.) İlhami Kiziroğlu.
- Öztürk, M., Güvensen, A., Yücel, E., Doğayı Koruma Yönünden Hava Kirlenmelerin Ekosistemlere Etkisi, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü II. Ulusal Sempozyumu.
- Öztürk, M., Güvensen, A., Yücel, E., İç Mekanlarda Kirlilik Sorunu ve Bitkilerin Rolü, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü II. Ulusal Sempozyumu.
- Öztürk, M., Özdemir, F., Yücel, E., An Overview of the Environmental Issues in the Black Sea Region, Scientific Environmental and Political Issues in the Circum-Caspian Region, (Eds. M.H. Glantz and I.S. Zonn).
- Şişli, N., Çevre Bilim Ekoloji, H.Ü. Fen Fakültesi.
- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R., Çevre Kirliliği, TC.Çevre Bakanlığı Yayınları.
- Yücel, E., Türkiye Tabiatını Korumada Biyolojik Savaşın Önemi, Tabiat ve İnsan.
- Yücel, E., Eskişehir'de Yetiştirilen Ağaç ve Çalıların Kentsel Ekoloji Açısından Değerlendirilmesi (1), A.Ü. Fen Edebiyat Fakü.Dergisi.
- Yücel, E., Öztürk, M., Doğan, F., Kütahya'da Hava Kirliliği Sorunu, Ekoloji Çevre Dergisi.
- Yücel, E., Doğan, F., Öztürk, M., Porsuk Çayında Ağır Metal Kirlilik Düzeyleri ve Halk Sağlığı İlişkisi, Ekoloji.
- Yücel, E., Asya Servi Kavağı Kullanılarak Kütahya İlinde Trafik Kökenli Pb, Cd ve Zn Kirliliğinin Araştırılması, Doğa Tr Bot. Derg.
- Yücel, E., Aşan Z., Öz, M., Öztürk, M., Eskişehir Yöresinde Bazı Orman İçerisinde Dinlenme Alanlarının Rekreatyonel Talep Değerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Ekoloji Çevre Dergisi.
- Yücel, E., Öztürk, M., Ağaç ve Çalı Türlerinde Görülen Kirlilik Zararları Üzerine Bir Çalışma, Tabiat ve İnsan Dergisi.
- Yücel, E., Canlılar ve Çevre. In (eds) Özata, A., Biyoloji, Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Uysal, İ., Yücel, E., Pirdal, M., Öztürk, M., Çevre Çıkmazı ve Çevre Biliminin Ana İlkeleri. Ekoloji.

ÖNEMLİ UYARI

Bu ders materyalinin hazırlamasında, çok sayıda kitap, makale ve diğer yazılı kaynaklar ile internet ortamında yer alan resim, şekil vd. materyallerden faydalanılmıştır. Bu ders materyalini yazılı basımda veya internet ortamı gibi başka dijital ortamlarda yayınlamayınız. Çünkü resim, grafik vb. kaynakların bazıları telif ücreti gerektirebilir.

Bu bölüm ile anlaşılamayan veya sormak istediğiniz konuları portal üzerinden veya

eyucel@eskisehir.edu.tr e-mail adresinden sorabilirsiniz.

Öğrenciler için hazırlanan bu ders materyali ücretsizdir, para ile satılamaz.