



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALTIN MADENİNDE KURU ATIK DEPOLAMA
YÖNTEMİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİNE GÜNAL NAS

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ ŞEYHMUS ERKAN YERSEL

ÇANAKKALE – 2023



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALTIN MADENİNDE KURU ATIK DEPOLAMA
YÖNTEMİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Emine GÜNAL NAS

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus Erkan YERSEL

Çanakkale – 2023



T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



Emine GÜNAL NAS tarafından Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus Erkan YERSEL yönetiminde hazırlanan ve **08/11/2023** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Altın Madeninde Kuru Atık Depolama Yönteminin İncelenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus Erkan YERSEL

(Danışman)

Doç. Dr. Deniz ŞANLIYÜKSEL YÜCEL

Doç. Dr. Öykü BİLGİN

.....

.....

.....

Tez No : 10588287

Tez Savunma Tarihi : 08/11/2023

.....
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Enstitü Müdürü

.../.../2023

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Emine GÜNAL NAS

08/11/2023

TEŞEKKÜR

Bu tezin sona ermesi için geçen sürede, çalıŐmalarım boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus Erkan YERSEL'e ve eğitim hayatımda bu zamana kadar tüm zorlukları benimle göğsleyen ve hayatımın her anında bana destek olan Değerli Aileme, her daim yanımda olan ağabeyim Öğr. Görevlisi Ertan GÜNAL' a sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

Emine GÜNAL NAS
anakkale, Kasım 2023



ÖZET

ALTIN MADENİNDE KURU ATIK DEPOLAMA YÖNTEMİNİN İNCELENMESİ

Emine GÜNAL NAS

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Şeyhmus Erkan YERSEL

08/11/2023, 86

Maden üretimi ve cevher hazırlama tesislerinin, verimlilik ve sürdürülebilirlik madencilik anlayışına göre işletilebilmeleri için çevrenin kirlenmesine neden olabilecek atıkların, kontrol altına alınabilmesi ve bertaraf edilmesi amacıyla depolama alanı yapılması gereklidir. Atıkların depolanması amacıyla da atık barajları inşa edilmektedir. Bir atık barajı inşa edilmeden önce; atık türleri, atık yönetiminin amacı, tesis atıklarından yararlanılması, atıkların atılması gibi belli başlı konuları kapsamaktadır. İnşa sırasında; yerleşim yeri, yerleşimi etkileyen faktörler, atık saha seçeneklerinin değerlendirilmesi, baraj tasarım kriterleri, toprak ve kaya yapısı, su kontrolü, atık barajı tasarım risk etmenleri, baraj tabanının hazırlanması, yasal süreçler, inşaat metotları, baraj tipleri gibi gerekli konular önem taşımaktadır. İnşa sonrası; atık barajlarında inceleme, atık barajlarında yenilme, atık boşaltma yöntemleri, sıvı atıkların atılması, arıtma yöntemleri, barajdan su alma sistemleri, atık barajlarının iyileştirilmesi ve atık barajı projelendirme ve maliyet analizlerini kapsamaktadır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında; Tümad Madencilik'e ait Çanakkale ilinin Lapseki ilçesinde bulunan altın ve gümüş madenciliği kuru atık depolama işlemleri değerlendirilmiştir. Değerli ürün olarak altın elde edilme süreçleri, üretim yöntemleri, cevher hazırlama tesisi ve kuru atık depolama hakkında detaylı bilgilendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Altın Madenciliği, Kuru Atık, Maden Atığı, Kuru Atık Depolama Alanı, Çöktürme Havuzu.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF DRY WASTE STORAGE METHOD IN GOLD MINE

Emine GÜNAL NAS

Çanakkale Onsekiz Mart Univesity

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Mining Engineering Science

Advisor: Asst. Prof. Dr. Şeyhmus Erkan YERSEL

08/11/2023, 86

In order for mine production and ore preparation facilities to be operated in accordance with the mining concept of efficiency and sustainability it is necessary to build a storage area in order to, control and dispose of the waste that may cause environmental pollution. To be able to control the waste, tailing dams must be constructed. Before constructing the tailing dam, some matters such as types of waste, the aim of waste management, making use of the waste of the facility and getting rid of the waste were considered. During the construction of the tailing dam, other points such as the residential area, factors affecting the residential area, evaluation of the landfill options, criteria of the dam design, the form of the soil and rocks, water control, risk factors of a tailing dam design, preparation of the dam substructure, legal processes, construction methods, and types of dams were analyzed as well. Finally, after the construction, other points such as investigation of the tailing dams, failure of the tailing dams, waste disposal methods, disposal of the liquid waste, ways of purifications, systems of collecting water from the dam, improvement of the tailing dam, projecting the tailing dam and, cost analysis were investigated. In this master's thesis study; gold and silver mining dry waste storage operations of Tümad Mining in the Lapseki district of Çanakkale province were evaluated. Detailed information was given about the processes of obtaining gold as a valuable product, production methods, ore preparation facility and dry waste storage.

Keywords: Gold Mining, Dry Waste, Mining Waste, Dry Waste Storage Area, Sedimentation Pond.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam.....	2
1.2. Altın Tanımı ve Özellikleri.....	2
1.3. Altın Doğada Bulunuşu.....	4
1.3.1. Nabit Altın.....	5
1.3.2. Elektrum.....	5
1.3.3. Altın Tellüridleri.....	5
1.3.4. Sülfürlü Cevherler.....	5
1.4. Altın Madenciliği.....	6
1.4.1. Altın Madenciliği Tarihçesi.....	6
1.4.2. Dünya’da Altın Madenciliği	9
1.4.3. Türkiye’de Altın Madenciliği	10
1.5. Dünya’dan Atık Barajı Örnekleri.....	13
1.5.1. Bakofeng (Güney Afrika) Kuru Atık Depolama Tesisi Kazası.....	13
1.5.2. Baia Mare (Romanya) Kuru Atık Tesis Kazası.....	13
1.5.3. Carre Negro (San Diego) Şili Kuru Atık Tesi Kazası.....	14

1.5.4. Merriespruit Virginia (güney Afrika) Kuru Atık Tesis Kazası.....	15
1.5.5. Birezilya Samarco Kuru Atık Tesis Kazası.....	16
1.6. Türkiye’den Atık Barajı Örnekleri.....	17
1.6.1. Gümüşhane-Koza Mastra Altın İşletmesi.....	17
1.6.2. Eti Maden Kırka Bor İşletmeciliği.....	18
1.6.3. Kütahya – Gümüş köy Gümüş İşletme Tesisleri.....	18
1.6.4. Gümüşhane Karamustafa (Midi) Çinko Zenginleştirme Tesisi.....	19

İKİNCİ BÖLÜM

21

KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

26

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ/MATERYAL YÖNTEM

3.1. Tümad Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Lapseki Altın-Gümüş Üretimi.....	26
3.2. Jeoloji Bilgileri.....	31
3.3. Hidrojeoloji.....	32
3.4. Cevher Üretimi.....	33
3.5. Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Yöntemleri.....	33
3.5.1 Kırma-Elleme Ünitesi.....	33
3.5.2. Öğütme Ünitesi.....	34
3.5.3. Ön Liç ve Liç Ünitesi.....	35
3.5.4. CIP Ünitesi.....	36
3.5.5. Siyanür Bozundurma (Detox) Ünitesi.....	36
INCO SO ₂ /Hava Prosesi.....	38
3.5.6. ADR Ünitesi.....	38
3.5.7. Atık Filtreleme Ünitesi.....	38
3.6. Kuru Atık Depolama Tesisi.....	41
3.6.1. Konumu.....	41
3.6.2. Mülkiyet Durumu.....	42
3.6.3. Korumu Alanlara Göre Konumu.....	43

3.7.	Atık İle İlgili Teknik Bilgiler.....	44
3.7.1.	Depolanacak Atık Miktarı.....	44
3.7.2.	KAD Alanı Gövde Özellikleri.....	44
	Gövde Dolgu Tipi.....	45
	Hava Payı.....	45
	Kamber Payı.....	46
3.7.3.	Kazı Dolgu İşlemleri.....	46
3.7.4.	KAD Alanı Doğal Yapı Gereçleri	46
3.7.5.	Gözlem Kuyuları.....	46
3.8.	Atık Depolama İlkeleri.....	47
3.8.1.	Yağış ve Buharlaşma Verilerinin Değerlendirilmesi.....	47
3.8.2.	Çalışma Alanının Meteorolojik Özellikleri.....	47
	Sıcaklık.....	48
	Yağış.....	49
	Bağıl Nem.....	50
3.8.3.	Jeoteknik Sondajlar.....	51
3.8.4.	Sıvılaşma.....	52
3.8.5.	Depremsellik	53
3.8.6.	KAD Alanında bulunan Temel Kaya Birimleri.....	53
	Volkanoklastik.....	53
	Andezit.....	54
3.9.	Atık Barajı Yasal İzin Süreci.....	54
3.10.	Risk Değerlendirmesi.....	56
3.10.1.	Risk Haritası.....	56
3.10.2.	Ön Tehlike Analizi (PHA).....	56
3.10.3.	İş güvenlik Analizi (İEA) / Job Safety Analysis (JSA).....	57
3.10.4.	Olursa Ne olur Analizi.....	58
3.10.5.	Tehlike ve İşletilebilme Çalışma Metodu (HAZOP).....	58
3.10.6.	Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (FMEA).....	58
3.10.7.	Fine-Kinney Metodu.....	58
3.10.8.	Güvenlik Denetimi.....	59
3.10.9.	Hata Ağacı Analizi (FTA).....	59
3.10.10.	Olay Ağacı Analizi (ETA).....	59

3.10.11.Neden-Sonuç Analizi (CCA).....	60
3.10.12.Checklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi.....	60
3.10.13.Birincil Risk Analizi (PRA).....	60
3.10.14.Risk Değerlendirme Karar Matris Metodolojisi (L Tipi, X Tipi).....	60

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Alt Drenaj Sistemi.....	65
4.2. Üst Drenaj Sistemi.....	67
4.3. Taban Sızdırmazlık Sistemi.....	69
4.4. Yan Yüzey Sistemi.....	70
4.5. Ulaşım Yolu.....	71
4.6. Tel Çit.....	72
4.7. Aydınlatma.....	72
4.8. İzleme Programı.....	72
4.9. KAD Alanı Kapatma İşlemleri.....	73

BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ ve ÖNERİLER

KAYNAKÇA	80
ÖZGEÇMİŞ	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADT	Atık Depolama Tesisi
KAD	Kuru Atık Depolama Alanı
ADDDY	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
AHY	Analitik Hiyerarşi Yöntemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
GIS	Geographical Information Systems
ICMC	Uluslararası Siyanür Yönetim Kodu
AYY	Atık Yönetimi Yönetmeliği

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Altının fiziksel özellikleri	4
Tablo 2	Dünyanın en büyük altın madenleri ve üretim miktarı	9
Tablo 3	Dünya altın maden rezervleri	10
Tablo 4	Türkiye’de işletilen altın madenleri	12
Tablo 5	İçme suyu standartları	38
Tablo 6	Lapseki meteoroloji istasyonu sıcaklık değerleri	49
Tablo 7	Lapseki meteoroloji istasyonu yağış değerleri	50
Tablo 8	Lapseki meteoroloji istasyonu ortalama ve minimum bağıl nem değerleri	51
Tablo 9	KAD alanı için yapılan örnek risk değerlendirmesi (L tipi)	61
Tablo 10	L tipi risk derecelendirme matrisi	62
Tablo 11	L tipi risk derecelendirme matrisi	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Altının özellikleri	2
Şekil 2	Altının kristal yapısı	3
Şekil 3	Altın üretim ve kullanımında tarihsel kronoloji	7
Şekil 4	Türkiye'nin altın üretimi (Ton)	11
Şekil 5	Bakofeng (Güney Afrika) kayan kütle	13
Şekil 6	Bia Mare (Romanya) meydana gelen akmlar	14
Şekil 7	Carre Negro (San Diego) Şili akma sonucu meydana gelen zarar	15
Şekil 8	Marries Pruit kuru atık kazası	16
Şekil 9	Brezilya (Samarco) akma sonucu etkilenen alan	16
Şekil 10	Jeomembran kaplama işlemi	17
Şekil 11	Bertaraf Yöntemi	18
Şekil 12	Atık barajının konumu ve toprak dolgu barajlar	19
Şekil 13	Atık barajı kesiti	20
Şekil 14	Baraj kesiti ve görünümü	20
Şekil 15	Tümad altın madeni genel görünümü	26
Şekil 16	Tümad altın madeni genel görünümü	27
Şekil 17	Açık ocaklar genel görünümü	28
Şekil 18	Açık ocaklar genel görünümü	28
Şekil 19	Yer altı-Portal bölgesi genel görünümü	29
Şekil 20	Yer altı ocağı	29
Şekil 21	Çeneli kırıcının kırma hareketi	34
Şekil 22	Konik kırıcının malzeme hareketi	34
Şekil 23	Linç tankları	35

Şekil 24	Tesis akım şeması	39
Şekil 25	Zenginleştirme tesisi genel görünümü	40
Şekil 26	Zenginleştirme tesisi genel görünümü	40
Şekil 27	Zenginleştirme tesisi genel görünümü	41
Şekil 28	Kuru atık depolama alanı genel görünümü	42
Şekil 29	Kadastro haritası	43
Şekil 30	Koruma alanları haritası	43
Şekil 31	Gövde etapları genişletilmesi 3B model	45
Şekil 32	Thiessen poligonu haritası	48
Şekil 33	Yıllık sıcaklık değerleri	49
Şekil 34	Yağış değerleri	50
Şekil 35	Ortalama ve minimum aylık bağıl nem değerleri	51
Şekil 36	Tehlike analizi matrisi	57
Şekil 37	Dore altın elde edilme süreçleri	63
Şekil 38	KAD alanı genel görünümü	65
Şekil 39	Gövde altı alt ana drenaj sistemi en kesiti	66
Şekil 40	Alt ana drenaj sistemi en kesiti	67
Şekil 41	Alt ve üst drenaj sistemine ait geliştirilmiş 3B model	68
Şekil 42	Jeomembranların uygun bir şekilde depolanması	69
Şekil 43	Sızdırmazlık sistemi ölçeksiz gösterimi	70
Şekil 44	Üst örtü teşkili	74

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyıl içerisinde ihtiyacın artması ve tenörlerin düşmesi ile üretilen maden tonajları büyük boyutlara ulaşmıştır. Derin madencilik koşullarının ortaya çıkması ve teknolojik gelişmelere paralel olarak madencilik kavramının kömür ve metal dışına çıkarak önemli ölçüde genişlemesi üretimi ve atık miktarını arttırmıştır. Kompleks ve düşük tenörlü cevherlerin üretilmesi, ince boyutlara öğütme gereğini doğurmuştur. Bu işlemlerin yapılabilmesi için tesislerin kurulması gereği doğmuştur. Kurulacak olan tesisler de düşünüldüğünde, maden işletme sahaları ile yerleşim alanları ister istemez yakınlaşmıştır. Tüm bu faktörler, madenciliğin diğer yanları ile birlikte görünmeyen yüzünü de gündeme getirmiştir. Günümüzde, üretilen maden miktarı ve ekonomik göstergeler gibi kavramlar güncelliğini korurken, atıkların atılması problemi ortaya çıkmıştır.

Daha önceleri atıklar yalnızca tesis atık ürünleri olarak görülüyordu. Bu noktadan hareketle, mümkün olan en kolay ve en ucuz yoldan bertaraf edilmekteydiler. Ancak günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde olgunlaşmaya başlayan çevre bilinci çerçevesinde, hükümetler tarafından getirilen sınırlayıcı yasa ve yönetmelikler madencilik alanında gündemi değiştirmede etkili olmuştur. Çevre bilinci diğer sanayi kollarında olduğu gibi madencilikte de kendini göstermiştir. Atıkların atılması kaçınılmaz bir olgudur fakat bu işlem yapılırken çevre ve insanlığın geleceği göz ardı edilmemelidir.

Maden üretimi ve cevher hazırlama tesislerinin, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından madenci faaliyetlerine göre işletilebilmeleri için çevre kirlenmelerine sebep olabilecek atıkların, kontrolü ve bertaraf edilmesi amacıyla depolanması gerekmektedir. Atıkların depolanması amacıyla da atık barajları inşa edilmesi gerekmektedir.

Bir atık barajı inşa edilmeden önce; atık türleri, atık yönetiminin amacı, tesis atıklarından yararlanılması, atıkların atılması gibi belli başlı konular ele alınmıştır. İnşa sırasında; yerleşim yeri, yerleşimi etkileyen faktörler, atık saha seçeneklerinin değerlendirilmesi, baraj tasarım kriterleri, toprak ve kaya yapısı, su kontrolü, atık barajı tasarım risk etmenleri, baraj tabanının hazırlanması, yasal süreç, inşaat metotları, baraj tipleri

gibi gerekli konular ele alınmıştır. İnşa sonrası; atık barajlarında inceleme, atık barajlarında yenilme, atık boşaltma yöntemleri, sıvı atıkların atılması, arıtma yöntemleri, barajdan su alma sistemleri, atık barajlarının iyileştirilmesi konuları ele alınmıştır.

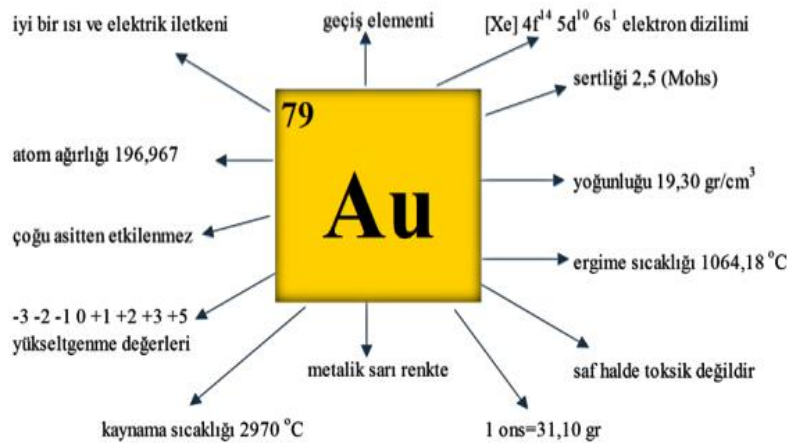
1.1. Amaç ve Kapsam

Yüksek lisans tez çalışmasında altın ve gümüş madenciliği ele alınarak, dore altın elde edilme süreçleri, bu aşamada uygulanan yöntemler ve daha detaylı olarak altın üretimi sonucunda oluşan kuru atığın depolanması esnasında yapılan işlemlerin detaylı incelenmesi amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tez çalışmasında, Çanakkale ilinin Lapseki ilçesinde bulunan Tümad Madencilik'e ait altın ve gümüş madeni kuru atık depolama alanı incelenmiştir.

1.2. Altın Tanımı ve Özellikleri

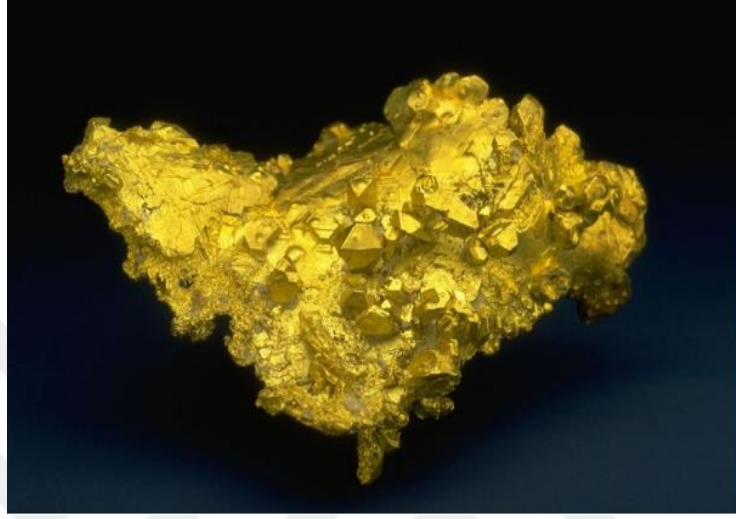
İngilizcede “gold” kelimesinin anlamı Hint-Avrupa diller kökeninden gelmektedir. Periyodik cetvelde yer almakta olan altına ait “Au” sembolü ise latince parıltı anlamına gelen “aurum” dan gelmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Altının özellikleri (Yücel, 2020)

Doğada serbest formda bulunan, işlenmesi kolay ve asitlere karşı dayanıklılığı yüksek olması sebebiyle kıymetli metallere dendir. Kolay bir şekilde reaksiyon vermeyen

oldukça kararlı bir elementtir. Su ve hava ile temasa girmez. Bu özellikleri sayesinde donma, kararma ve paslanma görülmez. Saf durumda iken yumuşak halde, kolay bir şekilde dövülerek biçim verilebilen, tel ve levha şekline gelebilir formdadır (Yücel, 2020). Sertlik değeri Mohs skalasına göre 2,5'tir (Sarıkaya, 2018).



Şekil 2. Altının kristal yapısı (Ünal vd., 2016)

Altın kübik kristal yapıdadır (Şekil 2). Bileşiklerin +1 ve +3 değerlikte ve bütün bileşiklerde kolay bir şekilde metalik forma indirgenebilmektedir. Sulu çözeltilerde altın, AuCl, Au₂S, AuCN gibi +1 değerlikli olan bileşiklerinin kararsız olması nedeniyle +3 değere yükseltgenirler ya da metalik hale indirgenirler. Bunun yanı sıra endüstride altın kaplamacılığında sodyum siyanür (NaCN) ve potasyum siyanür (KCN) ile verdiği reaksiyon sonucu karmaşık tuzların sulu çözeltileri kullanılmaktadır (Yücel, 2020).

Altın atom numarasının 79, atom ağırlığının 196,96654 g/mol, doğada doğal olarak bulunan tek izotopu ¹⁹⁷Au olduğu bilinmektedir. Tıp alanında kullanılan ¹⁹⁵Au en önemli izotopu ε ve γ ışınlarını yayar ve 183 günlük yarılanma ömrüne yarılanma ömrü 183 gündür. Koordinasyon sayısı 6 olan Au⁺ için iyon çapı 0,1379 nm olup Au⁺³ için 0,085 nm'dir. Altının fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1

Altının fiziksel özellikleri (Sarıkaya, 2018)

Erime Noktası	1064,43 °C
Kaynama Noktası	2808 °C
20°C’de yoğunluk	19,32 g/cm ³
20°C’de atom hacmi	10,21 cm ³ /mol
0°C’de elektriksel direnç	2,06 x 10 ⁻⁶ Ωcm
0°C’de termal iletkenlik	3,14 Wcm ⁻¹ K ⁻¹
Özgül Isı	0,138 Jg ⁻¹ K ⁻¹
Füzyon Entalpisi	12,77 kJ/mol
Buharlaşma Entalpisi	324,4 kJ/mol
Çekme Direnci	127,5 N/mm ²

Normal koşullar altında altın nemli ya da kuru hava, oksijen (yüksek sıcaklık olsa bile), su, hidrojen, ozon, sülfür, nitrojen, hidrojen sülfid ve iyodin ile reaksiyon vermez. Bütün organik asitler, halojenür bulunmayan nitrik asit (çok yüksek konsantrasyonlar istisna), fosforik asit, hidroklorik asit, sülfirik asit ve hidroflorik asit derişik veya seyreltik halde kaynama noktası sıcaklığına kadar etkileşim vermezler. Altın; kromik asit, nitrik asit veya hidrohalek asit vb. oksitleyici, hidrojen peroksit vb. halojen ile tepkime vermektedir. Ayrıca altın plattner prosesi halojen, su ve selanik asitte çözünmektedir. Altın mineral asitlerin alkali metal tuzları, alkali metal sülfidler ve metal hidroksitlerin sulu çözeltileri ile tepkime vermezler. Fakat oksijen içeren siyanojen bromür (Diehl prosesi), nitrobenzenesülfonik asit ve alkali metal siyanür çözeltileri içinde çözünmektedir. Ayrıca oksijen içeren alkali metal polisülfid ve sodyum tiyosülfat çözeltilerinde çözünmekte ve katı haldeki klor ile reaksiyon vermektedir (Sarıkaya, 2018).

