



MADENLERDE A®TIK UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ ve A®TIK YÖNETİMİ



Doç.Dr.A.Ekrem Yüce

İTÜ Maden Fakültesi
Cevher Hazırlama Müh. Bölümü

yucea@itu.edu.tr

Mining&Environment / Tailings Management

Weeks	Course Topics
1	Decripsin and classification of mineral and metallurgical plant tailings
2	Mineral and coal tailings (solid, liquid, chemical) , tailings disposal standards
3	Criteria of long term solid and liquid tailing disposal
4	Environmental impact assessment for mineral/coal pant tailings
5	Basic engineering parameters of tailings and disposal sites
6	Selection criteria of tailing dams site
7	Design criteria of tailings dams
8	Type of tailings dam, construction methods, calculations
9	Closure of tailings dams, physical and chemical stabilization
10	Rehabilitation and reclamation of tailings dam sites, retrieval of dam sites
11	Storage hazardous waste, discharge limitation standards, tailings management
12	Cyanide, uses and management of hazardous chemicals
13	Examples of tailings dams and tailings dam accidents
14	General assessment of lecture,

A®TİK

Bir fiziksel ve kimyasal süreçte işlenen özdeklerin (maddelerin), arta kalıp işe yaramayan bölümü

Maden çalışmaları sonucunda oluşan değersiz parçacıklar

Belirli bir işlem sonucunda geriye kalan

Tailings
Waste
Residue
Refuse (coal)

Bir işlemten (kimyasal tepkimeden) sonra arta kalan, işe yaramayan özdekler

Herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan veya bırakılan her türlü madde (Çevre Yasası)

Katı atık, en yalın anlamıyla tüketicisi tarafından bir işe yaramadığı nedeniyle atılan evsel, ticari, ve endüstriyel işlevler sonucu oluşan, düzenli şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddelerdir.

Maden Atıklarının Yönetimi Direktifi- 2006/21/EC (15 Mart 2006)

2- Kapsam; Madenlerin aranması, çıkarılması, zenginleştirilmesi ve madenlerin depolanması ve taş ocaklarından kaynaklanan atıklar

Atık (Atık Çerçeve Direktifi Madde 1(1)a'ya atıf) :

“ herhangi bir faaliyet sonucunda oluşan, çevreye atılan, atılmak istenen ya da atılması gereken herhangi bir madde ”

Maden atıkları; direktife göre (Ek-II) 3 kategoride değerlendirilmektedir:

- **İnert atık (ve/veya kirlenmemiş toprak)** - herhangi belirgin bir fiziksel, kimyasal ya da biyolojik değişime uğramayan atık
- **Tehlikeli atık** - Eğer bir maden atığı, atığı tehlikeli yapan 15 özellikten (H1-H15) bir veya daha fazlasını içeriyorsa
- **İnert olmayan - Tehlikeli olmayan-atık** (yukarıdaki tanımların hiç birine uymayan atıklar)

Kaynak: Doç. Dr. Nuray KARAPINAR; “Maden Atıklarının Sınıflandırılması”, Atık Yönetimi Sempozyumu 16-21 Nisan 2011 Antalya

**Tehlikeli
Atık
Sınıfları**

No	Özellik	Maden atıkları ile ilgili mi?
H1	“Patlayıcı” : Alev etkisi altında patlayabilen ya da dinitrobenzenden daha fazla şekilde şoklara ve sürtünmeye hassas olan maddeler ve preparatlar, kendi başına kimyasal reaksiyon yolu ile belli bir sıcaklık ve basınçta hızla gaz oluşmasına neden olabilecek madde veya atıklar.	Hayır
H2	“Oksitleyici” : Diğer maddelerle, özellikle de yanıcı maddelerle temas halinde iken yüksek oranda ekzotermik reaksiyonlar gösteren maddeler ve preparatlar.	Hayır
H3-A	“Yüksek oranda Tutuşabilenler” : a) 21 °C'nin altında parlama noktasına sahip sıvı maddeler ve preparatlar (aşırı tutuşabilen sıvılar dahil), b) Herhangi bir enerji kaynağı uygulaması olmaksızın ortam sıcaklığındaki hava ile temas ettiğinde ısınabilen ve sonuç olarak tutuşabilen maddeler ve preparatlar, c) Bir ateşleme kaynağı ile kısa süre temas ettiğinde kolayca tutuşabilen ve ateşleme kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra yanmaya ve tükenmeye devam eden katı maddeler ve preparatlar, d) Normal basınçta, havada tutuşabilen gazlı maddeler ve preparatlar, e) Su veya nemli hava ile temas ettiğinde, tehlikeli miktarda yüksek oranda yanıcı gazlara dönüşen maddeler ve preparatlar.	Hayır Kömür atıkları? Kömür atıkları? ilgili değil ilgili değil
H3-B	“Tutuşabilen” : 21 °C ye eşit veya daha yüksek ya da 55 0C'ye eşit ya da daha düşük parlama noktasına sahip olan sıvı maddeler ve preparatlar.	ilgili değil
H4	“Tahriş Edici” : Deri ile ya da balgam membranı ile ani, uzun süreli ya da tekrar eden temaslar halinde yanığa sebebiyet verebilen, korozif olmayan maddeler ve preparatlar.	ilgili
H5	“Zararlı” : Solunduğu veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde belirli bir sağlık riski içeren maddeler ve preparatlar.	ilgili
H6	“Toksik” : Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, sağlık yönünden ciddi, akut veya kronik risk oluşturan ve hatta ölüme neden olan madde ve preparatlar.	ilgili

Tehlikeli Atık Sınıfları

No	Özellik	Maden atıkları ile ilgili mi?
H7	“Kanserojen” : Solunduğunda veya yenildiğinde ya da deriye nüfuz ettiğinde, kansere yol açan veya etkisinin artmasına neden olan madde ve preparatlar.	İlgili
H8	“Korozif” : Temas halinde canlı dokuları tahrip eden madde ve preparatlar.	İlgili (H13 kapsamında düşünülebilir)
H9	“Enfeksiyon yapıcı” : İnsan veya diğer canlı organizmalarda hastalığa neden olduğu bilinen veya geçerli nedenler dolayısıyla güvenli olarak inanılan varlığının sürdürebilen mikroorganizmaları veya toksinleri içeren maddeler.	İlgili değil
H10	“Üreme yetisini azaltıcı” : Solunduğunda, yenildiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, doğuştan gelen kalıtsal olmayan sakatlıklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve preparatlar.	İlgili
H11	“Mutajenik” : Solunduğunda, yendiğinde veya deriye nüfuz ettiğinde, kalıtsal genetik bozukluklara yol açan veya yol açma riskini artıran madde ve preparatlar.	İlgili
H12	Havayla, suyla veya bir asitle temas etmesi sonucu zehirli veya çok zehirli gazları serbest bırakan madde veya preparatlar.	(belki? bozunmamış CN)
H13	Yukarıda listelenen karakterlerden herhangi birine sahip olan atıkların bertarafı esnasında ortaya çıkan madde ve preparatlar.	İlgili
H14	“Ekotoksik” : Çevrenin bir veya daha fazla kesimi üzerinde ani veya gecikmeli zararlı etkiler gösteren veya gösterme riski taşıyan madde ve preparatlar.	İlgili
H15	Depolama sonrası, herhangi bir yolla, bu listede yer alan özelliklerden herhangi birini içeren diğer bir madde oluşturan, ör. süzüntü gibi	İlgili

A®TİK / Tehlikeli a®tık

Φ Görsel kirlilik yaratır (mı)?

Φ Çevresel kirlilik yaratır (mı)?

Φ Kontrol edilmeli (mi)?

Φ Riks değerlendirmesi yapılmalı (mı)?

Φ Yönetilmeli (mi)?

Madencilik atıkları; genel bir yaklaşımla KATI ATİK gibi düşünülmeli (mi)?

KİRLİLİK :

Doğal sürecini devam ettiren bir ortama, dışarıdan bir maddenin girişi sonucu, mevcut ortamın doğal durumunun bozulması "**KİRLİLİK**" olarak tanımlanır. Kirli ortam ifadesinin kullanılabilmesi için, ortama sonradan dahil olan yabancı madde(ler)in belirli **sınır (eşik) değer(ler)ini aşmış olması** gerekir.

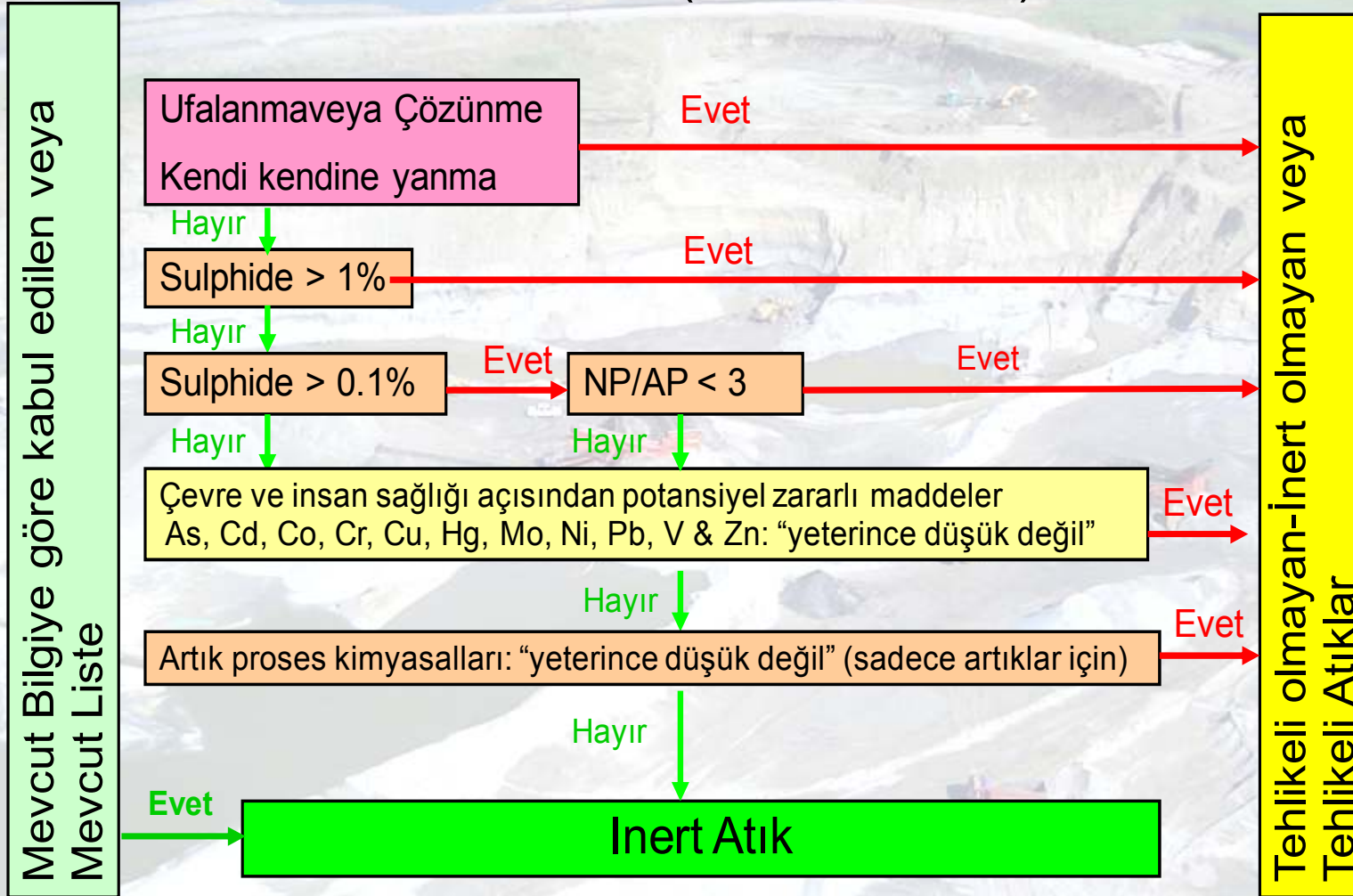
Kirlenme; konu edilen ortamda oluşan değişimlerin ölçümü ve bu verilerin "**STANDART DEĞERLER**" ile karşılaştırılması ile değerlendirilir.

Fiziksel	Kimyasal / Biokimyasal	Biyolojik
Koku	Elektrik iletkenliği	Bakteriler
Renk	İyon konsantrasyonu	Virüsler
Tat	Zehirlilik	Mayalar
Ortam sıcaklığı	O ₂ konsantrasyonu	Yabancı maddeler
Viskozite	Çözülmüş oksijen miktarı	
Gürültü	pH	Radyolojik
Görüntü		Radyasyon kons.



Atıkların Yönetimi Yaklaşımı (Hiyerarşisi)

Inert atık (2009/359/EC)



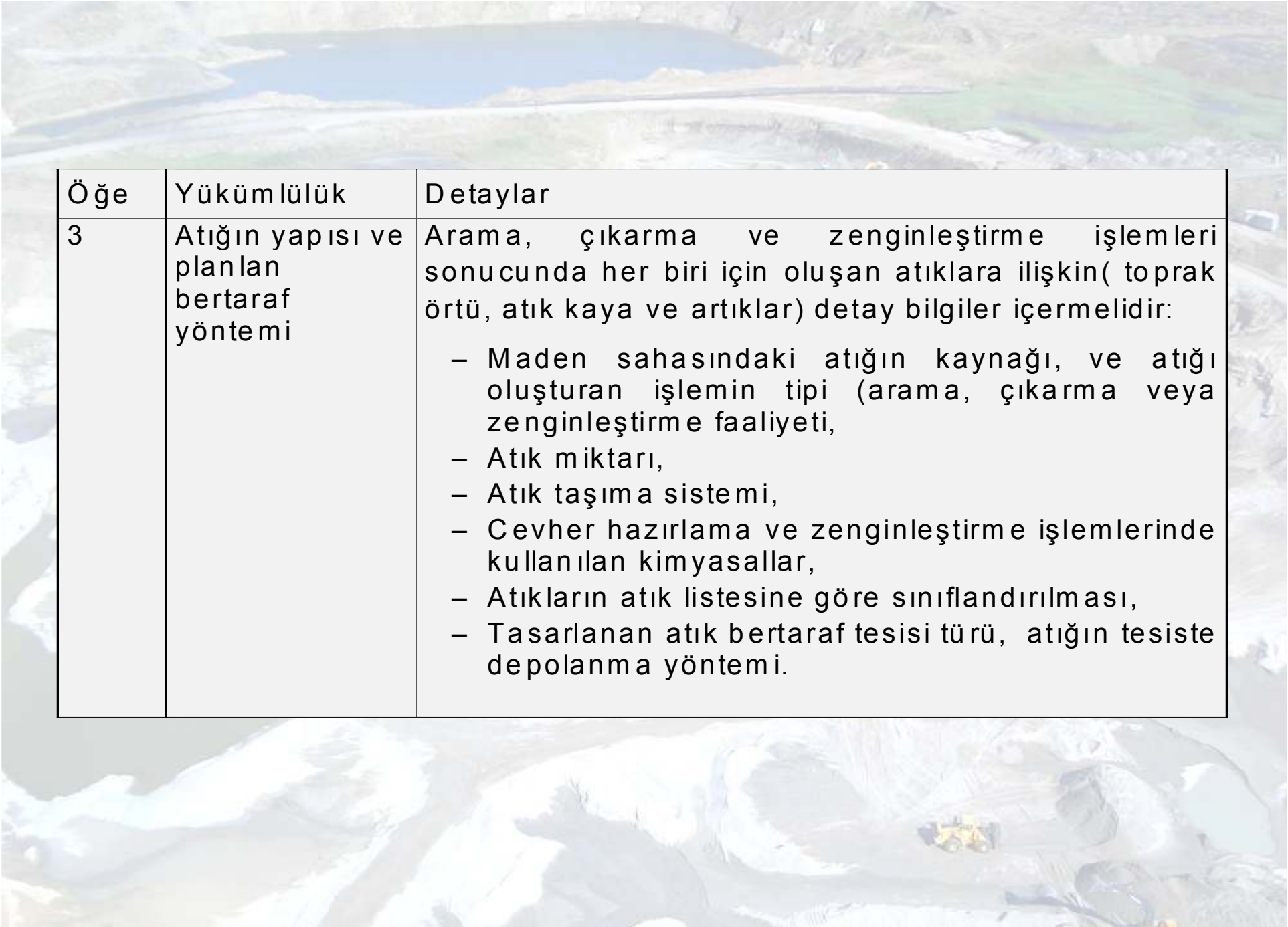
Kaynak: Doç. Dr. Nuray KARAPINAR; “Maden Atıklarının Sınıflandırılması”, Atık Yönetimi Sempozyumu 16-21 Nisan 2011 Antalya

Atık tanımında (*karakterizasyonunda*) teknik gereklilikler (Komisyon Kararı -2009/360/EC)

Atık tanımlaması (karakterizasyonu) aşağıda verilen gruplarda bilgi içermelidir:

Ö ğ e	Yükümlülük	Detaylar
1	Temel Bilgi	Madencilik faaliyeti ve amaçlarına dair temel bilgilerin gözden geçirilmesi ve anlaşılması; -Arama, çıkarma ve/veya zenginleştirme faaliyeti, -Uygulanan arama ve zenginleştirme yöntemlerinin türü ve tanımı, -Elde edilecek ürünün tabiatı

Ö ğ e	Yükümlülük	Detaylar
2	İşletilecek Madenin Jeolojik Temel Bilgisi	Atığın kaynağını teşkil edecek çıkarılacak ve zenginleştirilecek tüm birimlerin tanımlanması. Bunun için en az aşağıdaki konularda bilgi sağlanmalıdır; - Mineral içeren ve içermeyen kayaların hidrotermal alterasyon bilgisi dahil çevre kayaların doğası, kimyası ve mineralojisi, - Cevher yatağının tipi, - Yoğunluk, gözeneklilik, tane boyu dağılımı, su içeriği, gang mineralleri, hidrotermal yeni oluşmuş mineraller gibi fiziksel özellikleri içeren, mineralizasyon tipolojisi, kimyası ve mineralojisi, - Cevher yatağının geometrisi ve boyutu, - Alterasyon bilgisi.



Ö ğ e	Yükümlölük	Detaylar
3	Atığın yapısı ve planlan bertaraf yöntemi	Arama, çıkarma ve zenginleştirme işlemleri sonucunda her biri için oluşan atıklara ilişkin(toprak örtü, atık kaya ve artıklar) detay bilgiler içermelidir: – Maden sahasındaki atığın kaynağı, ve atığı oluşturan işlemin tipi (arama, çıkarma veya zenginleştirme faaliyeti, – Atık miktarı, – Atık taşıma sistemi, – Cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemlerinde kullanılan kimyasallar, – Atıkların atık listesine göre sınıflandırılması, – Tasarlanan atık bertaraf tesisi türü, atığın tesiste depolanma yöntemi.

Ö ğ e	Yükümlülük	Detaylar
4	Atığın Jeoteknik davranımı	Atığın, atık tesis tipi dikkate alınarak, gerçek fiziksel karakteristiklerinin değerlendirilmesi için uygun parametrelerin tanımlanması. Dikkate alınacak ilgili parametreler; tane boyu, plastisite, yoğunluk, su içeriği, sıkışma derecesi, kesme dayanımı, sürtünme açısı, geçirgenlik, boşluk oranı, sıkışabilirlik, konsolidasyon

Ö ğ e	Yükümlülük	Detaylar
5	Atığın Jeokimyasal karakteristiği ve davranımı	Burada atığın kimyasal ve mineralojik özellikleri ve atıkta kalmış olan herhangi katkı maddelerinin ya da kalıntılarına ilişkin detay bilgi belirtilmesi gerekir. Her bir tip atık için zamana bağlı drenaj kimyası tahmin edilmeli, özellikle de: – Metal, oksianyon ve tuzların özütlenebilirliğinin pH'a göre zamanla özütlenebilirlik testi, ve/veya perkolasyon testi ve/veya zamana bağlı salınım ve/veya başka uygun testlerle değerlendirilmesi – Sülfid-içeren atıklarda asit - kaya drenajı ve metal özütlenmesinin statik ve kinetik testlerle belirlenmesi

KATI ATIKLAR (G E N E L) : Katı atık, en yalın anlamıyla tüketicisi tarafından bir işe yaramadığı nedeniyle atılan evsel, ticari, ve endüstriyel işlevler sonucu oluşan, düzenli şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddelerdir.

