



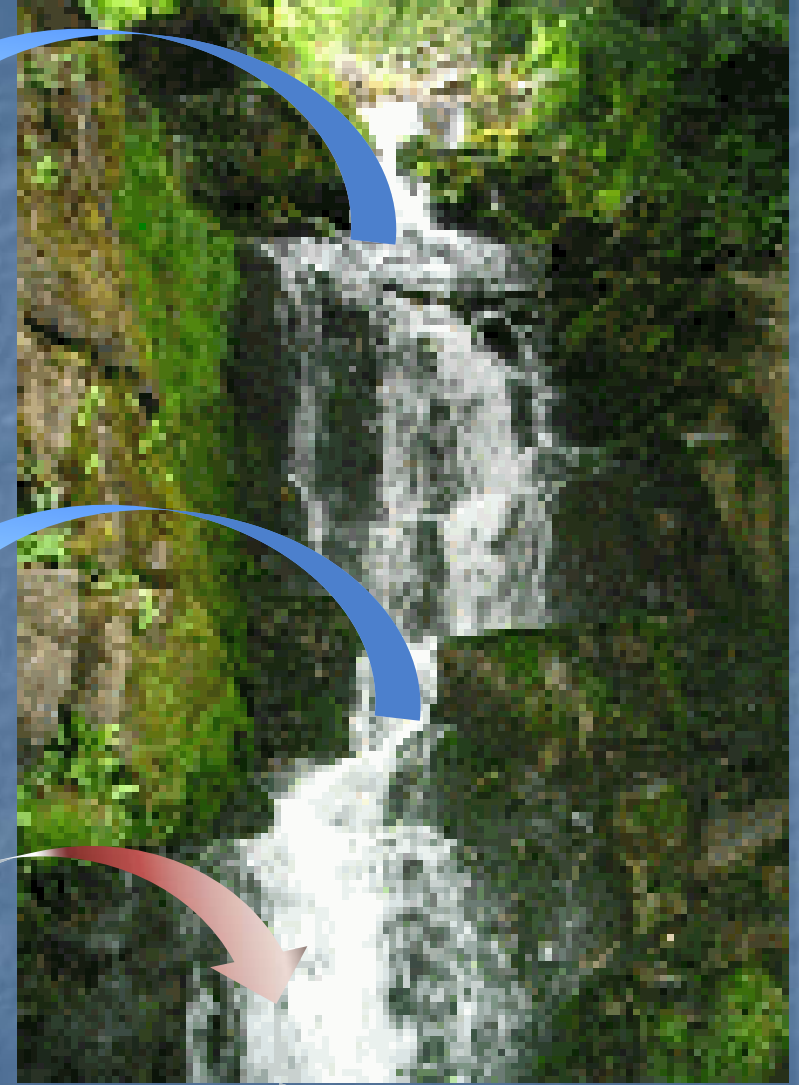
Madencilikte Su Yönetimi

Dr. Mehmet KARADENİZ
MTA Genel Müdürlüğü

Su canlı yaşamı için hayati, ama...

Sanayi devrimiyle;

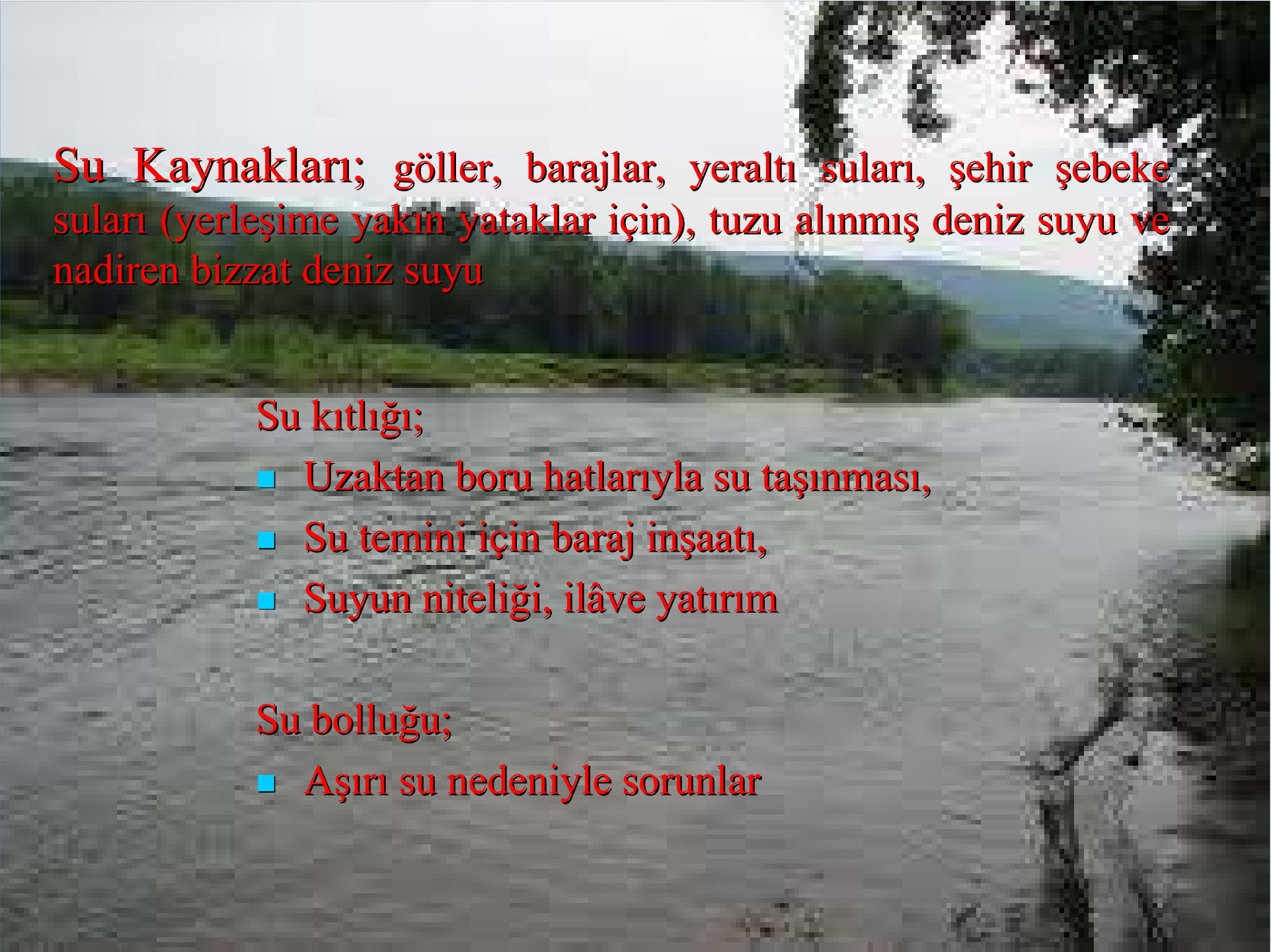
- Bir taraftan dünya nüfusunun çoğalması (tıbbın gelişmesi, refahın göreceli artmasıyla çocuk ölümlerinde azalma ve insan ömrünün uzaması) ve belirli bölgelerde yoğunlaşması (kentleşme),
- Diğer taraftan da, özellikle gelişmiş ülkelerde hayat standardının yükselmesi hem kişi başına, hem de katlanmış (kümülatif) su tüketimini arttırmaktadır.
- Su kaynakları hızla kirlenmekte...



Yetersizlik ve kirlilik sorunu büyüyor...

Madencilik-su ilişkisi

- Madencilikte su kullanımı zorunlu
 - Su kaynaklarından su temini, yatırım ihtiyacı
 - Gereğinden fazla su geliri sorunu
- Su denkliği kurulması
- Su kirliliği
 - Teknik nitelik
 - Mevzuat kısıtları



Su Kaynakları; göller, barajlar, yeraltı suları, şehir şebeke suları (yerleşime yakın yataklar için), tuzu alınmış deniz suyu ve nadiren bizzat deniz suyu

Su kıtlığı;

- Uzaktan boru hatlarıyla su taşınması,
- Su temini için baraj inşaatı,
- Suyun niteliği, ilâve yatırım

Su bolluğu;

- Aşırı su nedeniyle sorunlar

Aşırı su gelirine bağlı sorunlar; Yüzeye yakın su tablası, Derin seviyelerde üretim

Maden içinde;

- Soğuk bir bölgede ise kuyularda donma,
- Çalışan ve cihaz verimliliğinde azalma, bakım masraflarında artma,
- Elektrik kullanımında tehlike,
- Galeri duvarlarında yıkılma
- Ortamda sıcak su bulunması halinde aşırı ısınma-nemlenme,
- Ocağa gaz taşınımı,
- Daha fazla patlayıcı tüketimi,
- Giriş yolları ve kanallarda daha çok adam çalıştırma sıkıntıları yaşanabilir.

Maden dışında;

- Yüzey sularının niteliğinde bozulma,
- Yükleme-işleme işlerinde maliyet artışı,
- Çevre kuyulardaki sularda çekilme ve hatta tasman gelişimi,
- Fazla su gelirine karşı, suların boşaltılması amacıyla kurulacak pompaj istasyonu ve onun işletilmesi de ek yatırım, enerji gideri ve işletme masrafı,
- Tüm bu istenmeyen durumlar nedeniyle, üretim maliyetinde artış ve kimi çevresel sorunlar ortaya çıkabilir.