1.3. Altının Doğada Bulunuşu

Altın normal koşullar altındaki basınçta ve sıcaklıkta nadiren bileşikli haldedir. Yer kabuğunda derişimi ortalama olarak (0,005 g/t) olup diğer birçok metalle karşılaştırıldığında derişimi oldukça düşüktür. Doğada ise farklı şekillerde bulunmaktadır (Sarıkaya, 2018).

1.3.1. Nabit Altın

Doğada % 99,8 altın içeriğine sahip olan nabit altın genel olarak % 85-95 oranında altın bulunmakta ve safsızlık içeriği genel olarak gümüştür. Saf haldeki altının yoğunluğu 19.300 kg/m^3 olmasına karşın nabit altının yoğunluğu ise genel olarak yaklaşık 15.000 kg/m^3 'dir. Tipik yan kayaç minarelleri ile kıyaslandığında yüksek yoğunluğu sebebiyle tarih süresince altın kazanımında, yerçekimine dayalı zenginleştirme metotları halen yaygın bir şekilde kullanımı mevcuttur (Sarıkaya, 2018).

1.3.2. Elektrum

Altın genel olarak belli bir miktar gümüşle alaşım halinde bulunmaktadır. Gümüşün miktarı % 25-55 oranında ise elektrum denir. Elektrum içerdiği gümüş miktarından dolayı açık sarı renkte ve düşük yoğunluktadır ($13.000-16.000 \text{ kg/m}^3$) (Sarıkaya, 2018).

1.3.3. Altın Tellüridleri

Oldukça kompleks yapıda bulunan altın tellüridlerinin yaygın olanları; petzit (Ag_3AuTe_2), kalaverit (AuTe_2), silvanit ($(\text{Au}, \text{Ag})_2\text{Te}_4$) ve krennerit (AuTe_2), daha nadir olarak ise montbrayit (Au_2Te_3) ve kostovittir (CuAuTe_4). Genel olarak nabit altın ve sülfür minarelleri ile altın tellürit bulunmuştur. Yoğunluğu nabit altından daha düşük ($8.000 - 10.000 \text{ kg/m}^3$) olup az belirgin beyaz renkli, siyah ve gritonlarındadır. Genel olarak altın tellüridleri gümüş minerali olan hessit (Ag_2Te) ile beraber yer almaktadır (Sarıkaya, 2018).

1.3.4. Sülfürlü Cevherler

Altın sülfürlü cevherlerin tane yapıları içinde bulunup çok ince tane boylarındadır. Sülfürlü mineral yapılarında ölçülen altın miktarları aşağıda verilmiştir.

- Arsenopirit: $< 0,2 - 15,200 \text{ g/t}$
- Pirit: $< 0,2 - 132 \text{ g/t}$
- Tetrahedrit: $< 0,2 - 72 \text{ g/t}$
- Kalkopirit: $< 0,2 - 7,7 \text{ g/t}$ (Sarıkaya, 2018).

1.4. Altın Madenciliği

Altın kazanımı için günümüzde kullanılan metotların çoğu asırlardır bilinen metotlara dayanmaktadır. Asırlardır siyanürleme, çinko çöktürme, gravite ile zenginleştirme, karbon/odun kömürü yüzeye tutturma ve amalgamasyon işlemleri kullanılmaktadır. Birçok altın üretim tesisindeki akım şemalarının temelini bu işlemlerin kombine hali oluşturmaktadır (Sarıkaya, 2018).

1.4.1. Altın Madenciliği Tarihçesi

Altın ve insanlık tarihi yazılı tarih süresince hep iç içe olmuştur. Bazı toplum kesimlerinde servet biriktirme ve değişim, toplumun bazı kesimlerinde güç sembolü olarak kabul görmektedir. 7000 yıldır insanoğlu tarafından kullanılmaktadır (Şekil 3). Mısırlılar dünyanın en eski altın üreticileridir ve M.Ö. 5000’li yıllarda bakırlı ile alaşımlı şeklinde olan altının toprak altından çıkarmasına başlamışlardır. Ayrıca Mısır’da bulunan altın madenine ait kroki madencilik tarihinin ilk belgesidir. M.Ö. 2000’li yıllara ait olan altın ziynet eşyalarına Peru’da rastlanmıştır. Amerika kıtasında yer alan Aztek ve İnkalar da altına tutkun olduğu bildirilmektedir. Altını önemli gören eski medeniyetlerin içinde; Lidyalılar, Makedonyalılar, Asurlular, Yunanlılar, İranlılar ve Sümerler yer almaktadır. Milli kahramanları konu eden altın tokenin yapımında İskit ve Sarmatların (M.Ö. 1000) ilerledikleri bildirilmektedir (Yücel, 2020).

Türklerde ise altın, devletin sembolü olup hükümdarlık simgesi olarak kabul görmektedir. Altın işletmeciliğinin ve madenciliğinin Türkler açısından önemli bir yeri bulunmaktadır. Altından mızraklar, miğferler, süsler, küpeler ve yüzük gibi takıların yapmış olduğu bilinir. Fakat altın eşya üretimi Müslümanlığın kabulü sonrasında azalmıştır. Süsler ve takılar olarak altını kullanmışlardır. Altın, Roma döneminde devletin borçlarını ödemek amacıyla kullanılmıştır. İlk defa 1471 yılında Batı Afrika’nın Portekizlerin işgali öncesinde altın arayıcıları tarafından leğene benzeyen düzenek kullanılmıştır. Altın madenciliği günümüz ticari şartları dikkate alındığında Kaliforniya’da 19. yüzyılın ortasında su değirmen çalışanı dere yatağında şans eseri nabit altın parçaları bulmuştur ve böylelikle altına hücum başlamıştır. Şu ana kadar bulunmuş en büyük altın parçacığı plaser tip yataklarda 72 kg

ağırlığında Avustralya'nın Victoria bölgesinde bulunan Welcome Stranger dır. Şekil 3'te altın üretim ve kullanımının tarihsel kronolojisi verilmiştir.



Şekil 3. Altın üretim ve kullanımında tarihsel kronoloji (Yücel, 2020)

Yapılan çalışmalar sonucunda M.Ö. 5000'lü yıllarda altından yapılmış süs eşyaları Anadolu'da kullanılmaya başlanmıştır. M.Ö. 7 yüzyıl civarında Lidya Krallığı tarafından Dünyada ilk sikkenin (metal para) basıldığı bildirilmektedir. Lidya sikkelerinin hakkında yapılmış olan bir araştırmada Manisa müzesinde yer alan Lidya paraları incelenip genelde gümüş kullanıldığı belirlenmiştir. Osmanlılar döneminde hazineye işletilen altın ve gümüş madenleri kaynak oluşturmuştur. Osmanlı döneminde Anadolu'da işletilmiş son altın madeni, 1. Dünya Savaşında durdurulan Çanakkale-Kartaldağı-Astyra madenidir.

Yer altı kaynaklarımız Türkiye Cumhuriyeti kurulmasından sonra, devlet tarafından çıkarılarak değerlendirilmesi için, 1933 yılı Ekonomi Bakanlığı "Petrol Arama ve İşletme" ile "Altın Arama ve İşletme İdaresi" ismiyle bağımsız iki kuruluş oluşturulmuştur. Sonrasında madenlerin gerekli jeolojik ve madencilik metoduyla sistemli bir şekilde araştırılıp işletilmesi için Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü 22 Haziran 1935 tarihinde 2804 sayılı yasayla kurulmuştur (Yücel, 2020).

1.4.2. Dünya’da Altın Madenciliği

Okyanusya, Kuzey Amerika, Asya ve Afrika kıtalarında bulunan dokuz ülkede en büyük altın madenleri bulunmaktadır. 2021 yılı itibari ile bu madenlerde üretilen altın miktarı yaklaşık olarak 13 milyon ons ya da küresel altın üretiminin % 12'sini oluşturmuştur. Küresel altın üretimi Dünya Altın Konseyine göre 2021 yılında 3,561 ton (114,5 milyon troy ons)’dur. Bu rakam 2022 yılı sonunda yüzde 2 artmıştır. Dünyanın en büyük altın madenleri ve üretim miktarları hakkında Tablo 2’de bilgi verilmiştir (Sipahi vd., 2022). Tablo 3’te Dünya altın maden rezervleri hakkında bilgi verilmiştir (Yücel, 2020).

Tablo 2

Dünyanın en büyük altın madenleri ve üretim miktarları (Sipahi vd., 2022)

ÜLKE	MİKTAR (ton)
ABD	8,133
Almanya	3,358
İtalya	2,451
Fransa	2,436
Rusya	2,298
Çin	1,948
İsviçre	1,040
Japonya	846
Hindistan	760
Hollanda	612
Türkiye	431
Tayvan	423
Portekiz	382

Tablo 3

Dünya altın maden rezervleri (Yücel, 2020)

Ülke	Rezerv (ton)
ABD	3,000
Arjantin	1,600
Avustralya	10,000
Brezilya	2,400
Kanada	1900
Çin	2000
Gana	1,000
Endonezya	2,600
Kazakistan	1,000
Meksika	1,400
PPua Yeni Gine	1,000
Peru	2,100
Rusya	5,300
Güney Afrika	3,200
Özbekistan	1,800
Türkiye	1,446
Diğer Ülkeler	8,554

1.4.3. Türkiye’de Altın Madenciliği

Ülkemizin sahip olduğu değerli altın potansiyeli, çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir yere sahiptir. Maden işletmeleri, altın rafinerilerinin, altın borsasının, güçlü kuyumculukların ve mücevheratların üretildiği sanayilerle dünyaca önemli bir konuma sahiptir.

Altın rafinerileri, elde edilen külçe altınların saflaştırılması, bozuk ve düşük saflıktaki altın külçelerin 995/1000 saflıktaki standartlara dönüştürerek kuyumcu, finans ve bankalara, elektronik ve diğer sektörler hammadde üretimi yapmaktadır. Türkiye’de madencilik ile üretilen altın külçelerin yurt dışına satılması yasaktır. T.C. Merkez Bankası ülkemizde elde edilen altınları parayla satın almaktadır. Türkiye 2021 yılında ürettiği 56

ton/yıl ile dünya sıralamasında 25. sırada yer almıştır. 2022 yılında ise 185 ton/yıl altın üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin yıllara göre altın üretim potansiyeli Şekil 4'te gösterilmiştir (Köse, 2022). Türkiye'de işletilen altın madenleri Tablo 4'te sunulmuştur (Yıldız, 2022)



Şekil 4. Türkiye'nin altın üretimi (ton) (Köse, 2022)

Tablo 4

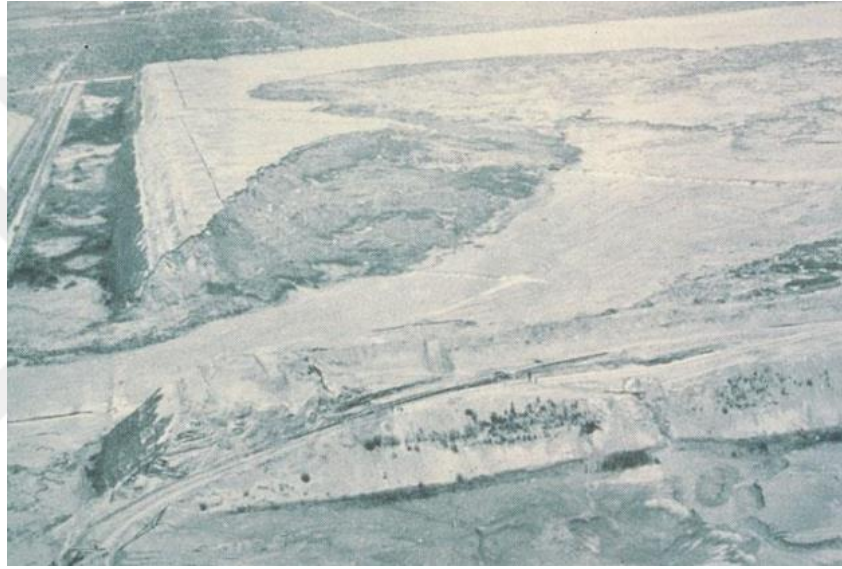
Türkiye’de işletilen altın madenleri (Yıldız, 2022)

Maden	Şehir	Şirket
Kışladağ	Uşak	Tüprağ
Çöpler	Erzincan	Anagold
Ovacık	İzmir	Koza Altın
Sart	Manisa	Pomza
Mastra	Gümüşhane	Koza Altın
Çukur alan	İzmir	Koza Altın
Efem çukuru	İzmir	Tüprağ
Kaymaz	Eskişehir	Koza Altın
Bolkardağ	Niğde	Gümüştaş
Midi	Gümüşhane	Yıldızbakır
Himmet dede	Kayseri	Koza Altın
Çoraklık	Balıkesir	Koza Altın
Kubaşlar	Balıkesir	Koza Altın
Altintepe	Fatsa	Stratex
Bakır tepe	Sivas	Demirexport
Kaş	Kayseri	Demirexport
İnlice	Konya	Esan
Kızıltepe	Balıkesir	Zenit Altın
Lapseki	Çanakkale	Tümad
İvrindi	Balıkesir	Tümad
Öksüt	Kayseri	Öksüt
Küçük dere	Çanakkale	Pasif
Maden dağ	Çanakkale	Pasif
Hot	Artvin	Hot Maden
Gıcık	Ankara	Pasif
Sikecik köy	Hatay	Pasif
Sögüt	Bilecik	Gübretaş

1.5. Dünya'dan Atık Barajı Örnekleri

1.5.1 Bakofeng (Güney Afrika) Kuru Atık Depolama Tesisi Kazası

1974 yılında meydana gelen Bakofeng (Güney Afrika) kuru atık depolama tesis kazasında, 13.000.000 m³ olarak tasarlanan baraj şev açılarının düzgün ayarlanmaması sebebi ile aşırı yağışlar tarafından tetiklenerek yaklaşık olarak 3.000.000 m³ 'lük bir yüzey kaymıştır. Kuru atık meydana gelen şev yenilmesi ile 45 m hareket etmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017). Şekil 5'te meydana gelen akmalara ait görüntü gösterilmiştir.



Şekil 5. Bakofeng (Güney Afrika) kayan kütle (Mitto Danışmanlık, 2017)

1.5.2. Baia Mare (Romanya) Kuru Atık Tesisi Kazası

2000 yılında meydana gelen Baia Mare (Romanya) kuru atık tesis kazasında, şev açılarının düşük olarak inşa edilmesine rağmen örtü yüzeyinde meydana gelen akmalar nedeni ile yenilmeler meydana gelmiştir. 800.000 m³'lük inşa edilen barajın akma türü heyelan aktivitesi ile birlikte yaklaşık olarak 100.000 m³'lük bir kısmı akararak doğaya ve çevreye zarar vermiştir (Mitto Danışmanlık, 2017). Şekil 6'da meydana gelen akmalara ait görüntü gösterilmiştir.



Şekil 6. Baia Mare (Romanya) meydana gelen akmalara (Mitto Danışmanlık, 2017)

1.5.3. Carre Negro (San Diego) Şili Kuru Atık Tesisi Kazası

2003 yılında yenilmeler sonucu Carre Negro (San Diego) Şili’de meydana gelen kazada, ortaya çıkan atık doğaya büyük ölçüde zarar vermiştir. Şev açıları düşük olarak inşa edilmesine rağmen örtü yüzeyindeki malzemenin makaslama dayanımının yenilmesini takiben akma ve yer yer de dairesel kayma türünden heyelanlar meydana gelmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017). Akma türündeki heyelan neticesinde inşa edilen kuru atık tesisi topuk kesimindeki akan ve biriken malzeme Şekil 7’de gösterilmektedir. Birçok yerleşim yeri tahliye edilmiştir.



Şekil 7. Carre Negro (San Diego) Şili akma sonucu meydana gelen zarar (Mitto Danışmanlık, 2017)

1.5.4. Merriespruit Virginia (Güney Afrika) Kuru Atık Tesisi Kazası

1994 yılında meydana gelen Merriespruit Virginia (Güney Afrika) kuru atık tesis kazasında, ortalama 2.500.000 m³'lük bir kütle akmış ve çevreye zarar vermiştir. 31 m yüksekliğinde inşa edilen barajın şev eğimi ortalama 3Y:1D ve 4Y:1D arasında değişmesine rağmen malzemedeki kohezyonun zamanla yitilmesi ve ortaya çıkan makaslama dayanımının yenilmesi ile bahsi geçen heyelan aktivitesi meydana gelmiş ve yerleşim yerlerine zarar vermiştir (Mitto Danışmanlık, 2017). Şekil 8'de meydana gelen akmalara ait görüntü gösterilmiştir.



Şekil 8. Marriespruit kuru atık tesis kazası (Mitto Danışmanlık, 2017)

1.5.5. Brezilya Samarco Kuru Atık Tesisi Kazası

Brezilya Samarco kuru atık tesisinde 2014 yılında meydana gelen kazada can ve mal kayıpları yaşanmıştır (Şekil 9). 2004 ve 2005 yıllarında 9,1 ve 8,6 şiddetinde meydana gelen deprem nedeniyle tetiklendiği belirlenen kazada toplam atık kütlelerinin yaklaşık olarak % 40'ı kayarak can ve mal kayıpları meydana getirmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).



Şekil 9. Brezilya (Samarco) akma sonucu etkilenen alan (Mitto Danışmanlık, 2017)

Dünyada meydana gelen kuru atık tesisi kazalarının en önemli nedenleri, şev açıları, şev eğimleri, uygun olmayan topoğrafya yüzeyleri ve tetikleyici mekanizmalar (kar yağışı erimesi, aşırı yağışlar, donma ve çözülme olayları) nedeniyle makaslama dayanımının aşılmasıdır (Mitto Danışmanlık, 2017).

1.6. Türkiye’den Atık Barajı Örnekleri

1.6.1. Gümüşhane-Koza Mastra Altın İşletmesi

Gümüşhane-Koza Mastra altın işletmesi atık havuzu çevreye duyarlılığı açısından olumlu olarak verilebilecek örneklerden biridir. Koza altın işletmeleri’ne ait atık havuzunun taban genişliği 300 m’dir (Şekil 10). Bu genişlik 90 m yüksekliğine çıktığında 15 m genişliğine düşmektedir. Atık barajı 800 m uzunlukta ve 2 milyon m³ su toplama kapasitesindedir. Demirer (2019) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Gümüşhane Koza Mastra altın işletmesinde, altının üretimi, cevher zenginleştirme tesisi ve atık bertarafı incelenmiştir. Mastra altın madeninde altın üretimi açık ocak ve yer altı ocaklarından gerçekleştirilmektedir. Cevher zenginleştirme yöntemi olarak tank liçi yöntemi uygulanarak dore (rafine işlemi uygulanmamış) altın ve gümüş üretimi sağlanmaktadır (Demirer, 2019).



Şekil 10. Jeomembran kaplama işlemi (Demirer, 2019)

1.6.2. Eti Maden Kırka Bor İşletmeciliği

Turhan (2022) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında Eti Maden Kırka Bor işletmesi atık bertarafı ele alınmıştır (Şekil 11). Öncelikle oluşan katı ve sıvı atıkların bertaraf edilmeden önce geri dönüşümü düşünülerek bir takım işlemlerden geçirilmektedir. Geri dönüştürülmesi mümkün olmayan durumda bertaraf yöntemleri uygulanmaktadır. İnsan sağlığı, çevre ve doğa açısından düşünüldüğünde oluşan atıkların zarar vermemesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda atık barajları kurulmuştur. Yapılan atık barajlarında geçmiş dönemde yaşanan kazaların yaşanmaması istenildiği için yapım öncesi, yapım sırası ve yapım sonrası denetimler gerçekleştirilmiştir (Turhan, 2022).



Şekil 11. Bertaraf yönteminden görüntü (Turhan, 2022)

1.6.3. Kütahya – Gümüşköy Gümüş İşletme Tesisleri

İşletme 1981’de kurulmuş, 1987’de % 99 saflıkta gümüş üretimine başlamıştır. Atık barajı da 1987’den bu yana aynı teknoloji ile kullanılmaktadır. Türkiye’de birincil kaynaktan saf gümüş üretimi tek tesis olan Eti Gümüş A.Ş Kütahya’ya 30 km mesafede yer almaktadır. Tesiste cevher üretimi sonucu oluşan katı atıklar ve siyanürlü proses suyu, kapalı devre olarak çalışan atık depolama alanında depolanmaktadır. 110 ha iç yüzey alanına sahip, atık depolama alanı ara bölmelerle 4 bölüme ayrılmıştır. Atık depolama alanlarından 3 numaralı atık depolama alanı ile 2 numaralı atık depolama alanı arasında yer alan 3 numaralı sedde 07/05/2011 tarihinde yaklaşık 60 m boyunda kısmen yıkılmıştır. Ortaya çıkan bu durumun öğrenilmesi üzerine bu kaza, olası bir çevre felaketi ve insan sağlığı açısından oluşabilecek

büyük bir riski önlemek amacıyla acil durum olarak ilan edilmiştir (Büyükkıdan ve Gümüş, 2020). Kütahya – Gümüşköy atık barajına ait görsel Şekil 12’de gösterilmektedir.



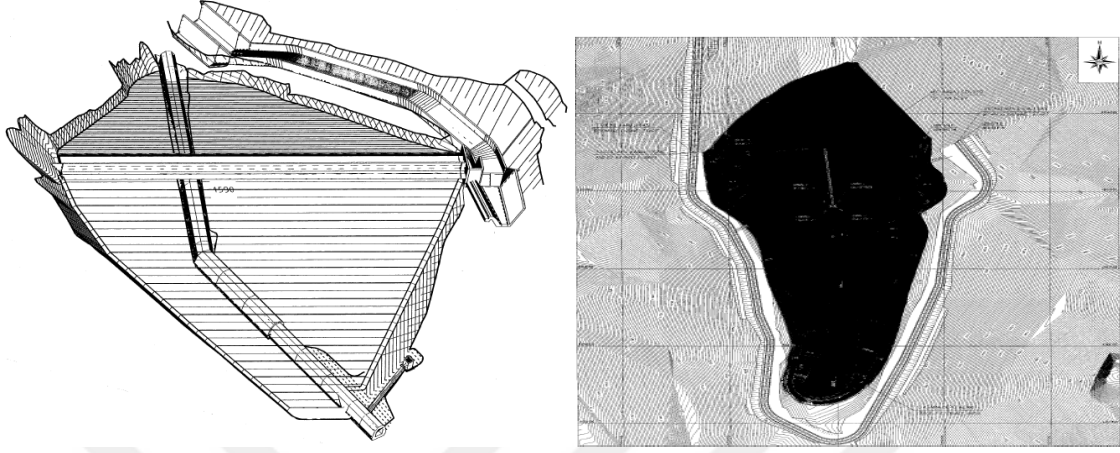
Şekil 12. Atık barajının konumu ve toprak dolgululu havuzlar (Büyükkıdan ve Gümüş, 2020)

1.6.4. Gümüşhane Karamustafa (Midi) Çinko Zenginleştirme Tesisi

Atık depolama tesis proje yapım işi kapsamında yapılan 2 yapıdan biri olan ADT, yatırımcıya ait maden işletmesi için pasa depolama amaçlı inşa edilmiştir. Yönetmelikler gereği cevheri alınmış maden pasasının depolanması için bir atık depolama tesisinin yapılması zorunludur. Atık depolama tesisinde geçirimsizlik sağlamak için jeomembran ve jeosentetik kil örtü kullanılmıştır. Yapılması planlanan yapının rezervuar göl hacmi 404.441 m³'dür. Talvegden yüksekliği ise 4100 m'dir (DSİ, 2010).