KAYNAKLARI BAKIMINDAN KATI ATIKLAR:

a)Evsel atıklar

Çöpler:Evsel kaynaklı organik ve inorganik atık ve artıklardır. Genelde yemek artıkları, kağıt, cam,metal,seramiklerden oluşmaktadır.

Küller:Odun ve kömür gibi yanıcı maddelerin çeşitli amaçlarla evsel kullanım sonucu oluşan maddelerdir.

İri Katı Atıklar: Hacmi ve boyutları bakımından özel işleme tabi tutulması gerekli mobilya ve ev gereçleri vb. atıklardır.

b)Endüstriyel Katı Atıklar: Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklardır. Endüstriyel işlemler sırasında oluşan atıklar bu grupta incelenir.

c)Ticari ve Kurumsal Atıklar: Ticari işletmelerden ve kurumlardan ortaya çıkan atıklardır. Lokantalardan, okullardan mağaza ve ofislerden toplanan atıklar bu grup içindedir.

d) Belediyesel İşlevler ile İlgili Atıklar: Sokak süprüntüleri, park bahçe ve plajlardan toplanan atıklar, araba hurdaları, hayvan ölüleri, su arıtma tesislerinden ortaya çıkan çamurlar bu özelliktedir.

e) Özel Atıklar: Uzaklaştırılması özel önem taşıyan atıklardır. Öncelikle radyoaktif atıklar, tehlikeli endüstriyel atıklar ve hastane atıkları özel atıklar grubu içinde değerlendirilir.

f) Tarımsal Atıklar: Tarımsal işlevler sonucu oluşan atıklardır.

KATI ATIKLARIN UZAKLAŞTIRMA YÖNTEMLERİ (G E N E

Gelişi Güzel (vahşi) depolama: “Gözden uzak olsun” düşüncesi ile genelde çöpler şehir ve kasaba dışında açık alanlara gelişigüzel bir şekilde atılarak insan çevresinden uzaklaştırılır.

Düzenli- sağlıklı depolama: katı atıkların toplum ve çevre sağlığını tehlikeye sokmadan belli ölçütlere uygun olarak depolanmasıdır.

Kompostlama: çöplerin içerisindeki organik maddelerin özerk yöntemlerle ayrıştırılarak gübre haline getirilmesidir.

Yakma: çöplerin yakılarak yok edilmesidir. Atıkların hacim olarak azaltılması veya enerji elde etmek amacıyla uygulanabilir.

ENTEĞRE KATI ATIK YÖNETİMİ (INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT)

Kentsel katı atıkların yönetiminde etkinlik ve güvenliğin sağlanması amacıyla, çevre ve insan sağlığı üzerinde en az etkili olabilecek birçok katı atık yönetimi uygulamalarının birlikte kullanılmasıdır. Entegre katı atık yönetimi sistemi şu uygulama metotlarının hepsini veya bir kısmını içermektedir.

Katı atıkların kaynağında en aza indirilmesi

Geri kazanım ve yeniden kullanma, komposlama

Enerji kazanımı için yakma

Depolama

ALTERNATİF DEPOLAMA YERLERİNİN SEÇİMİ

Depolama yeri ilk araştırmaları
Kriterler :

- * Meteorolojik
- * Topoğrafik
- * Jeolojik
- * Hidrojeolojik
- * Milli parklar, su havzaları vb. koruma alanları
- * Yerleşim alanlarına olan mesafe
- * Turistik
- * Taşkın, heyelan ve çığ alanları
- * Taşıma güzergahları
- * Estetik-psikolojik

III. YER SEÇİMİ (Kriterler-Araştırmalar)

METEOROLOJİ

- * Yağış-sellenme
- * Rüzgar hızı ve hakim rüzgar yönü
- * Sıcaklık ve kuraklık
- * Nispi nem
- * Don
- * Güneşlenme

TOPOĞRAFYA

- * Yükselti-düzlükler
- * Jeomorfoloji
- * Drenaj ağları
- * Eş eğim haritası

JEOLOJİ

- * Litoloji
- * Tektonik durum
- * Kitle hareketleri
- * Depremsellik
- * Ayrışma
- * Erozyon
- * Volkanik aktiviteler

HİDROJEOLOJİ

- * Akarsular
- * Havza özellikleri
- * Yeraltısuyu bütçesi
- * Beslenme ve boşalma alanı
- * Su tablası haritası
- * Kayaçların hidrojeolojik katsayıları

IV. DEPOLAMA YERİ AYRINTILI MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ ÇALIŞ

1. ARAZİ ÇALIŞMALARI

- * Litoloji
- * Kayaçların mühendislik sınıflaması
- * Jeolojik yapı (Fissür, çatlak, fay ve kıvrımlar)
- * Olası kitle hareketleri (Düşme, akma, heyelan vb.)
- * Malzeme araştırması (Geçirimsiz, yarı geçirimli, örtü)
- * Sondaj (RQD, litolojik ve jeofizik log)
- * Karstik yapı
- * Ayırışma durumu
- * Erozyon riski
- * Yeraltı su seviyesi ölçümleri
- * In-situ deneyler (SPT, vane)
- * Numune alınması

2. LABORATUAR ÇALIŞMALARI

- * Zemin endex özellikleri
 - Birim hacim ağırlık
 - Porozite, boşluk oranı
 - Doygunluk derecesi
 - Atterberg limitleri (PL, LL, RL)
 - Su içeriği
- * Zemin sınıflandırması
 - Birleştirilmiş zemin sınıflandırması
 - Zeminlerin kullanılabilme özellikleri
- * Kesme deneyleri
 - Üç eksenli, tek eksenli basınç deneyi
 - Basınç direnci
 - Elastisite modülü
- * Ödometre deneyi (mv)
- * Permeabilite deneyi

3. BÜRO ÇALIŞMALARI

- * **Malzeme deneyleri**
 - Los Angeles deneyi
 - Deval deneyi
 - Don deneyi
 - Proctor deneyi
 - Kaliforniya taşıma indisi (CBR)
 - Kum eşdeğeri deneyi (PI)
 - Kimyasal analizler (Sülfat, karbonat, mikroorganizma)
- * **Sökülebilirlik - kazılabilirlik**
 - Sismik hız

- * **Nüfus projeksiyonu**
 - * Katı atık miktarı tahmini
 - * Meteorolojik verilerin derlenip değerlendirilmesi
 - * Topoğrafik verilerin değerlendirilmesi
 - * Malzeme durumu değerlendirilmesi
 - * Stabilité durumu değerlendirilmesi
 - * Zemin-Kaya durumu değerlendirilmesi
 - * Hidrolojik-Hidrojeolojik değerlendirme
 - * Mühendislik jeolojisi değerlendirmesi

V. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Her kriter (jeoloji, hidrojeoloji vb.) bilimsel ve teknik yöntemlere göre irdelenip değerlendirildikten sonra haritalanıp nihai yer seçimi haritası yapılarak seçilen yerler uygunluk derecesine göre sınıflandırılır.

Yer seçimi haritası (nihai harita)

Malzeme haritası

Hidroloji ve hidrojeoloji haritası

Mühendislik jeolojisi haritası

Meteoroloji haritası

Topoğrafik harita

Demoğrafik harita

Haritaların üst üste çakıştırılması ile nihai yer seçimi haritasının elde edilmesi

SONUÇ :

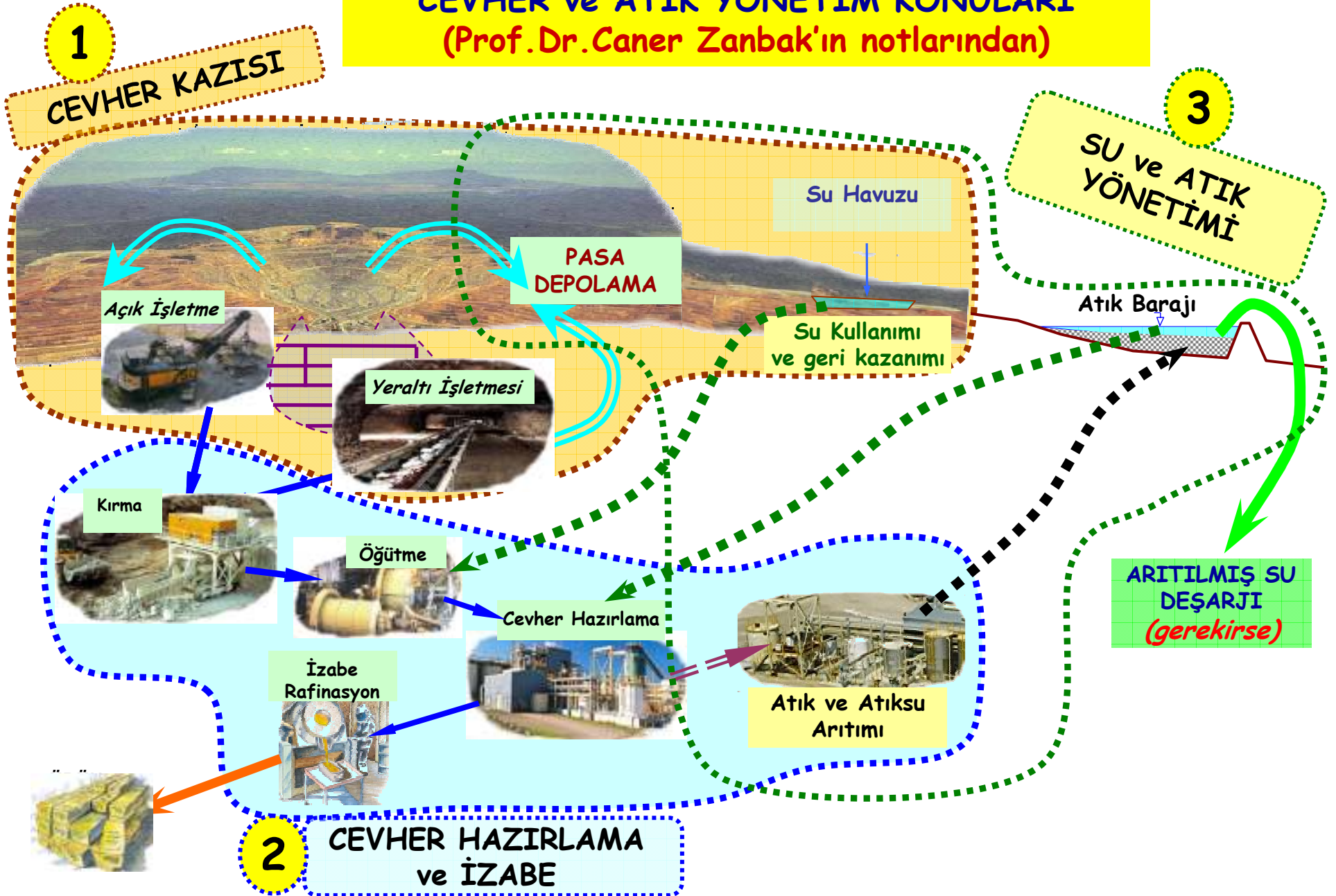
A - Çok uygun

B - Uygun

C - Koşullu uygun

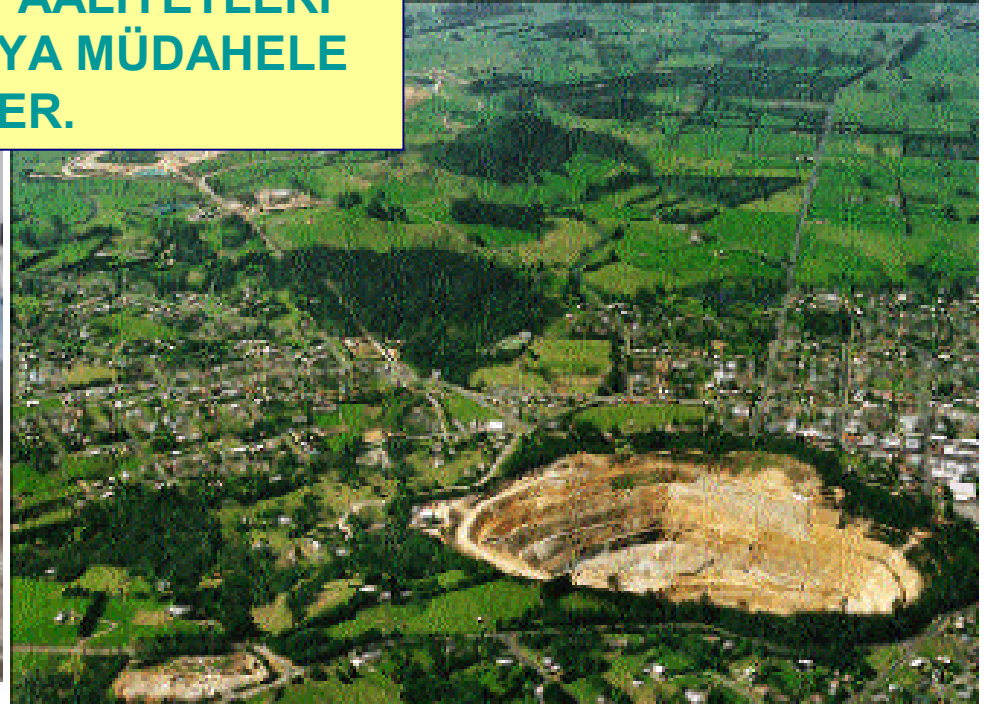
D - Uygun değil

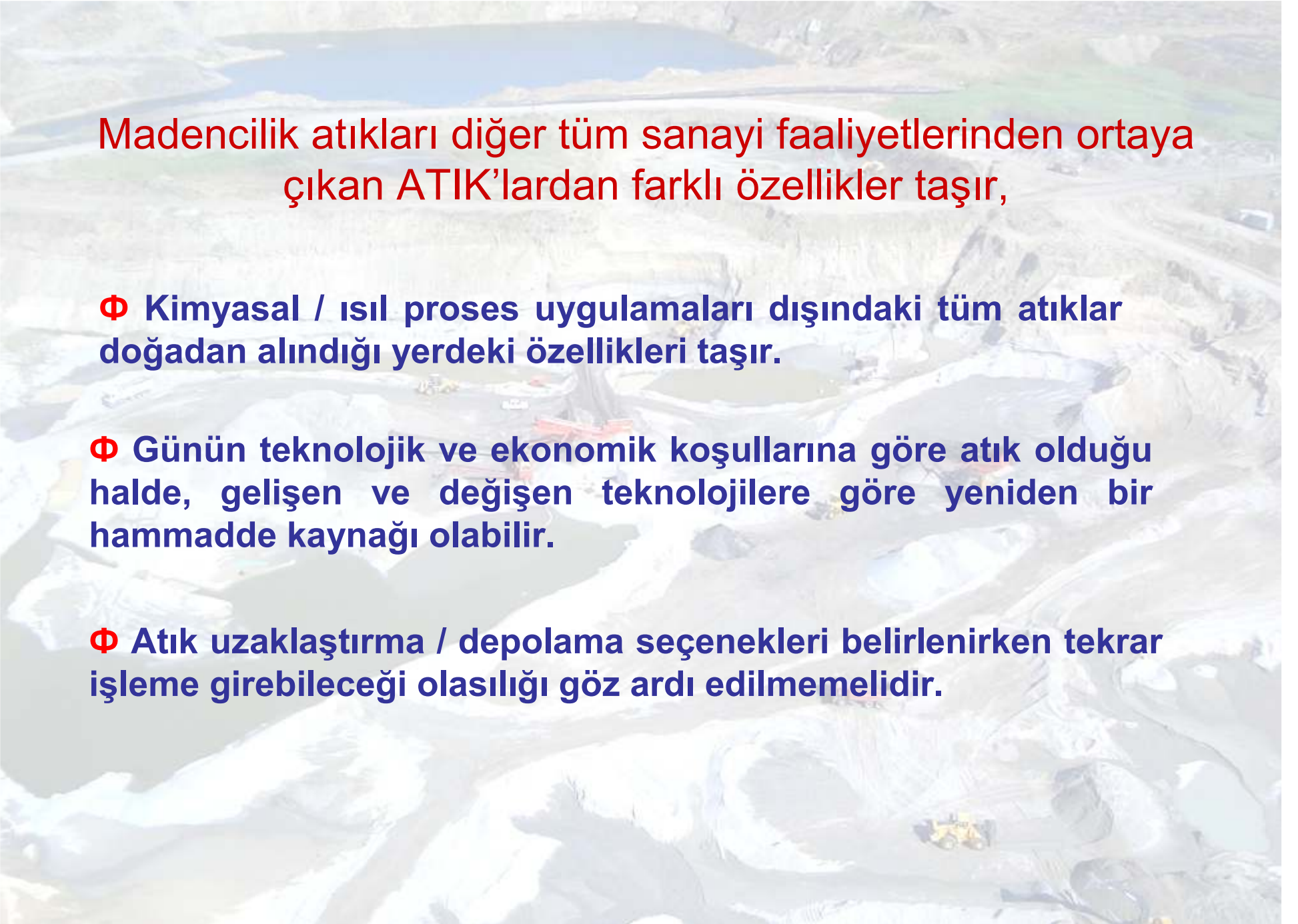
Tipik bir Maden İşletmesinde/Zenginleştirmesinde
CEVHER ve ATIK YÖNETİM KONULARI
(Prof.Dr.Caner Zambak'ın notlarından)





**MADENCİLİK FAALİYETLERİ
TOPOGRAFYAYA MÜDAHELE
EDER.**





Madencilik atıkları diğer tüm sanayi faaliyetlerinden ortaya çıkan ATIK'lardan farklı özellikler taşır,

Φ Kimyasal / ısıt proses uygulamaları dışındaki tüm atıklar doğadan alındığı yerdeki özellikleri taşır.

Φ Günün teknolojik ve ekonomik koşullarına göre atık olduğu halde, gelişen ve değişen teknolojilere göre yeniden bir hammadde kaynağı olabilir.

Φ Atık uzaklaştırma / depolama seçenekleri belirlenirken tekrar işleme girebileceği olasılığı göz ardı edilmemelidir.

MADENCİLİK / TESİS ATIKLARININ GENEL ÖZELLİKLERİ

- 1) Prosesler genellikle su (yaş) kullanılarak yapılır.
- 2) Ekonomik değer taşıyan mineraller alındıktan sonra kazı yapılan malzemenin çok önemli bir bölümü atık olarak ayrılır.
- 3) Atık malzemeler günün ekonomik koşullarında değerlendirilemeyecek niteliklerde minera(ler) içerir.
- 4) Yaş proseslerde 1 ton katı için 2-8 ton arasında değişen su tüketimi vardır.
- 5) Atılan atıkta bulunan su genellikle kullanılmak üzere tekrar kazanılır.
- 6) Atık su cevher cinsine ve uygulanan proseslere bağlı olarak kirletici unsurlar taşır (ağır metaller, reaktifler, vb).
- 7) Ağır ortam, flotasyon ve liç hariç, atıktaki kirlilik (!) genellikle cevher yapısından ileri gelir.
- 8) Kirleticilik; prosesin değiştirilmesini gerektirecek bir sorun değildir. Atıktan kirleticilerin uzaklaştırılması için mühendislik çözümleri vardır.
- 9) Günümüzde herhangi bir proses için mutlaka atık kontrolü/yönetimi mevcut projenin önemli bir aşamasıdır, çevresel duyarlılık için mutlaka uygulanması gerekir.