Aramadan kapatmaya su kullanımı;

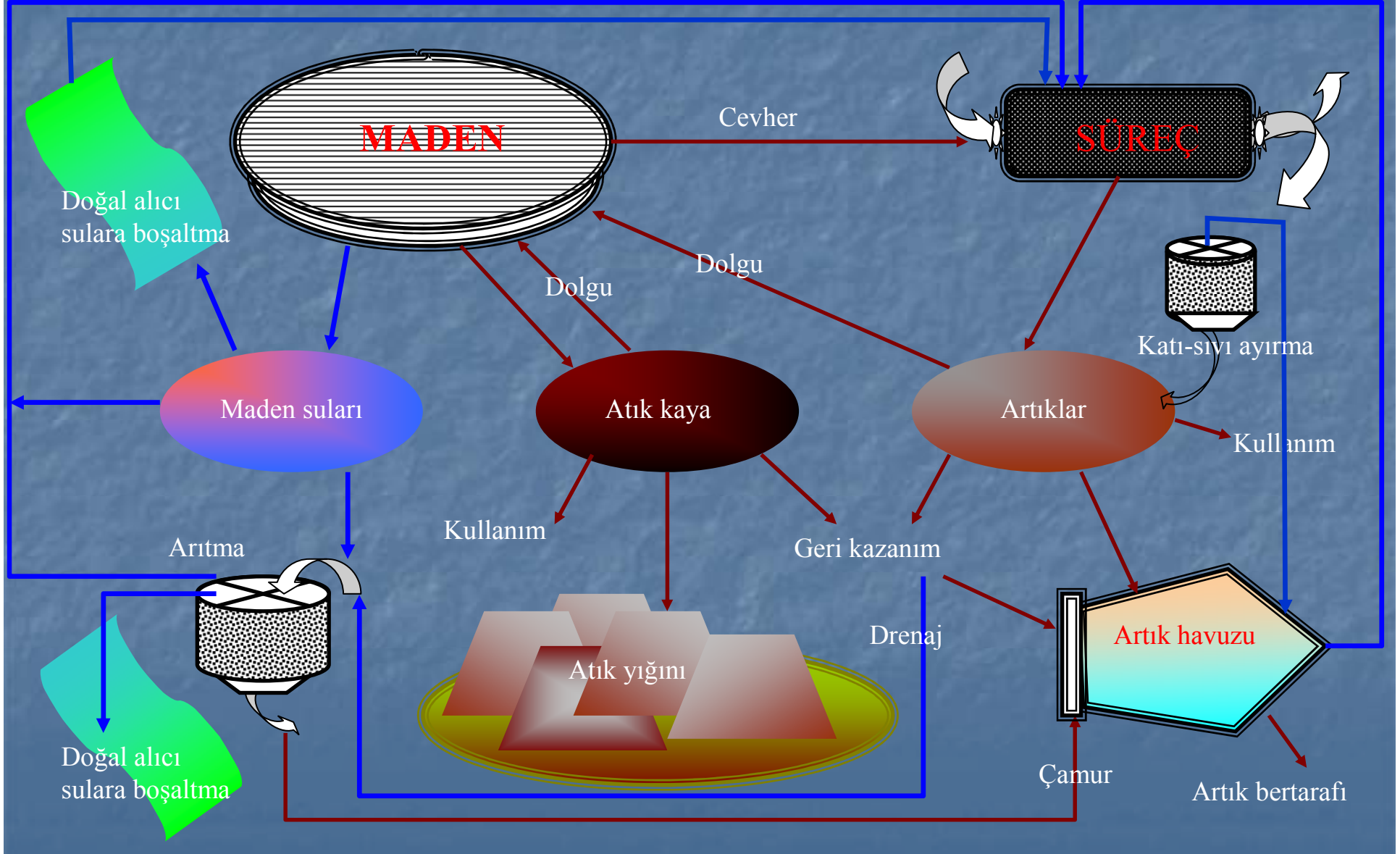
- Hazırlık dönemi;
 - Arama (sondaj vd.)
 - Hazırlık (yol, tesis inşa)
- İşletme dönemi;
 - Üretim (Çözelti, su jeti, delik delme, toz, hidrolik ramble...)
 - Hazırlama (Öğütme, eleme, sınıflandırma)
 - Zenginleştirme (Yaş yöntemler)
 - Diğer (Çalışan ihtiyacı, taşıma, soğutma, bakım, temizlik...)
- Kapanma dönemi;
 - Bitkilendirme,
 - Diğer işler

Madencilikte, genel anlamda, su kirliliği

- Faaliyetler esnasında suyun, çeşitli sıvı ya da katı malzemelerle kaçınılmaz ilişkisi söz konusudur;
 - Drenajlar
 - Maden (ocak) sularının boşaltımı
 - Proses suları
 - Çalışmalardan fiziksel olarak etkilenmiş alanlardan akıntı
 - Artık havuzu veya kuru artık yığınlarından sızıntı
 - Atık kaya ve cevher yığınlarından sızıntı
 - Akıntılar vasıtasıyla sular kirlenir.



İşletmede katı ve sıvıların döngüsü




Kirlenme süreci;

- Çalışanların kullanmasıyla
- Üretim esnasında
 - Cevher ve yan kayaçla temas (üretim biçimi, mineralojik yapı, suyun niteliği...)
 - Patlayıcı kullanımı
- Hazırlama ve zenginleştirme
 - Kırma-öğütme-sınıflandırma
 - Zenginleştirme (özellikle flotasyon ve özütlemelerde organik inorganik kimyasal kullanımı)
- Diğer (soğutma, toz kontrolü, yükleme/boşaltma, taşıma, araç yıkama vs.



Madencilikte su yönetimi plânı;

- Su kullanımı, suyun toplumsal, çevresel ve ekonomik önemi  “Su yönetimi plânı” gereksinimi,
- Stratejik ve işletme riskleri,
- Madencilikle çevre sulara verilebilecek gerçek ve potansiyel riskler tanımlanır, risklerin olasılığı ve sonuçları değerlendirilir, kabul edilebilir seviyeye çekilmesi için önlem ve uygulamalara yer verilir.
- Plân; çevre değerlerinin ve suların niteliğinin belirlenmesini, suların kaynak ve kimyasal yapılarının tanımlanmasını, işletmede üretilen ve kullanılan temiz ve kirlenmiş suların miktarlarını tayin için su denklığı ve modellemesinin yapılmasını içerir.
- Muhtemel etkilerinin değerlendirilmesi kapsama dâhil edilir.
- Su yönetiminin altyapısına ait ayrıntılar irdelenir. Çevreye olan riskleri azaltacak su yönetimi sistemi hem kirletici kaynaklar çalışması, hem de su denklığı ve modeliyle tanımlanır .

Su yönetiminin hiyerarşisi;

- Su kaynaklarının yönetimi
- Su denkliği kurulması
- Suyun optimizasyonu
- Kirliliğin nlenmesi/azaltılması
- Kirli suyun arıtılması/geri kazanım/geri besleme

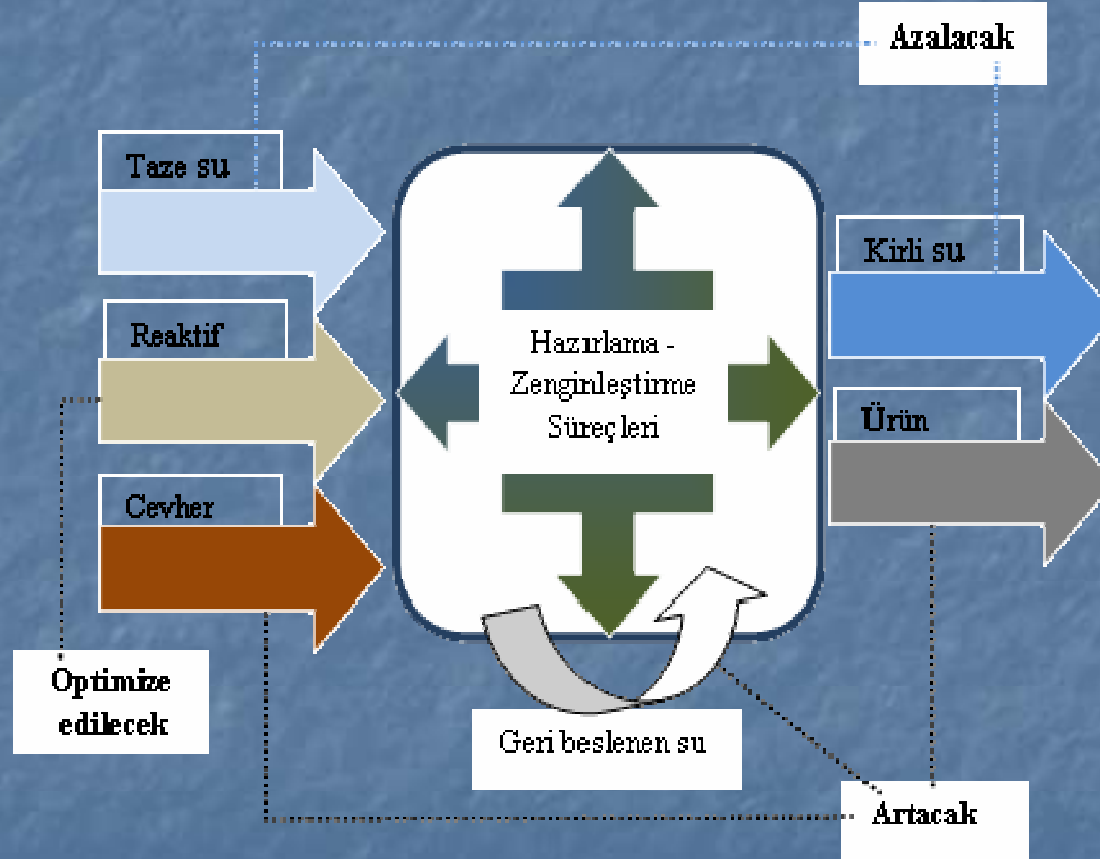
Su kaynaklarının yönetimi

- Yerel halkın su ihtiyacı,
- Eko-sistemlerin korunması,
- Madencilik dışındaki talebin sürekliliğinin gözetilmesi,
- Su kullanımıyla ilgili kararlarda, kullanımın ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutları arasında bir denge oluşturulması,
- Verimli kullanımı için mümkün olan en iyi koşulların sağlanması,
- Tüketilen birim su miktarı başına en yüksek değerin elde edileceği üretkenliğe ulaşmanın amaçlanması,
- Su güvenliği adına yetkili merciler, yerel toplum ve madenci arasında uyumlu bir işleyiş kurulması

Su denkliğinin sağlanması;

- Boşaltmanın sınırlandırılması, mevzuatla getirilen koşullara uyum sağlanması, suyun miktar ve niteliğinin kontrol altına alınması, açılan yzeyler ve kanallar gibi noktalarda erozyonun kontrol edilmesi ve işletme için gerekli arıtma tesisinin, gzetlerin, buharlaştırma havuzlarının ve artık barajının tasarımı için su denkliğinin modellenmesiyle sağlanır.
- İklim verileri ve ayrıca, yerüstü ve yeraltı sularının debileri, akış güzergâhları, sızma noktaları ve miktarlarının saptanmasını içerir.
- Tesisin kapasitesinden donanımına (boru hatları, pompalar vs.) kadar suyla bağlantılı veriler ve zenginleştirme işlemine tabi tutulacak malzemenin karakteristik özelliklerine dair değerlerin bilinmesi gerekir.
- Sıkı kontrol...

