

OVACIK ALTIN MADENİ PROSES ATIKLARININ DEPOLANMASI PROJESİ

OVACIK GOLD MINE TAILINGS STORAGE PROJECT

Hasan Ümit GÖKVARDAR

Eurogold Madencilik A.Ş.

ÖZET: Ovacık Altın Madeni atık göletİ yapısının tasarımı, zemine sızmayı önleyecek biçimde yapılmıştır. 1991 'de hazırlanan ÇED Raporu'na yapılan bir ilaveyle, pratikte "sıfır" sayılan sızdırmazlığın sağlanması için depo sahasının zemini 70 cm kalınlığında 10⁻⁸ cm/s geçirgenlikteki kil ve 1.5 mm kalınlığında 10⁻¹⁰ cm/s geçirgenlikteki yüksek yoğunlukta polietilen (HDPE) jeomembran ile kaplanmıştır. Tesisten çıkacak atıklar kimyasal bozundurmaya tabi tutulacağından, atık göletinde depolanacak atıklardaki siyanür ve olası ağır metal konsantrasyonları, Çevre Bakanlığı tarafından belirlenmiş limitlerin çok altındadır. Madenden çıkan ince taneli atıklardan ibaret 1.6 milyon m³ katı atığın depolanacağı göletin gövdesi, 1. derece deprem bölgesi olan yöre için Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından saptanmış 0.4g pik yer ivmesine göre tasarlanmıştır olup proje DSİ tarafından onaylanmış ve DSİ kontrolünde inşaa edilmiştir. Uluslararası bir danışmanlık kuruluşu, atık göletininin 0.6 g yer ivmesindeki depremlere dayanacak güçte olduğunu belgelemiştir. Bu şiddette bir deprem 3 İle 5 bin yılda bir meydana gelmektedir. Tesis ömrünün takriben 10 yıl olduğu dikkate alındığında mevcut emniyet katsayılarının aşırı derecede olduğu görülmektedir.

ABSTRACT: The design of tailings storage is done by taking into consideration the lowest possible permeability of the floor of the pond. In addition to the requirements in EIA (Environmental Impact Assessment) report prepared in 1991, the floor of the dam is covered by a 10 cm thick clay with 10⁻⁸ permeability and a 1.5 mm thick geomembrane (HDPE) with 10⁻¹⁰ permeability. The limits of the cyanide and heavy metal concentrations of the tailings to be stored in the pond will be under the limits set by the Ministry of Environment. The pond storage capacity is 1.6 million cubic meter. The embankment of the pond is designed taking into consideration 0.4g ground acceleration, highest ever recorded in the area. The project is approved by and constructed under the control of the State Hydraulic Works (DSİ). A risk analysis report of Ovacık Tailings Storage prepared by an independent international company, states that the collapse of the embankment of the pond is practically impossible.

1. PROJE ALANININ TANITIMI

Ovacık Altın Madeni, İzmir-Bergama İlçesininin 10 Km batısında yer alan Ovacık ile Çamköy köyleri arasında bulunmaktadır. Proje alanı tel çit ile çevrili 100 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1).

2. MADEN ÜRETİM YÖNTEMİ

Cevher işleme tesisi günde 1000 ton cevher işleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Kırma-Öğütme ile 38 mikron boyutlarına öğütülen cevher NaCN

çözültüsü ile liç edilmekte ve Au-Ag, CİP yöntemi ile dore halinde kazanılmaktadır. Yaklaşık %50 katı içeren pülp şeklinde tesisten çıkan proses atıkları, kimyasal bozundurmaya tabi tutularak siyanür seviyesi sıvı fazda en fazla 1 ppm (İmgr / İt) olacak şekilde sızdırmaz atık göletinde biriktirilecektir. Atık Deposundan ne doğrudan ne de dolaylı yoldan alıcı ortama deşarj yapılmamaktadır.

Maden açık ve kapalı işletme ile yılda 3 ton altın ve 3 ton gümüş üretecektir.

Ovacık altın rezervi aşağıda verilmiştir.