Madencilik atıklarının mühendislik özellikleri

***) Yüksek su içerikli**

***) Düşük – orta geçirimslilik**

***) Düşük plastisite**

***) Düşük – orta kesme (makaslama) dayanımı**

***) Yüksek – orta sıkıştırılabilirlik**

Madencilik atıklarının uzaklaştırılması teknikleri

***) Ekonomik kazanım / tekrar kazanım**

***) Nehir ve denize deşarj**

***) Yeraltında depolama**

***) Susuzlandırma sonrası kuru depolama**

***) Atık barajlarında depolama**

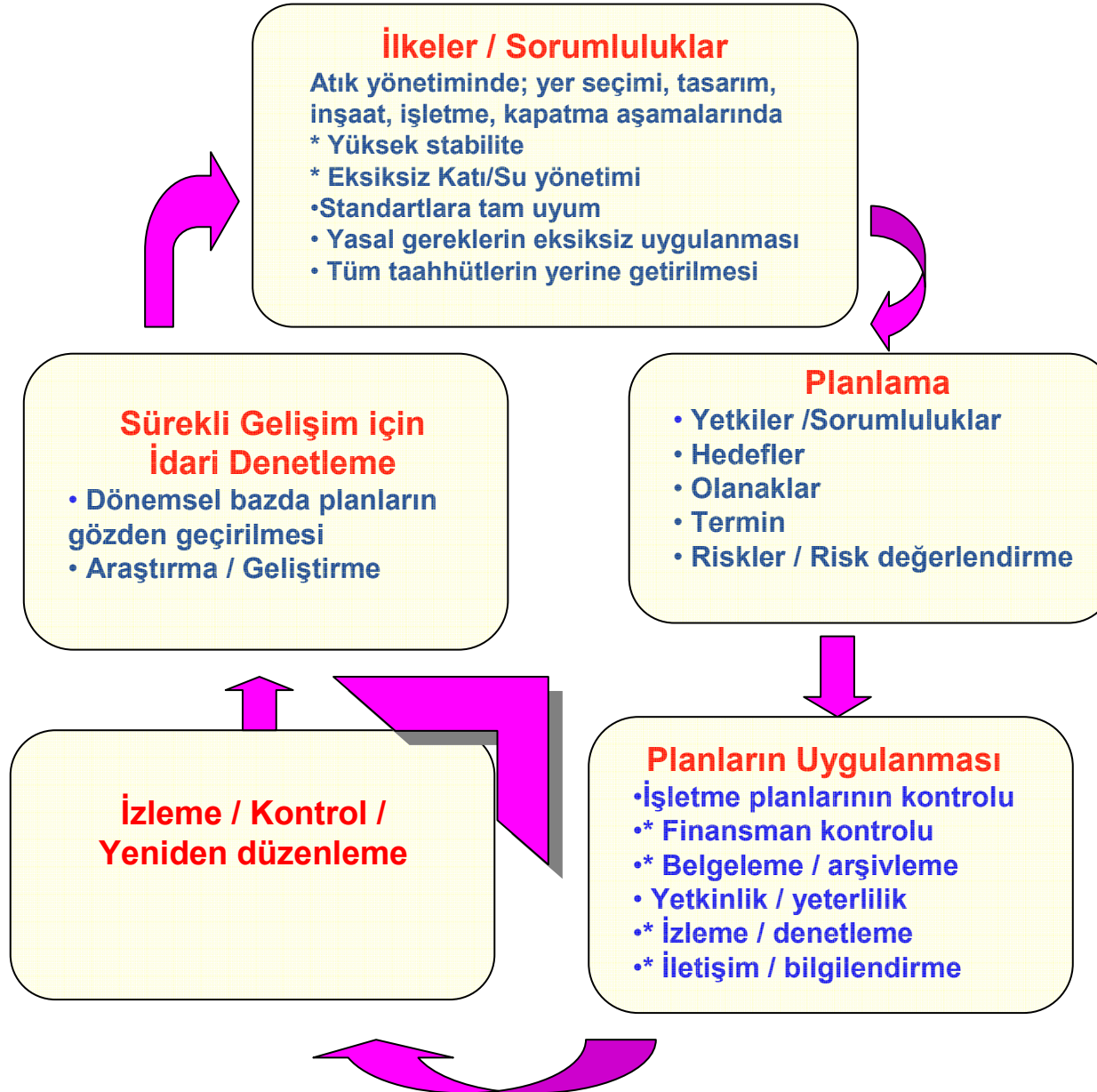


Santo Antonio creek, a small, low-flow stream with a catchment area of about 19 km². The maximum storage capacity is 126 million tonnes of tailings and four million m³ of free water. The dam wall is 59 m high and 1 960 m long, surrounding an area of about 480 ha.



Figure 4: Cross valley tailings impoundment at Highland Valley Copper, BC, Canada (Courtesy TeckCominco)

Atık Yönetimi Projelendirme Sistematiği



EMNİYETLİ ATIK ATIMI İÇİN GEREKLİLİKLER

***) Atık barajı emniyeti için yüksek standartlarda hazırlıklar;**

Planlama: Saha değerlendirmesi (jeoloji, depremsellik, iklim, su toplama alanları, vb.) risk değerlendirmesi (aşırı yağış, sel, deprem, vb. ...) olası baraj kazalarının etkileri (baraj taşkınlarının olası hareketleri, akıntı yönündeki alanların durumu, taşkın suların durumu, vb.) atık barajı gövde tipinin seçimi

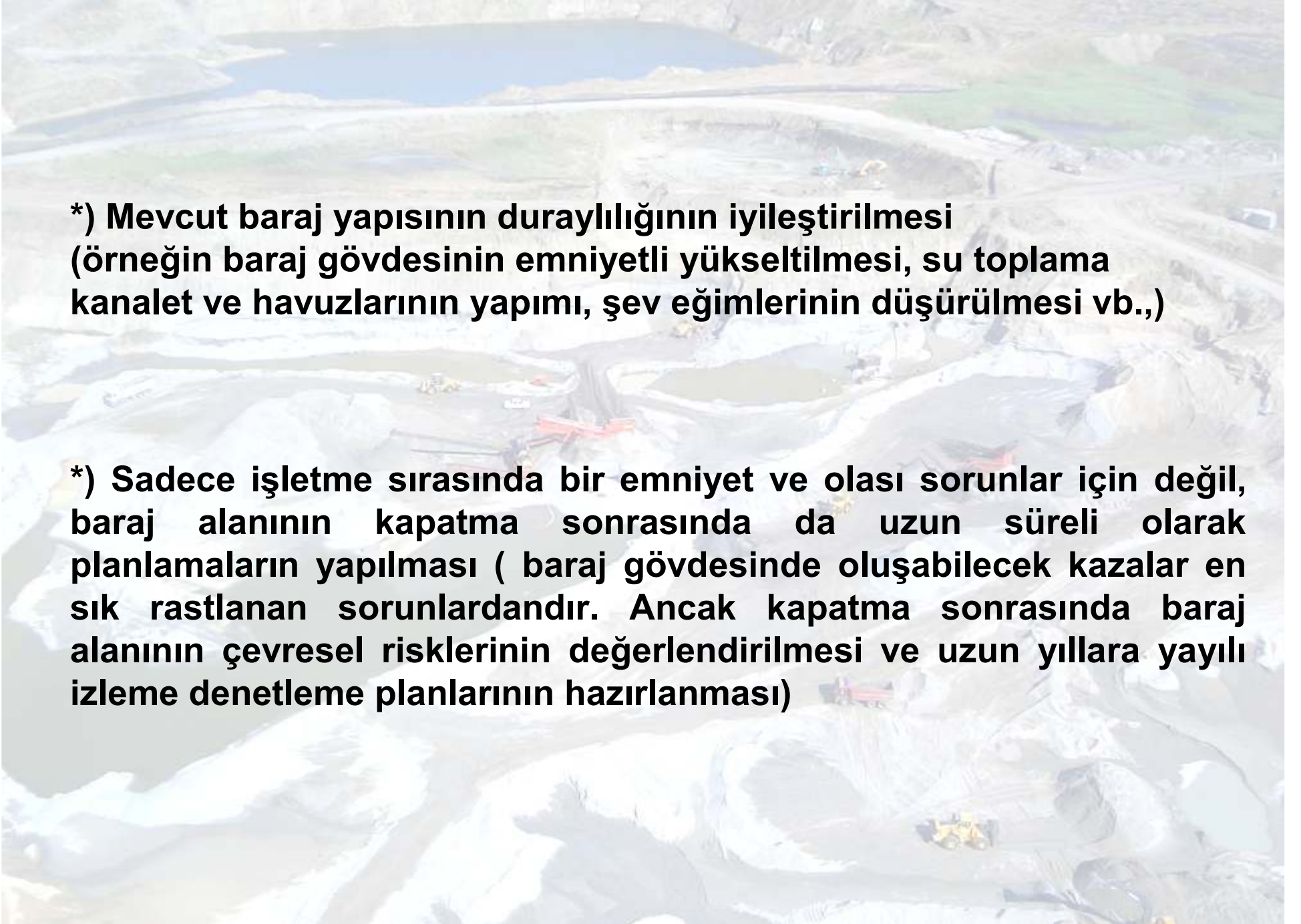
Akıntı yönünde (mansap) atık barajı inşası ancak çok katı kurallar çerçevesinde olmalıdır; Bu tip baraj yapılarının işletim aşamasında kontrolü son derece zordur, buna karşılık akıntıya karşı (memba) ve su tutma baraj tiplerinin emniyeti daha yüksektir. Genellikle pülp halinde atık depolama yerine (slurry disposal) susuzlandırma sonrasında düşük su içerikli atık depolama (paste disposal) daha yüksek emniyetli bir atık atma yöntemidir.

Baraj imalatı:

Malzeme, teknoloji ve baraj inşaat işlerinde yüksek kalite güvenilirlik programlarının uygulanması.

İzleme - Denetim:

Yer altı su seviyesi, baraj gövdesi içindeki sızıntılar ve baraj duraylılığının düzenli olarak izlenmesi.



***) Mevcut baraj yapısının duraylılığının iyileştirilmesi (örneğin baraj gövdesinin emniyetli yükseltilmesi, su toplama kanalet ve havuzlarının yapımı, şev eğimlerinin düşürülmesi vb.,)**

***) Sadece işletme sırasında bir emniyet ve olası sorunlar için değil, baraj alanının kapatma sonrasında da uzun süreli olarak planlamaların yapılması (baraj gövdesinde oluşabilecek kazalar en sık rastlanan sorunlardandır. Ancak kapatma sonrasında baraj alanının çevresel risklerinin değerlendirilmesi ve uzun yıllara yayılı izleme denetleme planlarının hazırlanması)**

ATIK BARAJLARI

Madencilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan artık malzemenin özelliklerine göre belirli alanlarda depolanması gerekmektedir. Bu amaçla kullanılan yapılara “Atık Barajı”, “Atık Depolama Alanı” gibi isimler verilir.

Özellikle cevher hazırlama proseslerini takibeden süreçte, ortaya çıkan katı ve sıvı (su, çeşitli ağır sıvılar, kimyasallar) karakterli malzemelerin (atıkların), mutlaka çevreye etkilerini önleyici nitelikte, kontrolü, depolanması ve izolasyonu sağlanmalıdır.

Atık barajı alanlarının tasarım ve yapımında öncelikli olarak;

A) Tesis atıklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi

a.1) Proses atığının katı/sıvı oranı	a.2) Katıların tane boyu dağılımı	a.3) Katı yoğunluğu
a.4) Metal iyon çeşitleri	a.5) pH	

B) Atık barajı alanının seçimi

b.1) Atık depolama için gerekli olacak nihai yüzey alanı	b.2) Sahanın jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri	b.3) Zemin sağlamlığı
b.4) Zemin geçirgenliği	b.5) Baraj yapım malzemesinin temini	b.6) Kayaçların asit üretim kapasitesi
b.7) Yeraltı su seviyesi	b.8) Yüzey sularının durumu	b.9) Ocak ve tesise olan uzaklık
b.10) Tesis ile kot farkı	b.11) Topografya	b.12) Su kaynaklarına uzaklık
b.13) İklim (Yağış miktarı, sellerin sıklığı, rüzgar yönü, buharlaşma, sıcaklık)	b.14) Sahanın kullanımı ve ekoloji (bitki, hayvan türleri, dinlenme ve park alanları, tarihi ve arkeolojik yapılar, yerleşim birimlerine uzaklık)	b.15) İşletme zorlukları ve ulaşılabilirlik
		b.16) Maliyet analizi (yatırım tutarı, işletme maliyeti, kapatma maliyeti)

Atık Barajı Tabanının Hazırlanması

Baraj tabanının hazırlanmasında aşağıda verilen ilkeler göz önünde bulundurulmalıdır.

- a) Yeraltı sularına olabilecek muhtemel sızıntıları önlemek
- b) Baraj tabanındaki basıncı azaltmak
- c) Atık suyun tesise geri dönüşünü sağlamak

Baraj tabanında kullanılacak astarlar iki çeşittir.

- 1) Kil astarlar
- 2) Sentetik astarlar

Baraj sahası astarlama sisteminin seçim ve tasarımında;



1) Atık malzemenin özellikleri

- Kimyasal kompozisyon
- Tane boyu dağılımı
- Hidrolik iletkenlik
- Serbest su miktarı

2) Atık yönetimi

- Astarlanacak yerin eğimi
- Atık yüksekliği
- İşlemin süresi
- Hidrolik basınç kontrolü

3) Saha özellikleri

- Su kaynaklarının uzaklığı ve derinliği
- Doymamış zonların varlığı
- İklim koşulları

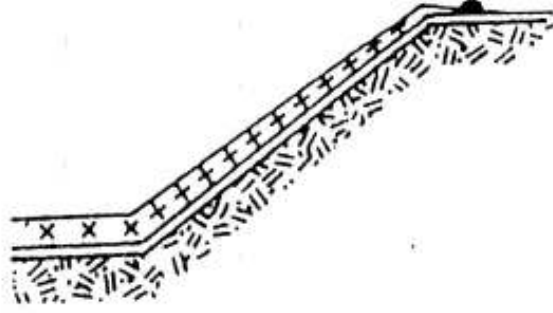
BARAJ TABANI ASTARLAMA SİSTEMLERİ

- 1) Tek astarlı sistemler
- 2) Hidrolik basınç kontrollu tek astarlı sistemler
- 3) Komposit astarlı sistemler
- 4) Çift astarlı-Ara sızıntı toplamalı sistemler
- 5) Çift astarlı-Ara sızıntı toplamalı-Drenajlı sistemler

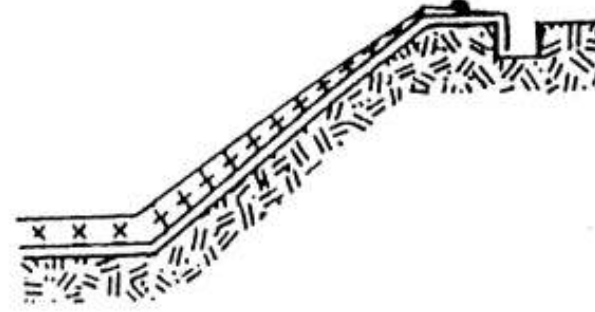
BARAJ TABANI ASTAR MALZEMELERİNİN HİDROLİK İLETKENLİĞİ

Malzeme	Hidrolik iletkenlik (cm/sn)
Yerinde kaya	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-11}$
Yerinde toprak	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-8}$
Sıkıştırılmış kil	$1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-8}$
Sentetik astar (Jeomembran)	$1 \times 10^{-9} - 1 \times 10^{-11}$
Hazır kompozit astar	$5 \times 10^{-11} - 5 \times 10^{-14}$
Toprak-çimento karışımı	$1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-7}$
Toprak-bentonit karışımı	$1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-9}$

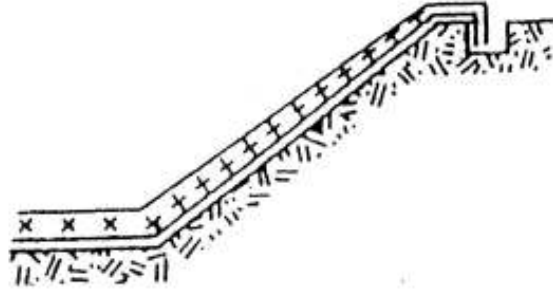




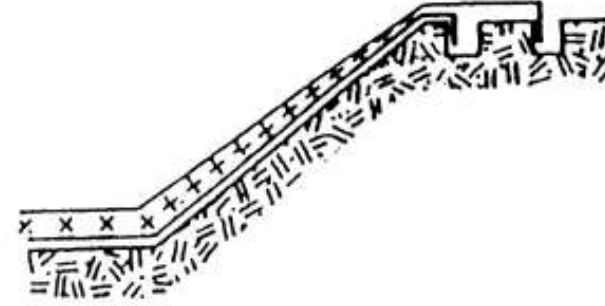
(a) Serbest astar serimi



(b) Tek astarı sabitleme



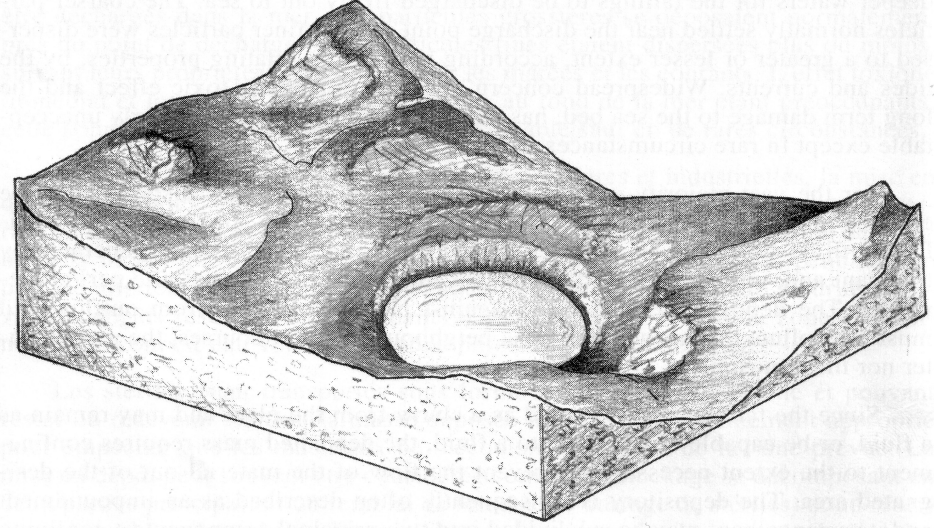
(c) İki astarı birden sabitleme



(d) Astarları ayrı ayrı sabitleme

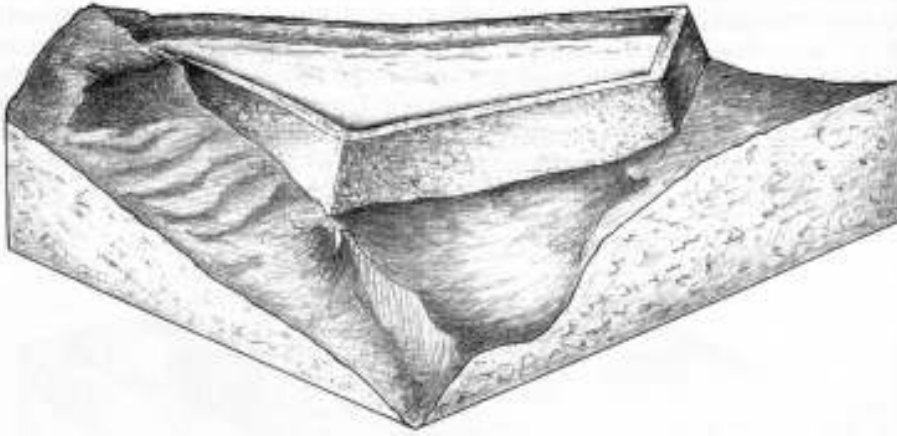
Atık (Depolama) Barajı Tipleri

**ARAZİ TOPOGRAFYASINA GÖRE ATIK BARAJLARI
ÜÇ ŞEKİLDE PLANLANIR;**



Doğal çukur barajları

Atık (Depolama) Barajı Tipleri



B) Düz Arazi barajları (Ring dayks – paddocks or cells)

Baraj çevresi tümüyle sonradan oluşturulan gövde ile kaplıdır

Gövde uzunluğu fazladır

Gövdede çökme olasılığı yüksektir

Çok fazla dolgu malzemesine gereksinim var

Rüzgar erozyonuna açık

Pahalı

Atık (Depolama) Barajı Tipleri

C) Vadi Barajları (valley impoundments: cross valley, side hill, valley bottom)

Baraj alanının bir/veya üç tarafı baraj gövdesi ile çevrili

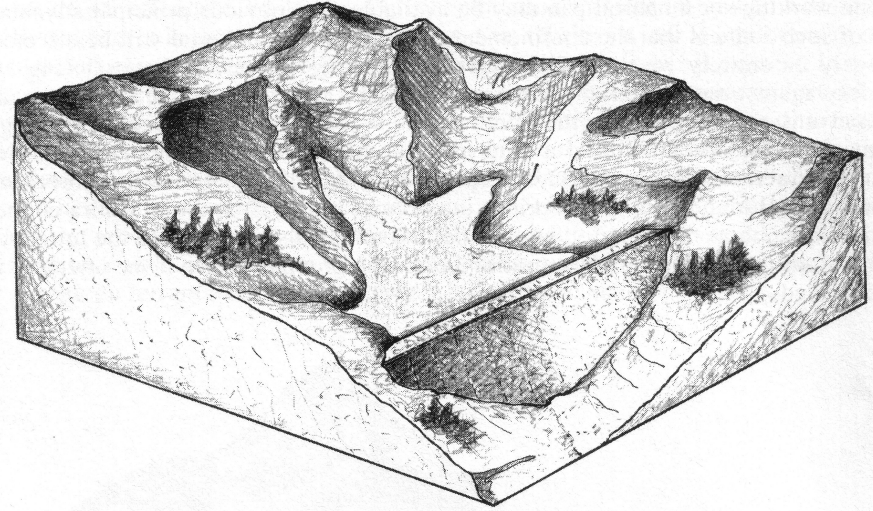
Topografyadan dolayı çirkin bir görüntü yaratmaz

Yüzey sularını baraj alanından uzaklaştırmak için çevirme kanaletleri gerekli

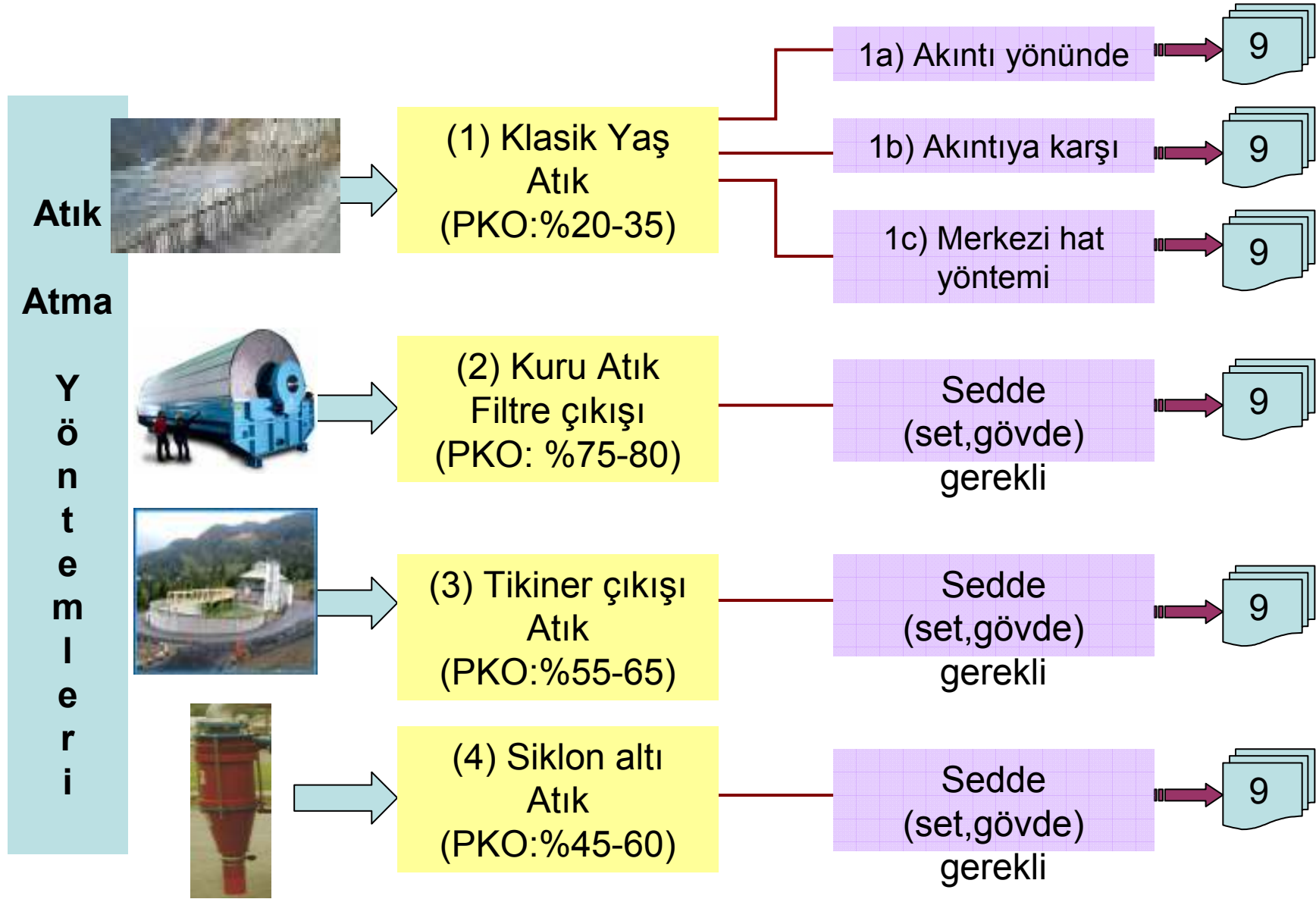
Çok dar vadilerde peş peşe seri halde baraj gövdeleri oluşturulabilir

Rüzgar erozyonuna daha kapalı

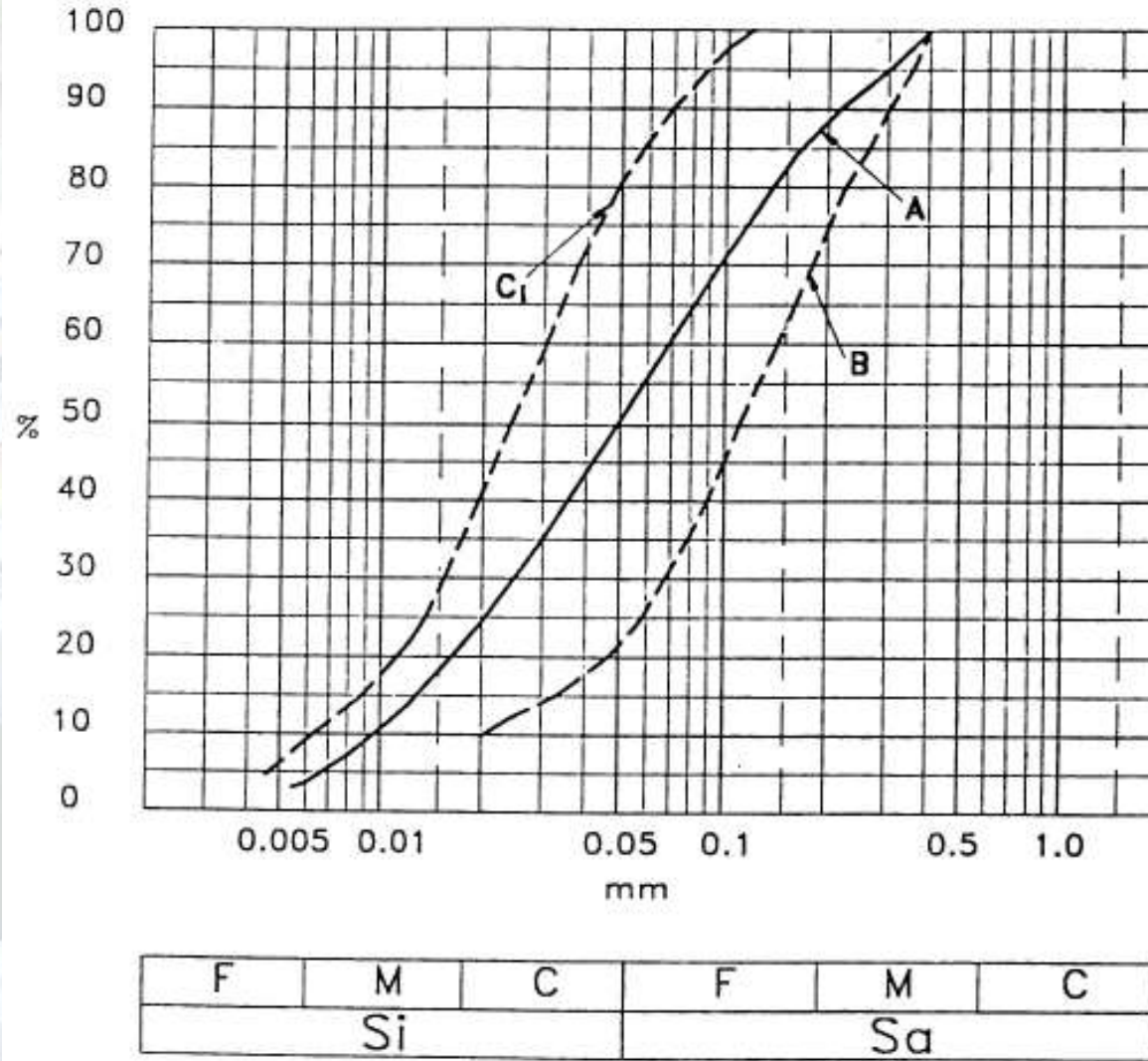
Ucuz







Atıkların Boyut Karakteristiği



A; Orijinal atık

B: Siklon alt akımı

C: Siklon üst akımı

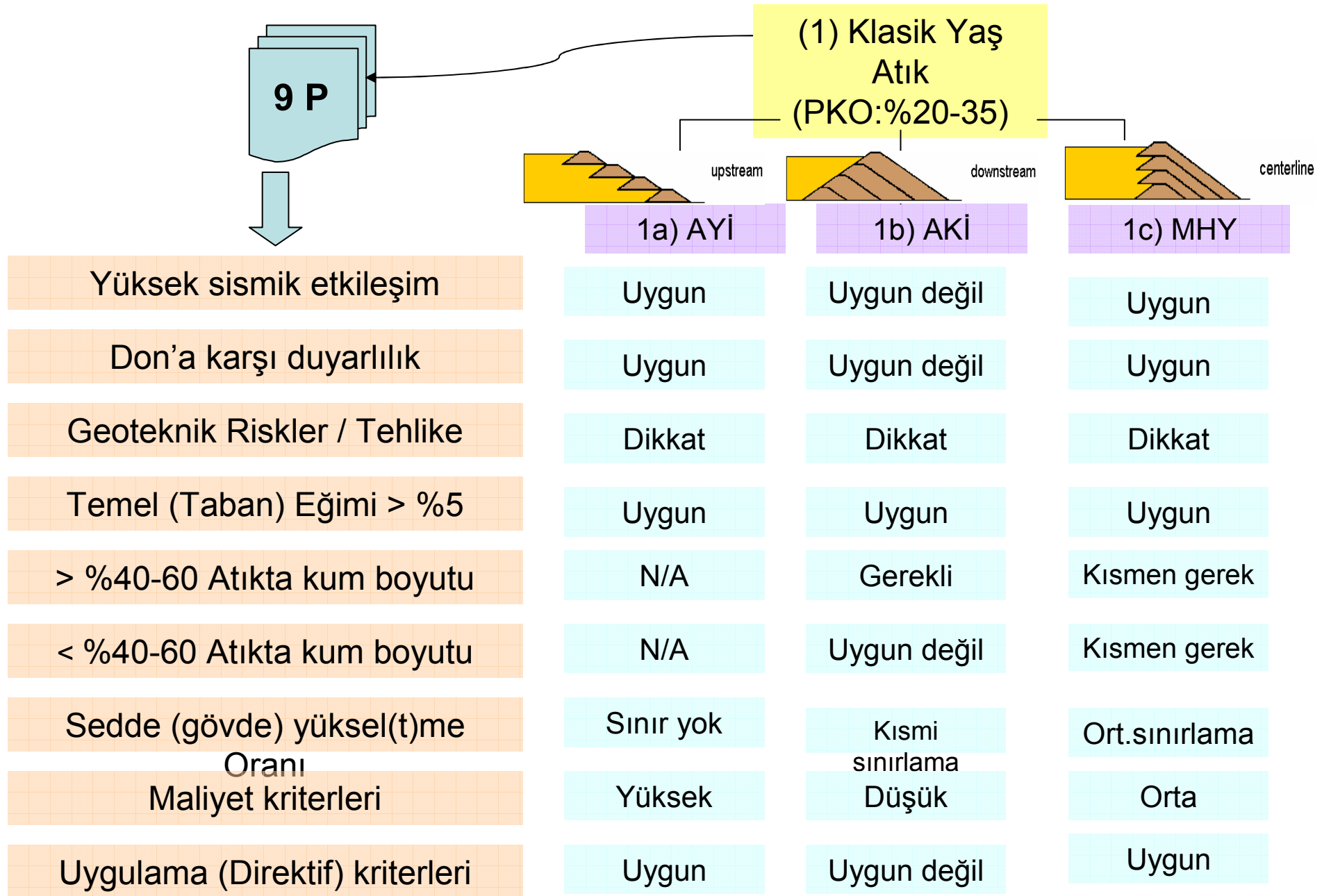
Si: Silt

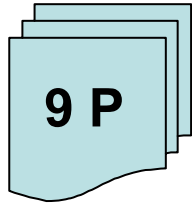
Sa: Kum

F: İnce

M: Orta

C: İri





(2) Kuru Atık
Filter Press
(PKO: %75-80)

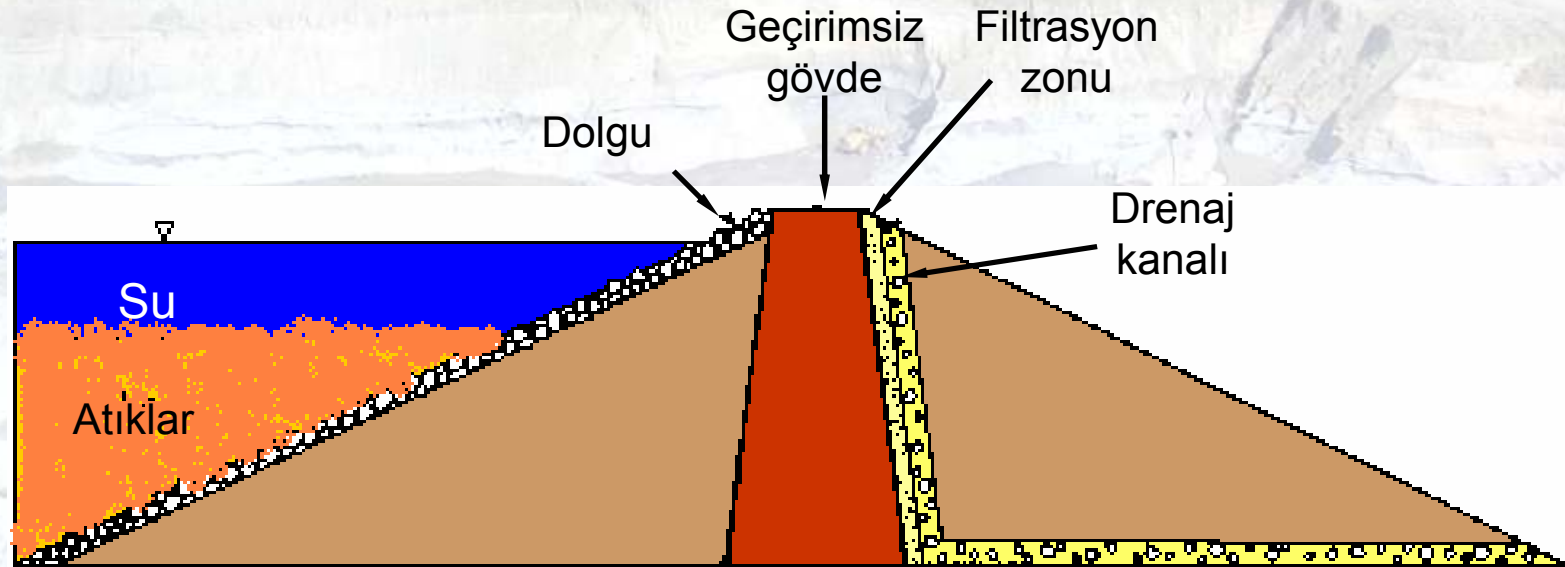
(3) Tikiner
Çıkışı atık
(PKO: %55-
65)

(4) Siklon altı
atık
(PKO: %45-
60)

Sedde (gövde gerekli)

Yüksek sismik etkileşim	Uygun	Uygun değil	Yere göre Uygun
Don'a karşı duyarlılık	Uygun	Uygun	Yere göre Uygun
Geoteknik Riskler / Tehlike	Dikkat	Dikkat	Dikkat
Temel (Taban) Eğimi > %5	Uygun	Uygun değil	Uygun
> %40-60 Atıkta kum boyutu	Gerekli	Gerekli	Kısmen gerek
< %40-60 Atıkta kum boyutu	Uygun değil	Uygun değil	Uygun değil
Sedde (gövde) yüksel(t)me Oranı	Sınır yok	Kısmi sınırlama	Kısmi sınırlama
Maliyet kriterleri	Düşük	Orta	Düşük
Uygulama (Direktif) kriterleri	Uygun	Kanıtlanmamış	Koşullara göre uygun

SU TOPLAMA TİPİ ATIK BARAJI (Water-retention type tailings dams)



- Kaya/toprak dolgulu su tutma tipi baraj gövdesi imalatı; madencilik atıkları için de kullanılabilir uygunlukta olmalarına karşın yüksek maliyetlidir.