Su Kullanımının Optimizasyonu ve Kirliliğin Önlenmesi



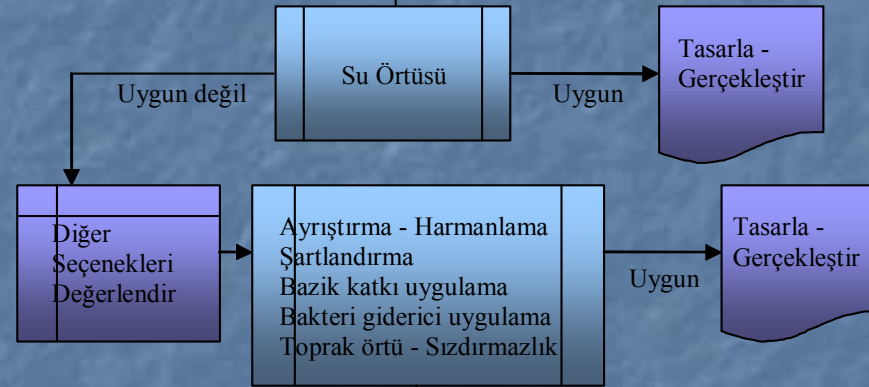
Su ve diğerlerinin optimizasyonu
(Fleming ve Radakovic, 2011'den uyarlanarak)

AMD kontrol ve arıtma algoritması

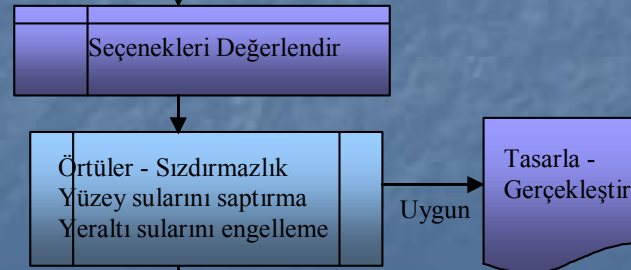
Yığın Tipleri



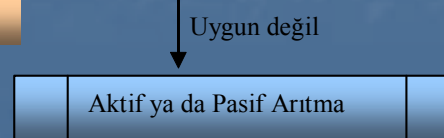
Asit Oluşumunun Kontrolü



Drenaj Göçünün Kontrolü



Toplama ve Arıtma



Su örtüleri

- Çevresel açıdan en güvenilir seçenek
- Suda oksijenin yayılma hızı çok düşük ($2 \cdot 10^{-9}$ m²/s)
- Suda çözülmüş oksijen içeriği çok düşük (1/25 000)
- Tepkime hızı daha az ve giderek düşer
- Okside olmamış sülfürlü mineraller su altında tepkimeye meyilli değil
- Su altında artıklardan metal salımı başlangıçta kayda değer olsa da, zamanla ihmal edilebilir seviyeye düşer
- Malzeme zamanla doğal çökeltme neticesinde gömülür

Su altına depolayabilmek için;

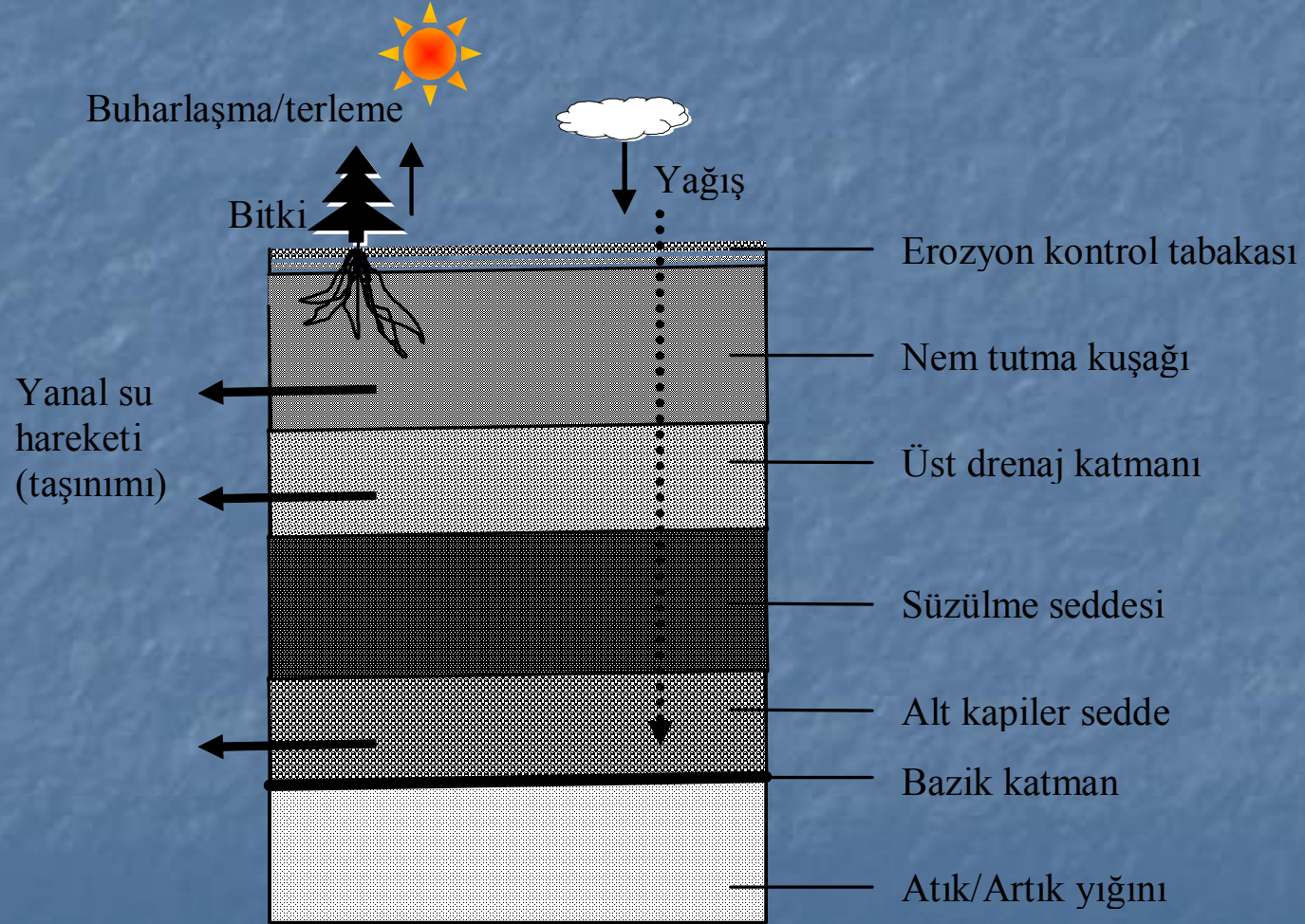
- Alıcı ortam açısından;
 - Malzemenin atmosferle ilişkisini önleyebilmeli,
 - Kurak dönemlerde buharlaşma sorun olmamalı,
 - Sızıntı yaşanmamalı,
 - Suyun başka amaçlarla (balıkçılık, eğlence-dinlenme mekânı) kullanımına mani olmamalı,
- Depolanacak malzeme açısından;
 - Malzeme tane boyutu yeterli olmalı,
 - Malzeme kolay çözünmemeli,
 - Gerekirse malzemenin üzerinde organik katman oluşturulmalı,



Toprak örtüleri

- Tek katlı
 - Kil, silt türü ince taneli malzeme,
 - Yüksek nem içerikli,
 - İklim şartlarına uygun kalınlık,
- Üç katlı
 - Yığın üzerinde su tutma kabiliyeti yüksek, ince taneli temel kuşak,
 - Ortada, suya doymun bir kuşak,
 - En üstte, erozyona dayanıklı, iri taneli bazen bitkilendirmeye tabi tutulan koruyucu kuşak,
- Çok katlı (karmaşık)