Kaynak/ Rezerv	Cevher (milyon/ton)	Tenör (Au gr/ton)	Altın (ton)
Görünür	18	10.6	19.2
Muhtemel	1.08	6.8	7.3
Mümkün	0.09	5.7	0.5
Toplam	2.98	9.1	27.0

3. ATIK DEPOSU TİPİ

Ovacık Altın Madeni atık göleti, Kernice deresi üzerinde İki tepe arasında inşaa edilmiştir (Şekil 2).

Atık göleti gövdesi "yığıma kaya dolgu" tipinde olup hidrolik barajlarla benzerlik içindedir. Ancak kullanım açısından gölet çok farklı özellikler taşır. Hidrolik barajların uzun ömrüne karşılık atık göleti farklıdır. Ovacık atık deposu su tutma amacıyla yapılan bir baraj değildir. Proses atıklarının, kimyasal bozunmadan sonra çökelip birikeceği bir gölettir. Tesis 8-10 yıllık bir aktif Ömürden sonra kapatıldığında, tamamen kurutulmuş ve rehabilite edilmektedir.

4. İKLİM

Proje sahası Ege iklim bölgesi içinde yer almaktadır. Tesisin içinde bulunduğu su toplama havzasının, yıllık ortalama sıcaklığı 16°C, yıllık toplam yağış miktarı 728 mm ve yıllık ortalama toplam buharlaşması da 2313 mm' dir.

S. TAŞKINLAR

Yörede kaydedilmiş yağışların istatistiksel irdelenmesine dayalı değerlendirme sonucunda bilgisayar modellemesiyle 100 yılda bir olası en büyük taşkın debisi 24.6 m³/s olarak hesaplanmıştır (Temelsu, 1993b). Bu hesaplamalara göre, 0.62 km² büyüklüğündeki beslenme havzasından gelebilecek taşkınların doğrudan atık havuzuna girmesini önlemek üzere memba tarafında bir bent inşa edilmiştir. Taşkın suları memba barajının arkasında tutularak. ihtiyaç halinde atık havuzuna pompalanacaktır. Buna ilaveten, aşın yağış sularının depoya girmesini engellemek amacıyla sağ yamaçta bir kuşaklama (derivasyon) kanalı inşa edilmiştir. Gerekli durumlarda yağış sularının fazlası, bu kanal vasıtasıyla doğrudan mansaba verilmektedir.

Atık depolama haznesi ve tesis çevresindeki kuşaklama kanalı, atık depolama haznesinin kurulduğu vadiye akarak erozyona neden olabilecek

taşkın sularını kontrol altına almış olması nedeniyle "doğal taşkın riskini" ortadan kaldırmaktadır.

6. JEOLojİ

Proje alanı, bölgesel olarak volkanitlerin geniş yayılımlar gösterdiği bir alanda bulunmaktadır. Depo yeri ve yakın yöresinde değişik nitelikteki andezitler yüzölçümüne eklenmektedir.

Depo alanında ve civarında, farklı derecede ayrılmış andezit, alüvyon, yamaç molozu ve bitkisel topraktan oluşan birimler yer almaktadır. Bu birimlerin kalınlıkları ve yeraltındaki dağılımları yörede yapılmış bulunan ve derinlikleri 40 m. ye kadar ulaşan zemin sondajlarıyla tespit edilmiştir.

7. DEPOLAMA YAPILARI

7.1.Genel

Ovacık Atık Deposunun iki aşamada yapılması planlanmıştır. 1. aşama, memba dolgusunun tamamını, ana dolgu ve yamaç kaplamalarının ise 72.00 m kotuna kadar olan bölümünü içermektedir. 2. aşama ise kaplamaların ve ana dolgunun 72.00 m kotundan 80.00 m kotuna kadar olan bölümüdür.

Ovacık Atık Deposunun 1. aşaması tamamlanmış ve kullanım için tesisin çalışması beklenmektedir. Atık Deposunun İkinci aşamasının tamamlanmasına ise Maden ve Tesisin çalışmaya başlamasıyla devam edilecektir.