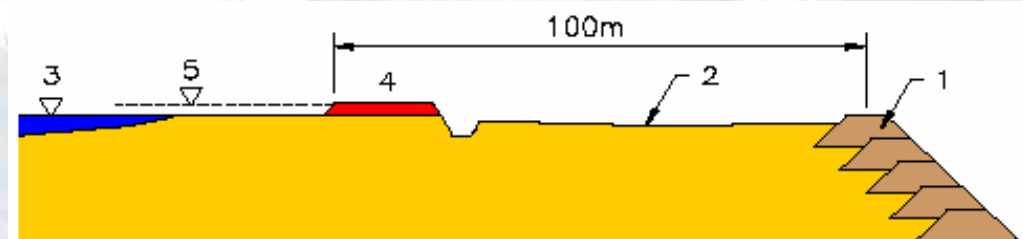
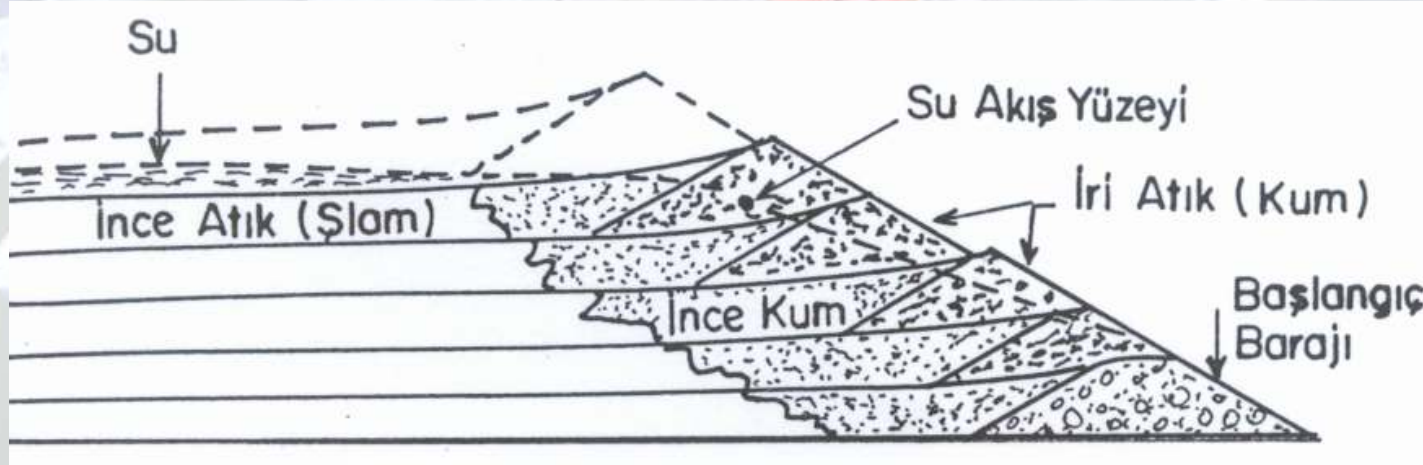
ARTIK BARAJI GÖVDESİ YAPIM YÖNTEMLERİ

1) MEMBA YÖNTEMİ (Upstream Method)



Başlangıç gövdesi (baraj çekirdeği) kaya ve toprak dolgudan yapılır. Atıklar sınıflandırılarak, iri kısımlar baraj gövdesine, ince kısımlar baraj ortasına verilir.

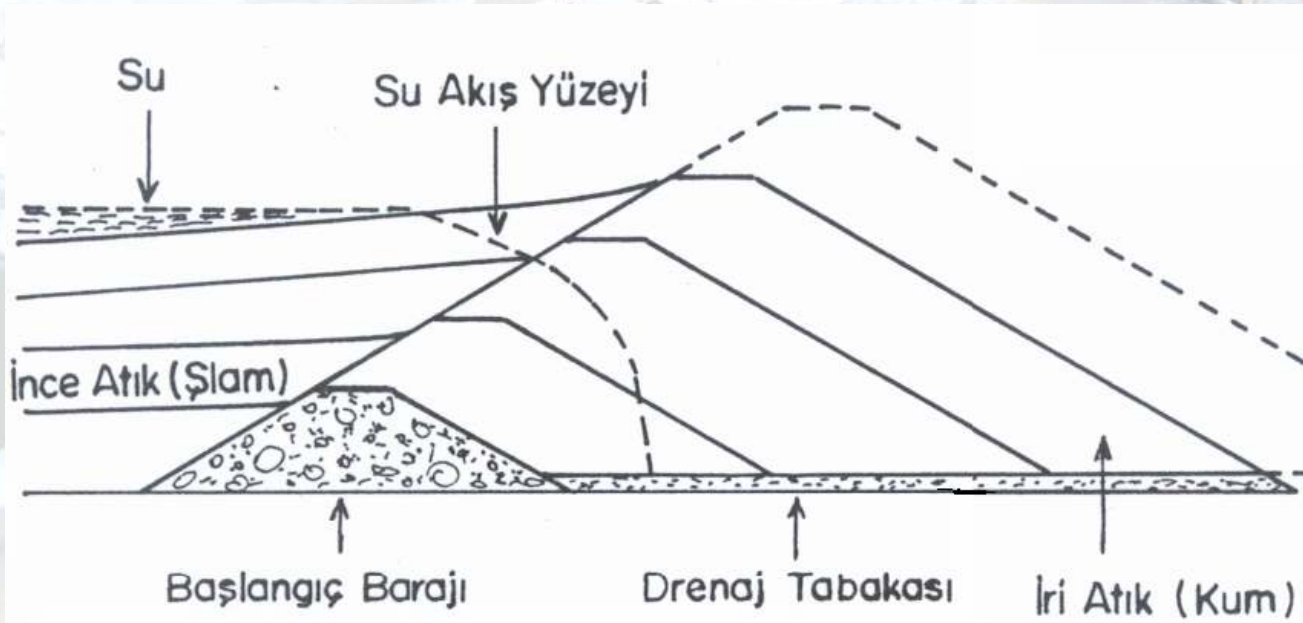
Baraj gövdesinin yükselmesi çökelmiş iri artıkların üzerinde olur. Baraj gövdesi merkezinin ilerleme yönü barajın ortasına doğrudur. Deprem riskli alanlarda uygun değildir.



2) MANSAB YÖNTEMİ (Downstream Method)

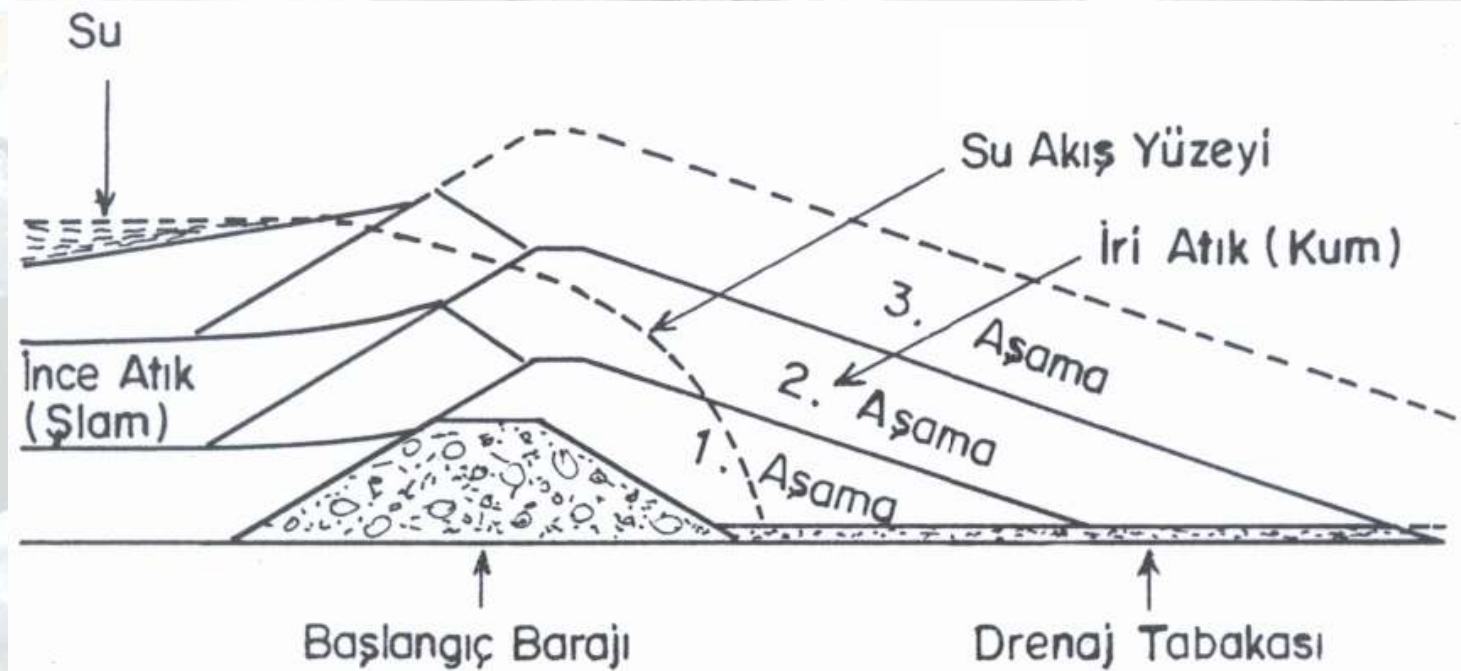
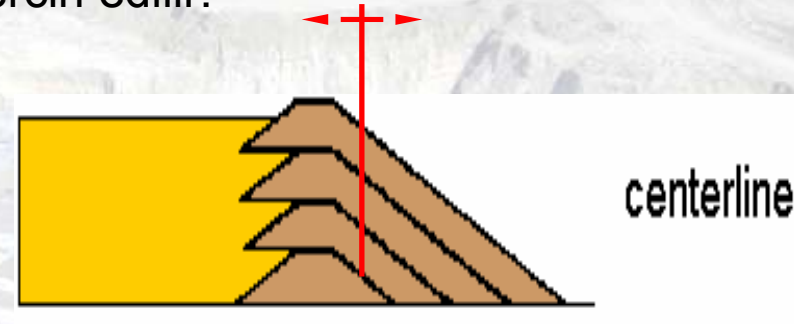


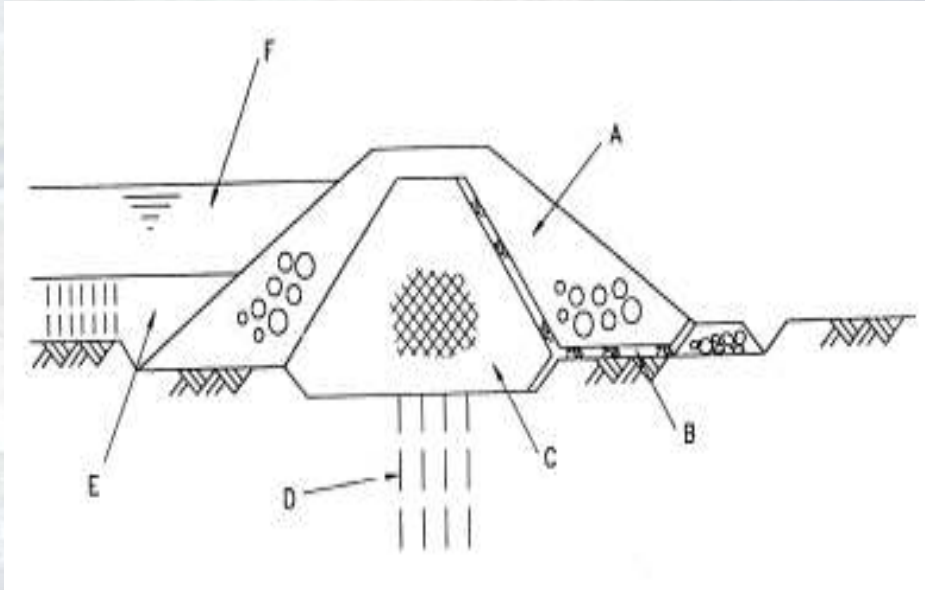
- Baraj gövdesi atık malzeme üzerinde yükselmeyeceğinden daha güvenlidir.
- Atıkların, sınıflandırılarak deşarjı tercih edilir, ancak şart değildir.
- Baraj gövdesi kaya dolgu malzemesi olduğundan ve sağlam zemin üzerinde durduğundan sıkıştırma yapılabilir.
- Atığın kaya dolguda oluşturacağı erozyonu azaltmak için atık ile kaya dolgu arasına toprak dolgu malzemesi konulması yararlı olur.
- Baraj gövdesi merkezinin ilerleme yönü barajın dışına doğrudur. Daha fazla atık kapasitesi sağlar.



3) MERKEZİ HAT YÖNTEMİ (Centerline Method)

Baraj gövdesi kısmen atık üzerinde yükselir
Atıkların, sınıflandırıldıktan sonra deşarjı tercih edilir.
Baraj gövdesi merkezi sabit kalır.



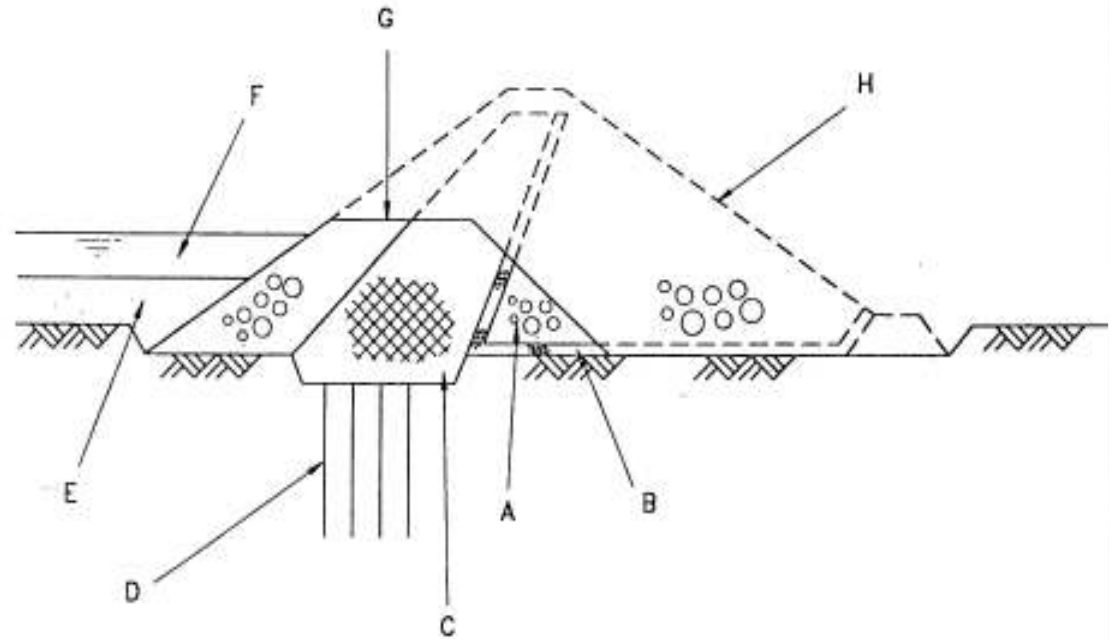


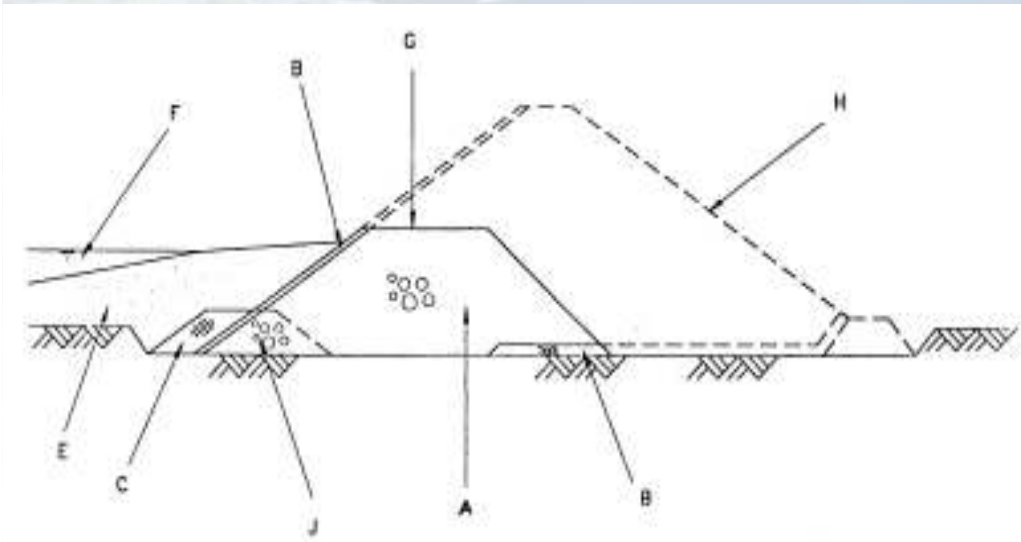
Klasik Baraj Gövdesi

İmalatı

- | | |
|-------------------|-------------------------|
| A) Gövde dolgusu | D) Temel sağlamlaştırma |
| B) Drenaj sistemi | E) Çökelmiş atık |
| C) Çekirdek gövde | F) Baraj içi Su |

Klasik Kademeli Yükseltmeli Baraj Gövdesi İmalatı





Atıklarla Kademeli

Geçirimsiz Baraj
Gövdesi

Yapısı

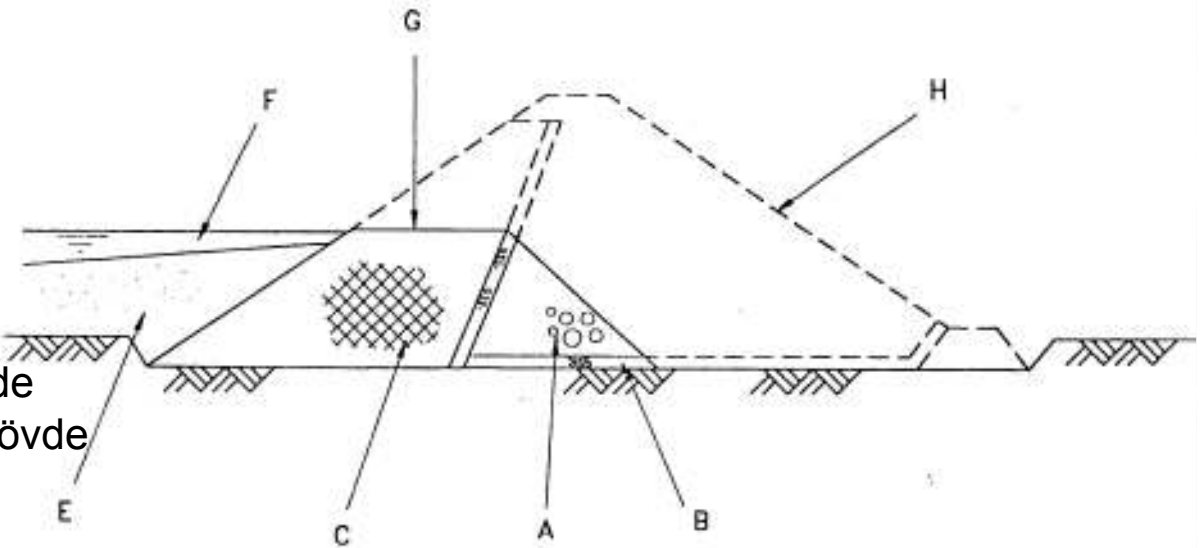
- A) Çekirdek gövde F) Baraj içi su
B) Drenaj kanalı G) Mevcut gövde
C) Geçirimsiz tabaka H) Gelecekte gövde
E) Çökelmiş atık

Atıklarla Kademeli

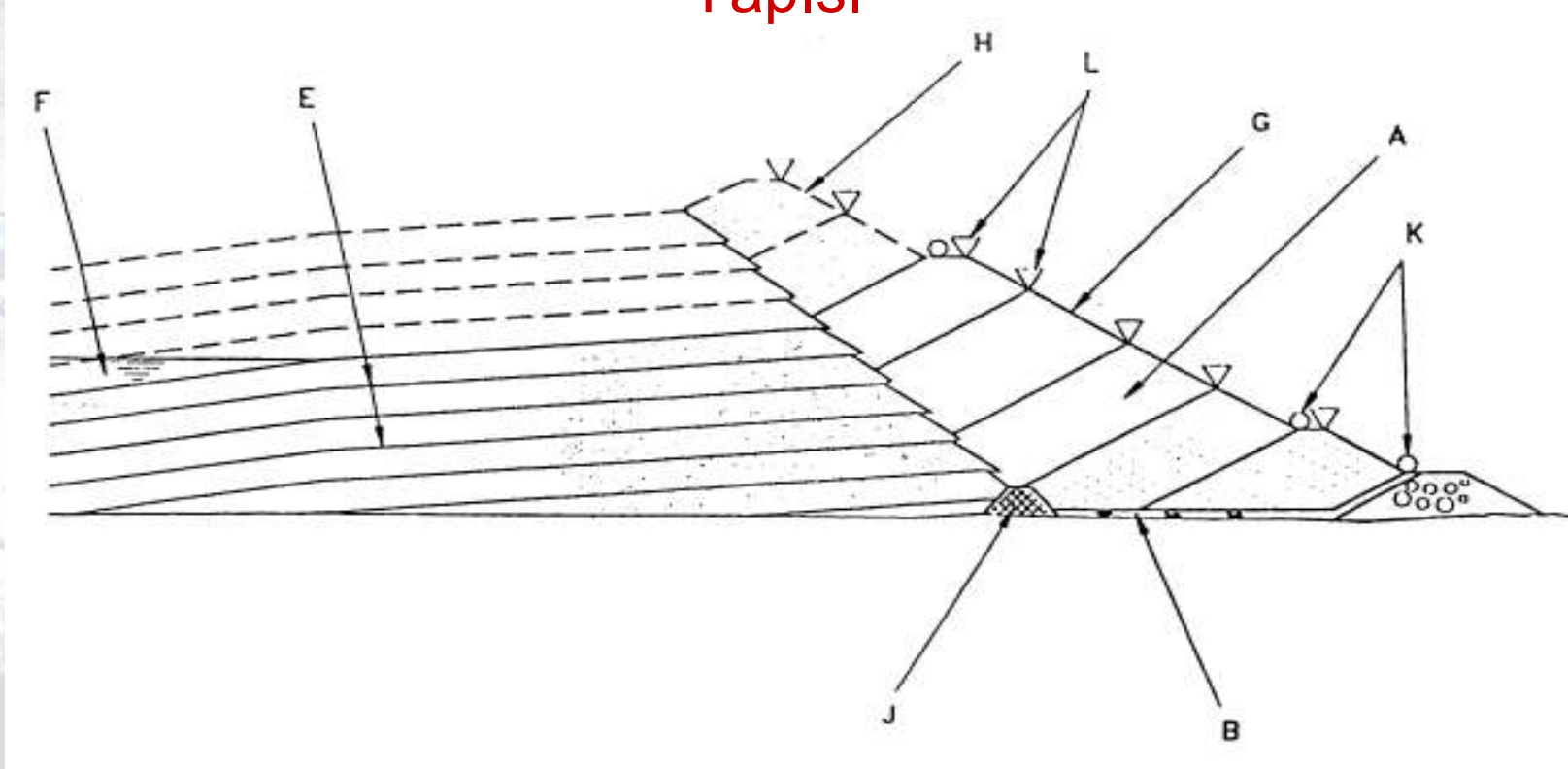
Geçirimsiz Baraj
Gövdesi

Yapısı

- A) Çekirdek gövde F) Baraj içi su
B) Drenaj kanalı G) Mevcut gövde
C) Çekirdek H) Gelecekte gövde
E) Çökelmiş atık



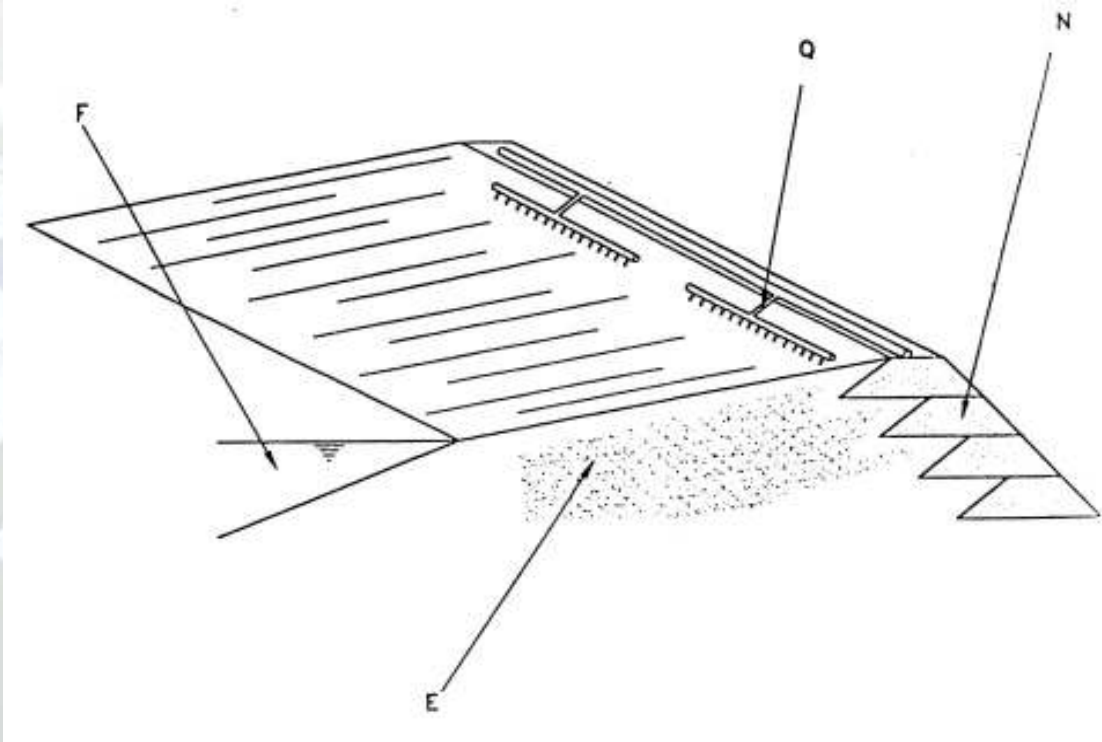
Memba Yönteminde Siklon Kullanımı İle Baraj Gövdesi Yapısı



- | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------|
| A) Siklon altı malzeme ile oluşturulmuş baraj gövdesi | E) Çökelmiş atık | F) Baraj içi su |
| B) Drenaj kanalı | H) Gelecekte gövde yapısı | J) Çekirdek gövde |
| G) Mevcut baraj gövdesi | L) Siklon veya diğer deşarj noktaları | |
| K) Atık boşaltma hatları | | |

- 12-13 Ocak 2012 / Afyonkarahisar**

Memba Yönteminde Püskürtme Yöntemi (Spreyleme) İle Baraj Gövdesi Yapısı



E) Çökelmiş atık

N) İri atıkla oluşturulmuş toprak set gövde

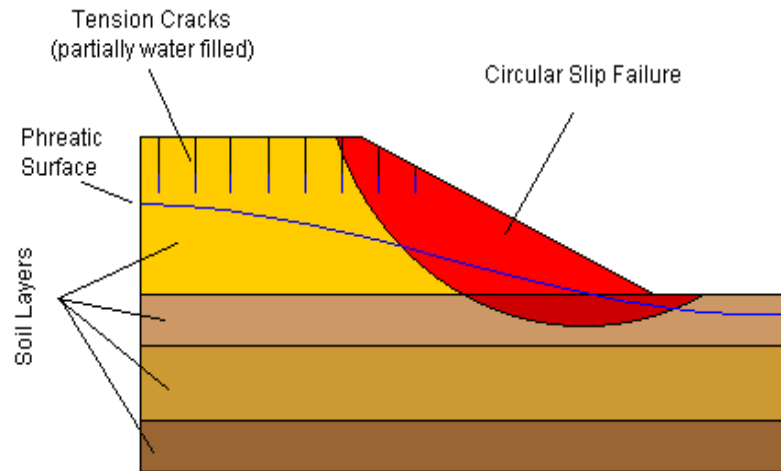
F) Baraj içi su

Q) Atık püskürtme olukları (sprey)

Özellik	Baraj Türü			
	Su Tutma Tipi	Akıntıya Karşı İlerletimli (Upstream-Memba)	Akıntı Yönünde İlerletimli (Downstream-Mansap)	Her İki Yönde İlerletimli Centerline-merkezi hat)
Uygun Artık Türü	Her türlü	En az % 40 iri boyutlu malzeme	Her Türlü	İri ve az killi artık
Su Tutma Özelliği	İyi	Uygun değil	İyi	Kalıcı su tutmak için uygun değil
Sismik Harekete Direnç	İyi	Yok	İyi	Kabul edilebilir düzeyde
Gövde Yükselmeye Hızı	Sınır yok veya Nihai Yükseklikte yapılır	<4.5 m/yıl	Sınır Yok	4.5-9 m/yıl
Yapım Maliyeti	Yüksek	Düşük	Yüksek	Orta

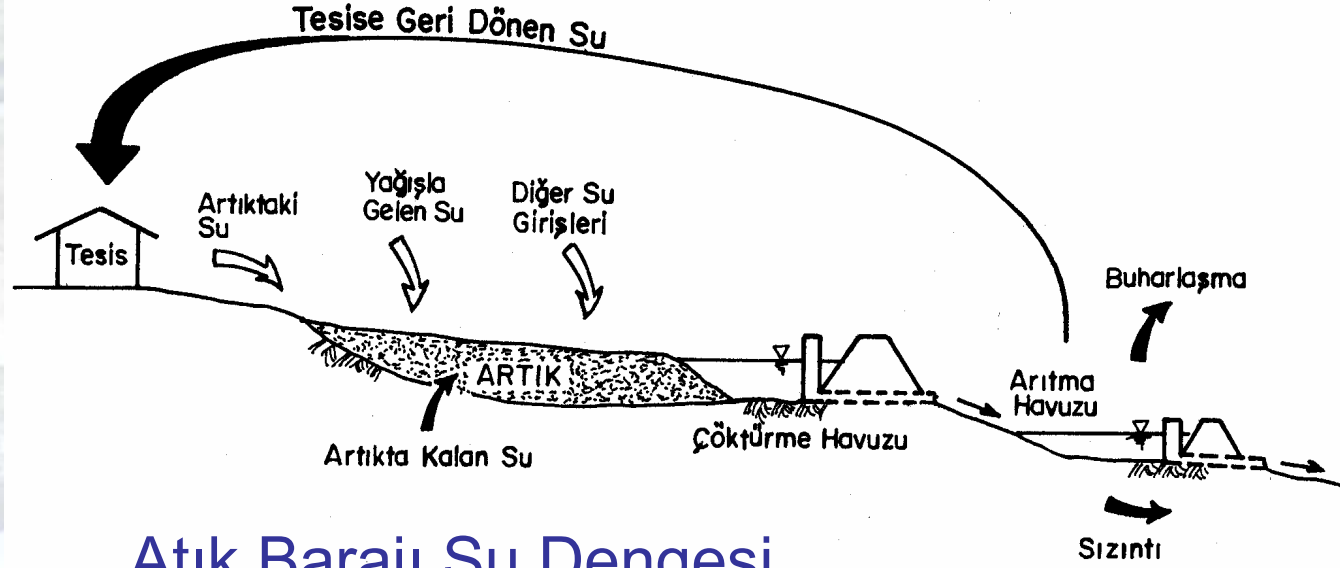
ATIK BARAJI STABİLİTE ANALİZİ

For a stability assessment of a soil slope (such as a tailings dam), the balance of forces and moments along potential failure surfaces is analyzed (Limit Equilibrium Method). The slope is stable, if the available shear strength of the soil exceeds that required to keep the slope stable. Factors affecting the slope stability are the height and the angle of the slope, the soil properties, the pore pressure within the slope, and external forces, such as seismic ground acceleration.



Types and causes of defects and possibility of detection of potential failure by inspection and/or monitoring.

Type of defect	Cause	Possibility of detection by inspection and/or monitoring
Overtopping	Inadequate hydrological or hydraulic design. Loss of freeboard due to crest settlement.	Inspection may reveal potential problem. Detectable by survey and inspection.
Slope instability	Overstressing of foundation soil and dam fill. Inadequate control of water pressure.	Precise line and level survey, inclinometer monitoring and inspection may reveal potential problem. May be possible to detect by piezometer and seepage monitoring.
Internal erosion by seepage	> Inadequate control of seepage. Bad filter and drain design. Poor design or construction control resulting in cracking or leakage paths e.g. against conduits.	May be possible to detect by piezometer monitoring. Difficult to detect in early stages, but seepage flow monitoring may reveal potential problem; inspection will sooner or later reveal problem, but possibly too late for effective remedial measures to be taken. Extreme alertness required if seepage increases unrelated to supernatant water level.
External erosion	Inadequate slope and toe protection.	Detectable by inspection.
Earthquake damage	Inadequate geometry e.g. slope too steep. Liquefaction of tailings, embankment, foundation soils.	This is a design matter. However, inspection after non-catastrophic earthquake event may indicate need for design modifications. This is a design matter. However, piezometer monitoring during and after a non-catastrophic earthquake event may indicate potential for liquefaction.
Groundwater pollution	Seepage of leachate into aquifers due to lack of or deterioration of liners.	Detectable by monitoring observation wells.
Damage to decant systems.	Excessive settlement. Chemical attack on concrete/steel.	Possibly detectable by inspection. Possibly detectable by inspection.



Atık Barajı Su Dengesi

Atık barajı kontrolü veya yönetimi, katıdan daha çok su ile ilgilidir. Su kontrolü için atık barajına giren ve çıkan suların belirlenmesi gerekir.

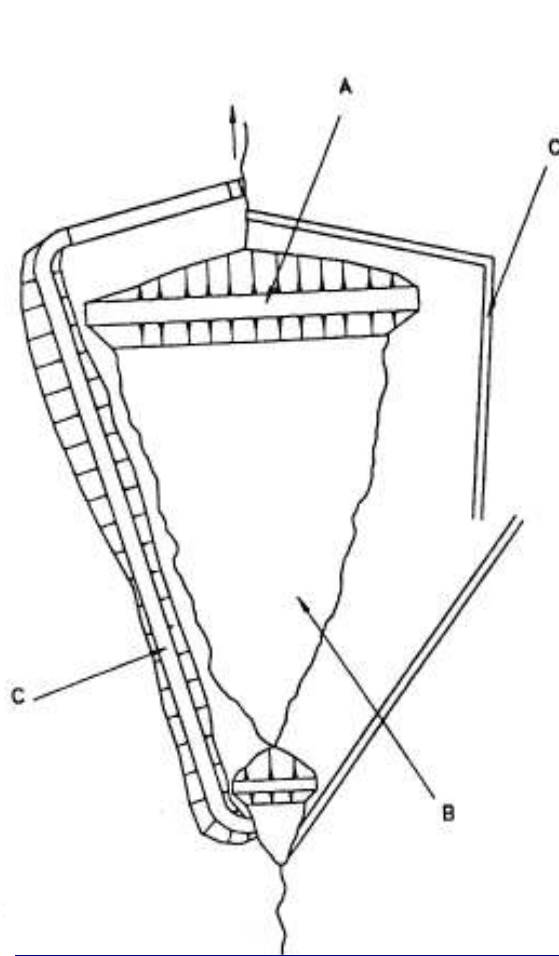
Atık barajına giren sular;

Cevher hazırlama tesis atığındaki su
Doğrudan baraj alanına düşen yağış
Baraja gelen yüzey veya yeraltı suları.

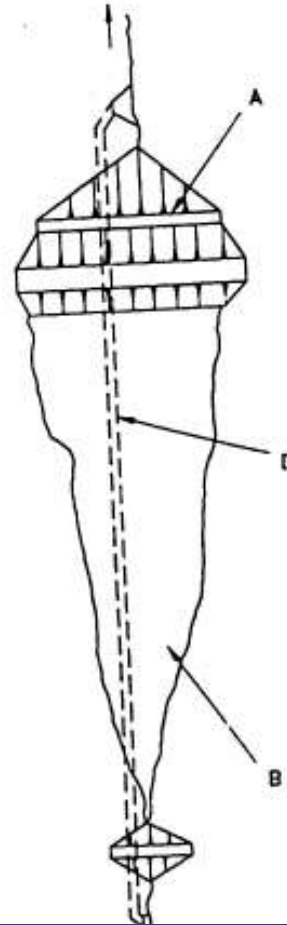
Atık barajından çıkan sular;

Buharlaşma ile kaybedilen sular.
Önlenemeyen sızıntı ile kaybedilen su.
Tesis geri gönderilen veya arıtdıktan sonra deşarj edilen su

Atık Barajı Su Toplama Sistemleri



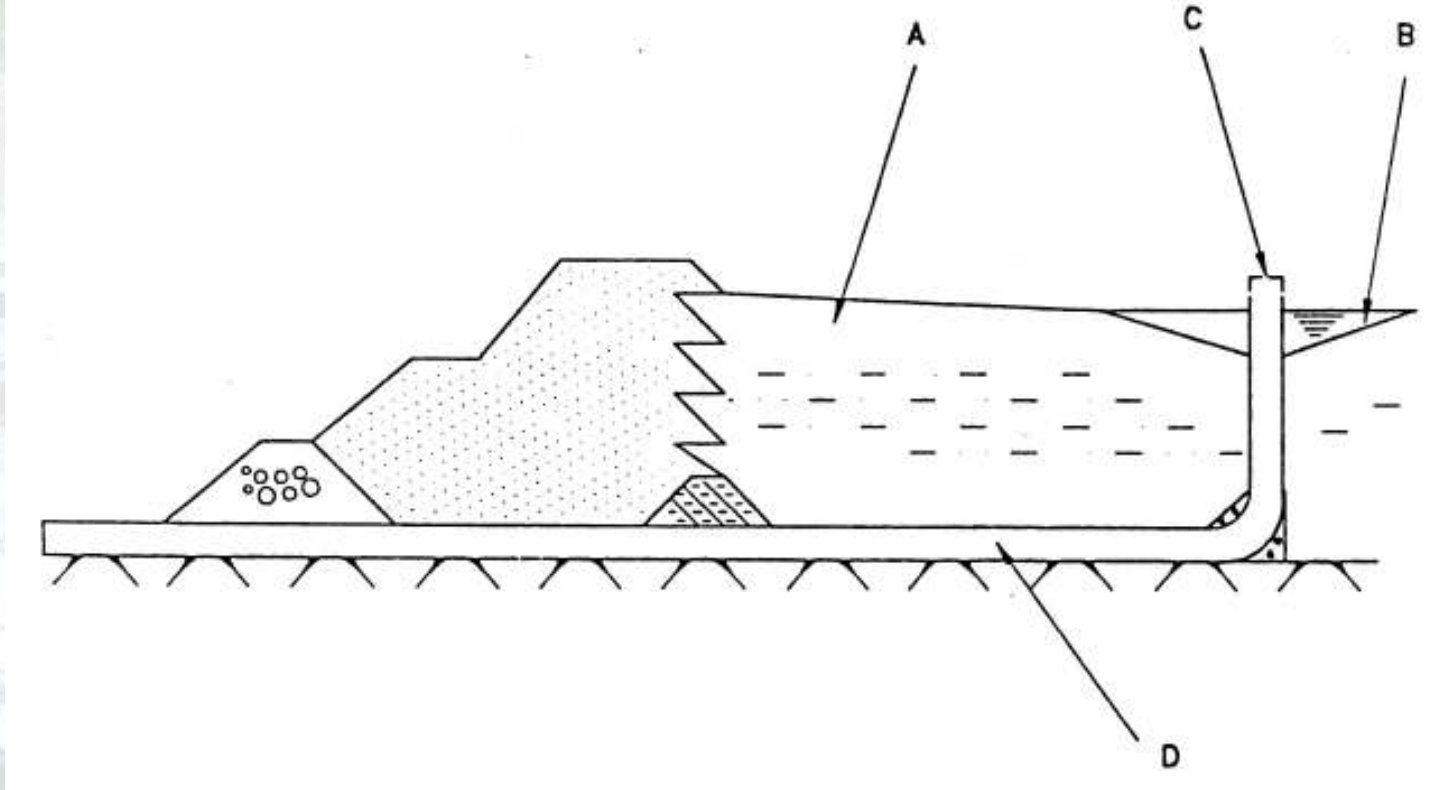
I- Çevresel su toplama kanalları



II- Vadi tipi baraj tabanı yan kanallarından su toplama kanalları

- A) Baraj gövdesi
- B) Atık depolama alanı
- C) Su toplama kanalları
- D) Su toplama kanalı/tüneli

Atık Barajlarından Su Alma Teknikleri

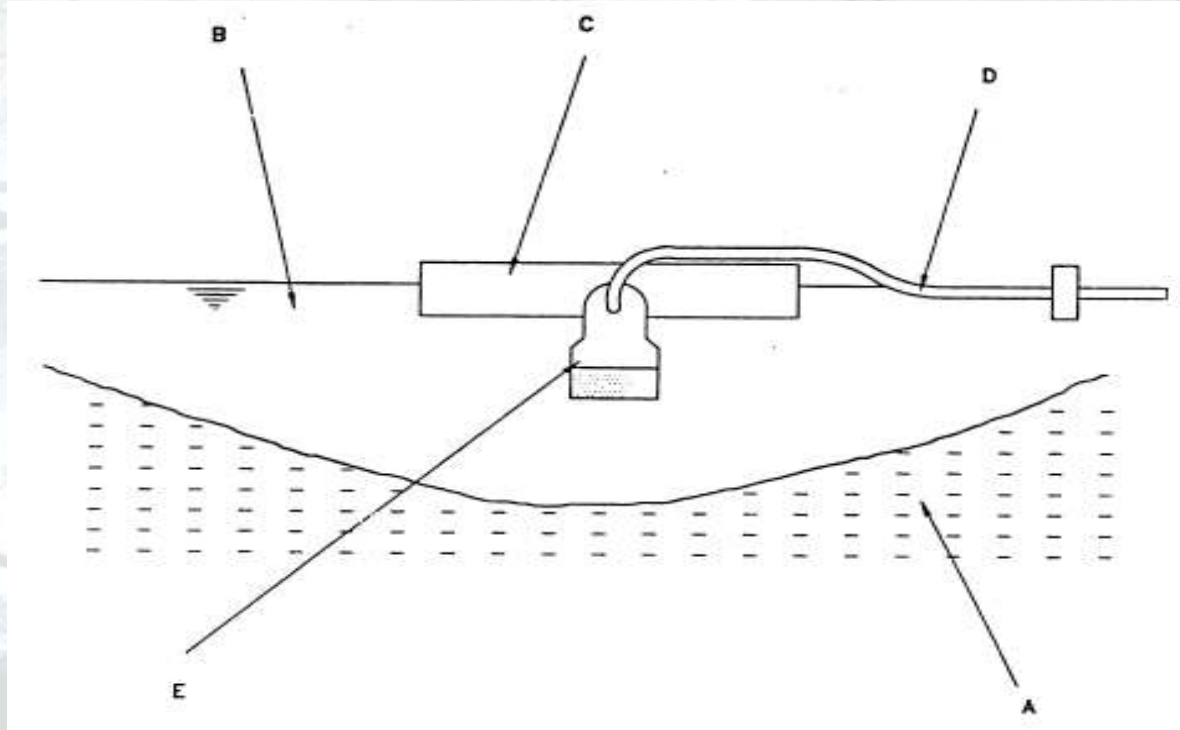


Dekantasyon Kulesi Sistemi

A) Çökelmiş atık
C) Su toplama kulesi

B) Süzüntü su
D) Su toplama kanalı

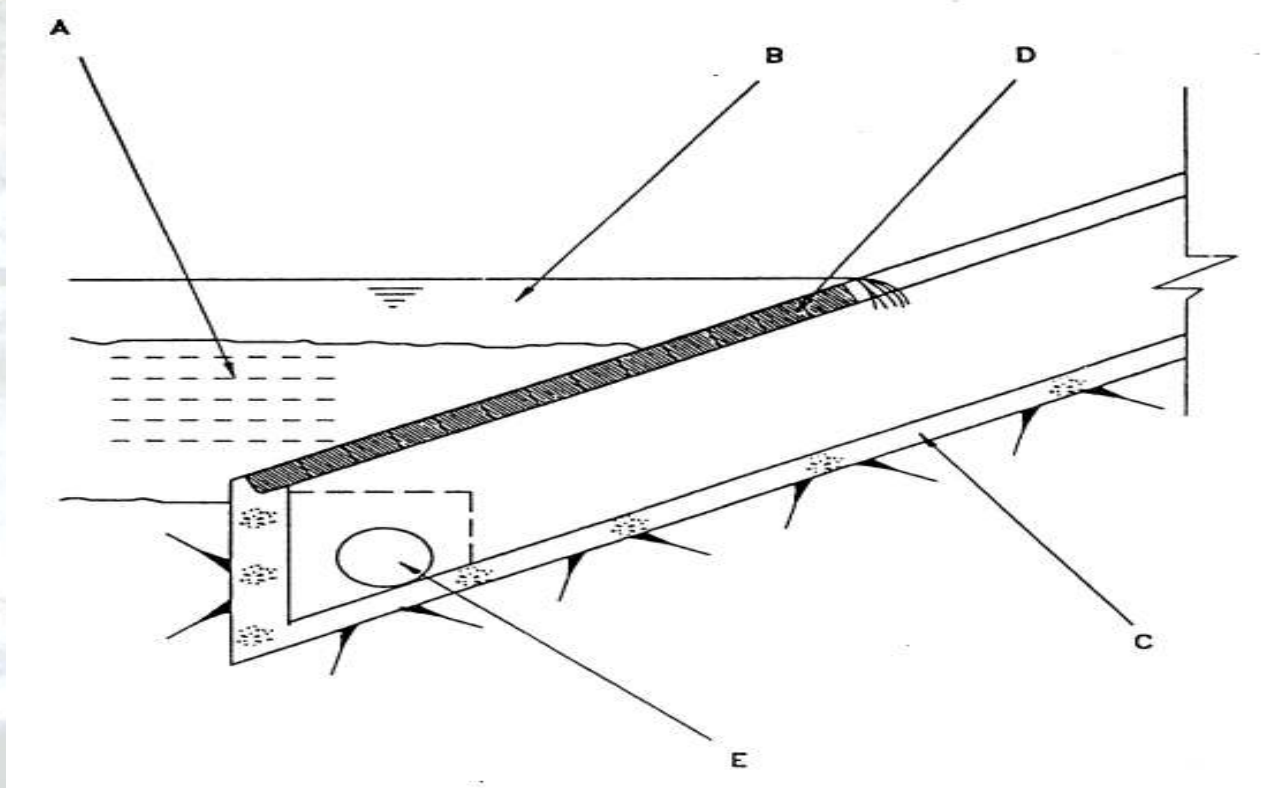
Dalgıç Pompa Sistemi



A) Çökelmiş atık
C) Duba / Platform
E) Dalgıç pompa

B) Süzüntü su
D) Pompa hattı

Boşaltma Kanallı Sistem



- A) Çökelmiş atık
- B) Süzüntü su
- C) Su toplama kanalı
- D) Geçirimsiz (tabaka)
- E) Su toplama haznesi

Atık Barajının Kapatılması

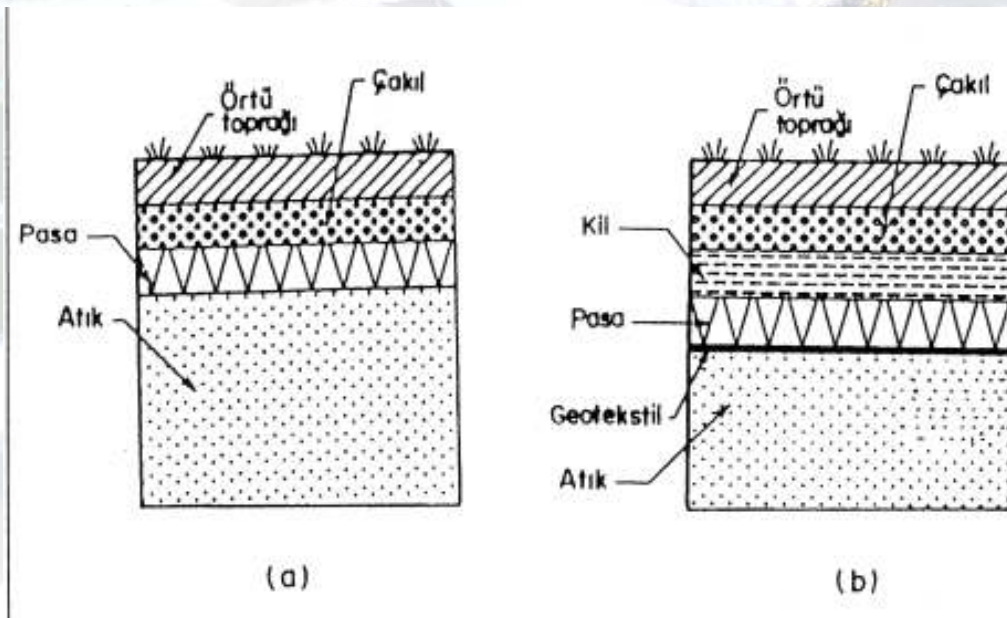
Rezervin işletilip tüketilmesiyle birlikte cevher zenginleştirme tesisinin çalışması ve buna bağlı olarak atık üretimi son bulur ve artık barajının kapatılması ile ilgili çalışmalar başlar.

Atık barajının kapatılmasını (rehabilitasyonunu) içeren projeler tesisin devreye alınmasından önce hazırlanır. Atık barajı rehabilitasyonu ve izlenmesi *(Kapatma)* gerekçeleri şöyle özetlenebilir;

- Φ Toz ve katı atıkların, rüzgarla çevreye taşınmasının önlenmesi
- Φ Rüzgar ve yüzey sularının neden olacağı erozyonun doğuracağı kirliliğin ve baraj stabilitesi ile ilgili sorunların giderilmesi
- Φ Yüzey sularından kaynaklanacak sızıntıların önlenmesi ve yüzey sularının neden olacağı asit üretimi (AMD) ile ağır metal kirliliğinin önlenmesi
- Φ Atık barajına estetik bir görünüm kazandırılarak, görüntü kirliliğinin giderilmesi
- Φ Atık barajının kapladığı alanın yeniden kullanıma kazandırılması.

Atık barajının kapatılması aşağıda belirtilen aşamaları kapsamalıdır;

- Φ Baraj alanının uygun kuruluğa gelmesi
- Φ Baraj alanı çevresindeki izleme kuyuları ile yer altı su kalitesinin denetlenmesi
- Φ Mevcut baraj gövdesinden yanıl ve düşey doğrultuda herhangi bir kirletici sızıntısının olmadığı belirlenmesi
- Φ Barajdaki atığın, hava ve su ile temasının kesilmesi için uygun örtü malzemesi ile kapatılması
- Φ Baraj yapımından önce sıyrılan ve depolanan üst toprağın gövde yapısına uygun olarak serilmesi
- Φ Bölgeye/yöreye özgü bitkilendirmenin yapılması



Örnek: Eti Copper Co., (Küre) Tailings Dam





Early 20th Century tailings disposal at an abandoned gold mine in Nevada, USA





Gold Mine Operation and Rehabilitation / New Zealand



SAHA REHABİLİTASYONU ÖRNEKLERİ



**Flambeau Copper/Gold Mine
Wisconsin**



Au-Ag cevherleşmeleri;

* Kolay zenginleşebilen

* Kompleks yapılı /

Refrakter yapılı

-Siyanür tüketici

-Oksijen tüketici

-Altın adsorblayıcı

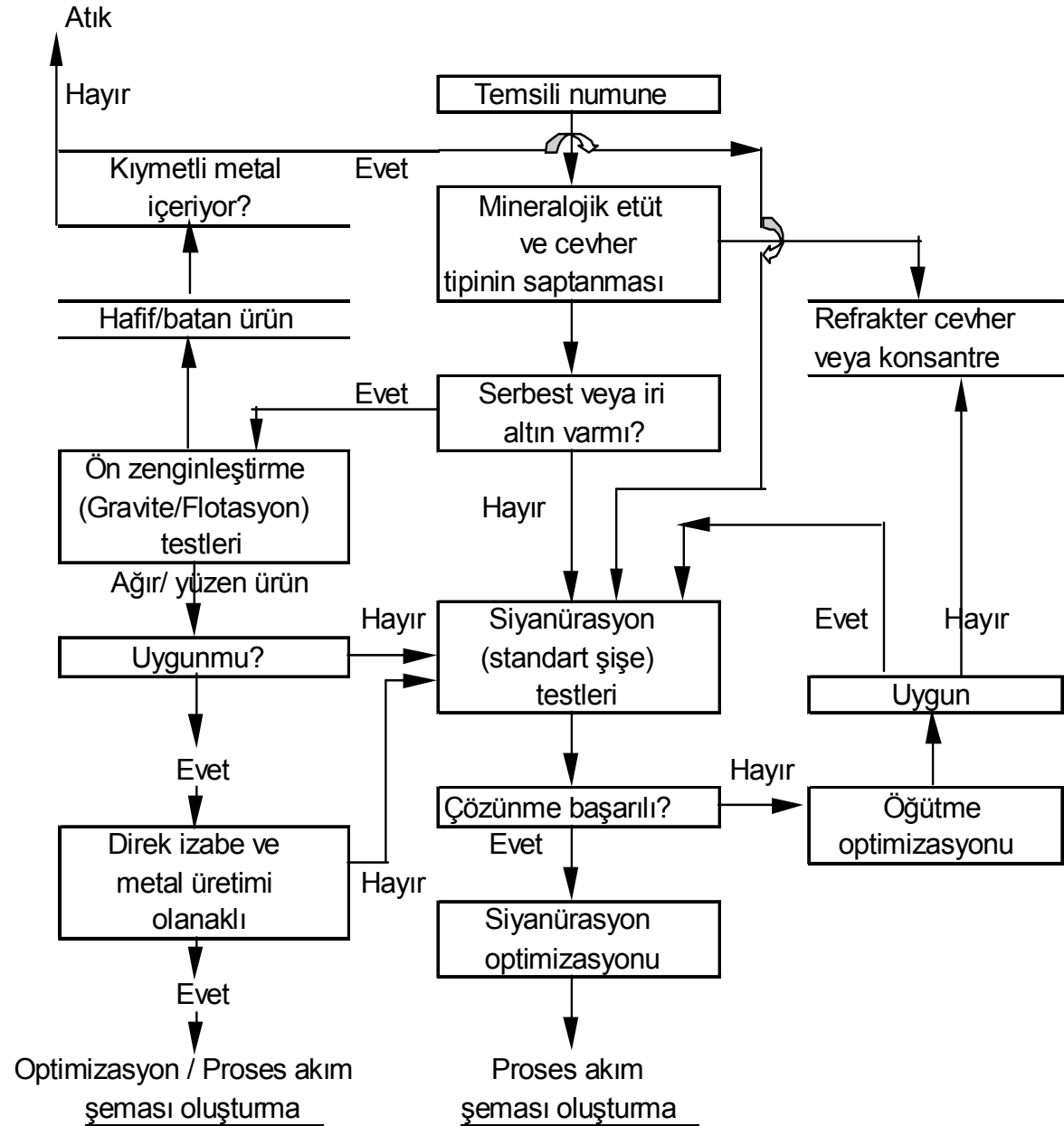
olmak üzere iki genel
grup içinde değerlendirilir.

Cevherin;

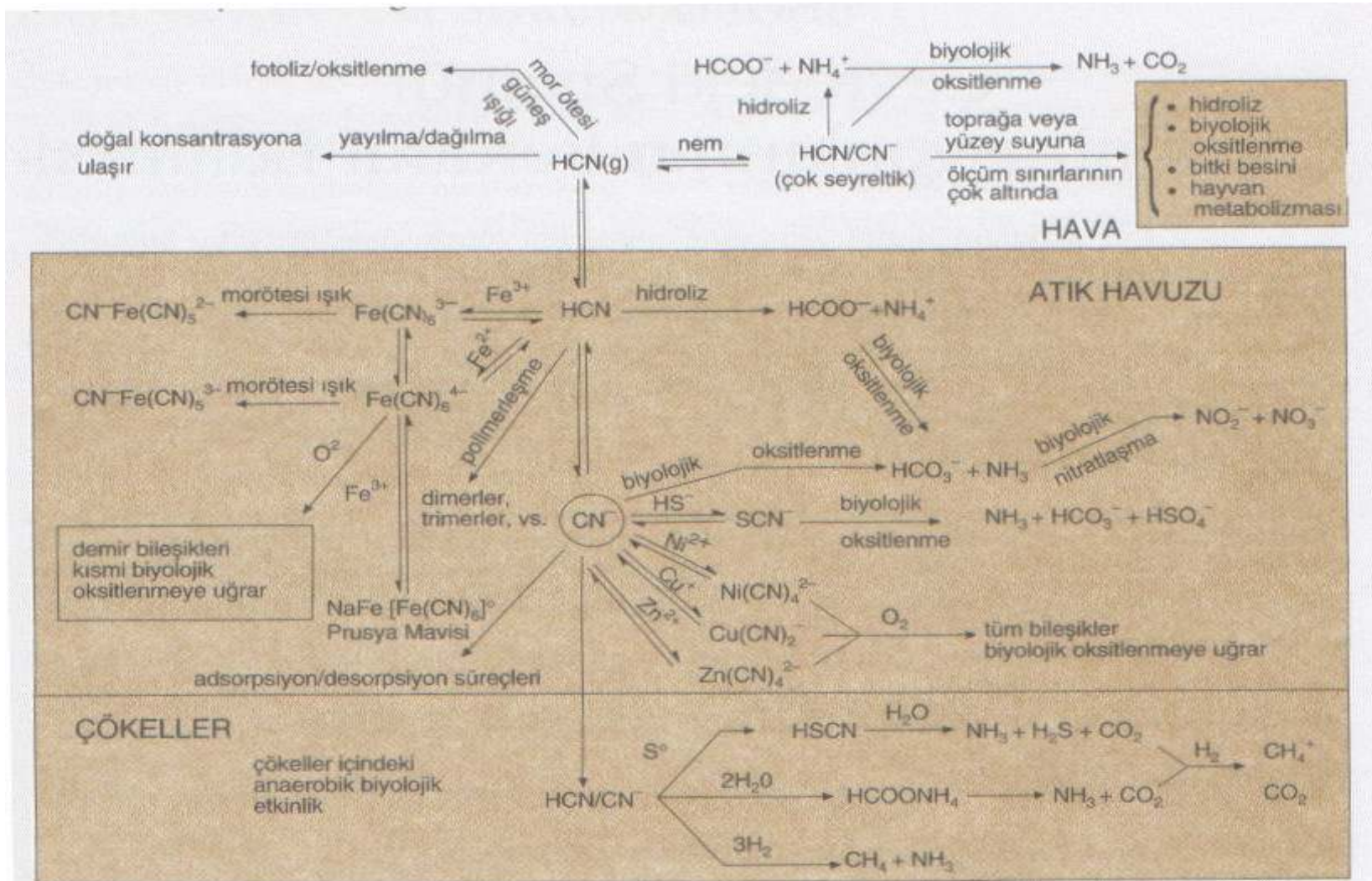
Mineralojik yapısı,

Kıymetli metal içerikleri,

Proses seçimini etkileyen
en önemli iki
parametredir.



SİYANÜR İYONLARI DOĞAL ÇEVİRİM SÜREÇLERİ



Kaynak: Smith ve Mudder, 1991.