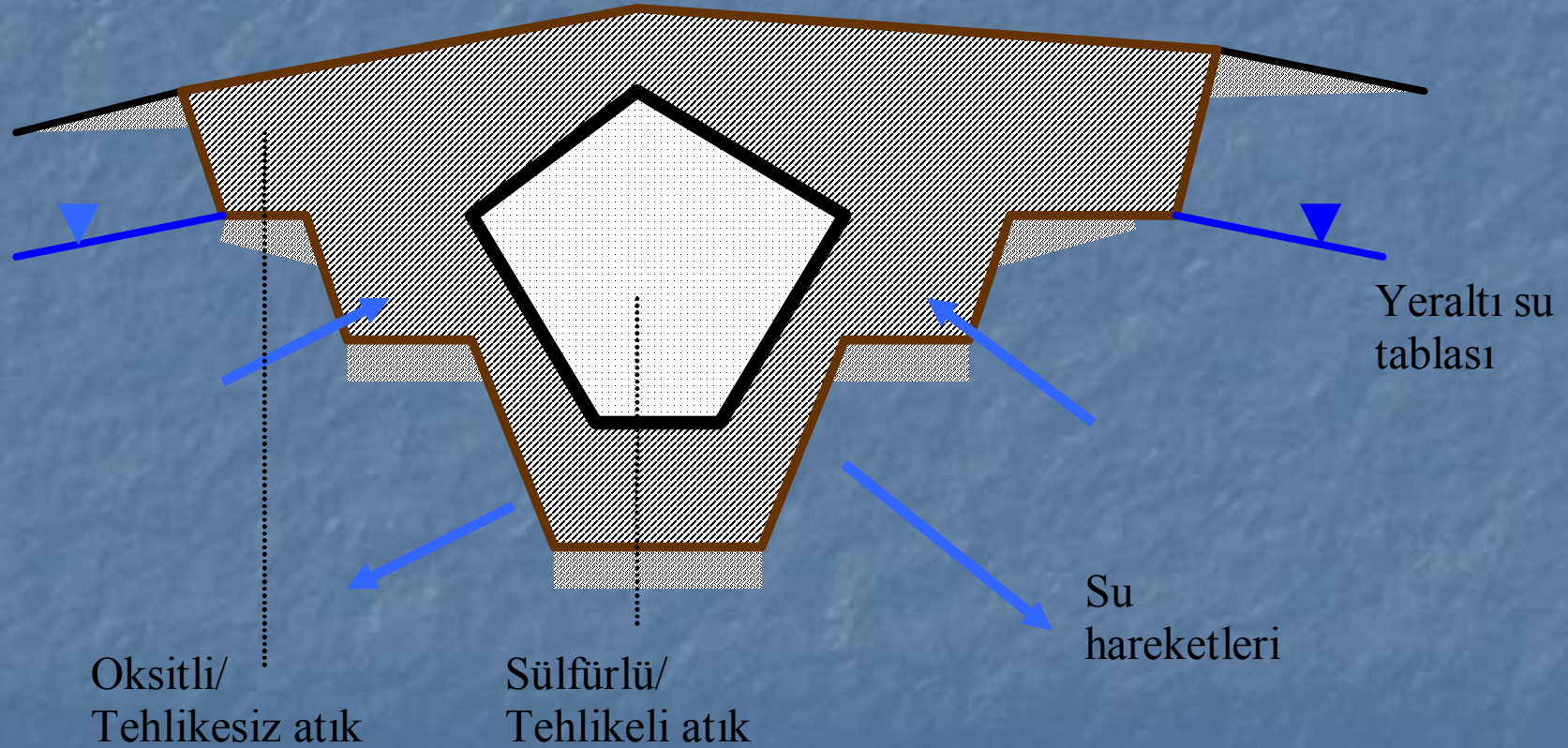
Çok katlı toprak örtü sisteminin şematik görünümü



Seçimli işlemler ve tecrit

- Ayrıştırma
- Açık ocakta depolama
- Yeraltına depolama
- Yeraltında sızdırmazlık sağlama
- Harmanlama
- Tecrit (Encapsulation)

Tecrit ederek açık ocak işletmesine depolama



Yeraltında depolama



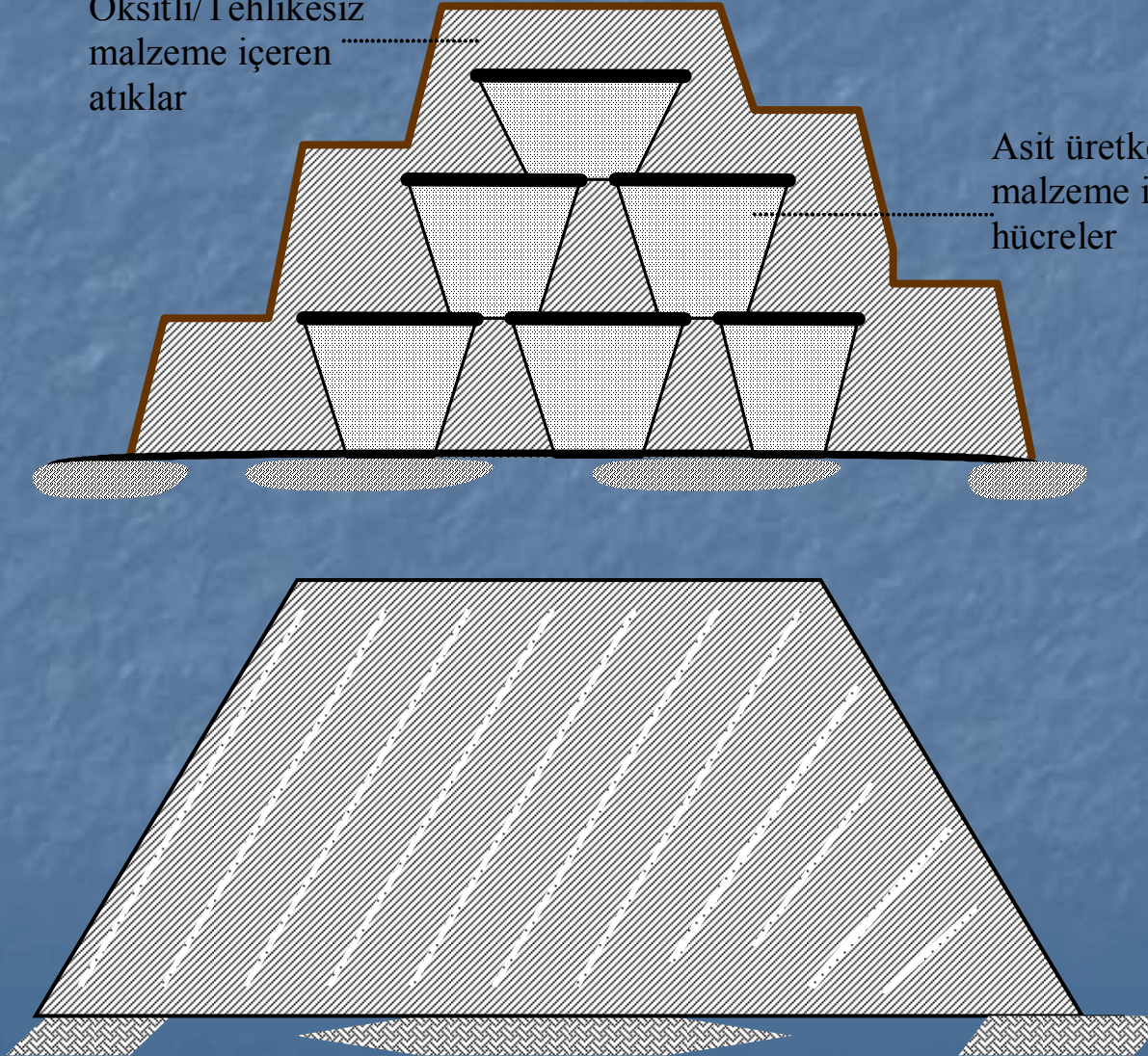
Yeraltında sızdırmazlık sağlama



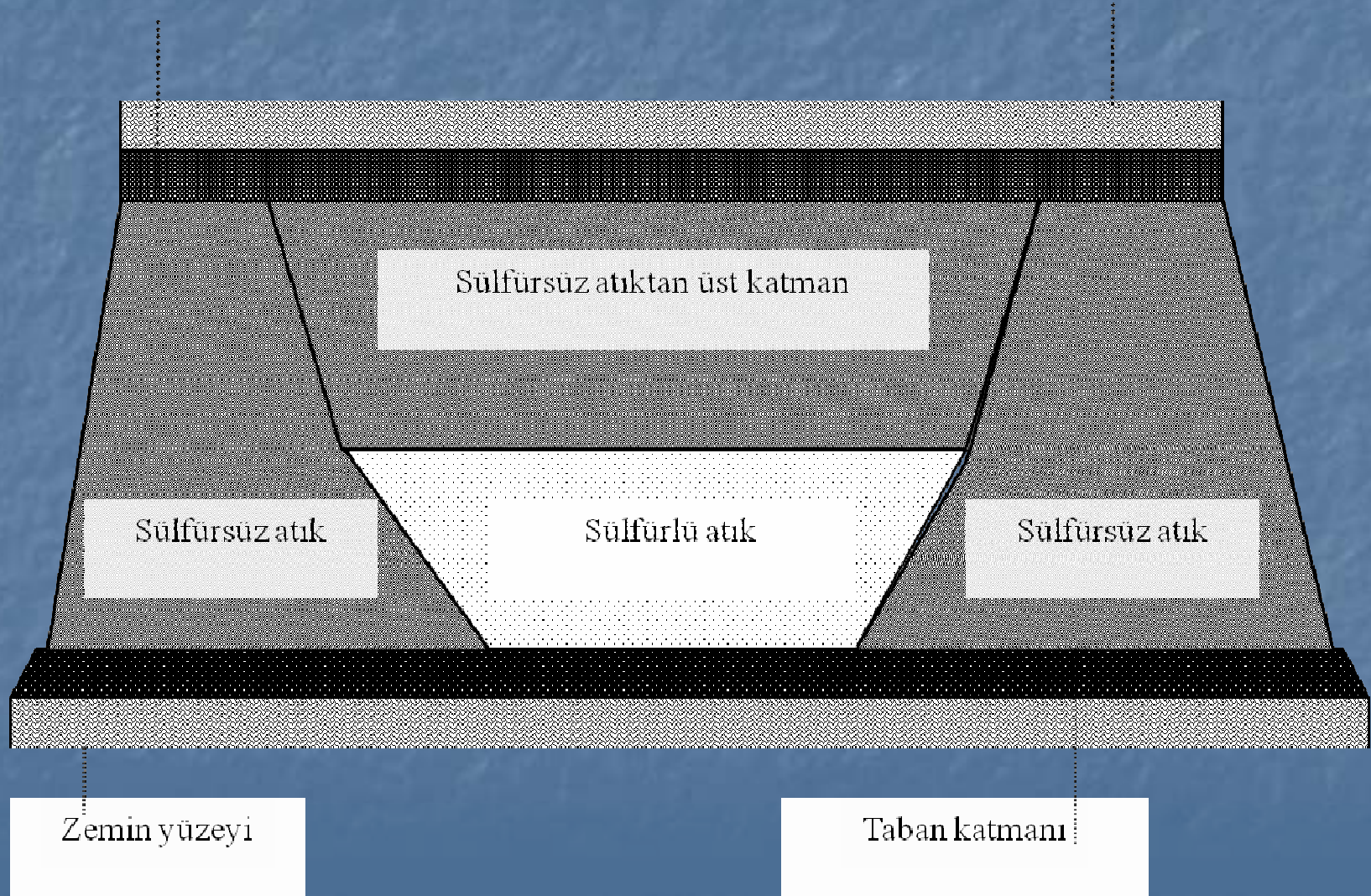
Harmanlama

Oksitli/Tehlikesiz
malzeme içeren
atıklar

Asit üretken
malzeme içeren
hücreler



Tecrit (Encapsulation)