Midi ADT gövde tasarımı için mevcut topoğrafyaya da uygun olacak şekilde gövde kesiti düşünülmüştür. Midi ADT gövdesi ön yüzü jeomembran kaplı kaya dolgu baraj olarak tasarlanmıştır. Atık depolama tesisinin projelendirilmesindeki en önemli konulardan biri de gövde ve depolama alanının geçirimsizliğinin sağlanmasıdır. Bu amaçla ilk aşamada, 20 cm drenaj tabakasının altında 20 cm koruyucu amaçlı kil, altına 1,5 mm kalınlığında pürüzlü jeomembran ve 50 cm geçirimsiz kil malzeme serilmesi ön görülmüştür. Ancak araştırma sonucu elde edilen bulgulara göre, kil malzemenin uygulanamaması nedeniyle yerine jeosentetik kil kaplama kullanılmasına karar verilmiştir. En alta dere yataklarına denk gelen kısımlarda geçirimli malzeme yerleştirilerek alt drenajın sağlanması amaçlanmıştır. Pasa içerisinden süzülerek dibe çöken sıvının delikli drenaj boruları ile bir toplama çukuruna toplanarak, bu çukur içerisine bir kılavuz boru ile indirilecek dalgıç pompa yardımı ile sıvı

tesise geri iletilecektir (DSİ, 2010). Midi ADT'ye ait görseller Şekil 13 ve 14'te gösterilmektedir.



Şekil 13. Atık barajı kesiti (DSİ, 2010)



Şekil 14. Baraj kesiti ve görünümü (DSİ, 2010)

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Vick (1990), hızla artan madencilik çalışmaları sonucunda çıkan atıkların öncelikle imha edilmesinden, imha edilmesinin mümkün olmadığı durumlarda ise depolanması gerekliliği konuları ele alınmıştır. Atık depolama alanlarının çevreye etkilerinden ve halkın tepkilerinden bahsedilmiştir. Yeni yüzyılda artık yeni teknolojik çalışmalar ile atık depolama alanlarının yapılması gerekliliğine değinilmiştir. Atık depolama alanı inşa edilirken, atık türlerine, atıkların kimyasal yapılarına, atıkların mühendislik özelliklerine dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Atıkların avantaj ve dezavantajlarından, atığın faz ilişkisinden, sıvı atık özelliklerinden, yüzey suları miktarının önceden belirlenmesinin atık alanı inşası için önemli bir konu olduğundan bahsedilmiştir. Yer seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlardan ve yer seçiminin atık depolama alanı inşasında nasıl bir etki sergilediği konuları ele alınmıştır. Atık depolama alanının oluşturulması sırasında belirlenmiş olan etkenlerin değişebileceğinden bahsedilmiştir.

Brackebusch (1994); Newman vd. (2001); Verburg (2001), maden atıklarının yerüstünde depolanmasına alternatif bir yöntem geliştirmiştir. Geliştirilen alternatif yöntem macun teknolojisidir. Bu teknoloji, cevher hazırlama tesis atıklarının filtrasyonla susuzlaştırılmasının sonrasında belirli bir değerde su ve ihtiyaç görülmesi durumunda ek bir bağlayıcı malzeme eklenerek pompalanabilir düzeyde ince taneli malzeme oluşması şeklinde uygulanmaktadır.

DME (1999), maden atıkları açık ocak içerisinde depolanabilir. Bu uygulamalar, yüksek su içeren şlam atıklarının, maden ömrünü tamamlamış, üretim yöntemi sonucunda doğal bir havuzun oluştuğu alanlara depolanması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Herhangi bir inşaat faaliyetine gerek duyulmadığı için çok avantaj sağlamaktadır. Dezavantajı ise tam anlamıyla sızdırmazlık sağlanamaz ise yer altı sularının kirlenmesi riski oluşturmaktadır.

Davies ve Rice (2001), yapılan çalışmada maden tesis atıkları kuru olarak depolama metodunda atığın su içeriği malzemenin doğal neminin seviyesine düşülerek (katı atık oranı % 85 ve üzerinde) depolama yapıldığına değinmiştir. Meydana gelen kuru atığın pompa yöntemi ile taşınmasının imkansız olduğuna ve bu nedenle bant konveyör veya kamyonlar

ile naklinin gerçekleştirilecek olduğuna değinmiştir. Kuru şekilde depolanacak malzemenin sıkıştırılma işlemlerinde makine donanım kullanımının gerekliliklerinden bahsetmiştir.

ICOLD ve UNEP (2001), yapılan set tipi atık barajları ve ADT'ler yaygın ve ekonomik görünen bir tasarım olmasına rağmen gerekli önlemler alınmadığı takdirde aynı zamanda dünyada büyük çevresel felaketlerle sebep olan baraj kazalarının en yaygın gerçekleştiği tasarımlardır.

DPI (2003), açık ocağın üretimi sonucu oluşan kuyu şeklindeki alt kotlara doğru daralan alanın tabanında depolama yapılmaktadır. Kuyu şeklinde olmasından dolayı en alt kotun daraldığı noktadan dolun işlemi başlamaktadır. Dolun yapılan alan dar olduğu için depolama alanı hızlıca dolarak atıkların kurumasına engel olmaktadır.

Rico vd. (2008), dünya ve Avrupa da yaşanmış atık barajı kaza ve bu kazaların 26'sının Avrupa'da meydana geldiği belirtilmiştir. Yaşanılan kazaların nedenleri konu edinilmiştir. Yaşanan kazaların nedenleri ise şöyle açıklanmıştır; baraj yerinin uygunsuz oluşu, barajın fiziki ve yapısal özelliklerinin uygunsuzluğu, taşmaların ve sızıntıların oluşması, atıkların hidrodinamikliliği ve çevresel etkileri olarak ifade edilmiştir. Atık depolama alanlarında aşırı ve beklenmeyen yağışların, atıklarda sismik sıvılaşmaya neden olduğu belirtilmiştir. Atık depolama kazalarının % 90'a yakın bir oranı ömrünü tamamlamamış, çalışan madenlerde olduğu ifade edilmiştir. Oranın bu kadar yüksek olmasının nedeninin kötü yönetim ve yeterli olmayan insan çalışmaları olduğu belirtilmiştir.

Yılmaz (2008), maden atıkları için uygun yer seçiminde Sivas İline ait jeoloji haritası, jeolojik birimlerin hidrojeolojik, mühendislik özellikleri ve yüzey sularının dağılımı konu edinilmiştir. Atık tanımı, atık türleri ve atık depolama esnasında önemli bir faktör olan yer seçiminde dikkat edilmesi gereken konular ele alınmıştır. Atığın depolanmasında coğrafyanın ve jeolojinin hidrojeolojik ve jeoteknik etkilerine değinilmiştir. Bütünsel atık yönetimi ve atığın önlenmesi, yeniden kullanılması, geri dönüşümü ve bertaraf yöntemleri ile etkilerinin en aza düşürülmesi konusu incelenmiştir.

Sharifi vd. (2009), tehlikeli atık depolama tesisinin sosyolojik ve çevresel etkilerinin olduğu ve bundan dolayı karmaşık bir sistem olduğu belirtilmiştir. Bu tür karmaşık

sistemlerde CBS (coğrafi bilgi sistemi) analizi için mekan bilgilerinin sisteme girilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışma esnasında uygun olmayan alanların analize sokulmadığı ve yeni belirlenen kriterlere göre en uygun alanın belirlenmesi sağlanmıştır.

Karaca (2010), yapılan çalışmada cevher hazırlama çeşitlerine, Dünya, Avrupa ve Türkiye’de oluşturulmuş maden atık barajları yönetmeliklerine, Türkiye’de bulunan maden atık barajlarına ve çeşitlerine, maden atıklarının bertarafının tarihçesine ve bu güne değin süre gelmiş atıkların depolanma şekillerine değinilmiştir. Maden atıklarının depolama yöntemlerinde avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Yerüstü depolama yöntemi atık barajlarının çeşitlerine ve hangi özellikte olduklarına değinilmiştir. Maden atık barajlarının inşa edilmesinde atıkların tane boyut dağılımlarının, geçirimsizliklerinin ve yoğunluklarının önemli bir yere sahip olduğu ifade edilmiştir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi (2010), 27533 sayılı Atıkların Düzenli Depolanması Dair Yönetmelikte atıkların düzenli depolanması ve bertaraf süreçleri belirtilmiştir. Düzenli bir şekilde depolanan dair usul ve esaslardan, alınması gereken önlemlerden, yapılması gereken denetimlerden ve sorumlu kişiler belirtilmiştir. Düzenli depolama tesisleri sınıflandırılmıştır. Düzenli depolama tesislerinde alınacak önlemlerin içerikleri belirtilmiştir. Toprak ve suyun korunması için alınacak sızıntı önlemleri ve yönetimi belirtilmiştir. Depo gazı yönetimi şartları belirtilmiştir. Düzenli depolama tesisi inşaat süreçleri belirtilmiştir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Resmi Gazete, (2010), 27751 sayılı Madencilik Faaliyetleri Uygulama Yönetmeliğinde sondaj yapımı sonucu alınan numunelerin, belirli ve yeterli periyotlarda mineralojik-petrografik, jeokimyasal analizlerinin yapılması belirtilmiştir. Sondaj sonrasında elde edilen karot işlendikten sonra usulünce saklanması belirtilmiştir. Madenlerin kapatılması sonrasında çevreye uyumlu hale getirilmesi taahhütleri belirtilmiştir.

Moghaddas ve Namaghi (2011), atık barajı yapımında uygun bir yerin belirlenmesi yer belirlemede etkili olan faktörlerin belirlenmesi gerektiği ve dikkate alınması gerekliliğinden bahsedilmiştir. Atık barajı yapımı yönteminde, uygun bulunan yerin coğrafi bilgi sistemi ve depolama duraylılık bölgeleme yöntemlerinin birleştirilmesi sonucu inşa edilmesi konusu ele alınmıştır. Bu yöntem ile uygun olmayan alanların analiz edilmediği ve

uygun olabileceği düşünölen yerlerin farklı kriterleri kullanılarak en uygun yerin bulunması sağlandığı ifade edilmiştir.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kırka Bor İşletme Müdürlüğü, (2015), 7 nolu atık barajı, malzeme ocakları ve kırma-eleme tesisi nihai ÇED raporunda yapılacak olan depolama tesisi projesinin önemine, gerekliliklerine, proje için seçölen yerin konumuna ve yakın çevreyle ilgili bilgi verilmektedir. Madenlerin işletmesi sonucu oluşun atığın atık miktarı, özellikleri ve bu özelliklere bağlı olarak gerçekleştirilecek bertarafın özellikleri ve yöntemi incelenmiştir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, (2015), 29417 sayılı Maden Atıkları Yönetmeliğinde maden atıklarının sınıflandırma yapılmıştır. Maden atıklarının bertarafı yöntemlerinde Bakanlığın izin süreçleri tanımlanmıştır. Maden atık bertaraf tesisleri sınıflandırılmıştır. Maden atıklarının depolanacağı tesislerin geçirimsizlik sisteminin şartları ifade edilmiştir. Maden atık bertaraf tesislerinin kapatma işlemleri süreçleri tanımlanmıştır. Atık yönetim planının içeriğinin nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Maden atık bertaraf tesislerinin, çevreye verebilecekleri olası zararlardan korunması ve bu yönde yapılması gereken izleme çalışmalarından bahsedilmiştir.

Tüylü (2016), maden atıkları depolama tesis yapıları genellikle vadi içerilerine inşa edilmektedir. Maden atıkları sonucu oluşun şlam şeklindeki atık, kontrollü olarak bu alanlarda depolanmaktadır. Bu gibi alanlarda depolama işlemlerine geçmeden önce yönetmeliklere uygun olarak inşa edilmiş, uygun hesapların ve testlerin yapılmış olması ve bu kriterlere uygun olarak depolama alanının inşa edilmesi gerekliliğine değinilmiştir.

Foomani vd. (2017), tehlikeli atıkların kurumsal, endüstriyel ve ticari alanlardan kaynaklandığını, bu alanların çok fazla kimyasal ve tehlikeli atıkları içerdiği, canlı yaşamına, doğaya ve çevreye verebileceği zararlarından ve bundan dolayı atık bertarafının özel işlemlerden geçirilmesi gerekliliği konusu ele alınmıştır. Özel işlemlerden geçirilmesi sonucu oluşun atıklar için kalıcı bir depolama alanı oluşturulması gerekliliğinden ve depolama alanı için yer seçimine dikkat edilmesi gerektiğinden bahsedilmiştir. Bu çalışma için İran'ın Hormozgan eyaleti seçilmiştir. GIS ve IDRISI yazılım sistemleri uygulanmıştır.

Arol (2019), madencilikte Atık Yönetim Uygulamaları Seminerinde; Maden Atıkları Yönetimi, atığın tanımı ve atığın türleri konuları ele alınmıştır. Maden çalışmaları neticesinde meydana gelen çevresel değişikliklerin ve doğada oluşturdukları kalıcı hasarlarını önlenmesi için yapılacak işlemlerden bahsedilmiştir. Oluşan maden atığının bertarafının ne için önemli olduğu konusuna değinilmiştir. Atıkların depolanmasında en çok kullanılan yöntemin yerüstü depolama yöntemi olduğundan ve bu yöntemin aşamalarından bahsedilmiştir. Yerüstü depolama yönteminin avantaj ve dezavantajından bahsedilmiştir. Yer belirlemede dikkat edilmesi gereken unsurlar ele alınmıştır. Atıkların farklı alanlarda kullanılabileceğinden bahsedilmiştir.

Hamarat (2019), madencilikte Atık Yönetimi Çevre Mevzuatı ve Planı, Madencilikte Atık Yönetim Uygulamaları hakkında yapılan seminerde; 2872 Çevre Kanunu, Yönetmelikleri ve genelgeler ele alınmıştır. 29417 Sayılı Maden Atıkları Yönetmeliğine değinilmiştir. Maden atıklarının bertarafı, atıkların karakterizasyonu, atık alanının geçirimsizliği, atık alanının kapatılması, acil eylem planı, atık yönetim planı, çevre izni lisansları konuları ele alınmıştır.

Hepdeniz ve Soyaslan (2019), Burdur ilinin Bucak ilçesinde bulunan mermer atık barajı yerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler incelenmiştir. Mermer madeninin çıkarılması ile oluşan atıkların çevre açısından zarar oluşturmayacak bir alana atılması için en uygun alanın bulunması ihtiyacı üzerinde çalışılmıştır. Çalışma esnasında coğrafik bilgi sistemlerinin kullanılması ile istenilen sonuçlara ulaşılması ve uzun süreli planlama hedefleri için strateji oluşturulmasına imkan vermesine değinilmiştir. Çalışma alanına uygun bir alan belirlemede etkili olacak parametreler ve belirlenen parametrelerin AHY (analitik hiyerarşi yöntemi) ile her bir parametrenin etkileri tespit edilmiştir. Bu tespitin sonucunda uygun bir mermer atık barajı alanı belirlenmiştir. Aynı zamanda bu çalışmada, AHY kullanılması ile daha hızlı ve kolay sonuç alınmış olmasına rağmen net kararın verilebilmesi için saha çalışmaları yapılması gerektiği tavsiyesi verilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. TÛMAD Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Lapseki Altın-Gümüş Üretimi

TÛMAD Madencilik San. ve Tic. A.Ş. Çanakkale İli Lapseki İlçesinde Şahinli ve Kocabaşlar Köyleri sınırlarının içinde bulunan, Lapseki Altın ve Gümüş Madeni ve zenginleştirme projesini gerçekleştirmektedir (Şekil 15 ve 16). Lapseki projesinin inşaat aşaması tamamlanmış olup, işletme aşamasına ise 2017 Aralık ayında başlamıştır.



Şekil 15. TÛmad altın madeni genel görünümü (Google Earth, 2021)



Şekil 16. Tümad altın madeni genel görünümü (Google Earth, 2021)

Proje dahilinde, madencilik yöntemleri olarak patlatmalı açık ocak ve yer altı ocak madenciliği uygulanarak, altın ve gümüş mineralleri işletilmektedir. Açık ocak 2017 yılında (Şekil 17 ve 18), yer altı ocağı 2019 yılında (Şekil 19 ve 20) faaliyete geçirilmiştir. Açık ocakta üretim, toplam dört ocak (Karakovan, Karatepe, K-Zone ve SBX ocakları) ile başlayıp 3 ocak (SV ocağı, KZ-4 ve KZ-5 ocakları) ile devam etmektedir. Yer altı ocağında ise spiral şeklinde ilerleme sağlanmaktadır. Zenginleştirme işlemi uygulanarak üretilen cevher tank liçi prosesi ile son ürün, dore altın-gümüş elde edilmektedir.



Şekil 17. Açık ocaklar genel görünümü (Google Earth, 2021)



Şekil 18. Açık ocak görünümü (Google Earth, 2021)



Şekil 19. Yer altı-Portal bölgesi genel görünümü (Google Earth, 2021)



Şekil 20. Yer altı ocağı (Youtube, 2023)

Proje Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın (AİKB) performans gerekleriyle uyumluluk gösterir. Halka arz edilmiş belgelerden Teknik Olmayan Özet (TOÖ) de dahil olmak üzere, çevresel etki değerlendirmesiyle ilgili yönetim planları kapsamında meydana gelmektedir. Ek olarak en iyi teknolojilerin kullanımına sahip olan proje olarak değerlendirilmiştir.

TÜMAD'ın çevre alanındaki birincil yaklaşımı; aktif olan sahaların çevre özelliklerinin en iyi şekilde korunup, doğal kaynaklarının tüketimlerini ve proje ayak izlerini en aza indirmektir. Bu amaçla kirliliğin önüne geçilmesi ve kontrolü ile kaynak verimliliği bakımından atığın oluşmasının azaltılması, atıkların kaynağında ayrıştırılması, geri dönüşüme kazandırılmasının ve sıfır deşarj prensibi ile faaliyet alanlarında su ayak izinin en aza indirgemesini sağlamaktadır.

TÜMAD Lapseki altın ve gümüş madeni, Birleşmiş Milletler Çevre Komisyonu Uluslararası Siyanür Yönetim Enstitüsünce, madencilik sektörlerinde köklü sertifika programı arasında olan, siyanürün güvenlik çerçevesi kapsamında çevreye duyarlı bir şekilde kullanılmasını benimseyen Uluslararası Siyanür Yönetim Kodu'nun (ICMC) gerekliliklerini 'sıfır hata' ile yerine getirerek sertifikalandırılmış ilk Türk Maden İşletmesi unvan'ına sahip olmuştur. Bunun yanında yapılan bütün çalışmalarda Entegre Yönetim Sistemleri ve başta Birleşmiş Milletler Ekvator prensipleri gelmek koşulu ile Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası tarafından tayin edilmiş, sürdürülebilirlik ilkeleri tam anlamıyla yerine getirilerek devamlı iyileşme gözetilmektedir.

Uluslararası Siyanür Yönetim Kodu (ICMC): Altın ve gümüş madencilikte siyanürün yönetimi konusunda gönüllülük esasına ve performansına dayalı en iyi uygulama sertifikası programıdır. Program, altın ve gümüş madenciliği firmalarıyla, siyanür üreticileri ve kimyasal maddenin nakliyesiyle ilgilenen firmaların katılımına açıktır. Mineraller sektörü için geliştirilmiş olan ilk standart ve sertifikalandırma programlarından birisidir. Günümüzde en çok rağbet gören sertifikalandırma programlarındanıdır.

Siyanür kodunun amacı, altın ve gümüş madencilikte kullanılan siyanürün daha iyi bir şekilde yönetilmesi ve insan sağlığı açısından daha iyi bir şekilde korunmasını sağlamak,

kimyasal maddenin kazara salınması veya kimyasal maddeye maruz kalınması durumlarının çevre üzerindeki etkilerini azaltmaktır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.2. Jeoloji Bilgileri

Biga Yarımadası'nda yer alan çalışma alanının temelini Tersiyer öncesi Permo-Triyas yaşlı metamorfitle ve ofiyolit ile Üst Kretase yaşlı ofiyolitli melanjlar oluşturmaktadır. Bölge, Tersiyer'de Paleosen- Eosen'den başlayarak Miyosen'in sonuna kadar devam bir magmatizma etkisi altında kalmıştır. Bu esnada daha çok granodiyorit bileşimli granitoyit kütlesi temel kayalarına sokulum yaparken, andezit-dasit-riyodasit-riyolit bileşimli volkanik kayalar ise bunun gibi zaman aralıklarında temel kayalarını kesmiş veya bunları uyumsuz olarak örtmüştür. Biga Yarımadası'nda volkanik aktiviteyle aynı yaşta olan yoğun bir sedimantasyon meydana gelmiştir. Bölgedeki en genç yaşlı volkanizma Pliyosen yaşlı bazaltlarla temsil edilmektedir. Bölgedeki bütün birimler son olarak Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökelleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür (Siyako vd., 1989; Okay vd., 1990; Demirela vd., 2014).

Çalışma alanında temeli; Mesozoyik yaşlı yeşilşistler fiskiyesindeki orta dereceli metamorfik kayalardan oluşan Çamlıca metamorfitle tarafından oluşturulur. Orta derecede metamorfizma geçirmiş kayalardan oluşan birim altta beyaz, kahve ve gri renkli, çok iyi foliasyonlu, iri-orta taneli, çoğunlukla mika mineralleri bakımından ağırlıklı mika şistler, daha üstte ise kahve-yeşil renkli fillitlerden meydana gelmektedir. Birimin üzerine orta Eosen yaşlı Eosen granitoidleri gelmektedir. Granitler, granodiyoritler, tonalitler, kuvarsdiyoritler ve monzonitikli kayalardan oluşan birimin üzerine andezitik ve dasitik lav ve piroklastiklerden oluşan orta eosen yaşlı Beyçayır volkaniti uyumlu olarak gelmektedir. Beyçayır volkanitlerinin üzerine orta eosen yaşlı Şahinli formasyonu gelir. Çalışma alanı bu birim üzerinde bulunmaktadır. Çalışma alanı çevresinde en üstte Dededağ volkanitlerine ait Kazmalı tuf üyesi yüzlek vermektedir (Mitto Danışmanlık, 2017). Çalışma sahası Marmara Bölgesi'nin güney yükseltileri içinde yer almaktadır. Genellikle tektonik faaliyetler bölgede Tersiyer'de meydana gelmiştir. Volkanik faaliyetler de bu dönemde etkili olmuş ve metalik maden cevherleşmesi gerçekleşmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).

Çalışma sahasında, altın yataklarının ana toplanma yeri kuvars damarlarıdır. Kuvars damarlarında epitermal sistemleri karakterize eden masif, tarak ve bantlı açık boşluk dolguları şeklindeki birincil büyüme yapıları ile breş ve ornatım şeklindeki binme yapıları mevcuttur. Kestanelik ocağında kokard, kolloform, çentikli ve gözenekli yapılar mevcuttur. Bu tür bulgular Kestanelik Au-Ag maden yatağının düşük sülfidasyon epitermal bir yatak olduğunu gösterir (Kıray, 2021). Kestanelik Au-Ag ocağında, kuvars damarları ve faylar altın cevherleşmesini kontrol eden tektonik yapılardır. Kestanelik Au-Ag yatağında pirit, sfalerit, kalkopirit, markazit, hematit, rutil, limonit ve götit mineralleri mevcuttur. Gang mineralleri de; kuvars, ametist, kalseduan, klorit, serizit, muskovit ve biyotit içermektedir. Ana faz minerali illit/mikadır. Alterasyon numunelerindeki mineral bolluk sırasına göre kuvars, illit/mika, feldispat, klorit, kalsit, kaolinit, simektit, dolomit, simektit/illit/mika, hematit, kaolinit/klorit, simektit/klorit, kristobalit, alunite ve hornblend bulunmaktadır. Kestanelik maden sahasının yan kayaçlarında ve cevherli kuvars damarların kendisindeki hidrotermal alterasyonlar silisleşme, killeşme, arjilikleşme, propilitik, serizitleşme, kloritleşme, limonitleşme ve hematitleşme şeklinde belirlenmiştir (Kıray, 2021).