İki tabaka kil arasına jeomembran (H.D.E.P.) serilerek sızdırmazlık sağlanmıştır. Ayrıca kil tabakanın üzerine yerleştirilen drenler de atıklar içindeki suyu toplayarak atıkların hızlı kurumasını sağlayacaktır.

7.2. Ana Dolgu

Ana dolgu inşaatında açık işletmeden çıkan kayalar kullanılmıştır. Dolgunun memba (Akış Yukarı) şevi 3:1 olup, mansap (Ana Gövde \ Akış Aşağı) şevi 72.00 kotuna kadar 3.5:1, 72.00' den 80.00 kotuna kadar ise 3.25:1' dir. 72.00 kotunda 6.00 metre genişliğinde bir platform düzenlenmiştir.

Dolgunun memba yüzü. geçirimsizliği sağlamak amacıyla, iki kil tabakası arasına yerleştirilmiş 1.5 mm kalınlığında jeomembran ile kaplanmıştır.

Altındaki ve üstteki kil tabakaların sabit kalınlıkları sırasıyla 50 cm ve 20 cm'dir. Koruyucu olarak en üste konulan doğal çakıl malzemesinin kalınlığı da 20 cm'dir.

I. aşamada serilen jeomembran, taban kotu 70.10'da olan bir hendek içine gömülerek tutturulmuştur.

Dolgunun kret genişliği 10 m olup, kret boyu 532.40 m'dir. Toplam dolgu hacmi 1.172.000 m³tür.

7.3. Memba Dolgusu

Kret kotu 80.00 olan memba dolgusunun ana gereci maden açık işletmeden çıkarılan kayadır. Memba dolgusunun tamamı I. aşamada tamamlanmıştır.

Dolgunun dış şevi 2.5:1, iç şevi ise 3.5:1'dir. Ana dolguda olduğu gibi memba dolgusunda da jeomembran, altta 50 cm, üstte 20 cm kil kaplama arasına yerleştirilmiştir. 20 cm kil kaplama üzerinde yine 20 cm kalınlığında doğal çakıldan oluşan koruyucu tabaka bulunmaktadır.

Dolgunun kret genişliği 10 m olup, kret uzunluğu 274.5 m'dir. Toplam dolgu hacmi 99.800 m³tür.

7.4. Geçici Kapama Şeddesi

Atık Deposunun inşaatını kolaylaştırmak amacıyla memba dolgusunun önüne geçici kapama şeddesi yapılmıştır.

Şeddenin tamamı kilden yapılmış ve böylece inşaat sırasında depo alanına su girmesi önlenmiştir. Şedde 4 m yüksekliğinde olup, kret genişliği 3 m'dir. Her iki taraftaki eğim 1.5:1'dir. Şeddenin kret uzunluğu 95 m, toplam hacmi ise 1000 m³tür.

Vadiden gelen sular bu şedde önünde toplanacak, ihtiyaç durumunda biriken su göletin içine pompalanacak, ihtiyaç dışında ise kuşaklama kanalına basacaktır.

7.5. Drenaj Sistemi

7.5.1. Atık Kütesinin 1« Drenajı

Drenaj sistemi, depo alanının tamamına 20 m aralıklarla yayılmış olan drenaj paketlerinden oluşmaktadır. Drenaj paketleri koruyucu kaplama içine yerleştirilmekte ve jeotekstille sanlı filtre malzemesi kullanılmakta, paketlerin Üzeri filtre kumu ile örtülmektedir. Ana atarlarda toplanan sular

taban kotu 53.80'de olan röğara ulaşırlar ve buradan beton gömlek içinde 4 adet 100'lük boru ile toplama kulesine iletilirler.

Ana dolgu eteğinden başlayan drenaj paketlerinin röğara doğru eğimli olabilmesi için ana dolgu eteğinden röğara doğru uzanan bir drenaj sistemi düzenleme dolgusu yapılmıştır.