Katkı maddeleri uygulama

- Kireçtaşı
- Ca-Mg oksit
- Fosfat kayası
- Kireç ve Çimento Fırın Tozları
- Çelik curufları
- Asit maden drenajı çamuru
- Kömür yanma ürünleri
- Pis su (Lağım) Çamurları
- Bakteri gidericiler

Aritma

- Kirliliğin tamamen önlenmesi nadiren mümkündür.
- Tesiste kullanım, gölette/barajda depolama (çökelme/havalandırma sağlar) çoğunlukla yalnız başına uygulanamaz.
- Safsızlıklar dolayısıyla, alıcı ortamlardaki canlılar açısından ciddi riskler ifade ettiklerinden suların fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal anlamda arıtılarak, mevzuatla getirilen sınırlamalara (niteliğe) uygun hale getirilmeleri gerekir.
- Arıtma çok eski bir teknoloji olup, fiziksel, kimyasal veya biyolojik işlevli çok sayıda yöntem geliştirilmiştir.

Kirleticiler

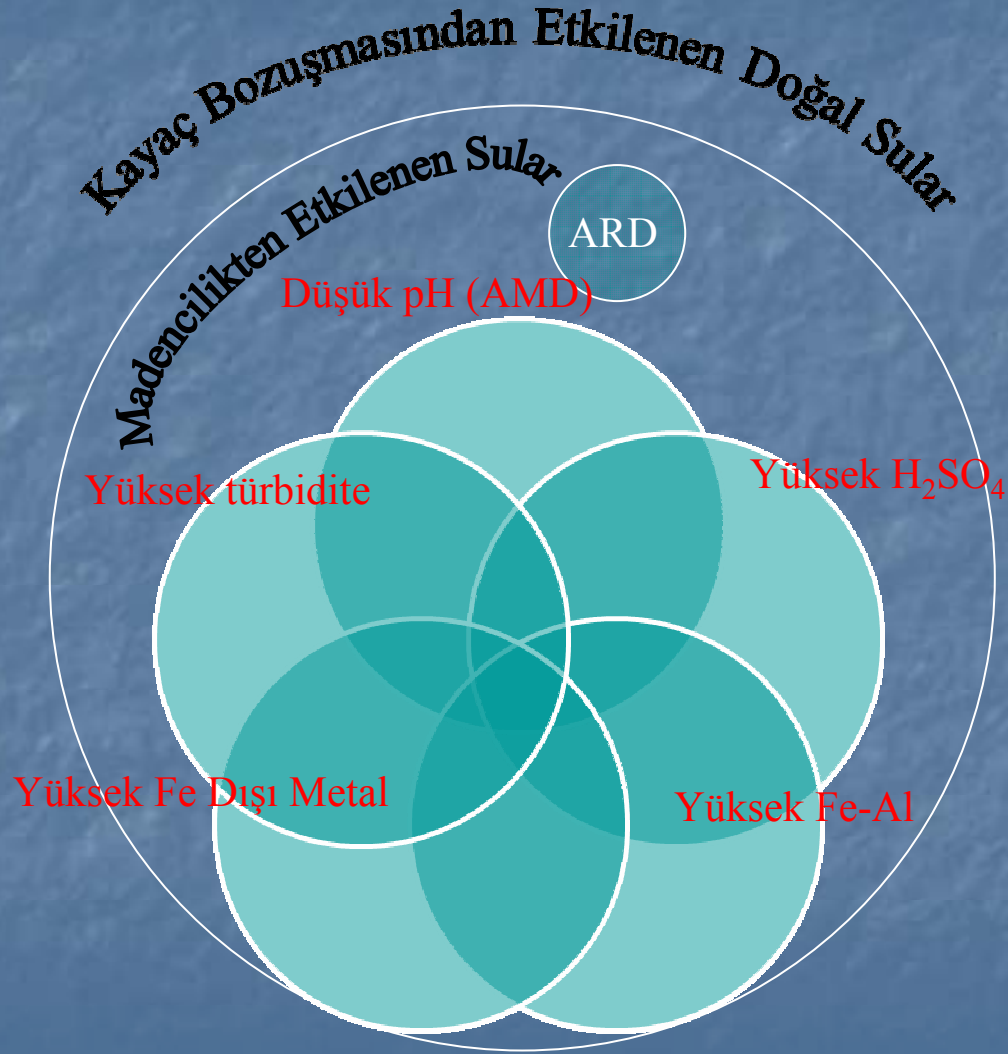
- Fiziksel parçalanma-kimyasal çözünmeyle, suya cevher ve yan kayaç malzemesinin suya geçmesi
- Ağır-ortam sıvıları
- Flotasyon; toplayıcı, köpürtücü, canlandırıcı, bastırıcı, pH düzenleyici
- Özütleme kimyasalları (asitler, bazlar, siyanür bileşikleri) ve bakteriler
- Solvent ekstraksiyon reaktifleri, iyon değiştiriciler, pıhtılaştırıcılar, salkımlaştırıcılar, dağıtıcılar ve diğerleri

Madencilik Faaliyetlerinden Etkilenen Suların Sınıflandırılması

Parametre	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
pH	2.5 – 5.5	6.2 – 8.3	5.5 – 8.3	7.0 – 8.3
Asidite	10 – 2000	0 – 500	0 – 200	0
Alkalinite	0	5 – 4000	5 – 200	5 – 200
Fe ³⁺	5 – 2000	0 – 5	0 – 20	<1
Fe ²⁺		5 – 5000	0 – 100	<1
Al ³⁺	5 – 300	0 – 5	0 – 100	<1
Mn ²⁺	2 – 300	2 - 3000	2 – 25	<1
Ca ²⁺	0 – 200	200 – 800	200 – 600	100 – 400
SO ₄ ²⁻	500 – 4000	500 – 2000	500 – 2000	500 – 2000
H ₂ CO ₃	10 – 300	0 – 5	0 – 300	0
HCO ₃ ⁻	0	5 – 300	5 – 300	5 – 300
TAK	≈ 0	≈ 0	15 – 2000	0
TÇK	300 - 3000	300 - 3000	300 - 3000	300 - 3000

- TAK: Toplam askıda katı
- TÇK: Toplam çözülmüş katı
- pH hariç tüm parametreler için birim mg/L'dir.

Madencilikten etkilenen suların 5 potansiyel karakteri



Çözülmüş katılarla toprak alkaliler bunlara ilâve edilebilir.

Siyanürlü çözeltilerin arıtılması

Tesis atık sularında rastlanan metal siyanür karmaşıkları (Sparrow, Woodcock)

Metal siyanür karmaşığının türü	Örnek
Basit Bileşikler	
Kolay Çözünen	NaCN, KCN, Ca(CN) ₂ , Hg(CN) ₂ , NH ₄ CN
Zor Çözünen	Zn(CN) ₂ , CuCN, Ni(CN) ₂ , AgCN, AuCN, Fe ₂ Fe(CN) ₆ , Cu ₄ Fe(CN) ₆
Zayıf Bileşikler	Zn(CN) ₄ ⁻² , Cd(CN) ₃ ⁻ , Cd(CN) ₄ ⁻² , Zn(CN) ₂ (OH) ₄ ⁻²
Orta Kuvvetli Bileşikler	Cu(CN) ₂ ⁻ , Cu(CN) ₃ ⁻² , Cu(CN) ₄ ⁻³ , Ni(CN) ₄ ⁻² , Ag(CN) ₂ ⁻ , Fe(CN) ₆ ⁻³
Kuvvetli Bileşikler	Fe(CN) ₆ ⁻⁴ , Co(CN) ₆ ⁻⁴ , Au(CN) ₂ ⁻ , Hg(CN) ₄ ⁻²

Çözeltilerde siyanürün parçalanması ve metallerin uzaklaştırılması

- Oksitleyici Yöntemler
 - * Hava/Karbon yöntemi
 - * Alkali ortamda klorlama
 - * Elektrokimyasal parçalama
 - * Ozonlama
 - * Permanganat prosesi
 - * Hidrojen peroksit prosesi
 - * SO₂/Hava prosesi
 -
- Adsorpsiyon / İyon Değişimi
 - * Reçineler
 - * Adsorbanlar
 - Biyolojik bozundurma
 - Presipitasyon
 - Asitleştirme/Buharlaştırma/
Nötürleştirme (Geri kazanma)
 - Tiyosiyanat oluşturma
 - İyon flotasyonu
 - Doğal bozundurma

Bu yöntemlerden bazıları

Alkali Ortamda Klorlama: Alkali çözeltilere genellikle gaz halindeki klor, sodyum veya kalsiyum hipoklorit ilavesi yapılmak suretiyle, çözelti içindeki serbest ya da karmaşık siyanürlerin oksitlenmesi esasına dayanan bir yöntemdir.

SO₂/Hava Siyanür Oksitleme Prosesi: Gaz, sülfür tuzu veya çözelti halindeki SO₂, onunla birlikte oksitleyici olarak hava ve pH'ın kontrol edilmesi için kireç kullanılır.