3.3. Hidrojeoloji

Çalışma alanı sınırları dahilinde yüzeysel bir akımın gerçekleştiği akar ve mevsimsel dereler bulunmaktadır. KAD alanı bu mevsimsel derelerden Topyurt deresi üstünde yer almaktadır. Çalışma alanı civarında temsil edici akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Çalışma alanı, Bayramdere ve Umurbey mikro havzaları içerisinde kalmaktadır. KAD alanındaki temel kayayı oluşturan birim az geçirimli özelliktedir. İşletme öncesi, işletme sırası ve işletme sonrasında da düzenli olarak kullanılmak üzere alanda ruhsat sahası dahilinde 15 adet kalıcı gözlem kuyusu açılmıştır. Önceden açılmış ve pompa testleri yapılmış olan kuyulardan elde edilen akifer parametreleri, oluşturulan YAS akım modelinde kullanılmıştır.

KAD alanı çevresinde toplam 3 adet gözlem kuyusu bulunmaktadır. Gözlem kuyuları, yapılan çalışmalarla memba-mansap ilişkisi dikkate alınarak açılmıştır. Açılan 3 gözlem kuyusundan ve çalışma alanı civarındaki mevsimsel derelerden izleme ve örnekleme çalışmaları yapılmaktadır. Hidrojeolojik etütler kapsamında 2013 yılından beri izleme ve örnekleme çalışmaları yapılmaktadır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.4. Cevher Üretimi

Maden işletmesi dört bölümden oluşmaktadır. Açık ocaklar, yer altı ocağı, cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisi ve geçirimsiz kuru atık depolama alanından oluşmaktadır.

Maden üretimi patlatmalı açık ocak ve yer altı ocak madenciliği yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. Üretimler jeoloji çalışmaları ile başlamaktadır. Maden jeoloji çalışmaları; üretim döneminde işlenecek olan cevherin kalitesinin belirlenmesini, cevherin stok alanına doğru taşınmasını ve üretilen cevher değerlerine göre model tenörlerinin karşılaştırılmasını içerir. Cevher üretimi için gereken tenör kontrol çalışmaları, jeoloji ekibi tarafından yapılır ve çalışmalar daha sonra ofis ortamında değerlendirilir. Tenör kontrol çalışmaları madencilikte; jeolojik gözleme bağlı olarak haritalama, loglama ve sistematik numuneleme işlemleriyle cevherin sınıfını, çeşitliliğini ve kalitesini belirleme, tespit ve doğrulama sürecidir. Jeoloji birimi tarafından alınan numuneler sonucunda delik paternleri oluşturularak, deliciler ile patlatma delikleri açılır. Açılan delikler Anfo ile doldurulur ve sıkılama işlemleri yapılır. Gerekli iş sağlığı ve güvenliği önlemleri alınarak mili saniye gecikmeli elektriksiz kapsüller ile patlatmalar gerçekleştirilir. Patlatma öncesi zeminler arazözler ile sulanarak toz oluşumu en aza indirgenir. Patlatma sonucu gevşeyen malzeme kazıcı ve yükleyiciler ile alınır ve kamyonlar ile nakledilir. Ekonomik değeri olmayan ve hiçbir işleme tabi tutulmayan kayaçlar pasa döküm alanlarına, altın cevheri içeren kayaçlar ise cevher stok alanlarına nakledilir (Mitto Danışmanlık, 2017).

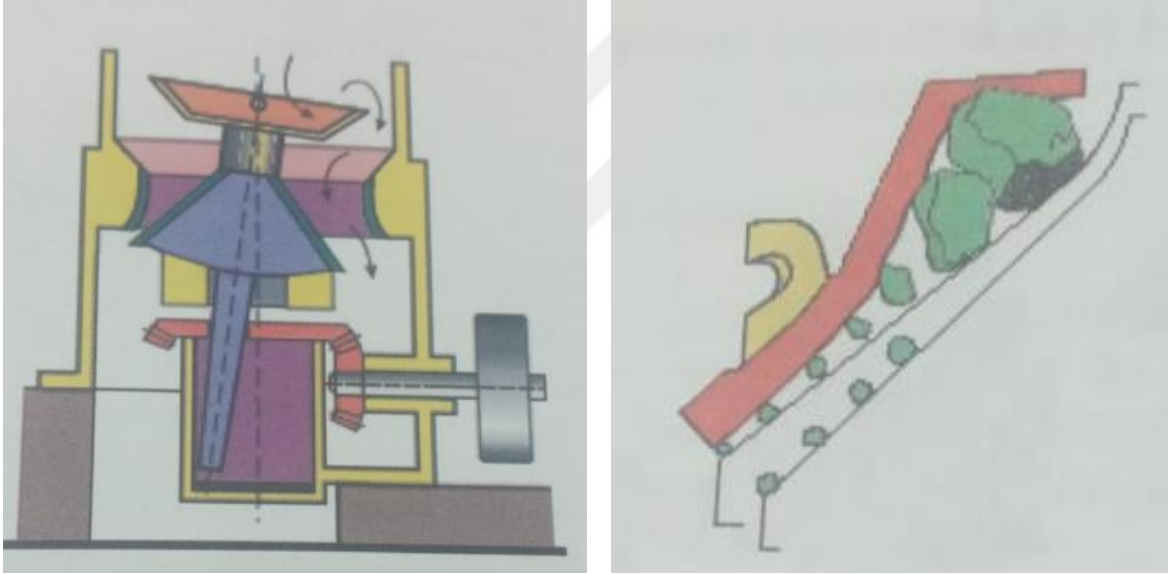
3.5. Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Yöntemleri

3.5.1. Kırma Eleme Ünitesi

Açık ocak ve yer altı madeninden kamyonlarla gelen cevher, stok sahasına dökülür. Stok sahasındaki cevher grupları tenör içeriklerine göre ayrılmıştır. Uzman kişi tarafından hazırlanan karışıma uygun olarak, loader operatörü ana kırıcı ünitesine besleme yapmaktadır. Ana kırıcıdan çıkan ürün öncelikle çeneli kırıcıya gönderilir. Kırılan cevher açık devre konfigürasyonuna sahip primer çift katlı elekten geçerek konveyör beslemesine boşaltılır. Elek üstü malzeme sekonder konik kırıcıya beslenir (Tümad, 2022). Çeneli kırıcı ve konik kırıcının çalışma prensipleri Şekil 21 ve 22'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Çeneli kırıcının kırma hareketi (Yıldız, 2010)



Şekil 22. Konik kırıcının malzeme hareketi (Yıldız, 2010)

3.5.2. Öğütme Ünitesi

Öğütme ünitesinde birbiri ile seri çalışan 2 adet bilyalı değirmen ve 8 adet siklon devresinden meydana gelmektedir. Bu ünite de cevherin tane boyu 90 μm daha ince hale getirilmektedir. Bu değer mümkün olduğunca aşağıya çekilmeye çalışılmaktadır. Cevherin özelliğine göre bu tane boyu değişkenlik gösterebilmektedir. Öğütme devresinde ürün, 90 μm P₈₀ ürün boyutuna indirgenmektedir.

3.5.3. Ön Liç ve Liç Ünitesi

Ön-liç alanı, bir adet tikineri, bir adet besleme tankını ve bir adet proses su tankını içerir. Liç alanı, 6 adet liç tankını içerir (Şekil 23). Ön-liç tikinerinin amacı, liç işleminden önce çöp eleği elek-altından gelen çamuru (elenmiş siklon üst-akışı) yoğunlaştırmaktır. Çamur tikinere yaklaşık ağırlıkça % 28 katı partikül halinde girer ve tikiner alt-akımı yaklaşık % 48 katı oranı halinde terk eder.

Liç prosesi; tesis cevher kazanımından sorumlu ana devredir. Hedef; % 94,7'lik bir altın geri kazanımı ve % 71,5'lik bir gümüş geri kazanımıdır. Değirmen ünitesinden gelen düşük katı içeriğine (% 28-32) sahip çamur, tikinere gönderilerek liç işlemi için gereken ortalama % 45 katı yoğunluğuna flokülant yardımı ile getirilir. Fazla su ise tikinerin üst akımından tekrar kullanılmak üzere proses suyu tankına aktarılmaktadır.



Şekil 23. Liç tankları (Youtube, 2023)

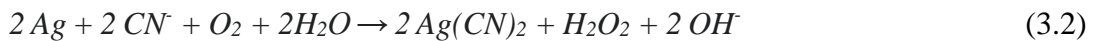
3.5.4. CIP Ünitesi

Liçlenen solüsyon, 7 adet tank olan ve toplam 2 saat işleme süreli döner tip CIP devresine gönderilmektedir. Her tank içinde altının ve gümüşün adsorbe edildiği 2 ton aktifleştirilmiş karbon ihtiva etmektedir.

3.5.5. Siyanür Bozundurma (Detox) Ünitesi

Siyanür, bir karbona üçlü bağ ile bağlanmış bir azot içeren C≡N grubuna sahip kimyasal bileşiklere verilen isimdir. Bu grup aynı zamanda siyano grubu olarak da bilinir. Özellikle endüstride kullanılmaları için üretilen siyanür organik ve inorganik türleri vardır. Çok yüksek seviyede zehirli olan potasyum siyanür inorganik siyanüre, düşük seviyede zehirli asetonitril (metil siyanür) de organik siyanüre örnek verilebilir. Her siyanür yüksek seviyede zehirli değildir.

Siyanür liçi prosesi uygulanarak altın ve gümüş vb. kıymetli metaller üretilmektedir. Yüksek verimliliğe sahip olması, siyanür liçinin hızlı olmasındandır. Alkali ortamda seyreltik haldeki çözeltide kıymetli metaller çözündürülür. Bunun için siyanür türleri içinde kullanımı en uygun olan NaCN (sodyum siyanür) tuzudur. Altın siyanürle bileşik yaparak liç prosesi esnasında sıvı faza geçer. Bu olay esnasında oluşan temel tepkimeler denklem 3.1 ve 3.2'de verilmiştir.



NaCN bozularak HCN'ye dönüşmesiyle ortam pH'ı asitleşmektedir. Böylece siyanür sıvı formdan, gaz formuna dönüşerek çevreye ve yaşayan canlılar için tehlike oluşturmaktadır. NaCN'nin bulunduğu ortama kireç eklenerek pH dengede tutulmaktadır (Hagelstein vd., 2001).

Amigdalın isimli şekerimsi bileşik hidrojen siyanürün (HCN) doğal kaynağıdır. Acı bademin çekirdeğinde de yaklaşık olarak 1 mg HCN bulunmaktadır. Binlerce bitki türü ve

diğer canlı hayat şekillerince siyanür bileşikleri üretilmektedir. Bazı bitkilerde tehlikeli olarak sayılabilecek derişimlerde siyanür bulunmaktadır. Siyanürün doğal olarak bulunan bu şekillerine ilaveten, oto egzoz gazı, sigara dumanı ilaveten yollara dökülen tuz ile sofraya tuzu gibi her gün karşılaşılan yapay kaynaklarda da siyanür bileşikleri yer almaktadır (Hagelstein vd., 2001).

CIP atıkları 6 m²'lik karbon eleğine gönderilir. Karbon elek altı kimyasal bozundurma için tanklara gönderilir. Toplamda 2 saatlik işleme süresi olan 2 tank içinde siyanür bozundurma, ağır metal ve diğer elementlerin yasal sınırların altına indirilmesi işlemleri gerçekleştirilir.

Siyanür bozundurma devresinin hedefi liç prosesinden sonra çamurda kalan siyanürü elimine etmektir. Bir oksitleme reaksiyonu vasıtasıyla siyanürü daha az zehirli bir bileşik olan siyanata dönüştürme prensibi ile çalışır. Oksitleme reaksiyonu, siyanürün bir bakır katalizörün mevcudiyetinde kükürt dioksit (SO₂) ve hava ile reaksiyona girmesi sonucunda gerçekleşir. Sodyum metabisülfid bir SO₂ kaynağı olarak ve bakır sülfat katalizör olarak kullanılır. Bunların her ikisi de, bir komple reaksiyon temin etmek ve atıklarda yüksek siyanür içeriği ile ortamdaki uzaklaşmayı minimum düzeye indirmek için tanklara sistemin durumuna göre belirli dozajlarda eklenir. Bu sistemin adı INCO SO₂/Hava prosesidir.

Siyanür, bir sulu çözeltide kükürtlü asit (H₂SO₃) üreten sodyum metabisülfid kullanılarak bozundurulur. Bozundurma sürecinde pH değerinin kontrol altında tutulabilmesi için sisteme kireç ilavesi yapılır. Bu sayede pH değerinin 8,5-9 arasında olması sağlanır. Eğer pH 9,0'dan daha fazla bir değere artarsa kimyasal reaksiyon yavaşlar ve prosesin performansını olumsuz etkiler. Katalizör olarak da bakır sülfat kullanılır. Katalizör kullanılmasının nedeni; kendisinin değişmeyerek, kimyasal tepkime sağlaması veya tepkime hızını değiştirmek amaçlı kullanılmaktadır. Bozundurma sonucu kuru atık depolama alanına gönderilen malzeme içerisinde bulunan CN oranı 0,01'e kadar izin verilmektedir. Tablo 5'te içme suyu standartları verilmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).

Tablo 5

İçme suyu standartları (Mitto Danışmanlık, 2017)

Parametre	Birim	Türk Standartı	AB Standartı	Çalışma Standartı
Siyanür (CN)	mg/l	0,05	0,01	0,01

INCO SO₂/Hava prosesi

Siyanürün artırılması için kullanılan kimyasal oksitlenme prosesleri, SO₂/Hava (Kanada INCO) ile H₂O₂ (hidrojen peroksit) (Degussa tarafından geliştirilmiş) türünden prosesleri içermektedir. SO₂/Hava prosesinde serbest ve WAD (zayıf asitte çözünebilir) siyanür oksitlenmekte, demir siyanür ise çözünmeyen katı halde çökelmektedir. Çözeltilere veya çamurlara uygulanan, yüksek reaksiyon hızına sahip olan bir prosesdir. Prosesi uygulayabilmek için lisans alma mecburiyeti bulunur. Hidrojen peroksit kuvvetli oksitleyici olarak serbest ve WAD siyanürü amonyak ve karbonata oksitler. Demir siyanür peroksitle oksitlenmez ancak suda çözünmeyen duraylı katı olarak çökler (Hagelstein vd., 2001).

3.5.6. ADR Ünitesi

CIP ünitesinden transfer edilen karbon, önce asit yıkama ünitesi ve ardından sıyırma devresinde altın ve gümüş, sodyum siyanür ve kostik içeren sıcak çözelti yardımıyla adsorbe edilmektedir.

3.5.7. Atık Filtreleme Ünitesi

Detox ünitesi ürünü filtre besleme tankına ardından filtre ünitesi'nde bulunan 3 filtreye beslenerek çamur susuzlaştırılır. Maden atıkları için hedeflenen nem oranı ortalaması % 20 olarak belirlenmiştir. Şekil 24'te tesis akım şeması sunulmuştur. Şekil 25, 26 ve 27'de zenginleştirme tesis görüntüleri sunulmuştur (Tümad, 2022).



Şekil 25. Zenginleştirme tesisi genel görünümü (Google Earth, 2021)



Şekil 26. Zenginleştirme tesisi genel görünümü (Youtube, 2023)



Şekil 27. Zenginleştirme tesisi genel görünümü (Youtube, 2023)

3.6. Kuru Atık Depolama Tesisi

3.6.1. Konumu

TÜMAD tarafından işletilen maden ocağında zenginleştirme işlemleri sonucu oluşan atıklarının depolanması amacıyla kuru atık depolama (KAD) tesisi inşa edilmiştir (Şekil 28). KAD alanı; Çanakkale il merkezine kuş uçuşu 35 km, Lapseki ilçe merkezine kuş uçuşu 8,7 km uzaklıktadır.

Kuru atık depolama alanı 25,40 ha bir alana sahiptir. Zenginleştirme tesis kapasitesi ve atık miktarı 810.000 ton/yıl, atık yoğunluğu ise 1,7 ton/m³'tür. 5 etap olarak projelendirilen KAD alanı, revize edilerek; atık depolama tesisi rezervuar kazısı olarak 2 etap, gövde dolgusu olarak 2 etap, atık depolama işlemi için ise 3 etaba bölünmüştür. Sahanın kullanım ömrü 10 yıl olarak ön görülmüştür. İnşaat aşamasında yerinde deneyler (arazi deneyleri) yapılarak mevcut gövde duraylılığının her aşamada izlenmesi sağlanmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

KAD alanının kurulacağı yerin seçiminde öncelikle sahanın jeolojik, topoğrafik ve hidrojeolojik özellikleri, atığın depolanacağı yerin jeomekanik özellikleri dikkate alınmıştır. KAD alanı yer seçimi yapılırken incelenmesi gereken konuların başında olan, yerleşim yerlerine olan uzaklık için, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik (ADDDY)

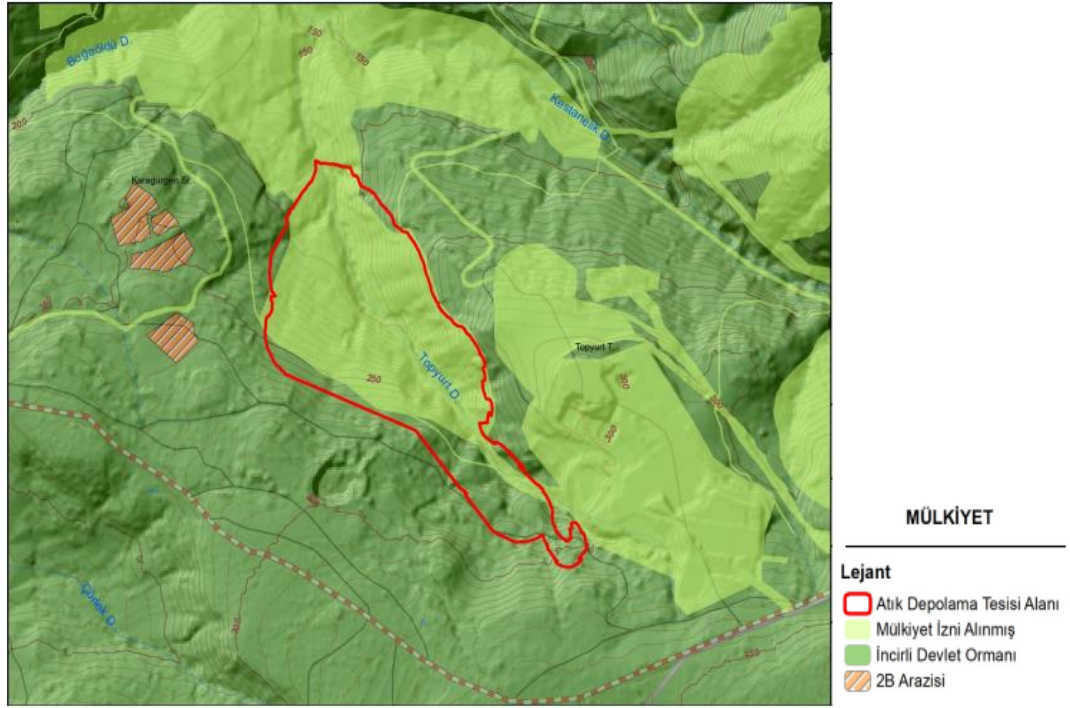
Madde 15 göz önünde bulundurulmuştur. KAD alanı olarak tasarlanan alana en yakın yerleşim yeri Şahinli Köyü olup, 2,1 km mesafede yer almaktadır. KAD alanı tasarımında koruma alanları da dikkate alınmıştır.



Şekil 28. Kuru atık depolama alanı genel görünümü (Youtube, 2023)

3.6.2. Mülkiyet Durumu

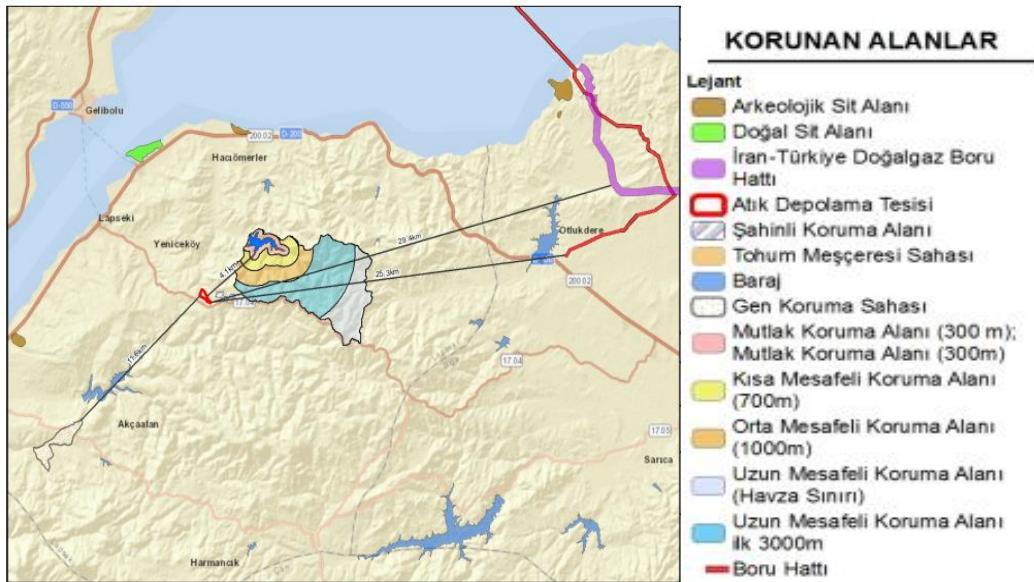
KAD alanı ormanlık alanlardan oluşmaktadır. KAD alanının mülkiyet durumu Şekil 29'da gösterilmiştir. KAD alanı 3 etaptan oluşmaktadır. 1. ve 2. etap için orman izni alınmıştır. 3. etap için ise çalışmalara başlanmadan önce 6831 sayılı Orman Kanunu gereğince Çanakkale Orman Bölge Müdürlüğü'ne başvurulacak ve Orman Genel Müdürlüğü'nden orman izni alınacaktır.



Şekil 29. Kadastro haritası (Mitto Danışmanlık, 2017)

3.6.3. Koruma Alanlara Göre Konumu

Çalışma sahası çevresinde yer alan korunan alanların konumu Şekil 30'da gösterilmiştir. KAD alanı içerisinde korunan alan bulunmamakta olup en yakın korunan alan, 4,1 km mesafedeki Bayramiç barajı uzun mesafeli koruma alanıdır.



Şekil 30. Korunan alanlar haritası (Mitto Danışmanlık, 2017)

3.7. Atık İle İlgili Teknik Bilgiler

3.7.1 Depolanan Atık Miktarı

Kuru atık, öğütülmüş cevherden kimyasallar yardımıyla altın-gümüşün alınmasının ardından geriye kalan ekonomik değeri olmayan çamurun susuzlaştırma sonrası halidir. Lapseki çalışma alanında oluşacak yıllık kuru atık miktarı, tesise beslenen tüvenan cevherle hemen hemen aynı ölçüdedir. Atığın zenginleştirme tesisinden nakil işlemi kamyonlar vasıtasıyla yapılmakta olup tekerlek yıkama ünitesi yardımı ile kuru atığın tesis dışına çıkışı engellenmektedir.

3.7.2. KAD Alanı Gövde Özellikleri

Baraj gövde sınıflandırması, gövdede kullanılan malzemenin cinsine ve yararlanma şekline göre yapılmaktadır. Barajların gövde tipleri; Dolgu, Beton ve Karma Tipte olmak üzere 3 tip olup aşağıdaki şekildedir (Mitto Danışmanlık, 2017).