7.5.2. Gölet Kuşaklama Kanalı

Sağ yamaçta bir derivasyon kanalı düzenlenmiştir (Şekil-1). Kanal trapez kesitli olup, taban genişliği 3 m, derinliği 1.5 m ve her iki yüzdeki eğimi de 1:1'dir. Toplam boyu yaklaşık 450 m olan kanal kaplamasız olarak yapılmıştır. Kanal giriş taban kotu 78.50 ve taban eğimi 0.002'dir. Kanalın sonunda kret kotu 78.60'da olan 100 m uzunluğunda bir dolu savak düzenlenmiştir.

8. DURAVLILIK İRDELEMESİ

Dolgular dinamik hal için 0.20g deprem ivmesine göre incelenmiştir. Çünkü bu yörede 100 yıllık olası en yüksek deprem ivmesi 0.40g olup. histogramı 0.20g ortalama İvmeye karşılık gelmektedir (Temelsu, 1993a). Statik ve dinamik halde yapılan analizler sonucu elde edilen güvenlik sayıları değerlendirilmiş ve bu sonuçlara göre Ovacık Atık Deposu ana dolgusunun statik halde en düşük güvenlik sayısı 2.58, depremlı halde ise 1.31 "dir. Aynı değerler memba dolgusu için sırasıyla 2.31 ve 1.38'dir.

Ayrıca, açık ocak imalatı sırasında çıkarılacak olan cevher içermeyen kazı malzemesinin barajın mansap tarafında gövdenin önünde depolanması planlanmıştır. İstinat dolgusunun inşası ile atık deposunun statik durumdaki güvenlik sayısı 6.47 ye ve depremlı durumdaki güvenlik sayısı ise 2.23 e yükselecektir. Bu dolgu, mevcut atık deposu dolgusunun duraylılığını artıncı yönde etki yapmakta ve atık deposu ana dolgusunun depremlı durumdaki güvenliğini % 70 oranında artırmaktadır (Temelsu, 1999).

9. İŞLETME SONU ATIK DEPOSUNUN ISLAHI

İşletme sonunda alık deposunun ıslah edilmesinin amacı depo olarak kullanılan alanda tekrar üretim yapılabilmesidir. Bu amaçla Ovacık Atık Deposu'nda işletme sona erdikten sonra atıkların üzeri en az 1 m yüksekliğinde kaya ile doldurulacak (Bkz Şekil-1) ve üzerine önce kil ile kaya arasına

geçiş sağlaması için 20 cm kalınlığında doğal çakıl serilecek ve daha sonra 50 cm kalınlığında kil ile kaplanacaktır. Böylece atıklar geçirimsiz tabakalar arasında boğçalanmış olacaktır. Toplama kulesinin de içi tamamen doldurulacaktır. Kil tabakanın üzerine 50 cm bitkisel toprak getirilecek ve üzerine iklime elverişli bitkiler ekilerek yeşillendirilecektir.

10. ZEMİNİN GEÇİRİMLİĞİ, ATIK GÖLETİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

İzmir 1. İdari Mahkemesi'nce atanan Bilirkişi Heyeti , ABD Çevre Koruma Örgütü (USEPA) tarafından önerilen yöntemi kullanarak, "en kötü şartlar için" sızıntı hacmini hesaplamıştır. Bu yöntemle göre, sızıntı frekansının 4 m2 de 1 ve delik boyunun 10 mm2 olması öngörülmektedir. Bu hesaplamalar sonucunda, kullanılan jeomembranın geçirgenlik özelliklerine göre, 160 000 m² lik tüm atık havuz alanından bir yıl boyunca 7 nr' kadar sızıntı olabileceği hesaplanmıştır. Sızan bu sudaki siyanür konsantrasyonu 0.2 ppm'dir. Ovacık Altın Madeni atık su içeriği ve yönetmelik standartları (mg/l). dünya standartları ile karşılaştırıldığında; proje gelişmiş ülke standartlarının da üzerinde bir proje haline getirilmiştir (Tablo 1).