H₂O₂ : Bu yöntemde, hidrojen peroksit ile siyanür arasındaki tepkime tek kademeli olup, serbest haldeki siyanür ve zayıf karmaşıklar oksitlenerek siyanata dönüşür.

Tiyo-Siyanat Oluşturma ve Çöktürme (Presipitasyon): İlk adımda, serbest ve zayıf karmaşıklar halinde bulunan siyanürler, zehirlilikleri çok düşük olan karmaşıklara dönüştürülür. İkinci adımda, kuvvetli siyanür kompleksleri ve metaller çöktürülür. Son kademe, çözeltideki katıların çöktürülmesini ve ardından filtrasyonunu kapsar.

Bu yöntemlerden bazıları

Biyolojik Arıtma (Bozundurma): Çeşitli mikroorganizmalar siyanürleri bozundurmakta ve bozunma ürünlerinden azot ve/veya karbon elde etmek üzere kaynak olarak yararlanmaktadır.

Elektrokimyasal Arıtma: Anotta siyanürlerin yükseltgenmesi ve katotta metallerin indirgenmesi esasına dayanır. Siyanürler sınırlı bir oranda geri kazanılabilir.

İyon Değişimi (Ion-Exchange): Kurşun kolonuna yerleştirilen iyon değişim reçinesi ile metal siyanür karmaşıklarının adsorplanması amaçlanır. Yine bu kolonu takip eden ve aynı reçine ile yüklenmiş diğer bir kolonda da serbest siyanürlerin uzaklaştırılır.

Prusya Mavisini (Prussian Blue): Çözeltideki ferrosiyanürleri çözünmeyen prusya mavisine ($\text{Fe}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)_3$) dönüştüren bir metottur. Ortam pH'ı 5'e ayarlanıp, sodyum sülfid ve Fe^{2+} iyonu ilave edilir. pH 5'in altında kaldığı sürece, ferrous veya ferrik ferrosiyanürler duraylı presipitatlar olarak kalırlar.

Bu yöntemlerden bazıları

Doğal Bozundurma: Yönteminin uygulanabilirliği, tesisin bulunduğu bölgenin jeolojik ve coğrafik koşullarına bağlıdır. Bölgenin yeraltı ve yerüstü su durumu ile tektonik yapısı önemli faktörlerdir. Sıcaklık değerleri, bölgenin aldığı yağış miktarı ve rüzgar durumu gibi iklimsel etkenler bozunmada doğrudan tesirli olan faktörlerdir.

Siyanürün Geri Kazanılması: Bu sistemde, önce, siyanürlü çözelti, hidrojen siyanür açığa çıkarmak üzere sülfürik asitle muamele edilip asitleştirilir. Sonra, berraklaştırılarak katı taneciklerin uzaklaştırılması sağlanır. Berrak likör havayla karıştırılıp, siyanür gazı kazanılır. Hidrojen siyanür gazı, kostik soda ile sodyum siyanüre çevrilir.

Çeşitli yöntemlerin etkinlikleri

Proses	CN ⁻ /HCN	Cd/Zn	Cu/Ni	Fe	SCN
Doğal Bozundurma	E	K	K	D	K
Alkali Ortamda Klorlama	E	E	E	D	E
Hidrojen Peroksit	E	E	K	D	D
Ozonlama	E	E	E	D	E
Asitleştirme/Buharlaştırma/Nötralizasyon	E	E	E	E	K
İyon Değişimi	E	E	E	E	M
Elektrokimyasal Parçalama	E	E	E	D	E
İyon Flotasyonu	E	E	E	D	
SO ₂ /Hava Prosesi	E	E	E	E	E
Bakteriyel Bozundurma	E				E

E : Etkin

D : Değil

K : Kısmen

M : Mümkün

AMD çözümlerinin artırılması

Aktif ve pasif arıtma yöntemleri

Aktif arıtma;

- Oksitleme, Nötürleştirme, İndirgeme, İyon değiştirme, Ozon oksitleme, Ters osmoz, Buharlaştırma, Elektrodializ, Permanganat demir uzaklaştırma, Sülfatsızlaştırma ve Mikrobiyolojik kontrol en yaygın aktif yöntemlerdir.

Pasif arıtma;

- Doğada kendiliğinden gelişen süreçlerin mühendislik uygulamalarıyla suni biçimde oluşturulup arıtmada kullanıma sokulduğu yöntemlerdir.

Seçim

- Tercih edilen arıtma yönteminin;
 - Kabul edilebilir atık su niteliği,
 - Olabildiğince az çamur hacmi,
 - Azami sistem güvenilirliği,
 - Kabul edilebilir yatırım ve işletme maliyeti gereksinimlerini karşılaması gerekir.

Aktif arıtma

- Aktif arıtmanın geçmişı 6000 yıl, (odun kömürü kullanarak filtreleme işlemiyle bulanıklığın giderilmesi),
- AMD arıtımı mevzuatın getirdiği bir uygulama,
- Drenajın temel özellikleri yüksek asidite ve metal içeriği
→ hedef pH'ın yükselmesi, metal içeriğinin düşürülmesi,
- Kimyasalla ortamın nötürleştirilmesi, metallerin oksit ya da hidroksit halinde çöktürülmesi

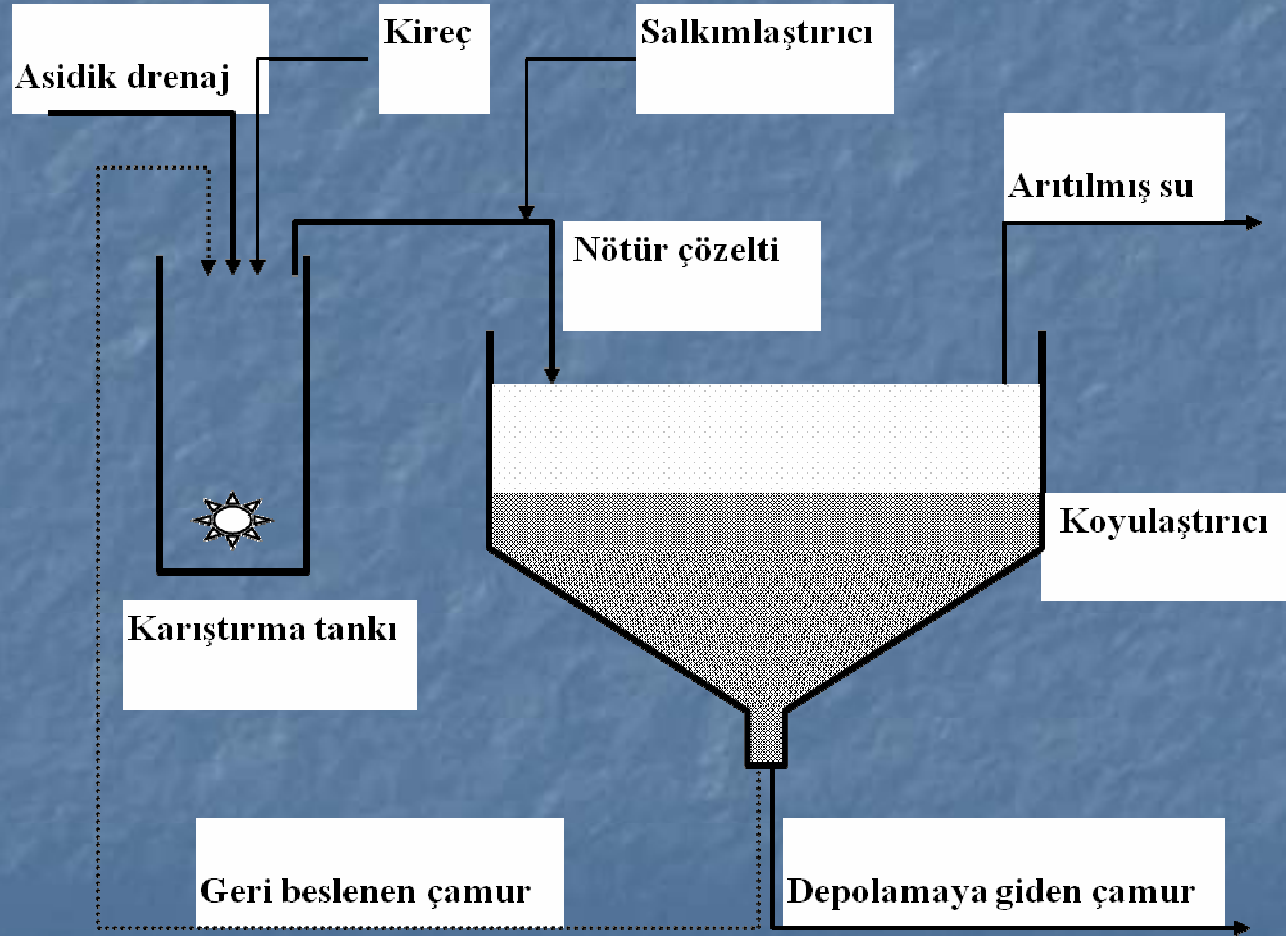
Nötürleştirme

- Suların bir gölette veya artık barajında toplanmasını, bir kimyasal yardımıyla nötürleştirilmesini, ardından bünyesindeki kirleticilerin uzaklaştırılmasını içerir.
- Nötürleştirme kabaca karıştırma, havalandırma, çöktürme ve çamur bertarafı adımlarından oluşur.
- Nötürleştirme geleneksel arıtma tesislerinde gerçekleştirilebileceği gibi, çöktürme havuzlarında, açık işletme ocağında ve doğrudan zenginleştirme hattında yapılabilir.