I-Dolgu Barajlar

- a) Homojen gövdeli barajlar
- b) Zonlu barajlar - Toprak dolgu - Kaya dolgu - Karışık zonlu dolgu
- c) Memba şevi geçirimsiz kaplamalı kaya dolgu barajlar;
 - Asfalt memba kaplamalı
 - Beton memba kaplamalı
 - Metal, vs. memba kaplamalı

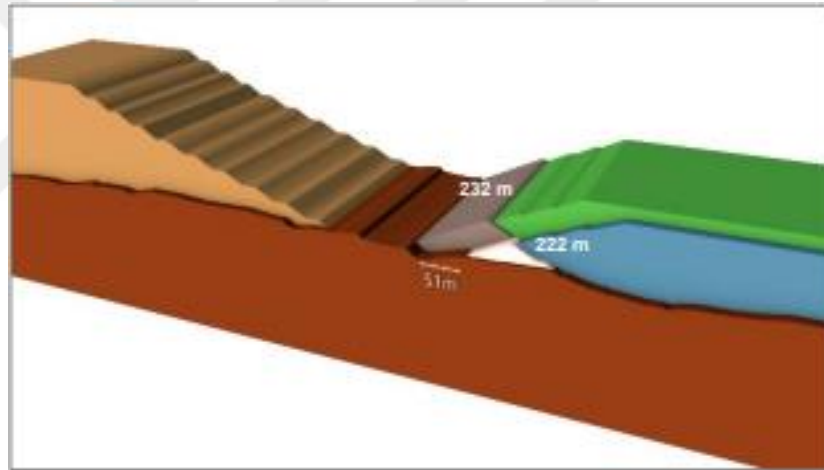
II- Beton Barajlar

III- Karma Tipte Barajlar

Gövde tasarımında daha çok dolgulu ve beton zemin ağırlıklı gövde kombinasyonları kullanılmaktadır (Mitto Danışmanlık, 2017).

Gövde Dolgu Tipi

Gövde tasarım parametreleri belirlenirken ihtiyaç duyulan rezervuar hacmi, dolgu malzemesinin özellikleri ve yapıların kullanım amaçları göz önünde bulundurulmuştur. Söz konusu KAD gövdesi çalışma alanında yapılan rezervuar kazısı neticesinde ortaya çıkan bölge hakim birimler aglomera ve andezitlerden oluşmaktadır. Ancak yapılacak gövde dolgusu karma olarak nitelendirilebilir olup toprak dolgulu karma tip baraj olarak adlandırılmaktadır. Şekil 31'de gövde etapları genelleştirilmiş 3B modeli gösterilmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).



Şekil 31. Gövde etapları genelleştirilmiş 3B model (Mitto Danışmanlık, 2017)

Hava Payı

Depolanacak atık % 80 kuru % 20 sıvı içermekte ve atık içerisindeki sıvının maksimum % 25'i konsolide olmaktadır. Bu oran ise toplam atık hacminin % 5'ine denk gelmektedir. Atık hacminin % 5'i oranında su gelimine ek olarak yağışlara bağlı yüzey akışları atık barajı rezervuarının toplam su hacmini oluşturmaktadır. Atık barajı dahilinde toplanan ve konsolide olan sıvının tamamı üst drenaj sistemi ile çöktürme/sediman havuzlarına taşınmaktadır. Bundan dolayı bu duruma bağlı herhangi bir hava payı hesaplamasına ihtiyaç duyulmamıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

Kamber Payı

Oturma payları ve deplasmanlar sebebiyle gövdede meydana gelecek değişimleri tolere etmek amacıyla kamber düzenlemesi yapılmıştır. Kullanılan kret kotunun, inşaatlar sırasında belli oranda üzerine çıkılması ile (kamber payı), inşaat sonrasında da devam eden oturmaları ve meydana gelecek sismik etkileri karşılamayı sağlamaktadır. Kamber payı, statik ve dinamik stabilite analizleri ile elde edilen kalıcı düşey deplasman değerlerine göre, inşaat esnası ve sonrası göz önünde bulundurularak belirlenmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.7.3. Kazı Dolgu İşlemleri

KAD'ın kurulması planlanan alanda nebati toprak sıyırma kazısı ve rezervuar kazıları işlemleri yapılmıştır. Elde edilen rezervuar kazı malzemesi ve pasa malzemesi ile dolgu işlemi yapılmıştır. Gövde dolgusu sırasında sürekli olarak kalite kontrol ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, sıkıştırma işleminden sonra ki 24 saat içinde yapılmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.7.4. KAD Alanı Doğal Yapı Gereçleri

Atık depolama tesisinde yaklaşık 61 m uzunluğunda ve 10 m genişliğinde taban alanına geçirimsizlik sistemi oluşturulmuştur. Oluşturulan geçirimsizlik sistemi için gerekli olan kil malzeme Kale Maden firmasına ait işletme sahasından temin edilmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.7.5. Gözlem Kuyuları

Çalışma alanının genelindeki YAS seviyesinin tespiti, YAS akım yönü, hidrojeolojik parametrelerin belirlenmesi ve YAS kalitesinin izlenmesi amacı ile gözlem kuyuları açılmıştır. Ruhsat sahası içerisinde toplamda 15 adet kalıcı gözlem kuyusu bulunmaktadır. Bu gözlem kuyuların 3 adeti KAD alanı çevresinde bulunmaktadır. KAD alanını temsilen 1 memba ve 2 mansap tarafına konumlandırılarak izleme çalışmaları ve su kaliteleri dönemsel olarak izlenmektedir (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.8. Atık Depolama İlkeleri

3.8.1. Yağış ve Buharlaşma Verilerinin Değerlendirilmesi

Yağış ve buharlaşma verilerinin değerlendirilmesi amacıyla Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Lapseki Meteoroloji İstasyonu'ndan sağlanan 1985- 1998 yılları arasındaki meteoroloji verileri kullanılmıştır. İlgili meteoroloji gözlem istasyonu çalışma alanının 6,5 km kuzeybatısında yer almaktadır. Bölgeye düşen toplam 538,70 mm yağışın Thornthwaite yöntemi ile hesaplanan % 61,5'i buharlaşma-terleme yolu ile atmosfere geri döndüğü, kalan % 38,5'lik kısmın ise efektif yağışı oluşturduğu görülmektedir (Mitto Danışmanlık, 2017).

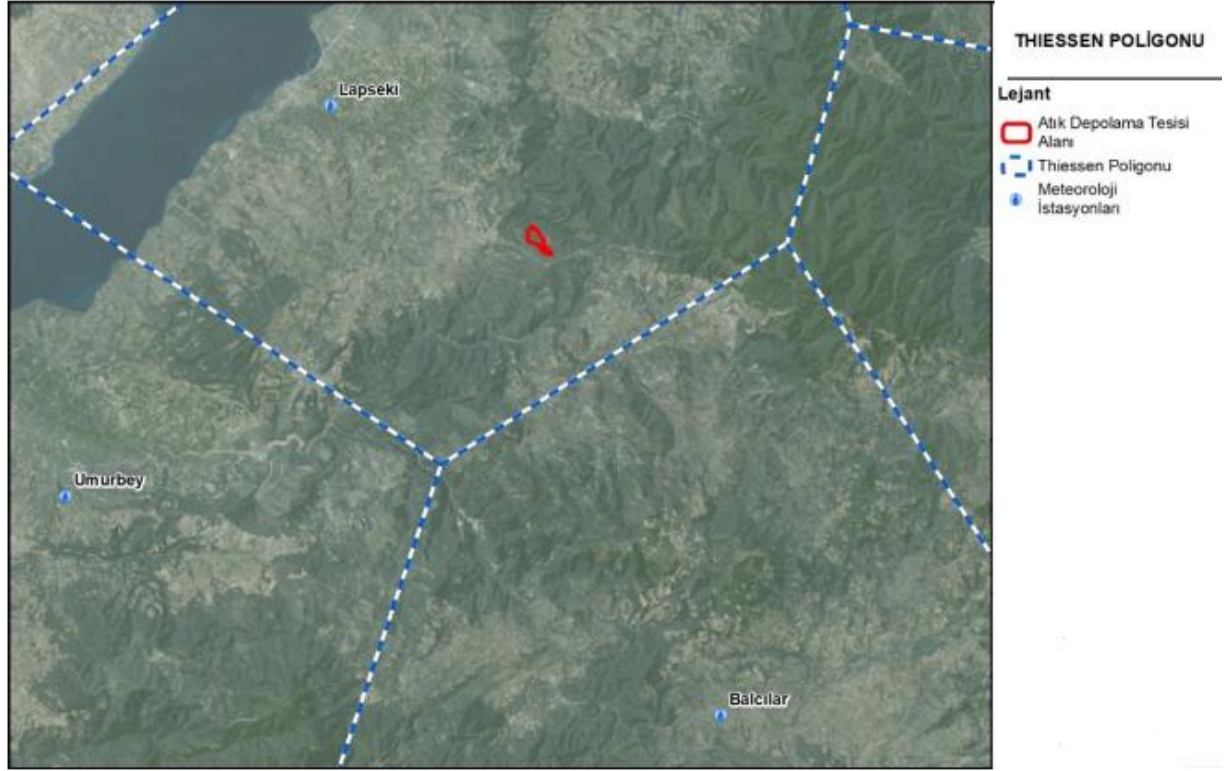
KAD alanı içerisinde şlamdan süzülen sular ve atığa temas eden yağmur suyu gövde önünden sürekli olarak çöktürme havuzuna tahliye edilecektir. Burada biriken su ise tesise gönderilerek proseste kullanılacaktır (Mitto Danışmanlık, 2017).

KAD'ın su toplama alanı yaklaşık 0,18 km² 'dir. KAD alanı içerisine gelen suyun tahliye edilmesi amacıyla KAD alanının önüne 22 x 20 x 3 m ebatlarında bir havuz tasarlanmıştır. KAD alanı içerisine gelen sular bu havuza gönderilmektedir. KAD alanına ve tasarlanan bu havuz alanına ortalama yıllık yağış miktarı 96.966 m³ / yıl'dır. Yıllık depolanacak atık miktarı 810.000 ton'dur. Havuza iletilecek su miktarı, yıllık depolanacak atık hacminin % 5'lik (40.500 m³ /yıl) kısmıdır. KAD alanından buharlaşma olmadığı varsayılmış ve havuz buharlaşması ise 298 m³ /yıl olarak belirlenmiştir. Buna göre tesise proseste tekrar kullanılması amacıyla 137.405 m³ /yıl ortalama 4,41 lt/sn debisiyle su gönderilmesi sonucunda havuzda herhangi bir su birikmesi olmayacağı hesaplanmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.8.2. Çalışma Alanının Meteorolojik Özellikleri

Çanakkale-Lapseki yerleşim alanı sınırları içerisinde yer alan inceleme alanı, Marmara Bölgesi'nin ana iklim kuşağında bulunup yazları serin, kışları ılık ve yağmurlu geçer. Çalışma alanı civarındaki meteoroloji gözlem istasyonlarından Thiessen poligonu oluşturulmuştur. Thiessen poligonu, Lapseki meteoroloji gözlem istasyonu verilerinin

Çalışma alanını temsil etmektedir (Mitto Danışmanlık, 2017). Şekil 32’de çalışma alanının Thiessen poligonu haritası gösterilmiştir.



Şekil 32. Thiessen poligonu haritası (Mitto Danışmanlık, 2017)

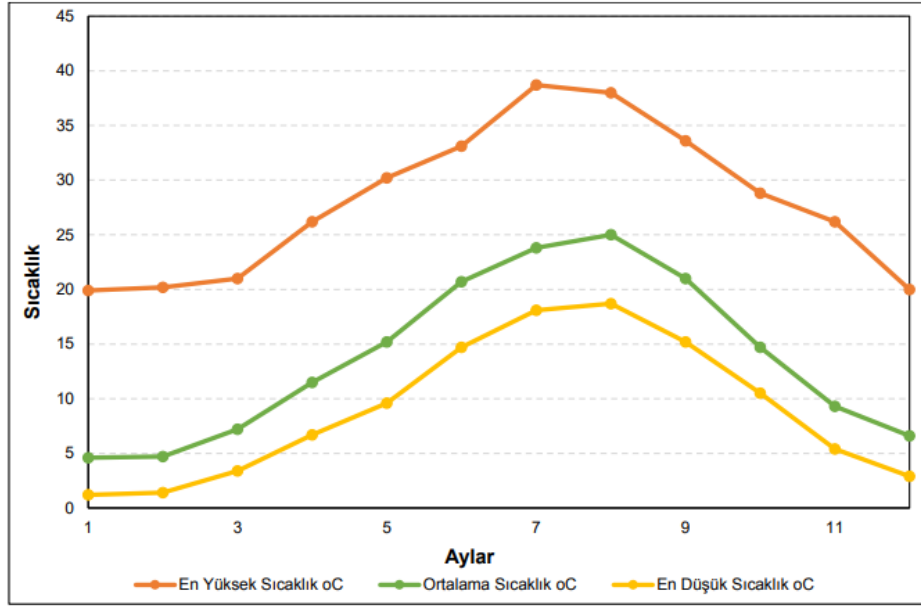
Sıcaklık

Lapseki Meteoroloji İstasyonu 1985-1998 yılları verilerine göre Çanakkale ilinde yıllık ortalama sıcaklığı 13,7 °C, maksimum sıcaklığı 38,7 °C ile Temmuz ayı ve minimum sıcaklığı 1,2 °C ile Ocak ayında llmüştür (Mitto Danışmanlık, 2017). Bölgenin sıcaklık değerleri Tablo 6 ve Şekil 33’te verilmiştir.

Tablo 6

Lapseki meteoroloji istasyonu sıcaklık değerleri (1985-1998) (Mitto Danışmanlık, 2017)

Parametre	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK
En Yüksek Sıcaklık °C	19,9	20,2	21	26,2	30,2	33,1	38,7	38	33,6	28,8	26,2	20	38,7
En Düşük Sıcaklık °C	1,2	1,4	3,4	6,7	9,6	14,7	18,1	18,7	15,2	10,5	5,4	2,9	1,2
Ortalama Sıcaklık °C	4,6	4,7	7,2	11,5	15,2	20,7	23,8	25	21	14,7	9,3	6,6	13,7



Şekil 33. Yıllık sıcaklık değerleri (Mitto Danışmanlık, 2017)

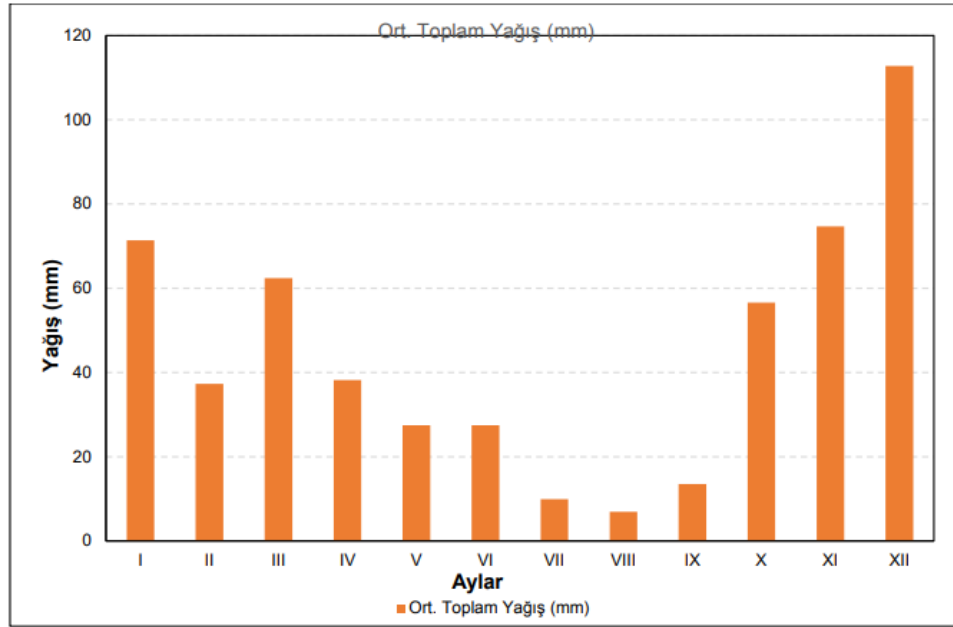
Yağış

Lapseki Meteoroloji İstasyonu 1985-1998 yılları verilerine göre Çanakkale ilinde yıllık ortalama toplam yağış miktarı 580,8 mm' dir. Belirlenmiş en yüksek yağış miktarı 130 mm ile Kasım ayında meydana gelmiştir. Bölgenin yağış değerleri Tablo 7 ve Şekil 34'te verilmiştir.

Tablo 7

Lapseki meteoroloji istasyonu yağış değerleri (1985-1998) (Mitto Danışmanlık, 2017)

Parametre	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YIL LIK
Ort. Toplam Yağış (mm)	71,4	37,3	62,4	38,2	27,5	27,5	9,9	6,9	13,5	56,6	74,7	112,8	538,7
Maksimum Yağış Miktarı (mm)	72,3	60,5	72,8	47,3	45	53	23,8	17,3	47,3	43,5	48,9	83,5	83,5



Şekil 34. Yağış değerleri (Mitto Danışmanlık, 2017)

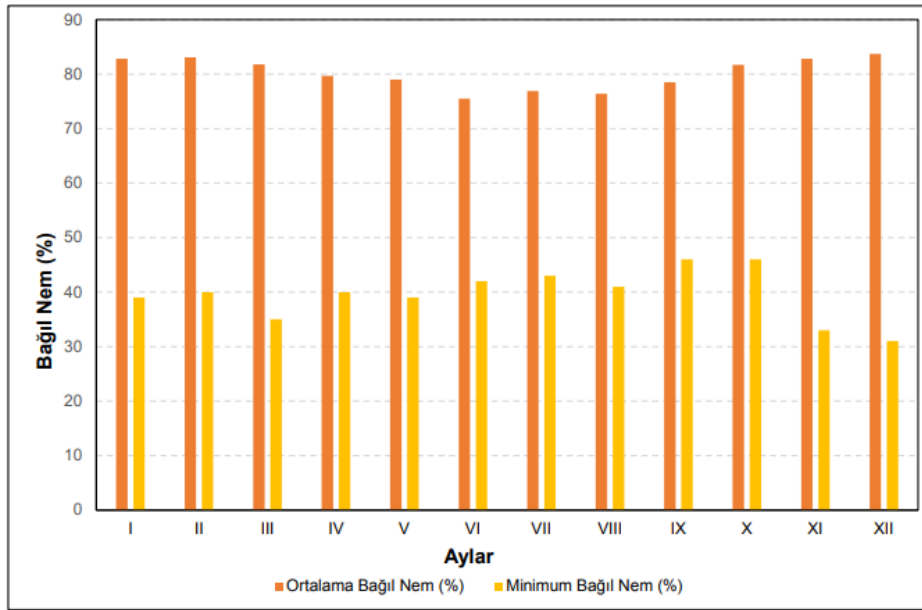
Bağıl Nem

Lapseki Meteoroloji İstasyonu 1985-1998 yılları verilerine göre Çanakkale ilinde yıllık ortalama bağıl nem % 68,7'dir. En düşük bağıl nem % 6 ile Temmuz ayında gözlenmektedir. Bölgeye ait ortalama bağıl nem ve minimum bağıl nem değerleri yıl içerisindeki aylara göre, ortalama ve minimum aylık bağıl nem bilgileri Tablo 8 ve Şekil 35'de verilmiştir.

Tablo 8

Lapseki meteoroloji istasyonu ortalama ve minimum bağıl nem değerleri (1985-1998) (Mitto Danışmanlık, 2017)

Parametre	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ortalama Bağıl Nem (%)	82,8	83,1	81,8	79,7	79	75,5	76,9	76,4	78,5	81,7	82,8	83,7
Minimum Bağıl Nem (%)	39	40	35	40	39	42	43	41	46	46	33	31



Şekil 35. Ortalama ve minimum aylık bağıl nem değerleri (Mitto Danışmanlık, 2017)

3.8.3. Jeoteknik Sondajlar

Jeolojik-jeoteknik çalışmalar kapsamında, KAD alanındaki temel kaya ve zeminin jeolojik yapısının, litostratigrafisinin, jeoteknik, jeomekanik özelliklerinin, stabilitesinin, geçirimsizliğinin ve yer altı suyu durumunun belirlenmesi amacıyla KAD alanında önceki yıllarda açılan 4 adet toplam 220 m derinlikte temel araştırma sondaj kuyuları incelenmiştir. Sondajlar ASTM, BS ve TSE standartlarına uygun olarak açılmış ve açılan sondaj kuyularında karotlu ilerleme yapılmıştır. Yapılan sondajlarda, 2-3 m'lik örtü biriminin (ayrışmış andezit ve volkanik lavlar) altında 6-8 m piroklastik ve bol gaz boşluklu birimler

bulunmaktadır. Bu birimlerin dayanım ve mühendislik jeolojisi özelliklerini test etmek için alanda jeoteknik sondajlar yapılmıştır. Yapılan tüm jeoteknik amaçlı kuyularda ortalama 3 birim geçilmiştir. Bu birimler sırası ile yüzeyden itibaren 2-3 m kalınlığında ayrılmış andezit ve yer yer bazalt içeren volkanik lav katkılı bozulmuş örtü birimleri ile başlamaktadır. Bu birimlerden itibaren piroklastik ve bol gaz boşluklu ve kalınlığı 6-8 m olan birimler devam etmektedir. Bu birimlerden sonra, volkanoklastik olarak adlandırılan aglomeralar devam etmektedir. Yapılan tüm sondajlardan karot numuneleri alınmak sureti ile bölgenin temel özellikleri mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmiştir. (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.8.4. Sıvılaşma

Sıvılaşma olayı, suya doygun ince taneli kumlar, siltli ve benzeri katmanların deprem dalgalarından etkilenmesi neticesinde boşluk suyunun basıncının artması ile efektif yatay gerilmelerin sıfır olma ihtimali durumunda, var olan taşıma kapasitesinin tümünü kaybedilmesi ile sıvıya benzer davranış gösterme durumunu ifade etmektedir. Drenaj koşulların bulunmadığı ortamlarda, boşluk suyu basınç değerinin deprem dalgaları sebebiyle artması ve toplam basınca eşit olması veya toplam basıncı aşması durumunda sıvılaşma meydana gelir. Sıvılaşmanın gelişmesi için uygun zemin türleri, jeolojik anlamda genç ve gevşek olan çökeller, açısından aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Mitto Danışmanlık, 2017).

- Temiz kumlar ve siltli kumlar özellikle güncel ve gevşek kumlar,
- Halosen'e (10000 yıl) ait delta, akarsu taşkın düzlüğü, alüvyal düzlük ve plaj ortamlarına özgü toprak zeminler,

- Gevşek dolgular ve maden atık barajlarında biriktirilen ince taneli malzemeler

Çalışma sahası Şahinli Formasyonu'na ait volkanoklastik ve andezit kayaları üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle, yukarıdaki bilgiler kapsamında çalışma alanında sıvılaşma beklenmemektedir. Her ne kadar güvenlik katsayı değerleri standart değerlere uygun olarak çıkmış ve herhangi bir oturma, sıvılaşma ve kayma beklenmese de olası kaymaların takibi için gövde boyunca birden fazla noktada 15 cm çapında 1,5 m

uzunluğunda nirengi şebekesi oluşturularak ölçümler alınmıştır. Oluşturulan nirengi betonları duraylılık analizlerine bağlı elde edilen en riskli kesit hattı düzleminde yapılmıştır ve ölçümler hem yatay hem de düşey yönlüdür. İzleme çalışmaları neticesinde elde edilen değerler ile zaman kayma diyagramları oluşturularak olası heyelan hızları tespit edilmiştir hesaplanmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.8.5. Depremsellik

Çalışma alanının yer aldığı Biga Yarımadası, batısında Ege Denizi, kuzeybatısında Çanakkale, kuzeyinde Marmara Denizi, güneybatısında Edremit Körfezi ve doğu-güneydoğusunda Havran Manyas'tan geçen bir hat ile sınırlı bir aktif deformasyon alanıdır. Bölgede tespit edilen depremler bu tektonik rejim sebebiyle meydana gelmektedir. Neotektonik dönemi faylar genellikle KD-GB, KB-GD ve D-B yönünde uzanımlıdır. KD-GB uzanımında olan aktif faylar sol yönlü doğrultu atımlı, KB-GD uzanımlı olanlar ise sağ yönlü doğrultu atımlıdır. D-B uzanımında olan yapılar ise genelde kıvrım ve bindirmelere karşılık gelmektedir (Şaroğlu 1985, Şaroğlu ve Güner, 1981). Çalışma sahası civarında 2 adet alansal ve 1 adet çizgisel kaynak bulunmaktadır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.8.6. KAD Alanında Bulunan Temel Kaya Birimleri

Volkanoklastik

Volkanoklastik birimi, ince bir (yaklaşık 10 cm) nebati toprak tabakasından sonra KAD alanında temeli teşkil etmektedir. Açık kahve, sarımsı kahve, gri renklidir. Az-orta ayrışmış, orta dayanımlı, yer yer breşik yapılıdır. Orta-sık çatlaklı yer yer çok sık çatlaklıdır. KAD alanında bulunan volkanoklastik-tüf birimlerinin breşik ve bozunmaya açık bir malzeme olmasına rağmen yüksek derecede karot yüzdesi verir ve karot kaybı olmaz. Volkanoklastik-tüf birimlerinde aşınmalar ve bozunmalar az olmaktadır. Volkanoklastik malzeme düşük dayanımlıdır, orta-çok ayrışmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

Andezit

KAD alanında ana kaya niteliğinde olan andezit birimi genel olarak, sarımsı kahve, koyu gri, açık yeşil ve alacalı renklidir. Çatlakları kalsit dolgulu, yer yer oksitli ve serpantinleşme mevcuttur. Tüf ardalanmaları içeren birim dayanımlı-orta dayanımlı, taze-az ayrıışmıştır. Orta-sık çatlaklı bu birime ait süreksizlikler; açık, mat, pürüzlü, kil dolgulu, FeO-MnO boyalıdır. Birim içerisinde yer yer breşik dokulu seviyeler bulunmaktadır. Andezit birimi orta-çok dayanımlı, yer yer dayanımlı, orta dayanımlı, az-orta derecede ayrıışmıştır (Mitto Danışmanlık, 2017).