Environment Australia'nın izinleriyle

KONUyla İLGİLİ KAYNAKLAR

- Almes, G.R., (1978)**, An Overview of Coal Tailings Disposal in the Eastern United States, Tailing Disposal Today, Argall, G.O., Ed. Volume 2, pp 13-53
- Arol, A. İ., (2002)**, Madencilik Atıklarının Bertaraf Edilme Yöntemleri, Maden MO, Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri Notları, 17-19 Ekim, Amasra, Bartın
- Atalay, Ü., (1997)**, Madencilik Faaliyetleri ve Çevre, Madencilik ve Çevre Toplantısı, Sivas, s. 31-44
- Atalay, Ü., (1998)**, Atık Barajları, Yapımı, İşletilmesi ve Rehabilitasyonu, Altın Madenciliği ve Çevre, Yüce, E., Önal, G., Ed., s. 89-117
- Brawner, C.O., (1978)**, Concepts and Experience for Subsurface Storage of Tailings, Tailing Disposal Today, Argall, G.O., Ed. Volume 2, pp 153-177
- Breaude Recherches Géologiques et Minières-BRGM, (2001)**, Management of Mining, Quarrying and Ore-Processing Waste in the European Union, Paris, December
- Bergman M., (2001)**, Transfer and progress of knowledge in embankment dam engineering. ICOLD European symposium, June, Geiranger, Norway
- B.G.Lottermoser, (2007)**, Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts, Springer; 2nd edition, ISBN-10: 3540486291, ISBN-13: 978-3540486299
- Catchpole, G.J., (1992)**, Comparison of Mine Permitting in the United States and Canada, Environmental Issues and Management of Waste in Energy and Mineral Production, Singhal, R.K., Ed. Volume 1, pp 163-167
- Çetiner, E.G., Ünver, B. ve Hindistan, M.A., (2006)**, Maden Atıkları İle İlgili Mevzuat : Avrupa Birliği ve Türkiye. Madencilik, Cilt 45, Sayı 1, s. 23-34
- Directorate General Joint Research Center, (2004)**, Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste Rock in Mining Activities, July, Brussels
- Doyle, F.M., (1990)**, Mining and Mineral Processing Wastes, Society for Mining Metallurgy & Exploration Inc., Berkeley, California.
- Düzgün, H.Ş., (2009)**, Maden Kapatma Planlaması ve Doğaya Yeniden Kazandırmanın Temel İlkeleri, 3. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Edt: M. Karadeniz, Maden Müh. Odası Yayını #: 157, ISBN: 978-9944-89-736-5, s: 1-16, 11-12 Haziran, Ankara

Dahlstrom, D.A., (1997), Disposal of Fine Tailings in the Underground Mine, Tailings and Mine Waste 97, Balkema, pp 327-333

Down, G.G., Stooks, J., (1977), Environmental Problems of Tailings Disposal, Mining Magazine, July, pp 25-33

European Commission, (2006), Management of Waste from the Extractive Industries, 21, Brussels, 15 March

Gürbüz, A. Esendal, S. Eken, A.G., (2002), Atık Barajları Projelendirme Kriterleri, Maden MO, Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri Notları, 17-19 Ekim, Amasra, Bartın

Gallios, G.P., Matis, K.A., (1998), Mineral Processing and the Environment (NATO Science Partnership Sub-Series: 2), Springer; 1st edition, ISBN-10: 0792350855, ISBN-13: 978-0792350859.

Gee, G., (2008), Recovering Precious Metals from Waste, Wexford College Press; Expanded edition, ISBN-10: 1934939102, ISBN-13: 978-1934939109

Hutchison, I.P., Richard, D.E., (1992), Mine Waste Management, Levish Publisher Inc.

Karadeniz, M., (1996), Cevher Zenginleştirme Tesis Artıkları, Çevreye Etkileri, Önlemler, İstanbul Ofset Basım Yayın San., S. 332

Haas, C. N. and Vamos, R. J., (1995), *Hazardous and Industrial Waste Treatment*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 147-152.

ICOLD Bulletin, (1989), Selecting Seismic Parameters for Large Dams – Guidelines, Int. Commission on Large Dams, Bulletin #:72, Paris/CIGB

ICOLD Bulletin, (1997), A Guide to Tailings Dams and Impoundments, Int. Commission on Large Dams, UNEP, Bulletin #:106, Paris/CIGB

Kealey, C. D., Soderberg, R.L., (1969), Design of Dams for Mill Tailings”, # 8410, US Bureau of Mines

Karapınar, N., (2011), Maden Atıklarının Sınıflandırılması, Atık Yönetimi Sempozyumu 16-21 Nisan, Antalya

McKee, E., Robinson, K.,E., Ulrich, C.M., (1978), Upstream Design for Extension of an Abandoned Tailing Pond, Tailing Disposal Today, Argall, G.O., Ed., Volume 2, pp 210-233

Nemerow N.L.(2006), “Industrial Waste Treatment”, Elsevier Science & Technology, ISBN: 0123724937

Petruk, W., (1998), Waste Characterization and Treatment, Society for Mining Metallurgy & Exploration Inc.

Reuter, M.A., et al., (2005), The Metrics of Material and Metal Ecology Harmonizing the resource, technology and environmental cycles (Developments in Mineral Processing, Volume 16), Elsevier Science.

Rao, S.R., (2002), Waste Processing and Recycling in Mineral and Metallurgical Industries IV, CIMM, ISBN-10: 1894475143, ISBN-13: 978-1894475143

Sadlier, M.A., (1993), A System Approach to Geosynthetic Liner, Geotechnical Management of Waste and Contamination, Phillips Ed., pp 449-454

Denver, Vibrating Screen, Bulletin S 3, B 16, P 2-8

Sorstokke, H.W., Soderberg, R.L., Tailing Disposal, SME Mineral Processing Handbook, Weiss, N.L. Ed., Volume 2, pp 34/1-19

Sengupta, M., (2008), Bioremediation Engineering for Mining and Mineral Processing Waste, Northwest Academic Publishing; Second edition, ISBN-10: 0965302555, ISBN-13: 978-0965302555.

Tchobanoglous G., Theisen H. and Eliassen R. (1977), "Solid Wastes: Engineering, Principles and Management Issues" McGraw-Hill, New York.

The Mining Association of Canada (1998), A Guide to the Management of Tailings Facilities, 1105-350 Sparks Street, Ottawa, Ontario Canada K1R 7S8, September, www.mining.ca

.....Tailings and Mine Waste, (2008), 1st edition, ISBN-10: 0415486343, ISBN-13: 978-0415486347.

US-Environmental Protection Agency, (1994), Design and Evaluation of Tailing Dam, Office of Solid Waste Special Waste Branch, August, Washington, USA

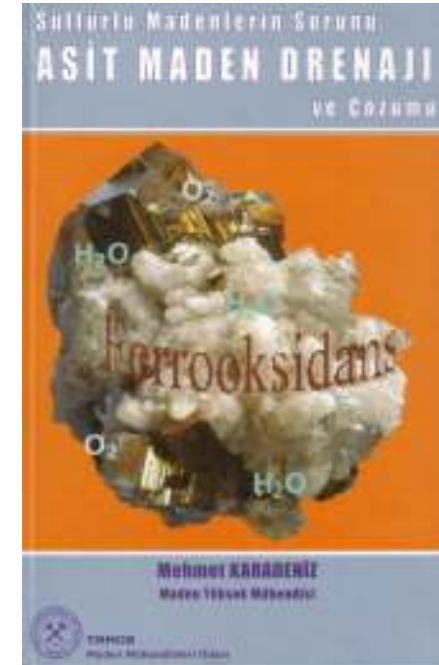
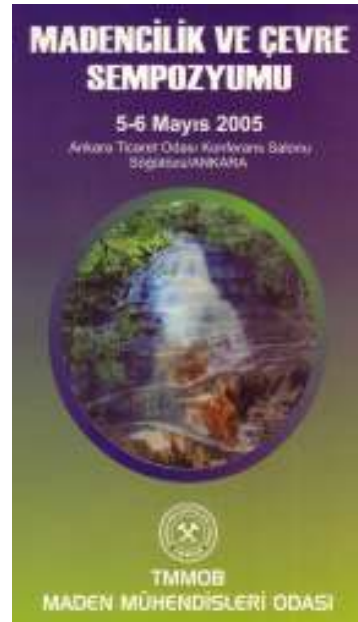
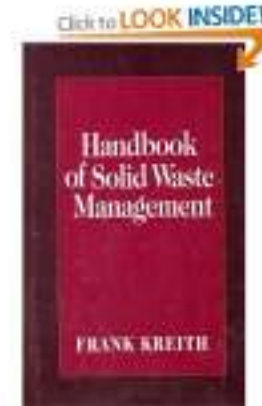
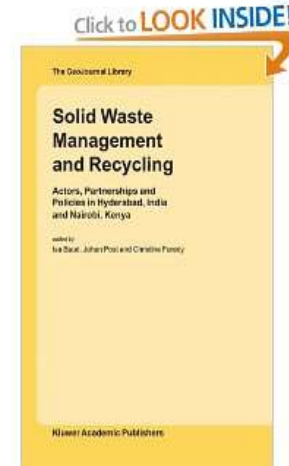
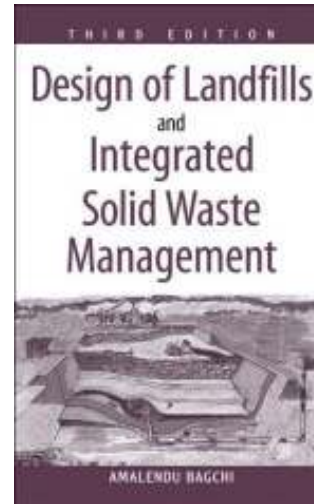
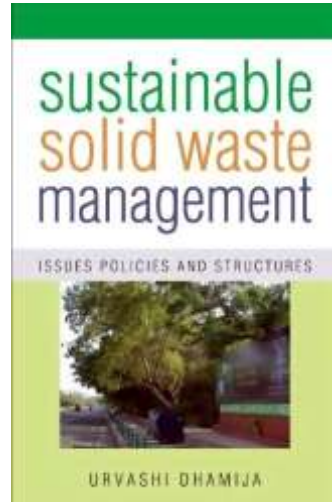
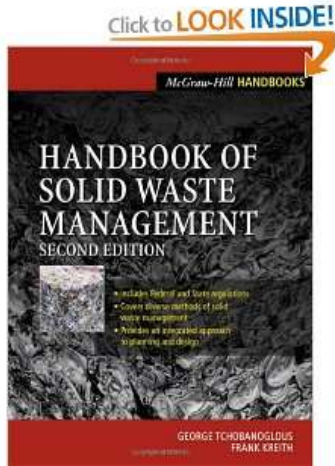
Vick, S.G., (1983), Planning, Design and Analysis of Tailings Dams, John Wiley&Sons.

Queensland Govnt., (1994), Dam Safety Guidelines on Tailings Management, Dept. Primary Industries, Water Resources, October, USA

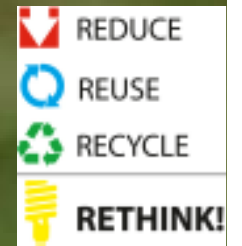
Wentz, C. W., (1995), *Hazardous Waste Management*, Second Edition, McGraw-Hill, New York, pp. 155-157.

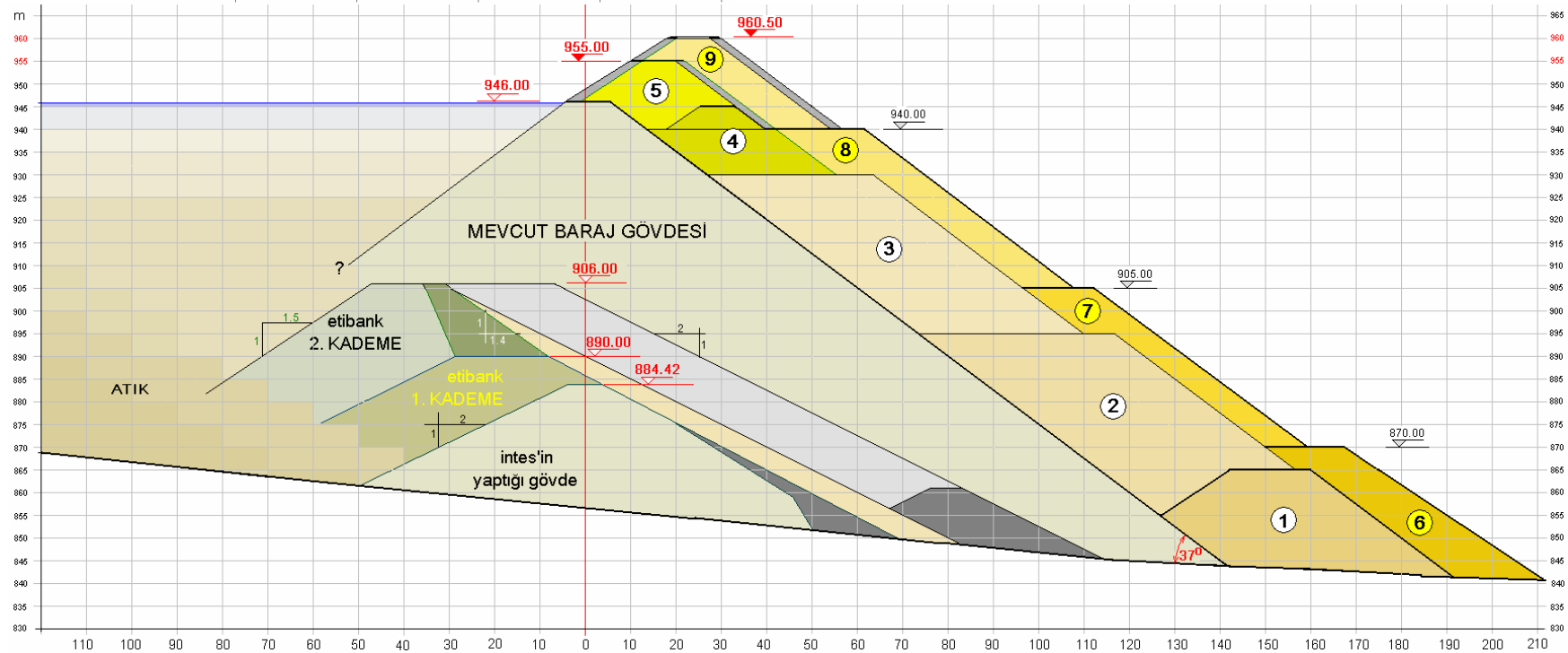
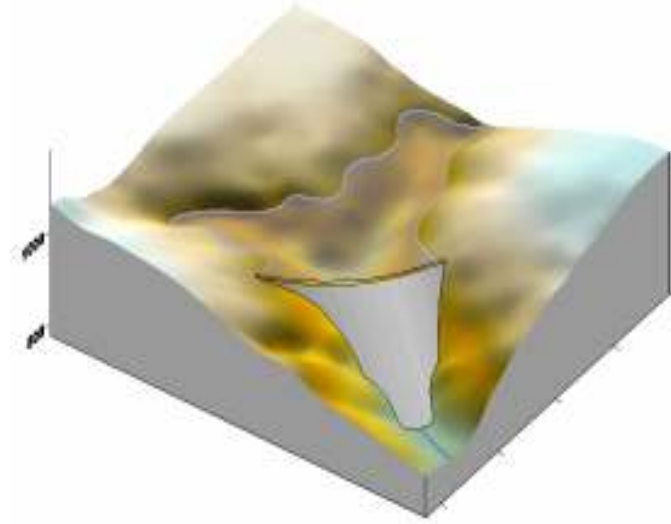
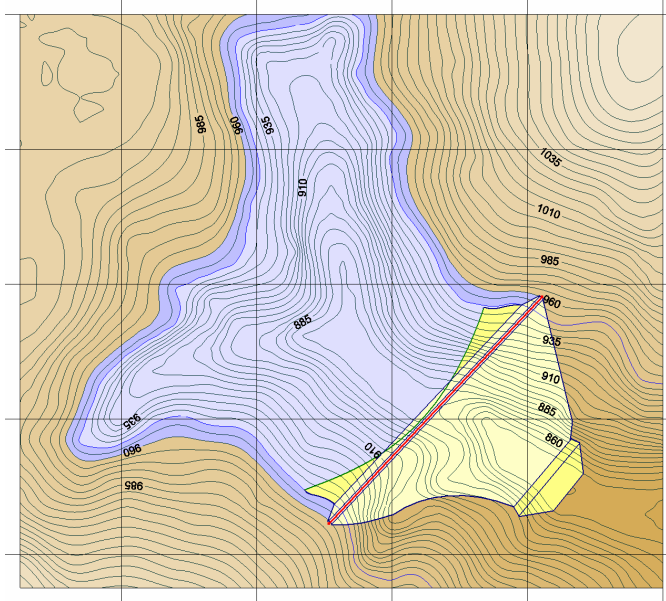
Woodard F. (2001), "Industrial waste treatment handbook", Butterworth-Heinemann, ISBN 0-7506-7317-6

Wang, L.K., et al., (2009), Waste Treatment in the Mining and Chemicals Manufacturing Industries (Advances in Industrial and Hazardous Wastes Treatment), 1st edition, ISBN-10: 1420072390, ISBN-13: 978-1420072396



TEŞEKKÜRLER...







Water Retention	Upstream	Downstream	Centerline	
Mill Tailings Requirements	Suitable for any type of tailings	At least 40-60% sand in whole tailings. Low pulp density desirable to promote grain-size segregation	Suitable for any type of tailings	Sands or low-plasticity slimes
Discharge Requirements	Any discharge procedure suitable	Peripheral discharge and well-controlled beach necessary	Varies according to design details	Peripheral discharge of at least nominal beach necessary
Water Storage Suitability	Good	Not suitable for significant water storage	Good	Not recommended for permanent storage. Temporary flood storage acceptable with proper design
Seismic Resistance	Good	Poor in high seismic areas	Good	Acceptable
Raising Rate Restrictions	Entire embankment constructed initially	Less than 4.5 - 9 m/yr most desirable. Greater than 15 m/yr can be hazardous	None	Height restrictions for individual raises may apply
Embankment Fill Requirements	Natural soil borrow	Natural soil, sand tailings, or mine waste	Sand tailings or mine waste if production rates are sufficient, or natural soil	Sand tailings or mine waste if production rates are sufficient, or natural soil
Relative Embankment Cost	High	Low	High	Moderate

DAHA AZ ATIK ÜRETMEK

Üretim Süreçlerini
Azaltmak veya
Üretimi Düşürmek

Geri Dönüşüm ve
Yeniden Kullanım



DAHA AZ ZARARLI VEYA ZARARSIZ MADDELERE DÖNÜŞÜM

Karasal
Depolama

Yakma

Termal
Arıtım

Fiziksel-Kimyasal
Biyolojik
Arıtma

Okyanus ve
Atmosferik
Çözüm



KALICI DEPOLAMA YERLERİNE DEPOLAMA

Toprakla
Örtme

Yeraltına
Enjeksiyon

Atıkların
Düzensiz
Depolanması

Yüzeysel
Stoklama

Tuz
Oluşumlarına
Saklama

İmalat Sıra No	Malzeme (kg)	Kesit Alanı (m ²)	Uzunluk (m)	Toplam Hacim (m ³)
1	Kaya (0-400)	940	69	64 860
2	Kaya (0-400)	1400	150	210 000
3	Kaya (0-400)	1470	266	391 020
4	Kaya (0-200)	375	302	113 250
5	Kil-Toprak+(0-100)	265	325	86 125

1. Aşama Toplamı

865 255

6	Kaya (0-400)	450	104	46 800
7	Kaya (0-400)	450	179	80 550
8	Kaya (0-200)	450	278	125 100
9	Kil-Toprak+(0-100)	325	345	112 125

2. Aşama Toplamı

364 575

Genel Toplam

1 229 830