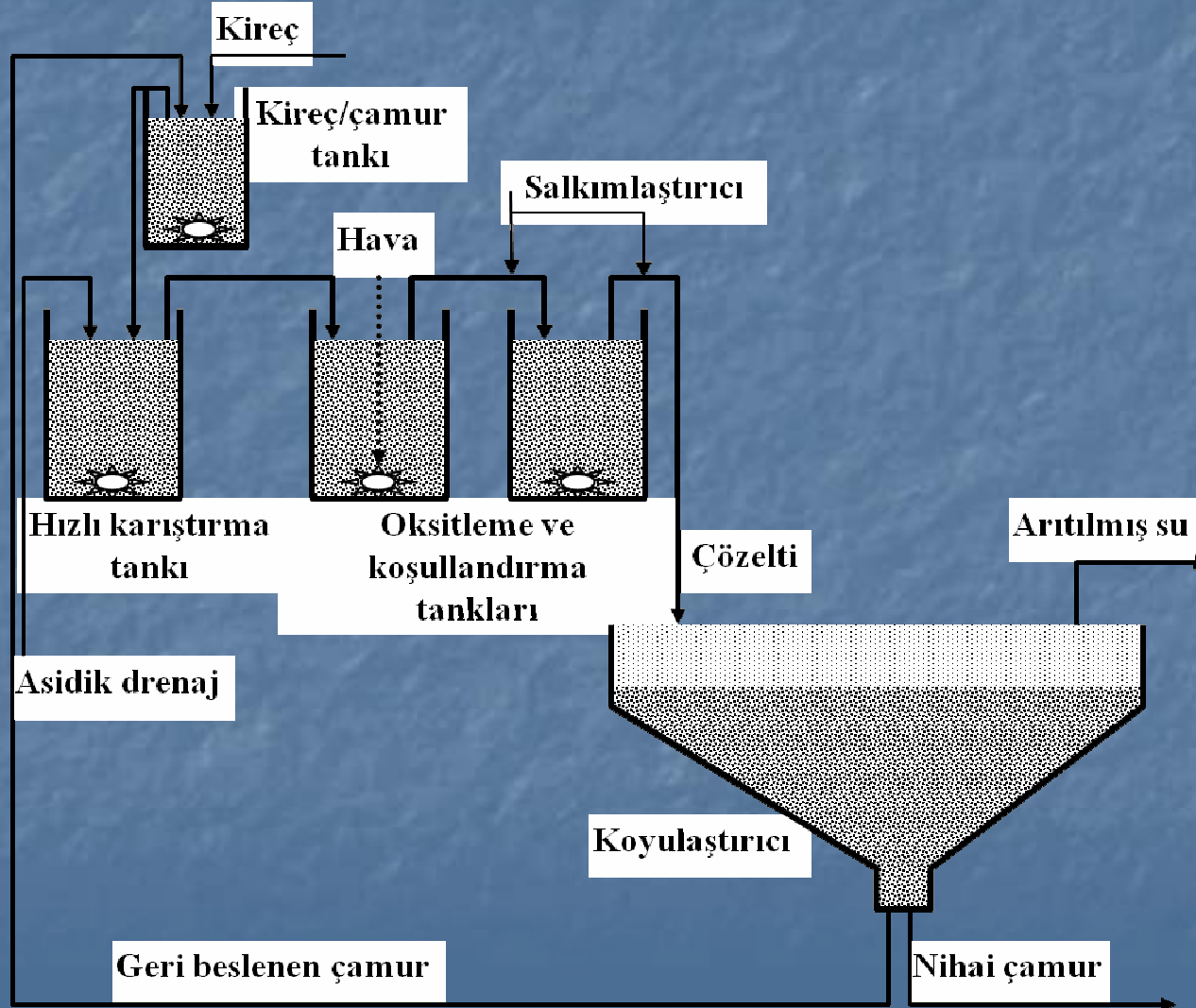
Nötürleştirme yöntemleri

- Kireçle nötürleştirme kabaca karıştırma, havalandırma, çöktürme ve çamur bertarafı adımlarından oluşur.
- Geleneksel arıtma, Yüksek yoğunluklu çamur yöntemi, Kademeli nötürleştirme, Çöktürme havuzları, Açık işletme ocağında arıtma, Hatta arıtma ve birlikte depolama

Geleneksel arıtma tesisi



Yüksek yoğunluklu çamur yöntemi



Kimyasallar

Kimyasalın Adı	Kimyasal Formül
Sönmüş kireç	CaO
Sönmemiş kireç	Ca(OH) ₂
Kireçtaşı	CaCO ₃
Soda külü	Na ₂ CO ₃
Kostik soda	NaOH
Potasyum hidroksit	KOH
Magnezyum oksit	MgO
Magnezyum hidroksit	Mg(OH) ₂
Trapzen	CaO ₂
Amonyak	NH ₃
Çimento fırını tozu	CaO, Ca(OH) ₂
Uçucu kül	CaCO ₃ , Ca(OH) ₂

Kimyasal	Formül	Moleküler Ağırlık	Nötürleştirme Etkinliği
Sönmüş kireç	CaO	56	%90
Sönmemiş kireç	Ca(OH) ₂	74	%90
Kireçtaşı	CaCO ₃	100	%30
Soda külü	Na ₂ CO ₃	106	%60
Kostik soda	NaOH	40	%100
%20'lik sıvı kostik	NaOH	-	%100
%50'lik sıvı kostik	NaOH	-	%100
Amonyak	NH ₃	17	%100

Kimyasal seçimi

Parametre	Kalsiyum	Sodyum
Çözünürlük	Yavaş	Hızlı
Uygulama	Karıştırma gerekli	Dağılma iyi
Sertlik	Yüksek	Düşük
Jips oluşumu	Var	Yok
Askıda katı-kil tanecikleri	Killer çöker	Killer dağılır askıda kalır
Kimyasal maliyeti	Düşük	Yüksek
Tesis ve bakım maliyeti	Yüksek	Düşük

- Bileşikler, CO_2 ve OH baz alınarak da karşılaştırılabilir. Karbonatlar ortamın pH seviyesini 8.5-9.0'a kadar yükseltebilir. Hidroksitlerle pH kolayca 12.0'ye çıkabilir. Karbonatlar nötürleştirmede ve metal çöktürmede sınırlı etki yaratır. Hidroksitler daha etkin olmalarına karşın, ortam kontrolü açısından güçlük çıkarır.

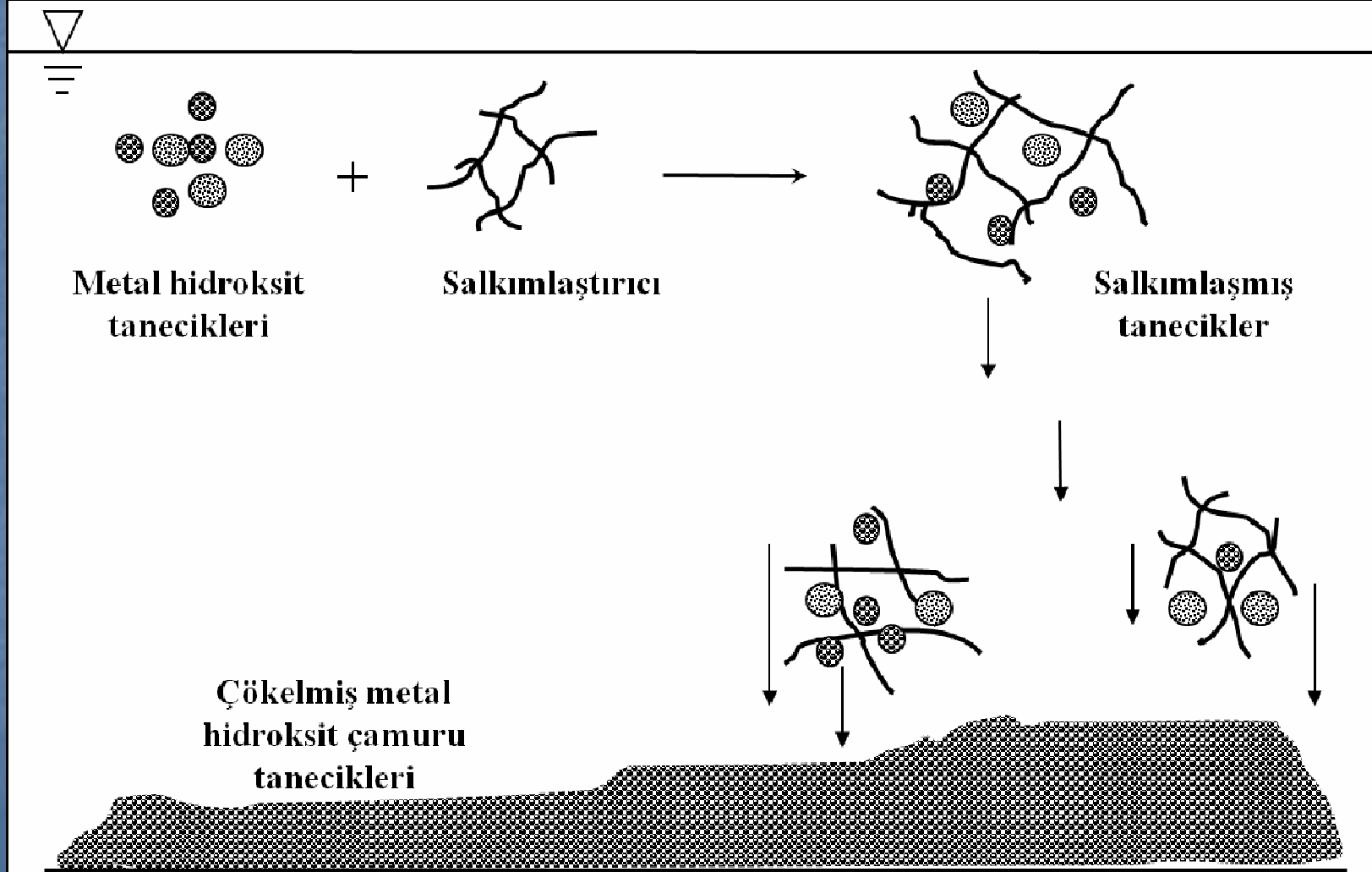
Kullanılacak kimyasalın hangisi olacağına karar vermeden önce, asidik **drenajın debisinin, çözeltinin tüm parametrelerinin**, arıtmada **ulaşılacak pH aralığının**, mevzuatın tayin ettiği **sınır değerlerin** ve madenin bulunduğu yerdeki **imkânların** (elektrik, malzemeye erişim) belirlenmesi gereklidir.