3.9. Atık Barajı Yasal İzin Süreci

Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporu almak ile yükümlü sektörlerden birisi de madencilik sektörüdür. Özellikle atık barajlarının yapım öncesinde olumlu ÇED Raporu alınması gerekir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED): Gerçekleştirilecek olan projelerin çevreye verebileceği olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirgenmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesinde, projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmalar bütünüdür (MBS, 2022).

ÇED Gereklidir Kararı: Çevresel etkileri ön inceleme ve değerlendirmeye tabi projelerin, incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda çevresel etki değerlendirme raporu hazırlanmasının gerektiğini belirten Bakanlık kararıdır (MBS, 2022).

ÇED Gerekli Değildir Kararı: Çevresel etkileri ön inceleme ve değerlendirmeye tabi projelerin, çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin, alınacak önlemler sonucunda ilgili mer'î mevzuat ve bilimsel esaslara göre kabul edilebilir düzeyde olduğunun belirlenmesi üzerine, projenin gerçekleşmesinde çevre açısından sakınca görülmediğini belirten Bakanlık kararıdır (MBS, 2022).

ÇED Olumlu Kararı: Çevresel etkileri ön inceleme ve değerlendirmeye tabi projelerin, çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerinin, alınacak önlemler sonucunda ilgili mer'î mevzuat ve bilimsel esaslara göre kabul edilebilir düzeyde olduğunun belirlenmesi üzerine, projenin gerçekleşmesinde çevre açısından sakınca görülmediğini belirten Bakanlık kararıdır (MBS, 2022).

ÇED Olumsuz Kararı: Çevresel etki değerlendirmesi raporu hakkında Komisyonca yapılan değerlendirmeler dikkate alınarak, projenin çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkileri nedeniyle gerçekleştirilmesinde çevre açısından sakınca görüldüğünü belirten Bakanlık kararıdır (MBS, 2022).

ÇED Raporu: Bakanlıkça "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen bir proje için belirlenen özel formata göre hazırlanacak rapordur (MBS, 2022).

Etki Alanı: Gerçekleştirilmesi planlanan bir projenin işletme öncesi, işletme döneminde ve işletme sonrasında etkilediği alandır (MBS, 2022).

ÇED Raporu'nun Amacı: ÇED'in amacı; ekonomik ve sosyal gelişmeye engel olmaksızın, çevre değerlerini ekonomik politikalar karşısında korumak, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerin önceden tespit edilip, gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktır.

ÇED Raporunun faydaları;

- Tasarım aşamasında ortaya çıkabilecek olumsuz durumları önceden görerek, etkisiz hale getirmesi için gerekli tedbirleri ortaya koyması, olumsuz etkilerin minimize edilmesini sağlaması,
- Proje sahibi için maliyet azaltıcı seçenekler sunması,
- Karar verme sürecine yönelik daha güvenilir, bütünsel ve işbirlikçi bir yaklaşım, demokrasiye katkı sağlamaktır (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

3.10. Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi, tehlikeler sonucunda risklerin boyutunu öngörmek ve risklerin kabul edilebilir bir seviyeye indirgenebilmesi için yapılacak çalışmalar bütünüdür (Andaç, 2007).

Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları ifade eder (Andaç, 2007).

3.10.1. Risk Haritası

Bu yöntem, harita oluşturulması için makro ve mikro ayırma sistemi kullanılarak yapılmaktadır. Bunun gerekçesi bütün işyerlerinde farklı seviyede tehlikeler bulunuyor olmasıdır. Tehlikeli kısımlar tehlike seviyelerine göre gruplandırılır. Zaman ve maddi kayıpların önüne geçmesi yöntemin avantajıdır (Yüksel, 2014).

3.10.2. Ön Tehlike Analizi (PHA)

Çalışma faaliyetleri esnasında detaya inilmeden uygulanabilen, kısa ve kolay bir risk analizi metodudur. Riskli durumlar önceden saptanır. Şekil 36'da tehlike analiz matrisi verilmiştir. Ön tehlike analizleri aşağıdaki durumlarda yenilenir. (Raifoğlu, 2011).

- Ekipmanların değişmesinde,
- Bakım ve organizasyonlarda prosedürlerin değişmesinde,
- İstenmeyen olayların gerçekteşmesinde,
- Çevresel faktörlerde meydana gelen değişikliklerde,
- Uygulama yöntemlerinde değişiklik yapılmasında (Özkılıç, 2007).

		Düşük Olasılık			Yüksek Olasılık		
		Olasılık					
		F İmkansız	E Mümkün Değil	D Olası değil	C Olası	B Muhtemel	A Kuvvetle Muhtemel
Yüksek Şiddet	I Katastrofik						Yüksek
	II Kritik					Ciddi	
Düşük Şiddet	III Marjinal			Orta			
	IV İhmal Edilebilir		Düşük				

Şekil 36. Tehlike analiz matrisi (Raifoğlu, 2011)

3.10.3. İş Güvenlik Analizi (İEA) / Job Safety Analysis (JSA)

Kişilerce ya da ekiplerce işin görev tanımına göre anlık olarak yürütülür. Yapılan işin anlık tehlikeleri incelemektedir. Bu analiz metodu 4 ayrı basamaktan oluşur.

- İlk basamak olarak görev-alt görev tanımları numaralandırılarak detaylı irdelenir. Görev tanımlarını engelleyici faktörler belirlemektedir.
- İkinci basamakta alt görev tanımları detaylı olarak irdelenir. Bu durum alt görev tanımını olumsuz etkileyebilecek durumları ortaya çıkarır. Farklı soruların sorulması tehlikelerin belirlenmesinde etkili olur.
- Tehlikelerin belirlenmesinin ardından şiddet seviyesine göre, tehlikelerden etkilenecek veya etkilenebilecek çalışanların sayısı ve olasılıkları değerlendirilir.
- Son basamakta ise, risklerin önlenmesi için tavsiyeler sunulur (Alataş, 2007).

3.10.4. Olursa Ne Olur Analizi

Prosedürlerin araştırılıp incelenmesinde yararlı bir metottur. Tehlikelerin bulmasında oranı artırır. Tehlikelerin tüm noktasında kullanır. “Olursa Ne Olur?” sorusuna cevap vermeyi amaçlar. Yetkili kişilerce bütün durumlar belirlenmektedir. Önceden oluşturulmuş soru kalıplarına cevaplar aranır. Ekip çalışmalarıyla daha sağlam sonuçlar alınır (Yüksel, 2014).

3.10.5. Tehlike ve İşletilebilme Çalışma Metodu (HAZOP)

Kimya sektöründe, proses dizaynı ve proses yürütümü esnasında kullanılan bir metottur. Ekipler tarafınca kaza merkezleri belirlenir. Daha sonra analizlerin yapılmasıyla tehlikeleri bertaraf edilir. Uygulama sorular üzerinden ilerler (Dirik, 2016). Tehlikeli durumlar istenilen durumlar ile kıyaslama yaparak sonuca ulaşır. Kıyaslama yaparken, "Fazla ", "Az", "Hiç" gibi kelimeler kullanılır (Özkılıç, 2005).

3.10.6. Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (FMEA)

Sistemsel ve donanımsal hataların, hava araçlarının güvenliğinde, uzay çalışmalarında, otomotiv sanayinde ve kimya sektöründe kullanılan bir metottur. Kullanımı basit ve kolaydır. Biraz tecrübeli olunması yeterlidir. Parçaların ve ekipmanların incelenmesini amaçlar. Gerçekleşme olasılığı olan tüm tehlikeleri sınıflara ayırarak inceleme yapar (Acar, 2007).

3.10.7. Fine- Kinney Metodu

1971 yılında ilk defa Fine tarafından kullanılıp Kinney tarafından geliştirilmiştir. Risklerin gerçekleşme olasılığının büyüklüğüne göre yol alınır. Küçük işletmelerde uygulanmasının zor olmasından genellikle büyük işletmelerde uygulanır. Çimento, inşaat ve bunun gibi sektörlerde uygulanır (Köşek, 2016). Uygulama esnasında aşağıdaki bağıntı kullanılır.

$$R = \text{Olasılık (O)} \times \text{Şiddet (Ş)} \times \text{Frekans (F)} \quad (\text{Sade, 2017}) \quad (3.3)$$

Frekans (F): Mevcut olan tehlikeli durumlara maruz kalma sıklığı veya maruz kalma tekrarı olarak ifade edilir,

Olasılık (O): Tehlikeli olaya maruz kalındığı zaman içerisinde olan yaralanma veya hastalık olasılığı olarak ifade edilir,

Şiddet (S): Tehlikelerin insan ve çevre üzerinde meydana getirebileceği zararın ölçüsü olarak ifade edilir (Köşek, 2016).

3.10.8. Güvenlik Denetimi

İşyerlerine yapılan ziyaretler sonucunda görsel gözlemler ışığında oluşturulmuş checklistlerin sonuçlandırılması ile yapılan bir metottur. Her işletmeye kullanılabilir. Checklistler yapılacak alana göre özelleştirilirler. Checklist kullanılmasına yönelik bir yöntem olduğu için tecrübeli kişilerce uygulanır (Özkılıç, 2005).

3.10.9. Hata Ağacı Analizi (FTA)

Amerikan Hava Kuvvetleri için 1962 yılında oluşturulmuş, tepe olayı olarak ifade edilen durumun oluşması veya oluşmaması için gerekli çalışmaların yapılmasıdır. İstenmeyen olayların irdelenmesi üzerine çalışan bir uygulamadır (Güvenç, 2015).

Tümdengelim mantığı kullanılır. Tehlikeli olayları, hataları ve daha önce tespit edilmiş olayları ilişkilendirmektedir. Engelleyci ve sorunları yok eden durumları inceleyen bir uygulamadır. Hataların gidişatını, fiziksel ya da insan kaynaklı hatalara neden olabilecek durumları belirlemeyi hedefler. Bu yöntem, meydana gelebilecek kazaların sıklığını ve olasılıklarını nicel olarak belirleyebilir (Eker, 2013; Reis, 2019).

3.10.10. Olay Ağacı Analizi (ETA)

Nükleer enerji santrallerinde kullanılır. Farklı sektörlerde de kullanımı mevcuttur. Başta belirlenen olayların gerçekleşmesinden sonra oluşabilecek sonuçların ilerleyişini diyagramlar ile açıklar (Eker, 2013).

3.10.11. Neden-Sonuç Analizi (CCA)

İlk olarak Danimarka tarafından, nükleer enerji santrallerinde uygulanması amacıyla geliştirilmiştir. İlerleyen yıllarda farklı sektörlerde de uygulanmıştır (Acar, 2007). Hata ve olay ağacı analiz yöntemlerinin birleşimi ile uygulanan bir yöntemdir. Neden ve sonuç analizlerini bütün halde sunmaktadır (Eker, 2013).

3.10.12. Checklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi

Oluşabilecek tehlikeleri belirleyerek gerçekleşebilecek kaza olasılıklarını belirler. Checklistlere göre analizi yapılır (Özkılıç, 2005).

3.10.13. Birincil Risk Analizi (PRA)

Herhangi bir işletmede oluşabilecek uygunsuzlukların analizini gerçekleştirir. Oluşabilecek kazaların önüne geçmek için önlemler belirler. Riskleri minimum düzeye düşürmek için öneriler sunar (Eker, 2013).

3.10.14. Risk Değerlendirme Karar Matris Metodolojisi (L tipi, X tipi)

En yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme metodudur. ABD askeri faaliyetler için sistem güvenlik ihtiyaçlarını çözmek amacıyla oluşturulmuştur. İki ve ikiden fazla olan değişkenlerin değerlendirilmesi yapılır (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014). Yöntemin kullanılması basit ve kolaydır. Çok fazla yöntemin karması ile oluşmuş bir yöntemdir (Dirik, 2016). Tablo 9’da L tipi risk değerlendirme metodu ile KAD alanı için örnek bir risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Tablo 10 ve 11’de L tipi risk derecelendirme matrisi sunulmuştur (Dirik, 2016).

Tablo 9’da KAD alanına ait tehlikeler ve riskler belirlenerek, olasılık ve şiddet’e rakamsal değerler verilerek risk seviyesi belirlenmiştir. Tablo 10’da, Tablo 9’da verilen olasılık rakamlarının anlamları verilmektedir. Tablo 11’ de, Tablo 9’da tespit edilen risk seviyelerinin anlamları ve risklerin öncelik sıraları verilmektedir.

Tablo 9

KAD alanı için yapılan örnek risk değerlendirmesi (L tipi)

No.	Tehlike	Risk	Maruz kalan Ekipman / Ekipmanlar	Maruz kalan Kişiler/Sayı	Olasılık	Şiddet	Risk Seviyesi	Öncelik	Yasal Mevzuat	Kod	İlgili İşlem Kontrolü ya da Deklarasyonu	İşlem Kontrolleri	İşlemi Yapacak Kişi / Bölüm	Önem Sonrası Kalan Olasılık	Önem Sonrası Kalan Şiddet	Kalan Risk Seviyesi
GENEL																
RISK DEĞERLENDİRMESİ																
1	KAD alanı-Şev kayması	Kazalanma	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yön.	I, T	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Risk Değerlendirme Prosedürü	1. Yapılan stabilite analizleri sonucu elde edilen emniyet katsayı değerleri alanın şev kayması bakımından güven alanında olduğunu göstermektedir. 2. Güvenli alanda belirlenmiş olsa dahi kontroller devam edecektir. 3. Bir çok noktada nirengi şebekesi ile ölçümler yapılacaktır.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5
2	KAD alanı-Oturma	Kazalanma	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yön.	EN, I	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Risk Değerlendirme Prosedürü	1. Stak ve dinamik stabilite analizleri yapılarak kamber payı hesaplanmıştır. Bu değere göre oturma değeri tespit edilmiştir. Alınacak önlemler bu değer baz alınarak yapılacaktır. 2. Yapılan incelemeler sonucunda KAD alanı sert zeminden oluştuğu belirlenmiştir ve oturma açısından sağlam olduğu tespit edilmiştir.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5
3	Yağmur ve yüzey sularının fazlalığı sonucu taşma	Kazalanma ve çevresel sorun	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yön.	EN, I, T	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Risk Değerlendirme Prosedürü	1. Alt ve üst drenaj sistemleri oluşturulmuştur. 2. Kuşaklama kanalları inşa edilmiştir. 3. Çöktürme havuzu oluşturularak toplanmış olan su kapalı devre olarak tesise beslenmektedir.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5
4	KAD alanı içerisinde gaz sıkışması sonucu patlama oluşması	Kazalanma	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yön. İlk Yardım Yön.	EN, I, T	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Açık İşletme Acil Durum Eylem Planı	1. Oluşabilecek gaz sıkışmalarını önlemek amaçlı Atık alanı içine belirli aralıklarla gaz bacaları oluşturulmuştur.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5
5	Daprem sonrası sivilaşma	Kazalanma	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yön. İlk Yardım Yön.	EN, I, T	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Açık İşletme Acil Durum Eylem Planı	1. Yapılan deney ve testler sonucunda alan sert kayalarından oluştuğu tespit edildiği için sivilaşma oluşmayacağı tespit edilmiştir.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5
6	Kimyasal-Siyanür tehlikesi	Sağlık problemleri-Çevresel etki	Tüm Ekipmanlar	Tüm Çalışanlar Ziyaretçiler	4	5	20	ÇOK YÜKSEK (1)	İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yön. İlk Yardım Yön.	EN, I, T	İş Sağlığı ve Güvenliği İç Yönerge Açık İşletme Acil Durum Eylem Planı	1. siyanürün güvenli olarak çevreye duyarlı bir şekilde kullanımını gözetim Uluslararası Siyanür Yönetim Kodu'nun (ICMC) gereklilikleri 'sıfır hata' ile yerine getirilmektedir.	İşveren /İşveren Vekili	1	5	5

Tablo 10

L tipi risk derecelendirme matrisi (Hafizoğlu, 2006)

Risk Derecelendirme Matrisi					
Olasılığı	Zarar Verme Etki Derecesi				
	Çok Ciddi 5	Ciddi 4	Orta 3	Hafif 2	Çok Hafif 1
5	25	20	15	10	5
4	20	16	12	8	4
3	15	12	9	6	3
2	10	8	6	4	2
1	5	4	3	2	1

Tablo 11

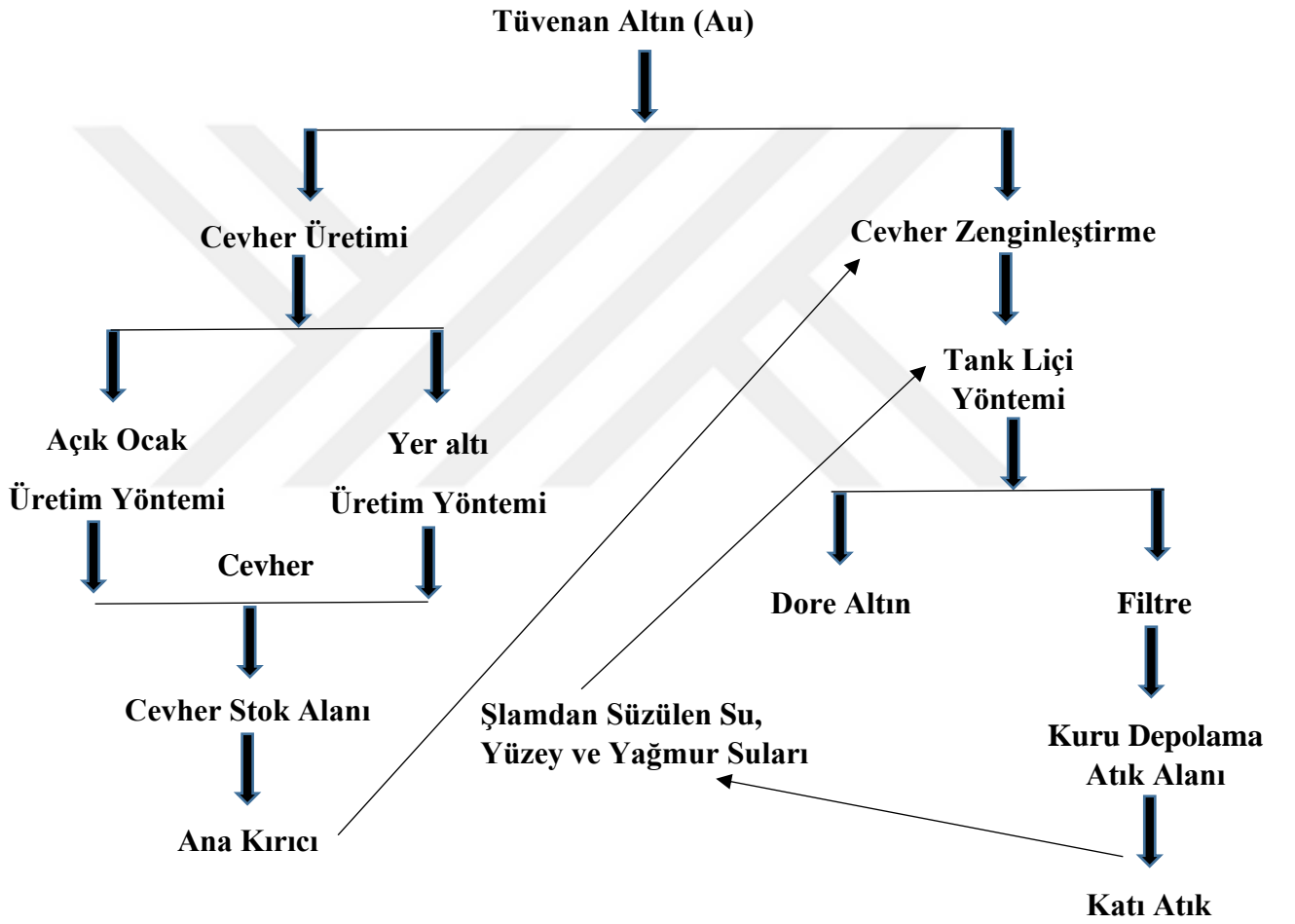
L tipi risk derecelendirme matrisi (Hafizoğlu, 2006)

Risk Skoru	Öncelik Sırası	Eylem
(25, 20, 16, 15)	1	Kabul edilemez riskler; Belirlenen risk kabul edilebilir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
(12, 10, 9, 8)	2	Önemli riskler; Bu risklere mümkün olduğu kadar çabuk müdahale yapılmalı, müdahale sonucuna göre faaliyetin devamına karar verilmelidir.
(6, 5, 4, 3, 2, 1)	3	Kabul edilebilir riskler; Belirlenen riskleri azaltmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin devamlılığı sağlanmalıdır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yüksek lisans tez çalışmasında; Tümad Madencilik'e ait Çanakale ilinin Lapseki ilçesinde bulunan altın ve gümüş madenindeki kuru atık depolama alanı incelenmiştir. Cevherin üretilmesi, zenginleştirilmesi ve oluşan atığın bertarafı konuları ele alınmıştır. Tümad Madencilikte "Dore Altın" elde edilme süreçleri Şekil 37'de gösterilmiştir.



Şekil 37. Dore altının elde edilme süreçleri

Cevher üretimin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle cevherin nerede, hangi özellikte olduğu bilgilerin elde edilebilmesi için sondaj çalışmaları yapılmaktadır. Sondaj çalışmaları sonrasında yapılan cevher modelleme programları ile fizibilite çalışmaları sonrasında maden ocağında hangi tür üretim yapılacağı belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda 2017-

2019 yılları arası sadece açık ocak üretim yöntemi, 2019 yılı sonrasında açık ocak ve yer altı üretim yöntemleri ile cevher üretilmektedir.

Tümad Madencilikte cevher üretimi açık ocak ve yer altı üretim yöntemi olarak uygulanmaktadır. Her iki yöntemde de kazı yapılabilmesi için patlatma yöntemleri uygulanmaktadır. Patlatma yapılabilmesi için öncelikle patlatılacak alan belirlenir, delik delimi yapılır ve patlayıcı maddeler şarj edilerek patlatma gerçekleştirilir. Patlatmanın gerçekleştirilmesinden sonra gevşeyen zemin iş makineleri ile kazılır ve kamyonlar ile nakledilir. Yapılan kazı neticesinde cevher ve pasa elde edilir. Pasa malzeme, pasa döküm alanına, cevher malzeme ise cevher stok alanına gönderilir. Pasaya gönderilen malzemeye sıkıştırma işlemleri uygulanarak zaman içerisinde malzemede oluşabilecek akmalara önüne geçilmiş olmaktadır.