Toprak ve kaya dolgu barajlar sönümlenme özelliğine sahip olduklarından anlık aşırı deprem ivmeleri gövdeye statik kuvvet olarak yansımazlar. Bu açıdan zeminin jeoteknik parametreleri, kullanılan baraj malzemelerinin özellikleri ve baraj geometrisi göz önüne alındığında; baraj yapısının 3000 yılda bir olma olasılığı olan 0.6g yer ivmesine dayanacak mukavemette olduğu hesaplanmıştır (Golder, 1998).

Bergama'nın 500 m yakınındaki ve 37 milyon m su depolanmış olan Kestel Barajı da dahil olmak üzere, Türkiye'de inşa edilen tüm barajlar 0.2g yer ivmesine göre tasarlanmıştır (Tablo 2).

11. GÖZLEM KUYULARI

Atık Barajının mansap kısmında. baraj gövdesi mansap şevi eteğinden itibaren en fazla 100 metre içinde yeraltısuyu akımı yönünde ve yeraltısuyunu en iyi şekilde temsil edecek şekilde beş izleme kuyusu, DSİ tarafından uygun görülen yerlere. DSİ Genel Müdürlüğü kriterlerine uygun olarak açılmıştır. Kuyuların ağızlan yüzey sularının girmesini önlemek için izole edilmiş, kilitli tutulmakta ve etrafı tel çitle çevrilmiştir. Kuyulara pompalar yerleştirilmiş olup, gereğinde tüm sızıntı sular baraja geri basılabilecektir..

İşletme sırasında gözlem kuyularının analizi yapılarak; işletme öncesi değerler ile karşılaştırılacak ve su kirliliği kontrolü yapılacaktır.

SONUÇ:

Ovacık Atık Göleti, 1. derece deprem bölgesi olan yöre için. Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından saptanmış 0,4g pik yer ivmesine göre tasarlanmış. DSİ Barajlar Teknik Şartnamesi'ne göre dizayn edilmiş ve DSİ kontrolünde inşaa edilmiştir.

Ovacık Atık Göleti, tesiste Çevre Bakanlığı Yönetmelik limitleri altında siyanür ve ağır metal konsantrasyonu içeren atık su ve katıların depolandığı sızdırmaz bir depodur. Atık Deposundan ne doğrudan ne de dolaylı yoldan alıcı ortama deşarj yapılmamaktadır.

Ovacık Atık Deposu, ÇED raporundan sonra alınan İlave tedbirlerle İnsan sağlığı ve çevre güvenliği açısından dünyada hiçbir tesiste olmayan yüksek standartlara ulaşmıştır. Hiç bir gelişmiş ülkede kimyasal bozunduma ünitesi, sızdırmaz atık barajı ve "sıfır deşarj" birlikte kullanılmamaktadır. 1998 yılındaki koşullarda Ovacık Altın Madeni, sahip olduğu insan sağlığı ve çevre güvenliği tedbirleri açısından dünyadaki TEK testistir.

KAYNAK:

- Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri \ Ovacık Atık Deposu Teknik Şartnamesi, Temmuz 1993a.
- Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri \ Ovacık Atık Deposu Kesin Proje Raporu. Temmuz 1993b.
- Temelsu Uluslararası Mühendislik Hizmetleri \ Ovacık Atık Deposu III. Aşama Dolgusu Yapımı ile İlgili Çalışmalar, Mayıs 1999.
- Golder Assoc. Lid., Report on Probabilistic Risk Assessment Ovacık Mine Tailings Dam. 1998.

EKLER:

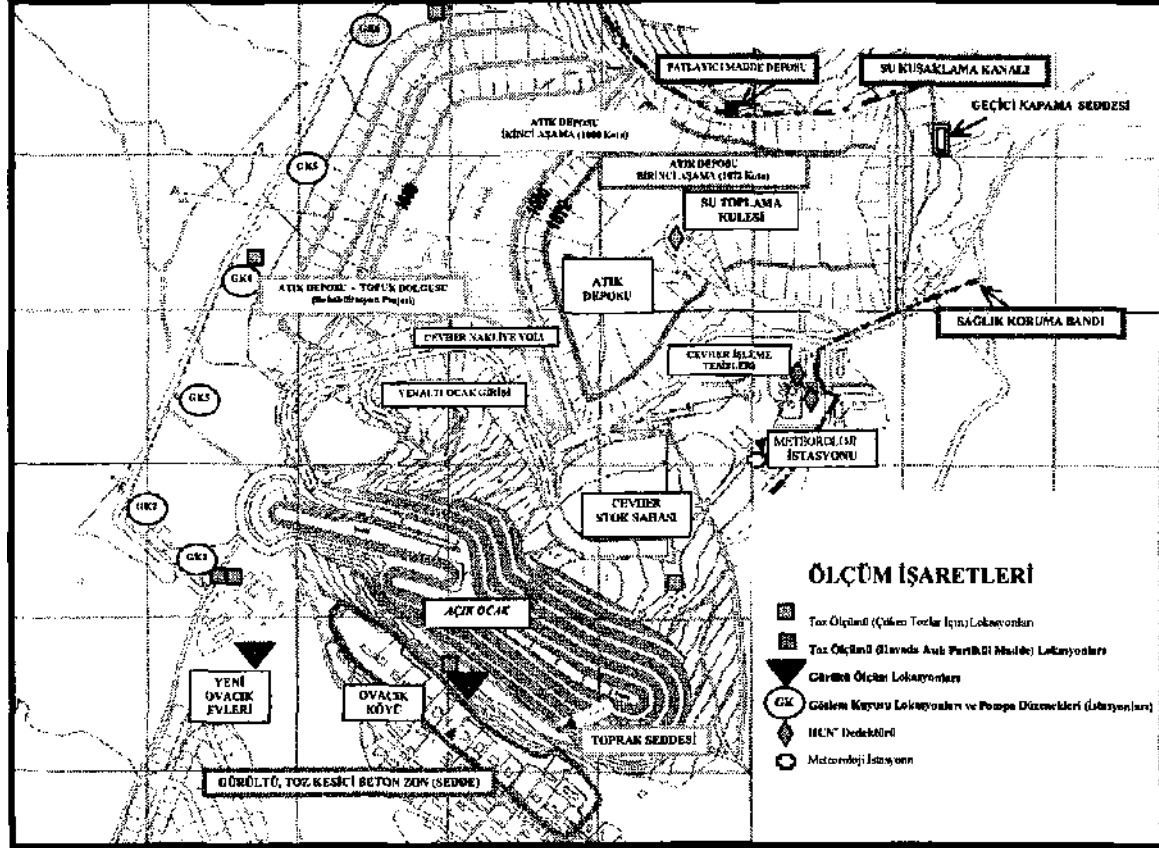
Sekili. Ovacık Altın Madeni Genel Vaziyet Plant

Şekil 2. Ovacık Atık Havuzu

Tablo 1. Ovacık Altın Madeni Atık Su İçeriği ve Yönetmelik Standartları (mg/l)

Tablo 2. Ovacık Madeni Atık Barajı Risk Değerlendirmesi

Şekil 1 Ovacık Altın Madeni Genel Vaziyet Planı



Şekil 2. Ovacık Atık Havuzu

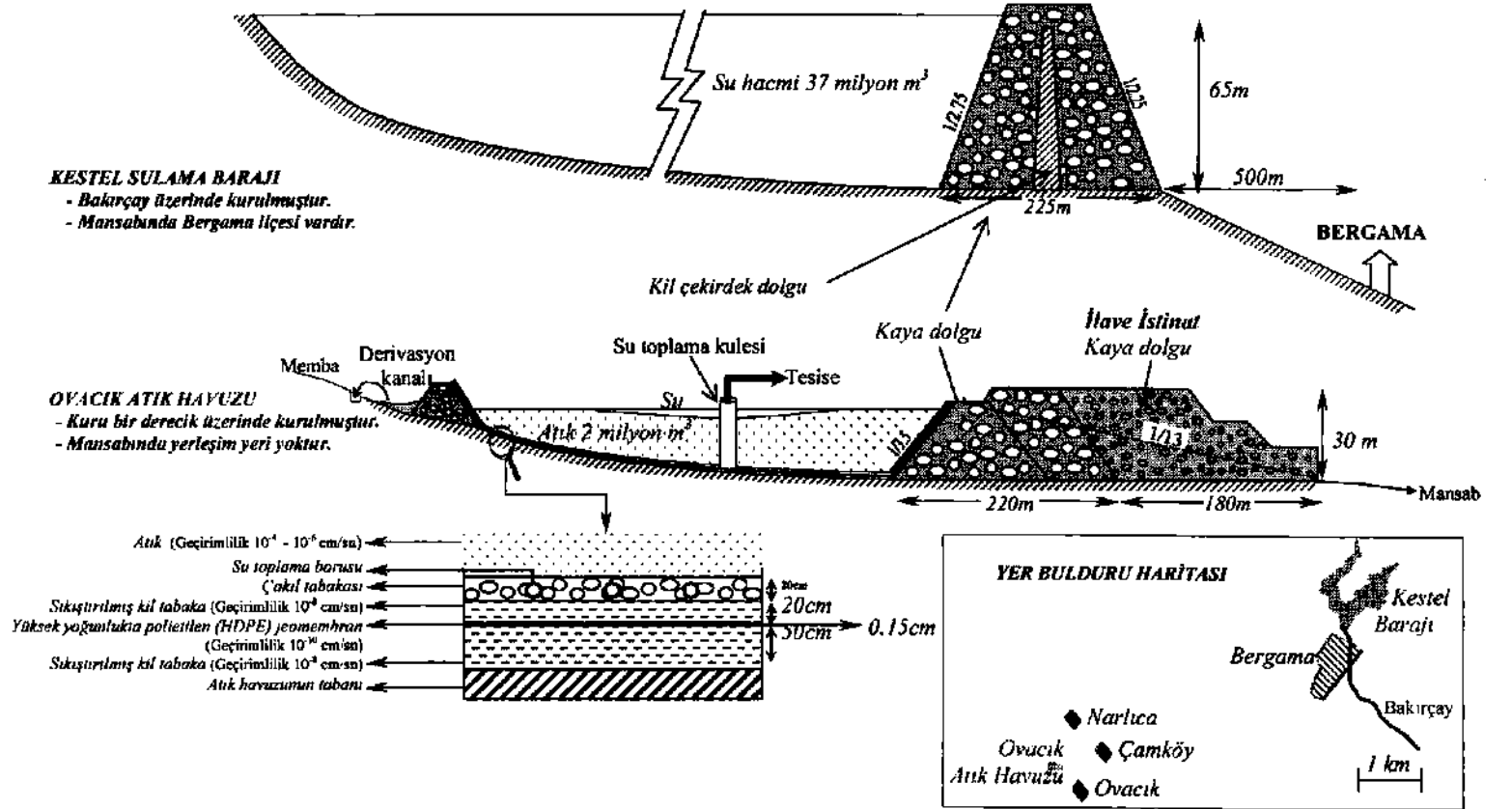


TABLE 1- OVACIK ALTIN MADENİ ATIK SU İÇERİĞİ
ve YÖNETMELİK STANDARTLARI (mg/L)

ELEMENT	OVACIK ATIĞI				ÇEVRE BAKANLIĞI TAAHHÜTNAME (BARAJA)	DÜNYA STANDARTI					
	ARITMADAN ÖNCE	ARITMADAN SONRA	ATIK BARAJA	DEŞARJI ÇEVREYE		KANADA		DÜNYA BANKASI		ABD	
						BARAJA*	ÇEVREYE**	BARAJA*	ÇEVREYE	BARAJA*	ÇEVREYE
Cd	<0.01	<0.01	<0.01	0	1	LY	0.001-0.1	LY	0.1	LY	0.1
Zn	1	<0.1	<0.1	0	5	LY	O.M	LY	1	LY	1
Cu	6	0.78	0.78	0	5	LY	0.05-1	LY	0.1	LY	0.3
Pb	<0.05	<0.05	<0.05	0	2	LY	0.05-1	LY	0.6	LY	0.6
As	2	0.05	0.05	0	5	LY	0.1-1	LY	1	LY	-
Sb	10	4	4	0	5	LY	0.25-1	LY		LY	-
Fe	3	0.05	0.05	0	10	LY	0.3-3	LY	2	LY	-
Cr-T	<0.01	<0.01	<0.01	0	2	LY	0.05-03	LY	1	LY	-
Mn	<0.01	<0.01	<0.01	0	0.1	LY	0.001-0.005	LY	0.002	LY	0.002
CN-T	144	0.5	0.5	0	1	LY	2'ye kadar	LY	1	LY	0.2(WAD)

* LY - Limit yok Atık barajlarına atılacak deşarjlar için limit değerler bulunmamaktadır. Sadece atık barajları dışındaki alıcı ortama (çevreye) verilecek değerler için limitler konulmaktadır.

* 'Eyaletlere göre değişmektedir. En yüksek ve en düşük değerler alınmıştır.

WAD: Zayıf asitte çözünen siyanür.

CN-T: Toplam siyanür.

TABLE 2- OVACIK MADENİ ATIK BARAJI RİSK DEĞERLENDİRMESİ
(GOLDER ASSOCIATES LTD., İNGİLTERE, 1998)

Baraj yıkılmasının nedenleri	Ovacık Alık Barajındaki Durum	Olasılık	
1) Suyun barajın üzerinden taşması	Atıktaki su lesise sirküle edildiğinden taşma söz konusu değildir.		
2) Suyun baraj gövdesine sızarak kanal oluşturması	Baraj gövdesi geçirimsiz tabakayla kaplandığından duvarlar kuruya yakın olacaktır. Bu nedenle su erozyonundan dolayı malzeme kaybı yoktur.		
3) Temel oturması veya barajda çökme	Baraj temeli sağlam zemine oturtulduğundan çökme söz konusu değildir.		
Atıkların serbest kalmasının nedenleri	Ovacık Atık Barajındaki Durum	Olasılık	
		İşletme dönemi İlk 2 Yıl	İşletme Dönemi ve Kapanma dönemi
1) > Şev yıkılması	Baraj gövdesi 0.6 g yer ivmesine dayanacak sağlamlıktadır. Bu şiddette bir depremin meydana gelmesi olasılığı 3000 yılda birdir. NOT- 1994 sonratında Projeye ilave emniyet tedbiri olarak, işletme döneminin ilk 2 yılı içinde baraj gövdesinin önüne yapılacak topuk dolsuyla barajın davanımı büyük oranda etkiletilmiş olacaktır.	1.2 x 10 ⁻⁶	9 x 10 ⁻⁶
2) Geçirimsiz tabakanın kırılması	<ul style="list-style-type: none"> Büyük bir deprem sonucu jeomembran kırılabilir kilin kırılması için yer ivmesi 0.3-0.4 g olmalıdır (350-500 yılda bir deprem olasılığı) Küçük gerilmeler sonucu jeomembranda oluşacak çatlakları atık maddeler kapatır, bu gerilmelerde kil astar bozulmaz. 	1.2 x 10 ⁻⁶	6 x 10 ⁻⁶

0000000000 ' Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu (ICOLD, 1995) su barajları kaza raporu esas alınmıştır.

NOT:

- 1) Su barajları için kabul edilir şev yıkılma riski 1950 öncesi barajlar için 10⁻⁴ yıl, 1950 sonrası için 10⁻⁶ yıldır.
- 2) Madencilik için gölet yıkılma riski ilk yıllarda 10⁻⁴ 2 yıl sonrasında 10⁻⁶ olup, yıllar ilerledikçe azalma gösterir.