Havalandırma/Oksitleme

- Mekanik havalandırma
- Kimyasal oksitleme
- Biyolojik oksitleme

Kimyasal	Formül
Oksijen	O ₂
Ozon	O ₃
Potasyum Permanganat	KMnO ₄
Kalsiyum klorür	CaCl ₂
Sodyum klorür	NaCl
Demir klorür	FeCl ₂
Kalsiyum hipoklorit	Ca(ClO) ₂
Sodyum hipoklorit	NaClO
Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂
Trapzen	CaO ₂

Çöktürme



Çöktürme kimyasalları

Salkımlaştırıcı Kimyasallar	Formül	Topaklayıcı Kimyasallar	Formül
Mineraller Aktif silika Killer Metal hidroksitler	NaSiO ₄ Bentonit Al(OH) _x , Fe(OH)	Alum (Aluminyum sülfat) Ferus sülfat Ferrik sülfat Demir klorür Sodyum aluminat	Al ₂ (SO ₄) ₃ FeSO ₄ Fe ₂ (SO ₄) ₃ FeCl ₃ NaAlO ₂
Doğallar Nişasta türevleri Polisakkaritler Sodyum alginatlar	Mısır nişastas1 Guargam C ₆ H ₇ O ₆ Na	Not: Mg, Al ve Ca klorürler hem topaklayıcı, hem de oksitleyici kimyasallardır.	
Sentetikler Anyonik elektrolit Katyonik elektrolit Poliamfolitler			

Çamur sorunu

- Kullanılması veya bertarafı gerekir.
- Fiziksel (çökme davranışı ve hacim) ve kimyasal (değişken) özellikleri belirleyicidir.
- Bertaraf yöntemleri;
 - Yeraltında açılan boşluklara depolama, havuza terk, aktif kömür atık sahasına depolama ve gömme
- Kullanım imkânları;
 - Bünyesindeki metallerin kazanılması, toprak ıslahı, inşaat sektörü (tuğla, çimento), kömürde patlamanın kontrolü

Ancak;

- Kimyasal ilâvesiyle gerçekleştirilen aktif arıtma, asiditenin giderilmesinde ve metallerin uzaklaştırılmasında etkin olmasına karşın, sürekliliğin getirdiği yüksek maliyet, uzun yıllara yayılan sorumluluk, devamlı bakım ve malzeme tedariki ihtiyacı ister istemez yeni arayışları gerekli kılmıştır.

Pasif arıtma

- Doğanın işlevi!
 - Seyrelme,
 - Kimyasal/biyolojik süreçlerle zehirliliğin azalması,
 - Yükselen pH,
 - Çökelen katılar (doğal presipitasyon),
 - Süreklilik durumunda düşen etkinlik
- Mühendislik uygulamalarında, doğadan uyarılama
 - Kapatılmış maden sahalarından kaynaklı AMD'nin doğal yosun bataklıklarından geçtiğinde iyileştiği saptanınca, araştırmalar yoğunlaşır ve 1980 sonrası pasif sistemlere ilgi artar.

Pasif sistemlerde mekanizmalar

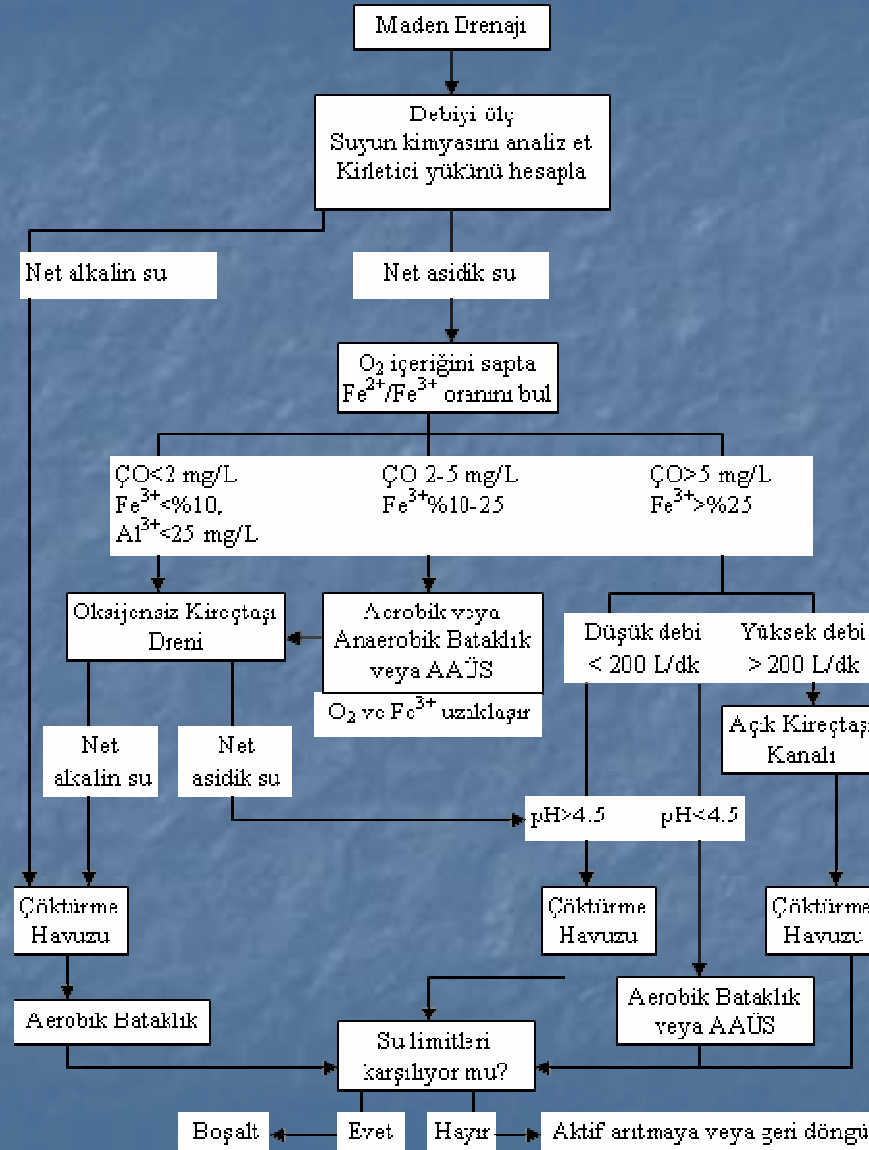
- Bikarbonat ilâvesi, sülfat ve üç değerlikli demir indirgemesi veya bunların birlikte etkinliği vasıtasıyla asiditenin azaltılmasını ve aynı zamanda alkalitenin artmasını sağlayan kimyasal olaylar,
- Hidroksit veya oksit presipitasyonu,
- Bitkilerce alınma (kemiozmotik mekanizma),
- Organik maddeler üzerine soğurulma,
- Sülfid presipitasyonları,
- Mikrobiyal faaliyetlerle veya jips presipitasyonu ile sülfatların indirgenmesi

Bazı Pasif Arıtma Sistemleri için Su Niteliği Koşulları ve Tasarım Kısıtları

Sistem	Koşullar	Yapım	Tasarım Etmenleri
ASB	Net bazik su	Yüzeyden akış, Bitkilendirme	10-20 g Fe/m ² /gün 0.5-1 g Mn/m ² /gün
AnSB	Düşük debi, Net asidik su	Yüzeyden ve Kompost içinden akış	3.5 g asidite/m ² /gün
SİB	“	Kompost içinden akış	Suyun kalış süresi 24 saat
AKD	Net asidik su, Düşük ÇO ve M	Gömülü kireçtaşı içinden akış	Suyun kalış süresi 15 saat
AKK	Eğim>%10	Kaya ile astarlanmış kanal	Asit yükü, Suyun kalış süresi
DAR	Net asidik su	Düşey akış	Suyun kalış süresi 15 saat, 20 g asidite/m ² /gün

*ASB-Aerobik Suni Bataklık, AnSB-Anaerobik Suni Bataklık, SİB-Sülfat İndirgen Bakteriler, AKD-Anoksik Kireçtaşı Drenleri, AKK-Açık Kireçtaşı Kanalları ve DAR-Düşey Akış Reaktörleri

Maden Drenajı için Pasif Arıtma Sistem Seçimi Algoritması



Sonuç

- Öyle görünüyor ki, 21. yüzyılda insanlığın önündeki en önemli gündem maddesi su sorunu olacaktır. Tüketimi ve kirlilik artarken önlemlerdeki yetersizlikler, temiz su kıtlığını adım adım krize götürmektedir.
- Madencilik faaliyetlerinde su kullanımı bir zorunluluktur. Arama döneminden başlayarak, doğaya yeniden kazandırma aşamasının tamamlanmasına kadar sürdürülecek bir su plnlaması gerekmektedir.
- Plnlamayla; kaynaklar da dikkate alınarak, suyu verimli kullanmak, kirlenmesini önlemek, olmazsa azaltmak, oluşan zeltiyi arıtmak suretiyle taze su gereksinimini azaltırken, arıtılarak doğaya verilmesi gereken suların mevzuatta konan sınırlamalara uygun hale getirilmesini sağlamak amaçlanmaktadır.

Sonuç

- Madencilik faaliyetlerinden etkilenen suların sürekli gelişen yöntemlerle temizlenerek, alıcı ortamlardaki canlı yaşamı açısından tehlikesiz, hatta içilebilir hale getirilmesi başarılı bir yönetim ve maliyet meselesidir. Maliyeti belirleyen ise, madenden madene değişken olan kimyasal tüketimi ve arıtmanın, yürürlükteki yönetmelikler ve standartlarca tayin edilen derecesidir.

Sabrınız için teşekkürler...