Cevher stok alanına gönderilen malzeme iş makineleri vasıtasıyla cevher zenginleştirme öncesi boyut küçültmek için ana kırıcıya besleme yapılır. Ana kırıcı sonrası malzemeye, kırma-eleme, öğütme işlemleri uygulanır. İstenilen boyuta indirilen malzeme tank liğine gönderilerek altın ve gümüş ayrımı yapılır. Oluşan atık malzemenin istenilen nem değerinde olabilmesi için malzeme filtreye gönderilir. Filtreden nadiren de olsa istenilen nem oranından daha fazla nemli malzeme gelmektedir. Böyle olduğu durumlarda fazla nemli olan malzeme, doğal havalandırma yöntemini uygulamak üzere, direkt gün ışığına maruz kalmayacak şekilde üstü kapalı, etrafı açık bir alana alınır. Havalandırma esnasında malzeme üzerine nem oranını düşürmek için kireç serpilir. Doğal havalandırma ve filtrede istenilen kuruluk sağlanarak nihai olarak sonuçlanmış atık malzeme iş makineleri ile depolanmak üzere KAD alanına nakledilir.

Yüksek lisans tez çalışmasında kuru atık depolama alanı incelenmiştir. Cevher hazırlama işlemleri sonrası oluşan atık malzemenin bertarafının nasıl sağlandığı detaylı olarak incelenmiştir. Çevre, doğa ve canlı yaşamına zarar verip vermediği, kanunlara göre uygun olup olmadığı incelenmiştir. Şekil 38'de KAD alanı görünümü sunulmuştur.



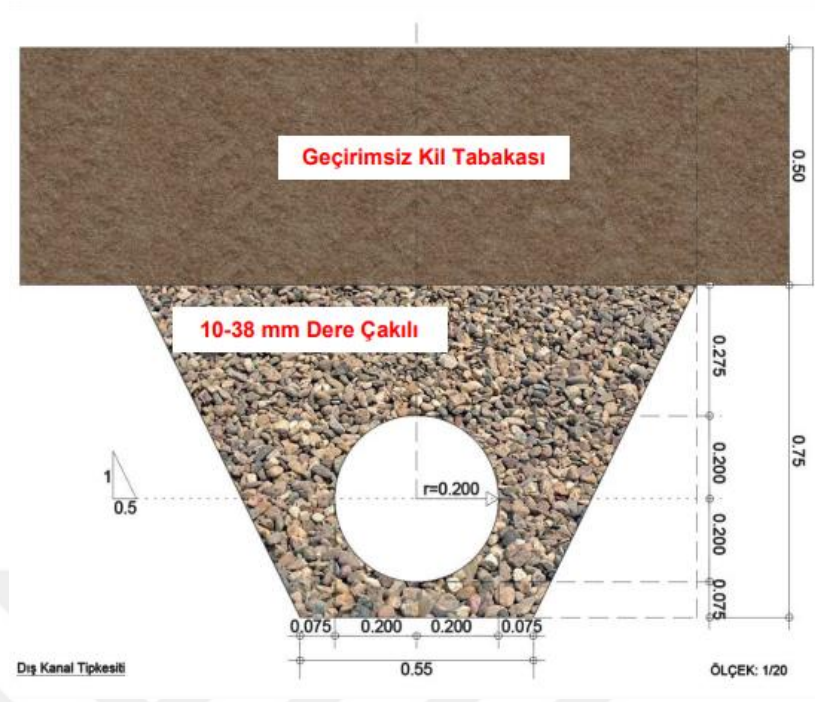
Şekil 38. KAD Alanı genel görünümü (Youtube, 2023)

Cevher hazırlama tesisinin aktif hale geçebilmesi için öncelikle cevher hazırlama işlemleri sonucunda oluşan atıkların depolanacağı bir alan yapılmalıdır. Atık depolama alanının yapılabilmesi için gerekli çalışmalar başlatılarak, uygun atık depolama alanı belirlenmiştir. Uygun atık depolama alanının projesi, projelendirme firmaları tarafından gerçekleştirilmiştir. Elde edilen proje kapsamında KAD alanı inşa edilmiştir.

KAD alanına, belirlenmiş olan alanda projeye sadık kalınarak nebati sıyırma işlemi ile başlanmıştır. Nebati sıyırma işlemleri dozer iş makineleri ile gerçekleştirilmiştir. Sıyırma işlemlerinden sonra ekskavatör iş makineleri ile kazı, greyder iş makineleri ile ripperleme, kamyonlarla da nakliye işlemleri yapılmıştır. Malzemenin sert olduğu, kazma işleminde zorlanıldığı alanlarda patlatma yapılarak, malzemenin gevşemesi sonrasında daha rahat kazı işlemleri gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Sıyırma ve kazı işlemleri tamamlandıktan sonra alt drenaj sistemleri oluşturulmuştur.

4.1. Alt Drenaj Sistemi

KAD alanını rezervuar tabanına gelecek hidrostatik etkilerden korumak ve sızıntı kontrol mekanizması oluşturmak amacıyla, rezervuar kazısı sırasında tünnek yapmış akiferler aracılığı ile küçük ölçekli yer altı suları ile karşılaşılması nedeniyle rezervuar kazıları



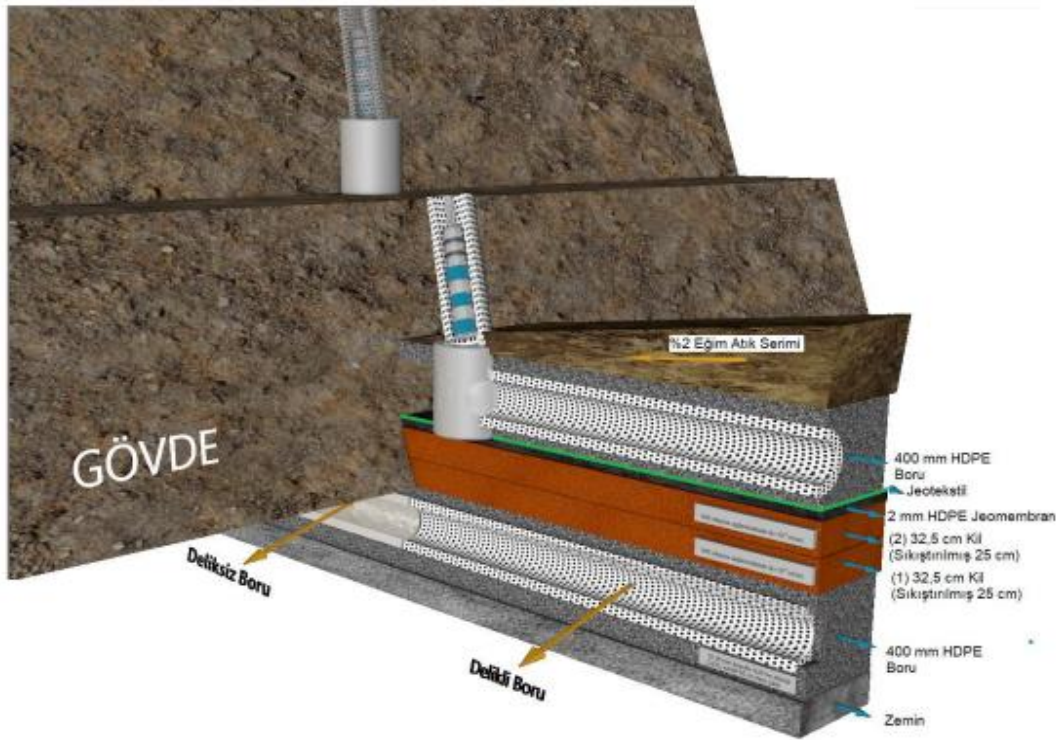
Şekil 40. Alt ana drenaj sistemi en kesiti (Mitto Danışmanlık, 2017)

İstenilen kotlara ulaşıldığında dolgu işlemleri yapılmaya başlanmıştır. Dolgu malzemesi olarak ocak içerisindeki pasa malzeme kullanılmıştır. Dolgu işlemleri 30 cm dolgu ve akabinde silindir iş makinesi ile sıkıştırma işlemleri yapılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra hizmet alınan firma tarafından sıkıştırma testleri gerçekleştirilmiştir. Her 30 cm dolgu sonrasında istenilen kotlara gelene kadar bu işleme devam edilmiştir. Dolgu işlemleri tamamlandıktan sonra üst drenaj sistemleri ve taban sızdırmazlık sistemleri oluşturulmuştur.

4.2. Üst Drenaj Sistemi

Kurulan alt drenaj sisteminin üzerine, 50 cm kil tabakası ve 2 mm HDPE jeomembran üzerine jeotekstil serimi sonrası geçirimsizlik sistemi tamamlanmıştır. Geçirimsizlik sistemi üzerine, atığın doğal içerisinde bulunan % 20 oranında suyun konsolidasyon sonrası (yaklaşık olarak atığın % 5 oranında) ve yağış ile birlikte atık depolama tesisi rezervuar alanında birikecek yüzey suyun drenajının sağlanması için üst drenaj sistemi kurulmuştur (Mitto Danışmanlık, 2017). Tabanda kurulan üst drenaj sisteminden toplanan su, pompa yardımı ile gövde içerisine yerleştirilen üst drenaj tahliye borusu ile sızıntı suyu toplama havuzuna iletilmesi sağlanmıştır. Üst drenaj pompa sistemi

her palyede yenilenmiştir. Gövde kotuna kadar gövde içi tahliye borusuna, gövde kotundan sonra ise sürekli olarak gövde üzerinden geçecek şekilde bir iletim hattı oluşturularak, sızıntı ve yüzey suyunun toplanarak gövde dışına atılması sağlanmıştır. Sadece üst drenaj sisteminin alt drenaj üstünde kalan ilk etabı için rezervuar tabanında, yerleştirilen boruların zarar görmemesi için mambadan mansaba kadar 61,31 m boyunca 400 mm'lik yatay HDPE delikli boru konulmuştur. Borunun çevresine yıkanmış, sivri ve keskin hatlara sahip olmayan CaCO_3 (kalsiyum karbonat) oranı % 20'den küçük 10-38 mm aralığında tane boyutuna sahip dere çakılı malzemesi ve bunun üzerine jeotekstil serimi yapılmıştır. Üst drenaj boru sistemi % 3-4 eğim ile filtre bezle çevrilerek 400 mm'lik dikey HDPE delikli boruya bağlanmıştır (Şekil 41). Yapılan bu sistem her kademe artışında bir üst kademeye tekrar kurulmuştur. Her kademe kurulan 400 mm'lik dikey HDPE boru rezervuar mansabında toplanan suyu bünyesinde biriktirerek buraya kurulan pompa sistemiyle çöktürme havuzuna gönderilmiştir. Çöktürme havuzu çift bölmeli olacak şekilde inşa edilmiştir. Burada çöktürülen ve dinlendirilen sular kapalı devre olacak şekilde, tesiste kullanılmak üzere pompa yardımı ile tesise pompalanmaktadır.



Şekil 41. Alt ve üst drenaj sistemine ait geliştirilmiş 3B model (Mitto Danışmanlık, 2017)

4.3. Taban Sızdırmazlık Sistemi

Kil Uygulaması: KAD alanının kurulacağı taban, doğal geçirimsizlik şartlarını sağlamadığından geçirimsizlik, kil dolgu ile sağlanmıştır. Kil serim işlemi 32,5 cm iki tabaka şeklinde serilmiştir ve 15 tonluk vibrasyonlu silindir ile 3 pas sıkıştırılmıştır. Toplam tabaka kalınlığı sıkıştırıldıktan sonra minimum 50 cm olarak ayarlanmıştır. Her sıkıştırma işlemi sonrasında sıkışma ölçümleri yapılmıştır.

Jeomembran Uygulaması: KAD alanının tabanına jeomembran uygulaması gerçekleştirilmiştir. Jeomembran, kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı, çekme mukavemetinin yüksek olması, geçirgenliğinin çok düşük olması, delinmelere ve çatlamalara karşı son derece dayanıklı olduğu bilinmektedir. Bu nedenlerden dolayı kil dolgunun geçimsizliliğinin güçlendirmesi amacıyla kullanılmıştır. Jeomembran serimi sırasında hava deneyi, vakum deneyi ve çekme-kopma testi yapılarak, serimi yapılan jeomembran üzerindeki olası delik ve yırtıklar ile kaynak esnasında oluşan boşluklar kontrol edilmiştir. Uygulaması yapılan ve sahada hazır halde bulundurulanan jeomembran ruloları, delinmeyecek, kirlenmeyecek, yağ, su, nem, çamur, mekanik aşınma, aşırı sıcaklık ve diğer zararlı etkenlerden korunacak bir şekilde depolanmıştır. Sızdırmazlık kaplamaları mevsim sıcaklıklarının 0 °C ve 40 °C arasındaki şartlarda yapılmıştır (Şekil 42). Yağışlı havada ve sabah erken saatlerde oluşan çiğ esnasında kaynak işlemi yapılmamıştır. Çalışmalar en uygun zaman olarak temmuz, ağustos ve eylül aylarında yapılmıştır.



Şekil 42. Jeomembranların uygun bir şekilde depolanması (Mitto Danışmanlık, 2017)

Serim işlemi tamamlanması sonrasında kaynak işlemi füzyon kaynağı ile yapılmıştır. Jeomembran serim işlemi mümkün olduğu kadar şeve paralel olarak serilmiştir. Şeve dik olan kaynaklardan kaçınılarak köşelerde ve geometrik şekilli kısımlarda, saha kaynakları en aza indirgenmiştir.

Jeotekstil Uygulaması: Jeomembran üzerinde oluşabilecek herhangi bir hasarın engellenmesi için jeotekstil uygulaması yapılmıştır.

4.4. Yan Yüzey Sızdırmazlık Sistemi

Yan yüzeylerin geçirimsizlik uygulamasında en alta, jeosentetik kil kullanılmıştır. Üzerine ise pürüzlü jeomembran serilmiştir. Ayrıca yan yüzeylerde, suların toplanarak ana drenaj hattına iletimini sağlamak amacıyla drenaj kompozitleri koyulmuştur. Yan yüzeylerde uygulanan jeosentetik kil, jeomembran ve drenaj kompozit malzemesi her 5 m genişliğindeki palye’de ve kret’te yer alacak ankraj hendeklerinde sabitlenmiştir. ADDDY hükümleri gereğince kurulacak olan sızdırmazlık sistemine ait genelleştirilmiş kesit Şekil 43’te gösterilmiştir.



Şekil 43. Sızdırmazlık sistemi ölçeksiz gösterim (Mitto Danışmanlık, 2017)

Jeosentetik Kil Uygulaması: Jeosentetik kil örtü, biri dokunmuş diğeri örgüsüz iki jeotekstil arasına yerleştirilmiş, düşük geçirimli bentonit kili ile oluşturulmuş kompozit bir malzemedir. Granül halindeki kil, iki jeotekstil arasına yerleştirilerek her iki jeotekstil birbirine iğneleme metodu ile mekanik olarak bağlanmıştır. Sahaya getirilen jeosentetik kil özel oluşturulmuş bir alanda depolanmıştır. Ruloların zarar görmemesi için üst üste dört

sıradan fazla depolanmamıştır. Jeosentetik kil ve bindirme yerlerinde kullanılacak bentonit'in depolandığı alanın üstü geçirimsiz bir malzeme ile örtülmüştür. Sahaya gelen malzemenin, nakliye sırasında zarar görmemiş olduğu gözle yapılan kontrollerle tespit edilmiştir. Serim işleminde şev doğrultusunda bindirme minimum 150 mm olarak yapılmıştır. Şev üzerinde şeve dik yönde ek yapılmayarak, düz alanlarda veya ankraj hendeği içerisinde şeve dik yönde eklemeler yapılmıştır. Bu durumda da bindirme en az 600 mm olacak şekilde ayarlanmıştır.

Ankraj Hendeği Kazısı: Ankraj hendeği kazıları, sızdırmazlık kaplamalarının serme işleminden önce, ilgili paftada yer alan kesitlerdeki boyutlara uygun olarak yapılmıştır. Kesit detaylarına göre doldurma işlemleri yapılmıştır. Hendeğin 1/3'ü toprak ile doldurularak geçici olarak sabitlenmiştir. Kalan kısmı kaynak işlemi ve jeotekstil serimi bittikten sonra doldurulmuştur. Hendek doldurulurken jeomembrana ve jeotekstile zarar verilmemesine dikkat edilmiştir. Hasar oluşması durumunda hasar onarıldıktan sonra doldurma işlemi tamamlanmıştır.

Jeomembran serimi sırasında "Hava Deneyi", "Vakum Deneyi" ve "Çekme-Kopma Testi" çalışmaları yapılarak, serimi yapılan jeomembran üzerindeki olası delik ve yırtıklar ile kaynak esnasında oluşan boşluklar kontrol edilmiştir. Serim işlemi tamamlanması sonrasında kaynak işlemi en uygun bulunan füzyon kaynağı ile yapılmıştır. Jeomembran serim tamamlandıktan sonra, en alt noktada bulunan drenaj tabakasıyla jeomembranın temasının engellenmesi adına en üst yüzeye jeotekstil malzemesi serimi yapılarak KAD alanı kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Kuşaklama Kanalları: KAD alanı ve çevrelerine yerüstü sularının etkilerini en aza indirmek için kuşaklama kanalları yapılmıştır. Mevsimsel akış gösteren derelerdeki taşkın riskini önlemek ve akışları ilgili havuzlara, derelere zarar vermeden aktarmak amacıyla yapılmıştır.

4.5. Ulaşım Yolu

KAD alanına ulaşımı Lapseki ilçe merkezinden Şahinli Köy yoluna sapılarak yaklaşık 3,5 km sonra Lapseki altın ve gümüş zenginleştirme tesisi güvenliğine

varılmaktadır. Buradan kontrollü bir şekilde KAD alanına geçilmektedir. KAD alanına gidiş, tesis içerisinden gerekli sıkıştırma işlemleri yapılmış stabilize yol ile sağlanmaktadır.

4.6. Tel Çit

KAD alanının güvenliğini sağlayabilmek amacıyla, topoğrafyaya bağlı olarak işletmenin devamını sağlayan tesislerin yakınına görevli olmayan kişilerin izinsiz girişlerini engellemek ve tesis civarında olası zarar görebilecek hayvan girişlerini engellemek maksadı ile tüm tesis alanı etrafı 1.880 m uzunluğunda tel çit ile çevrilmiştir

4.7. Aydınlatma

KAD alanı çevresi ve ünitelerin çevrelerine mobil aydınlatma sistemleri kurulmuştur. Atık sahalarının aydınlatılması, diğer türlü aydınlatmaların uygulamalarına göre bazı farklılıklar göstermektedir.

- Aydınlatmanın genellikle aynı cisten olması sağlanmıştır.
- Aydınlatma düzeyi $150 \text{ Lx} < E < 500\text{Lx}$ ' tür. Atık alanı için $E = 200 \text{ Lx}$ yeterli olmaktadır.
- Metal lambalar ile aydınlatmada ışık geri verimi yüksek olduğundan tercih edilmiştir (Mitto Danışmanlık, 2017).

4.8. İzleme Programı

İzleme programında amaç, teoride onaylanmış olan uygulamaların pratiklikteki verimliliğini belirlemek, çalışma alanının çevresel mevzuatlara uyumluluğunun kontrolü ve öncesinde kestirilemeyen, çevresel etkilerin tespiti ile erken dönemde önlem almaktır. İzleme programı kapsamında yapılacak çalışmalar inşaat ile başlayarak işletme, kapatma ve kapatma sonrası da dahil olmak üzere sürdürülecektir. Zenginleştirme tesisi sonucu ortaya çıkacak atıklarının depolanacağı KAD alanı için bir izleme programı oluşturulmuştur.

İşletme süresince, sahada yer alan tüm yapıların duraylılık ve dayanımları izlenmiştir. Kapatma döneminde ise, fiziksel ve çevresel koşullar izlenmeye devam edilecektir. İzleme programı kapsamı aşağıda belirtilmiştir.

- İnşaat çalışmaları sırasında yerinde deneyler yapılarak mevcut gövdenin zaman içerisinde meydana getirdiği duraylılık, oturma gibi jeoteknik parametreler izlenmektedir.
- KAD için oluşturulan izlemelerde şev duraylılıkları, oturma/çökme gibi yapısal bozulmalar, yıllık genişleme/yükselme oranları izlenmektedir.
- Gövde dolgusunun kret ve mansap şevlerine harici çökme röperleri yapılarak izlemeler yapılmaktadır.
- Drenaj kanal çıkışlarında görsel kontroller yapılarak tıkanmalar, yapıda bozulmalar vb. tespitler yapılmaktadır.
- Çöktürme havuzunda görsel izlemeler yapılarak taşmalara karşı önlemler alınmakta ve biriken sedimanların toplanıp KAD alanına sevkiyatı sağlanmaktadır. Ayrıca, kontamine suların toplandığı çöktürme havuzundan su kalitesi izlenmektedir.

ADDDY kapsamında, KAD'ın hizmet süresini doldurmasının ardından gerekli izlemelere devam edilecektir. Bu izlemeler KAD'ın memba ve mansabında oluşturulan gözlem kuyularından yapılacaktır. Lisans kapsamında Bakanlık tarafından öngörülecek izlemelerde bu programa eklenerek istenilen periyotlarda takipleri yapılacaktır.

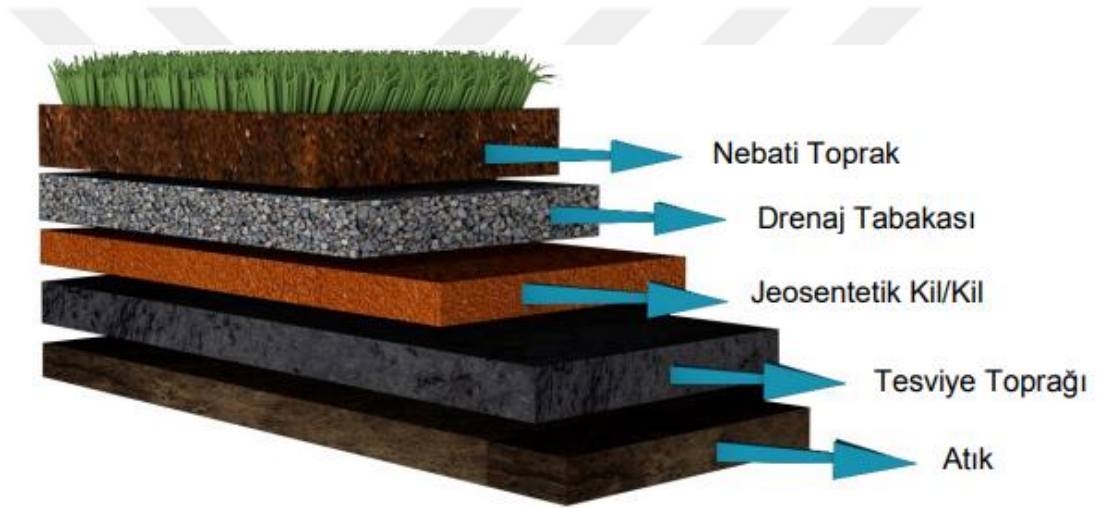
4.9. KAD Alanı Kapatma İşlemleri

Lapseki altın-gümüş madeni ve zenginleştirme tesisi atıklarının depolanacağı KAD, 10 yılın sonunda kullanım süresini tamamlayacak ve kapatma işlemleri yapılacaktır. Alanın kapatılması ile hedeflenen;

- Çevresel zararın azaltılması ve mümkün olduğu durumda tamamen engellenmesi,

- Arazinin ilk kullanım şekline ya da kabul edilebilir özellikte olan alternatif bir kullanım durumuna döndürülmesidir.

KAD alanının kapatılması esnasında, alanın tesviyesi, üzerinin örtülerek rehabilitesi ve doğal drenajın yeniden sağlanması planlanmıştır. Alanda tesviye işlemi yapılacak ve üzerine geçirimsizliği sağlama amaçlı jeosentetik kil serilecektir. Bu nedenle en az 1 m tampon tabaka kalınlığı oluşturulacaktır. Bu tabakanın üstüne gelecek yağışların drene edilmesi ve kapatılan atık alanına sızıntı ile gelecek suların engellenmesi amacıyla drenaj tabakası oluşturulacaktır. Kapanışla beraber çevreyle uyumlu bir yapı oluşturulması amacıyla alanın yeşillendirilebilmesi için verimli toprak tabakası oluşturulacaktır. Şekil 44'te oluşturulacak olan üst örtü görseli sunulmuştur.



Şekil 44. Üst örtü teşkili (Mitto Danışmanlık, 2017)

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

KAD alanı yapımına başlandığı 2017 tarihinden itibaren, KAD alanı inşaatı ve cevher zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilen malzemenin kurutularak, kuru malzemenin depolama çalışmaları gözlemlenmiştir.

Cevherin elde edilmesi esnasında kimyasal olarak siyanür kullanılmıştır. Atık depolama kuru olarak gerçekleştirileceği için, kurutma öncesi işlem (filtre öncesi) olarak kimyasallardan arındırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kimyasallardan arındırılan malzeme filtrelerde kurutularak atık alanında depolanmaktadır. Atık olarak nitelendirilen malzeme kimyasal süreçlerden geçtiği için gelişi güzel depolama yapılamayacağından, depolama alanı geçirimsiz bir alan olarak inşa edilmiştir. KAD alanı inşası esnasında geçirimsiz alan oluşturma süreçleri gözlemlenmiştir.

KAD alanı gövde özellikleri incelenmiştir. Gövde tasarım parametreleri belirlenirken ihtiyaç duyulan rezervuar hacmi, dolgu malzemesinin özellikleri ve yapıların kullanım amaçları göz önünde bulundurulmuştur. Rezervuar kazısı sonucunda, bölgeye hakim birimlerden aglomera ve andezitlerden oluştuğu belirlenmiştir. Yapılacak gövde dolgusu toprak dolgulu karma tip baraj olarak inşa edilmiştir.

Mitto Danışmanlık firması tarafından yapılan ön incelemeler ve çalışmalar sonucunda KAD alanının yapılacağı yer belirlenmiştir. Yer seçiminde jeoloji, topoğraf, hidrojeoloji ve atığın depolanacağı yerin jeomekanik özellikleri dikkate alınmıştır. Yer belirleme işleminden sonra nebati sıyırma işlemleri ile KAD alanı yapımına başlanmıştır.

KAD yapımı çalışmaları esnasında şevlendirme işlemleri yapılmıştır. Şevlendirme işlemi esnasında kazı-yükleme, nakliye ve alan düzenlemelerinin birlikte yapıldığı ve bu esnada çalışan iş makinelerinin güvenli kullanımı, aynı zamanda yapılan çalışmaların da iş güvenliği çerçevesinde gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Şevlendirme işlemi kret kotundan tabana doğru şevlendirilerek nihai alanın oluşturulduğu gözlemlenmiştir.

Alt ve üst drenaj sistemlerinin oluşturulduğu gözlemlenmiştir. KAD alanının taban bölgesine gelen ve ilerleyen dönemde gelebilecek yer altı suları ve yağışa bağlı oluşan sızıntı suları alt drenaj sistemi oluşturularak kontrol altına alınmıştır. HDPE borular etrafı beton dolgu ile doldurulmuştur. Üzeri beton dolgu ve boru zarar görmemesi için dere çakılı serilmiştir. Alt drenajdan gelen sızıntı sularının bir araya toplanması için toplama havuzu inşa edilmiştir. Burada biriken sızıntı suları, kapalı devre olarak zenginleştirme tesisinde kullanılmaktadır. Biriken suların tesiste kullanılabilmesi amacıyla toplama havuzunda biriken sular için dinlendirme havuzu inşa edilmiştir. Dinlendirme havuzundan pompa sistemiyle su tesise beslenmektedir. Yapılan bu işlemler ile sızıntı sularının doğaya deşarj edilmeyerek, çevre kirliliğinin önüne geçildiği gözlemlenmiştir.

Üst drenaj sistemiyle, yağış sonrası atık depolama tesisi rezervuar alanında birikecek yüzey sularının kontrolünün sağlandığı gözlemlenmiştir. Atık barajı dahilinde toplanacak ve bir araya gelecek sıvıların tamamı üst drenaj sistemi ile çöktürme havuzlarına taşındığı, üst drenaj sistemlerinin yeterli olmasından dolayı hava payı hesaplamasına ihtiyaç olmadığı gözlemlenmiştir. Taban sızdırmazlık sistemi uygulanarak yüzey suları, yer altı suları, canlı yaşamı ve çevrenin korunduğu gözlemlenmiştir.

Drenaj işlemlerinden sonra geçirimsiz yüzey oluşturulduğu gözlemlenmiştir. KAD alanında yaklaşık 61 m uzunluğunda ve 10 m genişliğinde taban alanına geçirimsizlik sistemi oluşturulmuştur. Geçirimsiz sistem olarak kil kullanılmıştır. Geçirimsiz yüzey için öncelikle şevlendirilen alanın her yerine kil serilerek pürüzsüzlük sağlanmıştır. Kil üzerine geçirimsiz bir yapıya sahip olan jeotekstil malzemesi serilerek jeomembranın zarar görmesinin engellendiği gözlemlenmiştir. Jeotekstil malzemenin üzerine jeomembran ve en üst katına, jeomembrana zarar gelmemesi için ve alana yanlışlıkla giren hayvanların rahatlıkla alandan çıkabilmeleri için jeotekstil malzeme serildiği gözlemlenmiştir. Jeomembranın serilmesinden sonra jeomembran üzerinde hava ve vakumla testleri yapılarak, hava kaçağı olup olmadığı kontrol edildiği gözlemlenmiştir. Üst üste gelen jeomembran ve jeotekstil malzemesi kaynak işlemleriyle birbirlerine kaynak yapılarak sağlamlaştırıldığı gözlemlenmiştir. Kilitleme kanallarıyla geçirimsiz yüzey için serilen malzemelerin eğim aşağı kaymasının önüne geçildiği gözlemlenmiştir. Sızdırmazlık işlemleri sonrasında kuşaklama kanalları ile yüzey sularının ve yağmur sularının bir noktaya

toplandığı gözlemlenmiştir. Alt drenaj ve kuşaklama kanalları yapımında beton kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Tüm geçirimsiz ve sızdırmazlık alanların sağlanmasından sonra kuru atığın depolanmaya başlandığı gözlemlenmiştir. Kuru malzeme filtre altından kamyonlar ile KAD alanına getirildiği, döküm işleminden sonra dozer iş makinesi ile malzemenin alana serildiği ve silindir iş makinesi ile de sıkıştırma yapıldığı gözlemlenmiştir. Kamyonun kuru malzemeyi dökümü esnasında alanda bulunan gözlemci personel tarafından yönlendirildiği ve güvenli bir şekilde döküm yaptırıldığı gözlemlenmiştir. Tüm çalışma aşamalarında oluşan tozun arazözler ile bastırıldı, insan sağlığına ve çevre kirliliğinin önlenmesine özen gösterildiği gözlemlenmiştir. KAD alanı dolum işlemlerine 192 taban kotunda başladığı, 30 m'lik şevler oluşturulduğu ve en üst kot olarak 252 kotuna ulaşıldığı gözlemlenmiştir. KAD alanı kret kotuna kadar düz bir malzeme serimi işlemi yapıldığı, kret kotundan sonra tabak şeklinde serim işlemleri yapıldığı yani bombeli bir serim yapıldığı gözlemlenmiştir. Malzeme serimi esnasında alt kotlardan üst kotlara çıkılması için KAD alanı içine yol dolgusu yapıldığı gözlemlenmiştir. KAD alanı 1. Bölge tamamlanarak 2. KAD alanı dolumuna geçildiği gözlemlenmiştir. 2. KAD alanı için şevler, sahada pasa döküm alanlarının oluşturduğu dolgu işlemleriyle elde edilen şevler olduğu gözlemlenmiştir. 2.KAD alanının, 1. KAD alanı gövdesi le pasa döküm alanlarının oluşturduğu şevler arasında olduğu gözlemlenmiştir. 1. KAD alanı için yapılan geçirimsiz yüzeylerde yapılan işlemlerin aynısı 2. KAD alanı için de yapıldığı gözlemlenmiştir.

KAD alanı çalışmalarında kullanılan iş makineleri; nebati sıyırma ve malzeme serimi işlemlerinde dozer, ripperleme işlemlerinde greyder, kazı, alan ve yol düzenleme işlemlerinde loader-beko loader, sıkıştırma işlemlerinde silindir, kazı-yükleme işlemlerinde ekskavatör, patlatma için delik delme işlemlerinde rock, şev düzenlemesi ve büyük kayaçları kırma işlemlerinde kırıcı ekskavatör, malzeme taşınması işlemlerinde kamyon, tozlanan alanlarda tozun bastırılması için arazöz, biriken suların tekrar tesise iletimi esnasında motorlu su pompası, aydınlatma için hareketli projektör ve sabit aydınlatmalar, personel taşımacılığı için servis araçları, çalışma alanların kontrolü aşamasında 4x4 binek araç kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Çalışma alanı Şahinli formasyonuna ait volkanoklastik ve andezit kayaçların üzerinde yer aldığı ve sert kaya yapısına sahip olduğu için sıvılaşma olmadığı gözlemlenmiştir.

Depremsellik açısından yapılan değerlendirmeler kapsamında çalışma sahası civarında 2 adet alansal ve 1 adet çizgisel kaynak gözlemlenmiştir. Dolgu ve sıkıştırma işlemleri ile stabilize yol yapılarak, tesis içerisinden KAD alanına ulaşım sağlandığı ve KAD alanı yakınına tel çit yapıldığı gözlemlenmiştir. Tel çit yapılmasıyla, maden sahasının ve KAD alanının güvenliği sağlandığı, görevli olmayan kişilerin girişlerinin engellendiği, hayvanların zarar görmelerinin ve alana girişlerinin engellendiği gözlemlenmiştir. KAD alanı çevresine aydınlatmalar konumlandırılarak hem gece görüşünün sağlandığı hem de gece çalışmalarında kaza olasılığının en aza indirildiği gözlemlenmiştir.

Çalışan tüm personellere işe girişlerde ve yıllık tekrar olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilerek bilgilendirildiği, haftalık toolbox eğitimleri ile bilinçlendirildiği gözlemlenmiştir. Her iş makineleri operatörlerine kullandığı iş makinesi ile ilgili eğitimler verilerek, makine ve yaptığı işin tehlikeleri, riskleri anlatılarak personellerin bilinçlendirildiği gözlemlenmiştir.

İzleme programlarının oluşturulduğu, işletme süresince sahada yer alacak tüm yapıların duraylılık ve dayanımlarının izlenmekte olduğu gözlemlenmiştir. Kapatma döneminde ise, fiziksel ve çevresel koşullar izlenmeye devam edilecektir. İzleme programları aşağıdaki gibidir.

- İnşaat çalışmaları sırasında yerinde deneyler yapılarak mevcut gövdenin zaman içerisinde meydana getireceği duraylılık, oturma gibi jeoteknik parametreleri izlenmiştir.
- KAD için oluşturulan izlemelerde şev duraylılıkları, oturma/çökme gibi yapısal bozulmalar, yıllık genişleme/yükselme oranları izlenmektedir.
- Gövde dolgusunun tamamlanmasına müteakip kret ve mansap şevlerine harici çökme röperleri yapılarak izlemeler yapılmaktadır.

- Drenaj kanal çıkışlarında görsel kontroller yapılarak tıkanmalar, yapıda bozulmalar vb. tespitler yapılmaktadır.

- Çöktürme havuzunda görsel izlemeler yapılarak taşmalara karşı önlemler alınmakta ve biriken sedimanların toplanıp KAD alanına sevkiyatı sağlanmaktadır. Ayrıca, kontamine suların toplandığı çöktürme havuzundan su kalitesi de izlenmektedir.

Çevresel zararın mümkünse tamamen engellenmesi, arazinin ilk kullanım şekline döndürülmesi ve tekrar doğaya kazandırılması için tüm işlemler sonrasında kapatma işlemleri yapılması hedeflenmektedir. Kapatma işlemlerinde sonra sahanın yeşillendirilmesi yapılarak, zeytin ağaçları dikilmesi planlanmaktadır.

Mitto Danışmanlığın yapmış olduğu testler ve deneyler sonuçlarına göre inşa edilen KAD alanının son derece güvenli olduğu, gövde dolgunun serilen malzeme yükünü taşıyabilecek güçlükte inşa edildiği, yapılan geçirimsiz yüzeyler sayesinde yer altı suları ve çevre kirliliği yaşanmayacağı, herhangi bir sızdırmazlık yaşanmayacağı gözlemlenmiştir. Çalışmalar esnasında yapılan sıkıştırma işlemleri ile gevşek olmayan, son derece sıkı bir zemin hazırlandığı, atık malzemesinin serilmesinden sonra uygulanan sıkıştırma işlemleri ile de hem alandan tasarruf edildiği, hem daha fazla malzeme depolandığı hem de daha sağlam ve sıkı bir zemin hazırlandığı gözlemlenmiştir.

Yapılan yüksek lisans tez çalışmasında; altın madenlerinde oluşturulan KAD alanlarının yenilmelere karşı dayanıklı bir yapı sergilediği, güvenlik açısından son derece güvenliği olduğu, çalışmalar esnasında güvenlik önlemleri çerçevesinde çalışıldığı sürece herhangi bir olumsuzluk yaşanmayacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- 7 nolu Atık Barajı Malzeme Ocakları ve Kıрма-Eleme Tesisi Nihai Çed Raporu, (2015). Eskişehir: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kırka Bor İşletme Müdürlüğü.
- Acar, B. (2007). Risk Değerlendirmesi Temelli Yönetim Anlayışının Denizcilikte Uygulanması ve Türk Deniz Ticaret Filosunun Risk Değerlendirmesi Yöntemi ile Analizi. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı, İzmir.
- Akpınar, T., ve Çakmakkaya, B. Y. (2014). “İş sağlığı ve güvenliği açısından işverenlerin risk değerlendirme yükümlülüğü”. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 40(1), s. 275-280.
- Alataş, C. (2007). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotları ve Risk Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli.
- Andaç, M. (2007). “Neden risk değerlendirmesi yapmalıyız”. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 36, 21-26.
- Arol, A. İ. (2019). “Madencilikte atık yönetim uygulamaları”. *Madencilikte Atık Yönetim Uygulamaları Semineri*, 26 Haziran 2019, Movenpick Otel, Türkiye Madenciler Derneği, Ankara.
- Brackebusch, F.W. (1994). “Basics of paste backfill systems”. *Mining Engineering*, Vol. 46, No. 10, October, pp. 1175-1178.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2022). Ankara: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Erişim adresi: <https://usak.csb.gov.tr/ced-nedir-i-1672>.
- Davies, M.P. and Rice, S. (2001). *An alternative to conventional tailing management – dry stack filtered tailings*, In *proceedings of Tailings and Mine Waste '01, Balkema*. 70 Dorr, J.V.N., 1936. *Cyanidation and Concentration of Gold and Silver Ores*. McGraw-Hill, New York.

- Demirela, G., Akıska, S., Sayılı, S., ve Kuşçu, İ. (2014). “Çataltepe (Lapseki-Çanakkale) dolayının Pb-Zn±Cu±Ag yatağının jeolojisi ve alterasyon özellikleri”. *Hacettepe Üniversitesi, Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, Yerbilimleri (35) 2, 109-136.
- Demirer, V. E. (2019). Maden Atıkları Depolama Tesislerinin İncelenmesi, Gümüşhane Koza Mastra Altın İşletmesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Dirik, S. (2016). Madencilik Sektörü Faaliyetlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunun 6331 Sayılı Kanun Kapsamında Risk Değerlendirmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- DME (1999). Department of Minerals and Energy, “Guidelines on the Safe Design and Operating Standards for Tailings Storage”, Western Australia, ISBN: 073097808757.
- DPI (2003). Department of Primary Industries, “Management of Tailings Storage Facilities - Environmental Guidelines”, Victoria - Minerals & Petroleum Division:63.
- Eker, H. (2013). Marmaray Sirkeci Projesi İçin 3T Risk Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Eker, T. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Risk Analizi ve Metal Sektöründe Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Foomani, M. S., Karimi, S., Jafari, H., ve Ghorbaninia, Z. (2017). Using boolean and fuzzy logic combined with analytic hierarchy process for hazardous waste landfill site selection: A case study from Hormozgan province, İran, *Advances in Environmental*
- Gümüşhane Karamustafa (Midi) Çinko Zenginleştirme Tesisi Projesi Bilgileri*, (2012). Trabzon: Devlet Su İşleri, 22. Bölge Müdürlüğü.

- Güvenç, S. (2015). Yer altı maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği örnek uygulama Gümüştaş madencilik ve tic. A.Ş. Bolkardağ işletmesinde İSG uygulamaları ve risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Hafizoğlu, E. (2006). Bina Yapımında Yaşanan Kazalar ve Bir Risk Değerlendirme Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
- Hagelstein, K., Longdon, M.J., and Mudder, T.I. (2001). "Altın üretiminde siyanür üretimi" *ICME, Uluslararası Metaller ve Çevre Konseyi*, Kasım 2001, Canada. 3-22.
- Hamarat, E. (2019). "Madencilikte atık yönetimi çevre mevzuatı ve planı", *Türkiye Madenciler Derneği Semineri*. Türkiye Madenciler Derneği: Ankara.
- Hepdeniz, K., ve Soyaslan, İ. İ. (2019). "CBS ve AHY yöntemi kullanılarak Bucak (Burdur/Türkiye) mermer atık sahasının belirlenmesi", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, syf. 1045-1057.
- ICOLD ve UNEP. (2001). "Bulletin 121: Tailings Dams - Risk of Dangerous Occurrences", Lessons learnt from practical experiences. Paris,144.
- Karaca, E. (2010). *Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Metalik Maden Zenginleştirme Tesislerinin Proses Atıklarının Atık Barajlarında Depolanması*, T.C. Çevre ve Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı: Ankara.
- Kıray, D. (2021). Şahinli (Lapseki - Çanakkale, Batı Türkiye) Bölgesindeki Kestanelik Au-Ag Cevherleşmesinin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelemeler İle Kökeninin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Köse, M. (2022). *Maden Yüksek Mühendisi, Altın Üretimine Dair Bilgimiz-Algımız-Yargımız*. Başak Matbaacılık: Ankara.

Köşek, M. (2016). İş Sağlığı ve Güvenliğinde 3T ve Fine-Kinney Risk Analizi Yöntemleri ve Metal Sektöründeki Bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale.

Lapseki Altın-Gümüş Madeni ve Zenginleştirme Tesisi Nihai ÇED Raporu (İR: 58380 ve 58467) Çanakkale İli Lapseki İlçesi Şahinli ve Kocabaşlar Köyü, Mitto Mad. Müh. Ve Müş.Orm. İşl. İth. İhr. Dış Tic. Ltd. Şti., (2017). Ankara: Tümada Madencilik San. ve Tic. A.Ş.

MBS (2022). Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 31907, Temmuz. Erişim adresi:
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=39647&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

Moghaddas, N. H. ve Namaghi , H. H. (2011). “Hazardous waste landfill site selection in Khorasan Razavi Province, Northeastern Iran”, *Arabian Journal of Geosciences*, page=103-113.

Newman, P., Cadden, A., and White, R. (2001). “Paste - The Future of Tailings Disposal Securing the Future”, International Conference on Mining and the Environment. June 25 - July 1, Skelleftea, Sweden, pp.594 – 603

Okay, A., Siyako, M. ve Bürkan, K. A. (1990). “Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi”. *TPJD Bülteni* 2(1), s. 83-121.

Özkılıç, Ö. (2005). “İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri”, *Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu*, Yayın No: 246, s. 244.

Özkılıç, Ö. (2007). “İş sağlığı, güvenliği ve çevresel etki risk değerlendirilmesi”, *Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası*, s.26-27, 122- 126, 127-190, 278.

Raifoğlu, G. (2011). Çevre ve İş Güvenliği Açısından Endüstriyel Tip Motor Üretimi Yapan Bir İşletmede Risk Değerlendirme Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul.

- Reis, C.A. (2019). *Agrega Üretiminde Kullanılan Patlayıcı Maddelerin Uygulamasında İş Sağlığı ve Güvenliğinin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Rico, M., Benito, G., Salgueiro, A. R., Diez-Herrero, A., ve Pereira, H. (2008). Reported tailings dam failures: A review of The European Incidents in The Worldwide Context, *Journal Hazardous Materials*, page=846-852.
- Sade, Z. (2017). *Sivas Fimar Mermer Fabrikasının Risk Analizi ve Değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Sarıkaya, S. (2018). *Bir Altın Cevherinde Başlıca İşlem Parametrelerinin Liç Verimine Etkilerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Sharifi, M., Hadidi , M., Vessali , E., Mosstafakhani , P., Taheri , K., Shahoie, S., and Khodamoradpour, M. (2009). “Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS based hazardous waste landfill sitting in Kurdistan Province; Western Iran”, *Waste Management*, 29(10) page=2740-2758.
- Sipahi, F., Zeybek, H.İ., Akaryalı, E., Çavuşoğlu, İ., ve Gücer, M.A. (2022). “Altın madenciliği, tarihi ve günümüz: Gümüşhane örneği”. *Coğrafi Bilimler Dergisi/Turkish Journal of Geographical Sciences*, 20 (2), 528-549, doi: 10.33688/aucbd.1128057
- Siyako, M., Bürkan, K.A. ve Okay, İ.A. (1989). “Biga ve Gelibolu yarımadaları’ nın tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları”. *TPJD Bülteni*, v. 1(3), p. 183-199.
- Şaroğlu, F. (1985). *Doğu Anadolu’nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi*. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şaroğlu, F., ve Güner, Y. (1981). “Doğu anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden ögeler; jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri”, *Türkiye Jeol. Kur. Bülteni*, 24, 39-50.

Turhan, H., B. (2022). Tehlikeli Maden Atık Barajı Yapımı Öncesinde Uygun Yer Tespiti, Eti Maden Kırka Bor İşletmesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Konya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

Tümad Madencilik Altın ve Gümüş İşletmesi Tesis Eğitiminde Kullanılan Eğitim Doküman Bilgileri, (2022). Ankara: Tümad Madencilik San. ve Tic. A.Ş.

Tümad Madencilik Lapseki Altın ve Gümüş İşletmesi Tanıtım Filmi (2023) Erişim Adresi: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=UCFvMtIymSk%3Fautoplay%3D1&dummy=1>

Tümad Madencilik Lapseki Altın ve Gümüş İşletmesi Uydu Görüntüsü (2021) Erişim Adresi: <https://earth.google.com>

Tüylü, S. (2016). Maden Tesis Atıklarının Yerüstünde Depolanmasında En Uygun Tasarım Koşullarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Ünal, İ. H., Tuncel, S., Yoleri, B., ve Arslan, M. (2016). *Türkiye ve Dünyada Altın*. MTA: Ankara.

Verburg, R. B. (2001). “Use of Paste Technology For Tailings Disposal: Potential Environmental Benefits and Requirements For Geochemical Characterization”, *IMWA Symposium, Proceedings of a meeting held 24-28 April, Belo Horizonte, Brazil*.

Vick, S. (2020). Planning, Design, and Analysis of Tailings Dams, Kanada, Vancouver: University of British Columbia Library.

Yıldız, N. (2010). Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Kitabı, Genişletilmiş II. Baskı, ISBN: 978-975-96779-2-2, s. 65-77-78.

Yıldız, N. (2022). “Maden mühendisi”, *Altın Madenciliği Dünya Gazetesi Konferans Bildirgesi*, Ocak, s.32.

Yılmaz, A. (2008). *Deponi Alanları Yer Seçimi, Bütünsel Atık Yönetimi ve Ülkemizde Yaşanan Sorunlar*, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası: Ankara.

Yücel, M.B. (2020). *Dünya ve Türkiye’de Altın*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Dairesi: Ankara.

Yüksel, F. (2014). Açık Kömür Ocaklarında İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği

