

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

MADENLERDEKİ ATIK BARAJLARDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ VE RİSK
DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS

Muhammed Kasım AKÇAY

NİSAN-2024
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

**MADENLERDEKİ ATIK BARAJLARDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ VE RİSK
DEĞERLENDİRMESİ**

**OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND RISK ASSESSMENT IN
WASTE DAMS IN MINES**

YÜKSEK LİSANS

Muhammed Kasım AKÇAY

**NİSAN-2024
GÜMÜŞHANE**



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

**MADENLERDEKİ ATIK BARAJLARDA İŞ SAĞLIĞI GÜVENLİĞİ VE RİSK
DEĞERLENDİRMESİ**

**OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY AND RISK ASSESSMENT IN
WASTE DAMS IN MINES**

YÜKSEK LİSANS

Muhammed Kasım AKÇAY

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA

**NİSAN-2024
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Madenlerdeki Atık Barajlarda İş Sağlığı Güvenliği ve Risk Değerlendirmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

22/04/2024

.....
Muhammed Kasım AKÇAY

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmalarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışmanım Sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Osman KARA'ya tüm içtenliğimle teşekkür ederim. Çalışmalarımda büyük emeği olan Yıldız Bakır Madencilik Sanayi A.Ş. çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım boyunca daima bana destek olan kıymetli arkadaşım Öğr. Gör. Ensar NAZIR'a teşekkür ederim. Çalışmam boyunca maddi manevi desteğini esirgemeyen eşime, çalışmalarımıdaki en büyük motivasyon kaynağım olan oğluma anneme, babama ve abilerime teşekkür ederim.

Muhammed Kasım AKÇAY
GÜMÜŞHANE – 2024

ÖZET

Madencilik sektörü, yüz yıllardır devamlı gelişen ve geliştikçe de büyüyen bir sektördür. Büyümeyle birlikte, özellikle atık yönetimi ve iş sağlığı güvenliği alanlarında, daha fazla zorluklarla karşılaşmaktadır. Madencilik sektörünün büyümesi, her sektörde olduğu gibi önemli sorunlar meydana getirmektedir. Bu sorunların en önemlilerinden bir tanesi madenlerde oluşan atıkların depolanması konusudur. Atıkların depolanması amacıyla yapılan atık barajları, önemi ve oluşturduğu risk nedeniyle kompleks yapılardır. Bu yapıların sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi açısından İş Sağlığı ve Güvenliğini büyük önem arz etmektedir.

Gümüşhane Merkez İlçesi Karamustafa Köyü sınırları içerisinde yapım işleri devam eden Zirli Atık Depolama Barajında, duraylılık ve geçirimsizlik açısından oluşabilecek riskler önemlidir. Baraj yapımı sırasında ve sonrasında ortaya çıkabilecek tehlikelerin belirlenmesi gerekmektedir. Teknik açıdan ve çalışanların sebep olabileceği hatalar neticesinde oluşacak iş kazalarının en aza indirilmesi için tedbirler gerekmektedir.

Bu çalışmada risk değerlendirmesi yapılarak çözüm önerilmesi amaçlanmaktadır. Fine-Kinney Yöntemi, Tehlike ve İşletebilirlik Analiz Yöntemi, Olursa Ne Olur Yöntemi ve L Tipi Matris(5x5) Yöntemleri uygulanarak risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, atık barajlar gibi büyük ve karmaşık yapılarda, sayısal ve istatistiksel verilere dayalı sonuçlar ortaya çıkarması, çıkan sonuçlara göre alınacak tedbirler önermesi ve tedbirlerin uygulanması ile başarı elde edilmesinden dolayı L Tipi Matris(5x5) yönteminin en etkin yöntem olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık barajı, İş sağlığı ve güvenliği, Risk değerlendirmesi

SUMMARY

The mining sector is a continuously evolving and expanding industry that has been developing for centuries. With growth comes increased challenges, particularly in the areas of waste management and occupational health and safety. The growth of the mining sector, like in any industry, poses significant problems. One of the most important of these problems is the storage of waste generated in mines. Waste dams constructed for waste storage are complex structures due to their importance and the risks they pose. Ensuring the sustainable operation of these structures is of great importance in terms of Occupational Health and Safety.

In the Zirli Waste Storage Dam, located within the boundaries of Karamustafa Village in the central district of Gümüşhane, ongoing construction activities pose significant risks in terms of stability and permeability. It is crucial to identify potential hazards that may arise during and after the construction of the dam. Precautions are necessary from both a technical perspective and to minimize the potential occupational accidents that may occur due to errors by workers.

This study aims to conduct risk assessment and propose solutions. Risk assessments were carried out using the Fine-Kinney Method, Hazard and Operability Analysis (HAZOP), What If Analysis, and L-Type Matrix (5x5) Method. As a result of these assessments, it was concluded that the L-Type Matrix (5x5) method is the most effective, particularly for large and complex structures like waste dams, due to its ability to generate results based on numerical and statistical data, suggest measures according to the outcomes, and achieve success through the implementation of these measures.

Keywords: Waste storage dam, Occupational health and safety, Risk assessment

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Önceki Çalışmalar.....	2
1.2. İSG Kavramı ve Barajlardaki Önemi.....	6
1.3. Tehlikeli Atık Sistemleri.....	9
1.4. Madenlerde Atıkların Ayrıştırılmasında Kullanılan Kimyasallar.....	10
1.5. Risk Tanımı ve Risk Değerlendirmesi	11
1.5.1. Risk Analizinin ve Yönetiminin Faydaları	13
1.5.2. Risk Analizinin ve Yönetiminin Problemleri.....	13
1.5.3. Risk Analizi Metodları.....	14
2. MATERYAL VE METOT	20
2.1. Materyal	20
2.1.1. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) Hakkında Genel Bilgiler	20
2.2. Metot	34
2.2.1. Olursa Ne Olur (What If?) Yöntemi	34
2.2.2. Tehlike ve İşletilebilirlik Yöntemi (HAZOP).....	35
2.2.3. Fine-Kinney Yöntemi	35
2.2.4. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi	37
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
3.1. Olursa Ne Olur (What If ?) Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi.....	39
3.2. Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi	41
3.3. Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi.....	46
3.4. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi	51

4. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKÇA	61
ÖZGEÇMİŞ	65



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Dünyadaki büyük baraj yıkılmalarına örnekler	8
Tablo 2. Atık bertaraf ve geri kazanım tesis göstergeleri (TUIK, 2020).	10
Tablo 3. Neden-Sonuç Analizi Tablosu Örneği	16
Tablo 4. Hata Ağacı Analiz Tablosu Örneği.....	17
Tablo 5. Birincil Risk Analizi Tablosu Örneği	18
Tablo 6. Bölgeye ait sıcaklık değerleri	24
Tablo 7. Bölgeye ait yağış değerlerinin aylık dağılımı.....	25
Tablo 8. Bölgeye ait nem değerlerinin aylık dağılımı	26
Tablo 9. Bölgenin Sayılı Günler Dağılımı (Sisli, Kar Yağışlı, Karla Örtülü, En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı)	27
Tablo 10. Bölgenin Rüzgâr Dağılımı (Mevsimlik-Yıllık-Aylık Rüzgâr Yönü Dağılımı, Yönlerine Göre Rüzgâr Hızı, Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı Dağılımı, En Hızlı Esen Rüzgârın Yön ve Hızı, Fırtınalı ve Kuvvetli Rüzgârlı Gün Sayısı)	28
Tablo 11. Ortalama rüzgar hızının aylara göre dağılımı.....	29
Tablo 12. Ortalama Fırtınalı ve Ortalama Kuvvetli Rüzgârlı Gün Sayısı	29
Tablo 13. Atık miktarının aylara göre değişimi.....	33
Tablo 14. Tehlike ve İşletilebilirlik Yöntemi (HAZOP) Formu Örneği.....	35
Tablo 15. "Olursa Ne Olur" Analiz Tablosu Örneği.....	34
Tablo 16. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali Değerleri.....	36
Tablo 17. Frekans (Maruziyet Sıklığı) Değerleri.....	36
Tablo 18. Zarar/Sonuç (Şiddet) Derecelendirmesi.....	36
Tablo 19. Risk Değerlendirme Sonucu	36
Tablo 20. Fine-Kinney Analiz Değerlendirme Formu.....	37
Tablo 21. Bir olayın gerçekleşme ihtimali.....	37
Tablo 22. Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti	38
Tablo 23. Risk skor (derecelendirme) matrisi.....	38
Tablo 24. Sonucun kabul edilebilirlik değerleri.....	38
Tablo 25. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) Olursa Ne Olur Yöntemi ile Risk Analizi.....	39
Tablo 26. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) HAZOP Yöntemi ile Risk Analizi.....	41
Tablo 27. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Analizi ...	46

Tablo 28. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk

Analizi.....51



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Zirli barajı yer bulduru haritası	22
Şekil 2. Zirli barajı topoğrafik haritası	23
Şekil 3. Bölgeye ait sıcaklık değerleri.....	25
Şekil 4. Bölgeye ait yağış değerlerinin aylık dağılımı	26
Şekil 5. Bölgeye ait nem değerlerinin aylık dağılımı.....	27
Şekil 6. Uzun yıllar esme sayısına göre rüzgâr gülü (yıllık).....	28
Şekil 7. Ortalama rüzgar hızının aylara göre dağılımı	29



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DDT : Düzenli Depolama Tesisı

ADT : Atık Depolama Tesisı

HAZOP : Tehlike ve İşletilebilirlik Risk Analizi

PRA : Birincil Risk Analizi



1. GİRİŞ

Barajlar, yağmur sularının toplandığı havzalara ve akarsuların üzerine inşa edilen yapılardır. Barajlar, elektrik enerjisi üretimi, akarsu debisi ya da taşkın kontrolü, sulama alanlarının su temini, içme suyu temini gibi faydaların yanı sıra, çalışma konusunda olduğu gibi atık depolama amacı ile de inşa edilebilir. Ancak, baraj inşası ve işletme süreçleri beraberinde önemli riskleri de getirir. Baraj inşası yıllarca süren ve külfetli projelerdir. Bu süreç, ülkenin ekonomisini büyük ölçüde etkileyebilir ve çeşitli can ve mal kayıplarına sebep olabilir. Dolayısıyla, barajların yapımı ve işletmesi süreçlerinde titizlikle hareket etmek, riskleri azaltmak ve çevreye olan olumsuz etkileri minimize etmek için önlemler almak son derece önemlidir. Aynı zamanda, suyun sürdürülebilir ve verimli kullanımı için çevre dostu ve sürdürülebilir yöntemlerin tercih edilmesi gerekmektedir (Bowles vd., 1998).

Ülkemiz dahil, gelişmekte olan tüm ülkelerde, üretim ve tüketimin artmasıyla birlikte atık oluşumunda artmaktadır. Atık türleri, literatürde çeşitli kriterlerin göz önünde bulundurulmasıyla kategorize edilmektedir. Atıkların tehlikeli ve tehlikesiz şeklinde gruplandırılması bahsi geçen kriterlerin en önemlilerindendir. Tehlikeli atıklar, çevre dengesini ve insan ile diğer canlıların doğal yapılarını olumsuz etkileyerek zarar veren fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik yönden etkili olan atıklar ve bu atıklarla kirlenmiş maddeler olarak ifade edilmektedir (Çevre Kanunu, 1983).

Dünya genelinde tehlikeli atık yönetimine ilişkin yasal düzenlemeler çoğunlukla yaklaşık 1970 yıllarında oluşturulmuş ve o dönemde tehlikeli atık bertaraf tesisleri de faaliyete geçirilmiştir. Tehlikeli atıkların ülkemizdeki yönetiminin, 20 yılı aşkın geçmişi bulunmaktadır. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin 1991 yılında yürürlüğe girmesiyle bu süreç başlatılmıştır. Özellikle 2005 yılından sonra, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Ambalaj Atıkların Kontrolü Yönetmeliği gibi bir dizi düzenlemeyle, her bir ürün grubu kaynağına göre ayrı olacak şekilde toplanarak, standart hale getirilmiştir (Korkmazer, 2015).

Günümüzde dünya genelinde yılda yaklaşık 400 milyon ton tehlikeli atık oluşmaktadır. Ülkemizde ise yılda 1,5 milyon ton tehlikeli atık meydana gelmektedir. Bu büyük miktardaki tehlikeli atıkların kontrol altına alınması, çevre ve canlı sağlığı için son derece önemlidir. Bu nedenle, tehlikeli atıkların yönetimi için bir hiyerarşi oluşturulmuş ve bu hiyerarşide en öncelikli seçenekten en son seçeneğe doğru; önleme, azaltma, tekrar

kullanım, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve bertaraf adımları öngörülmüştür (Muşdal, 2007).

2020 yılı verilerine göre Türkiye'de tehlikeli atık bertarafı tesisleriyle ilgili durum şu şekildedir: Atık yakma ve beraber yakma tesislerinin sayısı 50, tehlikeli atık düzenli depolama tesislerinin (1.sınıf) sayısı ise 9 adettir. Bu tesisler, tehlikeli atıkların kontrolü ve yönetimi açısından önemli bir rol oynamaktadır (TÜİK, 2020). Tehlikeli atıkların bertaraf tesisleri, çevresel, kimyasal ve fiziksel boyutları içerdiği için disiplinlerarası etkileşimin yoğun olduğu tesislerdir. Bu tesisler, numune kabul alanları, laboratuvarlar, depolama alanları, yakma sistemleri, düzenli depolama sahaları, biyogaz tesisleri ve atık su arıtma tesisleri gibi ek tesislere ev sahipliği yaparlar. Bu nedenle, iş sağlığı güvenliği bu detayları da kapsamalıdır. İş sağlığı güvenliği önlemleri, tesisin karmaşık yapısına uygun olarak düzenlenmeli ve çalışanların sağlığı ve güvenliği ön planda tutulmalıdır. Bu tür tesislerde iş sağlığı güvenliği uygulamaları, atıkların bertaraf süreçlerinin her aşamasında etkin bir şekilde uygulanmalı ve sürekli olarak gözden geçirilmelidir. Bu sayede hem çevre hem de çalışanların sağlığı korunmuş olur ve tehlikeli atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi sağlanmış olur.

1.1. Önceki Çalışmalar

Atık barajlarında iş sağlığı ve güvenliği konusunda önemli çalışmalar yapılmış şu sonuçlara ulaşılmıştır.

Li vd. (2014) çalışmasında, Asya-Pasifik bölgesinde asbest ve asbestli atıkların yönetiminin eksiklikleri ele alınmıştır. Araştırma, 13 ülkede asbestin oluşumu ve atık yönetimi süreçlerinde çevresel etkiler ve iş sağlığı güvenliğinin yeterince önemsenmediğini belirtmektedir. Çalışma, asbestli atıkların bertarafı için yeni teknolojilerin araştırılmasını ve mevcut tekniklerin çevresel etkileri ve iş sağlığı güvenliği standartlarına uygun bir şekilde uygulanmasını hedeflemektedir. Asbest içeren binaların inşası ve yıkımı sırasında çalışanların doğrudan asbeste maruz kaldığına dikkat çekilmekte ve bu durumun asbest kaynaklı hastalıkların riskini artırdığı belirtilmektedir. Çalışmada, asbeste bağlı hastalıkların etkisinin uzun süreli olduğu ve birçok ülkede uygun istatistiklerin eksik olduğu ve çalışanların maruziyetini azaltmak için gerekli önlemlerin alınmadığı vurgulanmaktadır. Son olarak, toplumda asbeste bağlı hastalıklara yakalanma riskinin en yüksek olduğu grupların asbestle çalışanlar, çalışanların aileleri ve asbestle çalışılan tesislere yakın yerleşim bölgelerinde yaşayanlar olduğu ifade edilmektedir (Li vd., 2014).

Bu araştırmada, asbestli atıkların tanınması ve düzenli depolama veya yakma yöntemleriyle imha edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Atıkların toplanması, taşınması ve imha edilmesi süreçlerinde mevzuata uyum, çevresel etkilerin azaltılması ve iş sağlığı güvenliği kurallarının takip edilmesi önemlidir. Araştırmada incelenen ülkelerde, asbestli atıkların bilgi eksikliği nedeniyle evsel atıklar veya inşaat artıklarıyla birlikte imha edildiği belirtilmiştir. Bu kontrolsüz imha yöntemi,  evre ve insan sağlığı için ciddi riskler oluşturabilir (Li vd., 2014).

Li vd. (2012) yaptığı araştırmada,  in'deki tehlikeli atık düzenli depolamasının yeraltı sularına olan tesiri titizlikle irdelenmiş ve risk değerlendirmesi yapılmıştır. Araştırma sonuçları, tehlikeli atıkların yeraltı sularına olan tesirinin çok yüksek seviyede olduğunu ve önlemler alınsa bile yeraltı sularının kirlendiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, tehlikeli atıkların düzenli depolama yöntemiyle bertaraf edilirken yeraltı sularının korunması için alınacak önlemler sıralanmıştır. Bu tedbirler, çalışma grubundaki deneyimli çalışan sayısının yeterli olması, acil durum eylem planının etkili olması, düzenli olarak depolama yapılan alanın zemin etüdünün uygun şekilde yapılması, kullanılacak olan ekipmanların rutin bir şekilde kalibre edilmesi, günlük bakım sıklığının izlenmesi ve rutin yönetim sisteminin uygulanması şeklinde vurgulanmıştır. Bu önlemlerin uygulanması, tehlikeli atıkların yeraltı sularını koruma açısından önemli bir adım olacaktır (Li vd., 2012).

Tatar ve  zdemir'in araştırmasında, solvent kullanan sektörlerde risk değerlendirmesi Tarama Düzeyi Risk Analizi yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada özellikle boyahane bölümünde yangın tehlikesi değerlendirilirken, " oklu ölümler, çoklu kalıcı sakatlıklar veya çok ciddi sağlık etkileri" olarak tanımlanan 5 sonuç ve "Uzak ( ok az) olasılık - Tesisin beklenen yaşamı boyunca çok düşük gerçekleşme olasılıklı olay veya sonuç etkisi (hatalar zinciri)" olarak tanımlanan 1 sıklık değeri verilmiştir. Bu değerler, risk değerlendirmesi matrisine yerleştirildiğinde, "Mevcut koruma katmanlarını gözden geçir, pratik olarak mümkünse iyileştir." tanımıyla C seviyesinde, yani orta düzeyde risk tespit edilmiştir. Bu sonuca, mevcut koruma önlemlerinin yeterli olması sebep gösterilmiştir (Tatar ve  zdemir, 2012).

Xin vd. (2011) yaptığı atık barajı risk değerlendirmesi çalışması atık barajının kırılması ve sonuçları üzerine gerçekleştirilmiştir.  alışmalarında, yurt içinde ve yurt dışında meydana gelen atık barajı kaza vakalarını incelemişler ve bir atık barajının stabilitesini değerlendiren yeni bir indeks sistemi oluşturmaya amaçlamışlardır. Araştırmalarında, ilgili verilere başvurarak, atık barajlarının olası kırılma riskini

değerlendirmek için set çifti analizi teorisini uygulamışlar ve böylece sorunu çözmek için yenilikçi bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Daha önceki baraj yıkılması risk değerlendirmelerinde sadece insan ve mal kayıpları dikkate alınırken bu çalışmada baraj ölçeğini ve sosyal çevre etkilerini de göz önünde bulundurmuşlardır ve bu iki faktörün de baraj yıkılma şiddetini etkilediğini tespit etmişlerdir. Bu yöntemle baraj kırılma etkisi araştırmalarının zorluğuna dikkat çekmişlerdir (Xin vd., 2011).

Chen vd. (2022) yaptığı çalışmada uranyum atık havuzunun acil durum risk yönetimi üzerinde durulmuştur. Çalışmaları sonucunda insanların ve altyapıların neden olduğu risk faktörlerinin dikkate alınması gerektiğini ve acil durum yönetimi sürecinde etkili yönetim tedbirlerinin alınması gerektiğini vurgulamışlardır. Analizleri sonucunda riskin olaya dönüşmesini engelleyebilecek bir savunma bariyeri oluşturmak için bir yapısal risk sistemi kurulabileceğini belirtmişlerdir (Chen vd., 2022).

Du vd. (2020) 2019 yılında Brezilya'da çöken bir atık barajı üzerine risk değerlendirme çalışması yapmışlardır. Çalışmaları sonucunda baraj yıkılma olaylarında gövde çökme ve yer değiştirmelerinin takibinin çok önemli olduğu vurgulamışlardır. Çökme derecesinin barajın güvenlik izlemesi ve erken uyarı kararları için hayati öneme haiz olduğunu tespit etmişlerdir (Du vd., 2020).

Alçan (2022) yaptığı çalışmada “İnşaat Sektöründe Hazop Metodu ile Risk Değerlendirmesi” konusunu ele almıştır. Risk değerlendirme çalışmalarının ülkemizde çoğunlukla 6331 sayılı kanun kapsamındaki işyerlerinde uygulandığı belirtilmektedir. Ancak, yanlış değerlendirmeler ve uygulamalardan kaynaklı kazalar ve tehlikeler de meydana gelebilmektedir. İş güvenliğinin temel hedefi, çalışanın fiziksel ve ruhsal sağlığını korumaktır. Bu amaç için çalışma ortamının güvenliği kadar işin proses güvenliğinin de sağlanması gerekmektedir. İnşaat sektörü, risk açısından en yüksek olan sektörlerden biridir ve ölümlü iş kazalarının sıklığı bakımından diğer sektörlerden önemli ölçüde yüksektir. HAZOP risk metodunun parametreleri ve kılavuz kelimeleri sayesinde önceden önlem alınabilen risklerin belirlenmesine katkı sağladığını ifade etmiştir. Çalışmadaki parametrelerin HAZOP ekibi tarafından tartışılarak belirlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yarı nicel bir özellik taşıması sayesinde anlaşılabilir olduğunu ve öncelik sıralaması yapılmasını kolaylaştırdığını belirlemiştir (Alçan, 2022).

Çolak vd. (2018) yaptıkları çalışmada Fine-Kinney metodunu kullanmışlardır. İşverenlerin ve yöneticilerin iş güvenliğine özen göstermeleri gerektiğinin, iş sağlığı ve güvenliği hakkında yeterli bilgi sahibi olmalarının ve çalışanları güvenli davranışlar konusunda teşvik edecek önemli koşulları sağlamalarının önemli olduğu sonucuna

varmışlardır. Madencilik fabrikalarında genellikle taşıma, istifleme ve ambalajlama işleri manuel olarak gerçekleştirildiğinden, çalışanlara elle taşıma işleri yönetmeliği doğrultusunda eğitim verilerek mümkün olan alanlarda otomasyon sistemlerine geçilmesinin olası iş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçileceğini belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra üretim hatlarında kullanılan kimyasallar hakkında çalışanların bilgilendirilmesinin önemini ve malzeme güvenlik bilgi formlarının kullanım alanlarına ve gerekli bölgelere asılması gerektiğini vurgulamışlardır (Çolak vd., 2018).

Şensoy ve Kaya yaptıkları çalışmada Fine-Kinney ve 5x5 L Tipi matris yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada, artan endüstrileşmenin etkisiyle yaygınlaşan tehlikeli atık tesislerinde meslek hastalıklarına yol açan biyolojik risk unsurları ve genel risk unsurları olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörleri değerlendirmişlerdir. Araştırmalarında öncelikle biyolojik risk unsurlarının meslek hastalıklarıyla ilişkisini incelemişlerdir. Biyolojik risk unsurlarının meslek hastalıklarıyla bağlantılı olduğu tespit edilse de meslek hastalığına neden olduğuna dair veri bulunamamıştır. Bununla beraber, biyolojik risk unsurları için 5x5 L Tipi Matris yöntemiyle bir risk analizi yapmışlar ve en çok orta düzeyde risklerin olduğunu belirlemişlerdir. Biyolojik unsurların yanı sıra, genel riskleri genel olarak değerlendirerek iki farklı yöntemle analiz etmişlerdir. Genel risklerin belirlenmesinde, 5x5 L Tipi Matris ve Fine Kinney yöntemlerini kullanmışlardır. Elde ettikleri sonuçları, metotlar bakımından karşılaştırdıklarında, Fine Kinney yönteminin sade, anlaşılır olması gerektiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca üç faktörün yani olasılık, frekans ve şiddetin çarpılarak risklerin derecelendirilmesi, bütün sektörlerde uygulanabilmesi ve mantıklı çıktılar sunması gibi avantajlarını hesaba katarak Fine Kinney yönteminin atık bertaraf tesislerinde kullanılmasının daha sağlıklı sonuçlar vereceğini belirtmişlerdir (Şensoy ve Kaya, 2019).

Şakar (2021) çalışmasında , Olursa Ne Olur (What If...?) ve Birincil Risk Analizi (PRA) Tehlike ve İşletebilirlik Analiz Yöntemi (HAZOP) metotlarından faydalanarak, değerlendirme yöntemi olarak L Tipi Matris (5 x 5) belirlemiştir. Yaptığı risk analizi ile iş sağlığı ve güvenliği açısından iş kazalarının belirlenmesi, en aza indirgenmesi ve barajın güvenli bir şekilde inşa edilmesi için önemli olan esasları belirlemeye çalışmıştır. Baraj inşaatlarının çeşitli çalışma alanlarını bir arada bulunduran projeler olduğunu, iş sağlığı ve güvenliği açısından alınan önlemlerin esnetilmesinin ve yapılan işlerin kesin projeye uygun ilerlememesinin; mevcut iş kazalarının sayısının yükselmesine sebep olacağını belirtmiştir. Bununla birlikte baraja ait hesaplamaların hatalı yapılmasının; barajın yıkılmasına sebebiyet vereceğini vurgulamıştır (Şakar, 2021).

Bu tez çalışmasının amacı, tehlikeli atık bertaraf tesislerinde atık barajı çalışmalarının incelenmesi ve iş kazaları ile meslek hastalıklarına yol açabilecek risklerin belirlenmesidir. Ayrıca, tanımlanan risk seviyelerinin azaltılması için çeşitli çözüm önerileri sunmayı hedeflemektedir. Bu çalışma çerçevesinde, ilgili literatür kaynakları titizlikle araştırılmış ve saha ziyaretleri gerçekleştirilmiştir.

1.2. İSG Kavramı ve Barajlardaki Önemi

İşyerlerinde belirli düzenlemelerin yapılması, iş sağlığı ve güvenliği alanının gelişimine katkıda bulunmuştur. Bu durum, iş sağlığı ve güvenliğinin teknik bir disiplin haline gelmesi için bir fırsat sunmuştur. Ancak günümüzde işletmeler, yalnızca resmi mevzuatlara uymakla iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarını yeterince geliştirememektedir. Maalesef iş kazaları ve meslek hastalıkları yaşanmaya ve artmaya devam etmektedir. Dolayısıyla modern iş sağlığı ve güvenliği biliminin geliştirilmesi 20. yüzyılda gerçekleşmiştir ve bugün çeşitli yöntemler ve aksiyonlar geliştirilmiştir (URL-1).

Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklandığı üzere Sağlık; bedensel, zihinsel ve toplumsal açılardan tam bir esenlik halidir. Bu tanıma göre, sağlık yalnızca fiziksel veya sadece zihinsel iyi olma durumu değil, bütünsel bir uyum ve esenlik durumudur. İş Sağlığı ise çalışanın içinde bu dengeyi yakalayarak zihinsel, fiziksel ve toplumsal açıdan sağlığın korunması anlamına gelir. Çalışanla etkileşimi olan herkes iş sağlığının etkilerini deneyimler. Böylece geniş bir etki alanı oluşturur.

1992 yılında Uluslararası Ergonomi Birliğine (International Ergonomics Association, IEA) üye olan 25 ülkede yapılan bir araştırmada, ergonomi uygulamalarının içinde en önemli payı (%84) güvenlik konusunun oluşturduğunu bildirmiştir. Ayrıca, endüstri mühendisliği, biomekanik, iş yükü, insan-bilgisayar etkileşimi, mobilya tasarımı, eğitim, antropometri, psikoloji gibi çeşitli alanlar da izlenmektedir (Yalçın ve Ayvaz, 2018). Dolayısıyla, günümüzde iş sağlığı ve güvenliği bağlamında ergonomi, en kritik konuların başında gelmektedir. Ergonomi, insanların çalışma ortamlarıyla olan ilişkisini inceler. İş yerindeki mesleki risklerin analizi, hataların ve kazaların azaltılması, çalışanların sağlık, güvenlik ve memnuniyetinin korunması, iş verimliliğinin artırılması gibi temel iş sağlığı ve güvenliği ilkeleri, ergonominin temel prensipleri arasındadır. Bazı bireyler belki değişikliklere ihtiyaç duymayabilir, fakat uygun bir uyum sağlandığında, iş yerinde daha fazla kişinin rahatlamasına yardımcı olacaktır. Çalışma alanlarında iş istasyonlarının ergonomik ölçülere dikkat edilmesi bile, çalışanların verimliliği ve iş sağlığı ve güvenliği açısından birçok olumlu katkı sunacaktır (Akpınar vd., 2018).

İş emniyetiyle alakalı kavramlarda çeşitli açıklamalar mevcuttur. Emniyetin tanımına bakıldığında, Ringdahl emniyeti, herhangi bir durumun tehlikeli ve riskli olmadığı durumlarda "emniyetli" olarak nitelendirilebileceğini söylemiştir. Ancak bu her zaman sağlanabilir bir durum olmayabilir. Bunun yerine emniyetin bir değer yargısı olarak algılanması gerektiğini vurgulamıştır. Eğer herhangi bir ekipman veya eylemde riskin elimine edilmiş seviyede olduğu değerlendiriliyorsa, o ekipman veya eylem "emniyetli" olarak kabul edilmelidir şeklinde ifade etmiştir (Üngüren ve Koç, 2015). İş emniyeti; bir işin yapımı sırasında çalışanların karşılaşabileceği tehlikelerin önlenmesi veya ortadan kaldırılması için alınan teknik önlemleri içerir (Nişancı ve Demirören, 2020). İş güvenliği, çalışma ortamına ilişkin alınan önlemleri içerir. İşçilerin kullandığı teknik ekipmana karşı korunmayı hedefler. Bu bağlamda, işyerinde kullanılan teçhizatın neden olduğu riskleri tespit etme ve bu risklere karşı nasıl korunma tedbirleri alınabileceği ile ilgilenir (Erol, 2015).

Türkiye tarihinde, üçüncü jeolojik zamandan başlayarak 21. yüzyıla kadar ciddi sonuçlara yol açan baraj yıkılması olayları yaşanmamıştır. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır: a) Türkiye'de baraj inşası, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte başlamıştır. b) Devletin baraj inşaatlarına müdahil olması ve denetlemesi sağlam bir zemin oluşturmuştur. c) Baraj projeleri, etüt, planlama, fizibilite ve inşaat faaliyetleri kapsamlı bir şekilde incelenmiş, detaylı bir izleme ve uygulama sürecine tabi tutulmuştur (Bozkuş, 2004). Baraj inşası, büyüdükçe teknik sorumluluk da artar. Emniyetli bir baraj, sadece inşa aşamasında değil, planlama ve işletme süreçlerini de kapsayan önemli bir kavramdır. İş güvenliği ve emniyetine yönelik harcamalar ekstra bir maliyet olarak görülmemeli; aksine, inşaat ve işletme sürecinde olası iş kazaları ve ekonomik zararların önüne geçmek için proje maliyetinin bir parçası olarak değerlendirilmelidir (Güven ve Aydemir, 2012).

Tablo 1. Dünyadaki büyük baraj yıkılmalarına örnekler

Baraj Adı	Ülke	Yıkılma Yılı	Ölen İnsan Sayısı	Yıkılma Nedeni
Banqiao/Shimantan	ÇHC	1975	171000	Katastrofik yağış
Machchu 2	Hindistan	1979	5000	Üstten su aşması
Sempor	Endonezya	1967	>2000	Üstten su aşması
South Fork	ABD	1889	2209	Aşırı yağış
Vaiont	İtalya	1963	2000	Üstten su aşması
Tigra	Hindistan	1917	1000	Temele su sızması
Panshet	Hindistan	1961	1000	Gövde Yıkılması
Puentes	İspanya	1802	608	Yumuşak Zemin
St. Francis	ABD	1928	600	Jeolojik Duraysızlık
Malpesset	Fransa	1959	423	İnşaat aşamasında
Gleno	İtalya	1923	356	Hatalı tasarım ve inşaat
Val di Stava	İtalya	1985	268	Hatalı tasarım ve inşaat
Koshi	Nepal	2008	250	Aşırı yağış
Dale Dike	İngiltere	1864	244	Hatalı inşaat
Canyon Lake	ABD	1972	238	Taşkın
Kantale	Sri Lanka	1986	180	Hatalı işletme
Tangiwai	Yeni Zelanda	1953	151	Krater gölü taşması
Bouzey	Cezayir	1884	150	Kayma
Vega de Tera	İspanya	1959	144	Gövde yıkılması
Mill Nehri	ABD	1874	139	Hatalı tasarım
Buffalo Creek	ABD	1972	125	Aşırı yağış
Sella Zerbino	İtalya	1935	111	Jeolojik duraysızlık
Vratsa	Bulgaristan	1966	107	Çamur ve su taşkını
Situ Gintung	Endonezya	2009	98	Aşırı yağış
Certej	Romanya	1971	89	Gövde yıkılması
Bilberry	İngiltere	1852	81	Aşırı yağış
Austin	ABD	1911	78	Hatalı tasarım
Sayano/Shushenskaya	Rusya	2009	75	Türbin kopması
Eder ve Möhne	Almanya	1943	70	Kasıtlı yıkım
Shakidor	Pakistan	2005	70	Aşırı yağış
Desna	Avusturya-Macaristan	1916	62	Yapım hatası
El-Zeyzun	Suriye	2000	50	Filtre tabakası sıkıntısı

1.3. Tehlikeli Atık Sistemleri

Tehlikeli atıklar, özellikle insanların yaptığı işlerle ilişkili olarak meydana gelen yan ürünler, proses atıkları veya kullanılmış ürünler gibi materyallerden oluşmaktadır. Bu atıklar, cevher işleme teknolojileri, metal, plastik, ilaç gibi çeşitli teknoloji ve üretim sistemlerinin çevreye bıraktığı artık maddelerden kaynaklanmaktadır (Çevre Kanunu, 1983).

Tehlikeli atıkların çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerini azaltmak için, özel işlemlerden geçmeleri gerekmektedir. Atık türlerine bağlı olarak, farklı bertaraf yöntemleri düşünülmeli ve en uygun olanı seçilmelidir. Ülkemizde bertaraf işlemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından lisanslandırılmış tesislerde gerçekleştirilir. Türkiye'de atıkların bertarafı için en yaygın kullanılan yöntemler, atık yakma ve düzenli depolamadır (URL-2).

Atık yakma sistemleri, atıkların termal işlemlerle yakıldığı ve yanma sonucu oluşan ısıнын geri kazanıldığı veya kullanıldığı sabit veya hareketli ünitelerden oluşan sistemlerdir. Bu tesislerde atıklar, oksidasyon, piroliz, gazlaştırma gibi termal proseslerle yakılarak bertaraf edilir. Bu süreçler, tehlikeli atıkların etkisiz hale getirilmesine ve çevresel etkilerinin en aza indirilmesine yardımcı olur. Bertaraf işlemleri, atıkların çevreye zarar vermeden ve insan sağlığını tehdit etmeden kontrol altında tutulması için büyük önem taşır (URL-2).

Düzenli depolama yöntemi, atıkların güvenli bir şekilde depolanması için belirlenen alanda çeşitli adımların izlenmesini gerektirir. İlk olarak, uygun depolama alanı seçilir ve bu alanın jeolojik yapısı göz önünde bulundurularak uygun altyapı hazırlanır. Daha sonra, atıklar, belirlenen plana uygun şekilde bu depolama alanına yığılır veya gömülür. Bu süreçler, atıkların çevreye zarar vermeden ve tehlikeli etkilerinden izole edilerek güvenli bir şekilde muhafaza edilmesini sağlar (URL-2).

Ülkemizde kayıtlı tehlikeli atık bertaraf ve geri kazanım tesislerinin sayıları artmaya devam etmektedir. 2018 ve 2020 yıllarına ait tesislerin sayıları ve bu tesislerde işlenen atık miktarları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Atık bertaraf ve geri kazanım tesis göstergeleri (TUIK, 2020).

	2018		2020	
	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (ton)	Tesis sayısı	İşlem gören atık miktarı (ton)
Atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri	2223	104452603	2752	127401232
Atık bertaraf tesisleri	166	56372769	184	78333403
Düzenli depolama tesisi	159	55878883	174	77762423
Yakma tesisi	7	493885	10	570980
Atık geri kazanım tesisleri	2057	48079834	2568	49067829
Kompost tesisi	8	138054	9	127046
Beraber yakma tesisi	40	1069360	50	1298579
Diğer geri kazanım tesisleri	2009	46872420	2509	47642204

Tablodaki rakamlar, yuvarlamadan dolayı toplamı vermeyebilir.

1.4. Madenlerde Atıkların Ayrıştırılmasında Kullanılan Kimyasallar

Madencilik endüstrisi genellikle su tüketmektedir. Maden işleme sürecinde kullanılan suyun önemli bir kısmı atık suya dönüşmektedir. Maden atık suları, içerdikleri yüksek miktardaki kirleticiler nedeniyle çevre için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu atık suların arıtılmadan doğal ortamlara deşarj edilmesi, çevrede büyük ölçekli kirliliğe neden olmaktadır. (Yılmaz vd., 2022) Madencilikte kullanılan sular, içerdikleri katı partiküllerle birlikte, genellikle zehirli flotasyon ve liç reaktifleri (örneğin; siyanür, ksantat, mineral yağları vb.) ile kirlenmiştir. Ayrıca, demir dışı metal iyonları (bakır, kurşun, çinko, nikel), arsenik, fluorür, civa, antimuan, klorür iyonları gibi zararlı maddeler de suyun içinde bulunmaktadır (Abramov, 1993). Atık miktarı ve tehlike düzeyi, çıkarılan madenin türüne, içeriğine, yoğunluğuna ve tane boyutuna bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, dünya genelinde altın ve gümüş zenginleştirme tesislerinin büyük bir kısmında yaygın olarak kullanılan siyanür liçi yöntemi, işlenen cevherin neredeyse tamamı atık olarak ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu atıklar, genellikle önemli düzeylerde siyanür kimyasalı içermektedir, çünkü altın ve gümüş madenlerinde değerli mineral oranı genellikle %0,1'den çok daha düşüktür (Hacıfazlıoğlu ve Şahin, 2023).

Küresel çapta yaygın olan madencilik faaliyetlerinde kullanılan siyanür ve siyanür bileşiklerini ortadan kaldırmak için sağlam ve güvenilir kimyasal, fiziksel ve biyolojik teknolojiler mevcuttur. Hem tek başına kullanılan hem de entegre edilen bu süreçler, atık sulardan kaynaklanan çevresel etkileri etkili bir şekilde minimize etme yeteneğine sahiptir. (Botz vd., 2005) Alternatif kimyasalların incelenmesine rağmen, siyanür, maden

endüstrisinde özel ayrıştırıcı olarak kullanılması konusunda hala tercih edilmektedir. Siyanürün tercih edilme nedenleri arasında elde edilebilirliği, etkinliği, ekonomik oluşu ve kabul edilebilir risk düzeyi bulunmaktadır. Altın ve gümüş üretiminde, dünya genelinin yaklaşık %90'ında siyanür kullanılmaktadır (Mudder ve Botz, 2008). Siyanürle alakalı insanlarda endişeler mevcuttur. Bu endişeler genellikle madencilikle alakasız tarihi kaynaklardan türemiştir. Bu korku, genellikle madencilikle ilgili olumsuz bir algı yaratma amacıyla sıkça kullanılan bir korku türüdür. Eğer siyanür uygun şekilde kullanılmazsa hem insanlar hem de doğal yaşam için tehlikeli olabilir. Bu konuda herhangi bir kuşku bulunmamaktadır. Yıllar boyunca, siyanürle ilgili bir dizi yanlış anlama ve efsane, insanların zihinlerinde yer bulmuştur (Mudder ve Smith, 1994).

1.5. Risk Tanımı ve Risk Değerlendirmesi

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, temelinde "Risk Değerlendirmesi" kavramını barındırır. Bu kavram, henüz yeni olmasına rağmen içeriği ve kullanılan yöntemler daha önce kullanılanlardan farklı değildir (Özkılıç, 2005).

Tehlike – Yaşam ve mülkiyet kayıplarına sebep olmanın yanı sıra, sosyo-ekonomik düzenleri ve faaliyetleri, doğal ve kültürel kaynaklara zarar verebilecek her türlü durumu içeren şeyler (Kadioğlu, 2008).

Risk – Mevcut olan belirli bir tehlikenin gerçekleşme ihtimali ve bu tehlikenin sonuçlarını içeren bir terimdir (Alataş, 2007).

Risk değerlendirme – Bir sistem içindeki tehlikelerin yol açtığı risklerin büyüklüğünü öngörme ve mevcut denetim önlemlerinin etkinliğini düşünerek, bu risklerin kabul edilebilir olup olmadığına dair bir karar alma sürecidir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Risk Yönetimi – İnsan yaşamı ve çevre açısından risklerin incelenmesi ve kontrol altına alınması için, politikaların, deneyimlerin ve kaynakların düzenli bir biçimde uygulanmasına yönelik bir sistemdir (Buhurcu, 2016).

Risk Kontrol Noktası – Bir süreçte veya yönetim sisteminde, riskin azaltılması için alınabilecek belirli önlemler veya adımlar bulunmaktadır. Bu aksiyonlar, bir noktaya odaklanabilir (örneğin, bir boşaltma operasyonunun belirli bir adımı) veya daha kapsamlı bir şekilde bütün bir yönetim sistemi için geçerli olabilir (örneğin eğitim) (Özkılıç, 2005).

ILO Yönetim Kurulu'nun yapmış olduğu toplantı sonrası düzenlenen raporda risk, "Belirli bir zaman diliminde veya durumlar altında istenmeyen bir olayın meydana gelme ihtimali, çevre şartlarına bağlı olarak sıklık ve olasılık" şeklinde belirtilirken, risk

yönetimi; “İş güvenliği tedbirlerini geliştirmek ve sürdürmek için organizasyon içinde yapılacak tüm çabalardır.”(Gün, 2007).

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk yönetiminin temel hedefi; iş kazalarının ve meslek hastalıklarının sebeplerini ve etkileyen faktörleri titizlikle tespit ederek, ansızın meydana gelebilecek tehlikeleri engelleyecek tesirli bir güvenlik sistemi kurmaktır (Etüdü ve İşler, 2013). Etkili bir risk analizi, potansiyel kazalardan korunma bakımından kritik bir rol oynar ve görünmeyen tehlikelerin tespit edilmesini ve etkin güvenlik tedbirlerinin alınmasını mümkün kılar (Ünal ve Aykaç, 2010).

Bir işletmenin veya sürecin faaliyete geçmesi veya geçmiş olması durumunda, en önemli husus, sürecin veya işletmenin, çalışanların ve ürünlerin zarara uğramasını engellemektir. Risk analizlerinin yapıldığı iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi, prosesin güvenilirliğini ve dolayısıyla ürünün güvenilirliğini temin eder Ürünün sahip olduğu güvenilirlik, müşteri memnuniyetini ve güvenini artırır. Ürünün sahip olduğu bu güveni sağlamak için bir iş yerindeki tüm proseslerde oluşabilecek hataların çeşitlerini ve bu hataların ürünlere, çalışanlara veya sürece olan etkilerini belirleyen bir risk analizi yapılması gerekir. Karşılaşılan bir riskle başa çıkmak için ilk adım, riski oluşturan temel olayı ve riskin etkilerini tespit etmektir.. Bu şekilde, riski tanımlamak daha kolay olur ve riskle ilgili alınacak önlemler daha basit olarak ifade edilir. Bunun yanı sıra, hatalı bir şekilde belirlenen risklerin, başka riskleri ortaya çıkarabileceği unutulmamalıdır (Koru, 2006).

Risk değerlendirme aşağıdaki sorulara cevap vermektedir.

1. Ortaya çıkabilecek tehlikeler nelerdir?
2. Olası etki ve sonuçlar nelerdir ve bunlar kabul edilebilir midir?
3. Bu etki ve sonuçların ortaya çıkma ihtimalleri nedir?
4. Riskin kabul edilebilirliğinin sürdürülebilmesi için kontrol ve koruma çalışmaları yeterli mi? (Sırakaya, 2019)

Bundan dolayı, bir fabrikanın veya iş yerinin risk değerlendirmesi sonucunda erişmek istedikleri konular şunlardır:

- Operasyonun, çalışanlar, halk ve çevre için ne ölçüde güvenli ve sağlıklı olduğunun somut olarak tespit edilmesi
- Güvenlik ihtiyaçlarına uygunluğun teyid edilmesi
- Bir hata meydana geldiğinde, onun mal, can ve çevre üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi
- Bu hataların nasıl değerlendireceğinin saptanması,

- Gerektiğinde, meydana gelen hataların ne şekilde kontrol altına alınabileceğinin belirlenmesi (Özkılıç, 2005)

1.5.1. Risk Analizinin ve Yönetiminin Faydaları

Risk analizi ve yönetiminin temel amacı, iş yeri içerisinde olası tehlikelere karşı uygun tepkilerin belirlenmesi ve kasti veya kasti olmayan tehditlerin etkisini ve olasılığını indirgeyecek hazırlıkların, prosedürlerin ve kontrollerin tespit edilmesidir.

Risk analizi ve yönetimi sürecinin birçok faydası bulunmaktadır ve en önemli yararları şunlardır:

- Kurumun yazılı prosedür ve politikalarının geliştirilmesine ve iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.
- Kurum personelinin iş sağlığı ve güvenliği hakkında bilgi edinmelerini ve aktif bir şekilde katılımını sağlamaktadır.
- Kurum yöneticilerinin iş sağlığı ve güvenliği hakkında bilgi edinmelerini ve etkili kararlar almalarını sağlamaktadır.
- Risk analizi sonuçları ile organizasyon veya kurumdaki potansiyel tehlikeler ve uygulanacak tedbirler belirlenir.
- Kurum ya da organizasyondaki risklerin derecesinin hesaplanması ve riskin kabul edilebilecek seviyede mi yoksa kabul edilebilecek seviyede değil mi diye karar alınmasını sağlamaktadır.
- Kurumda hatalı emniyet tedbirlerinin uygulanma ihtimali ya da çalışanlarda hatalı emniyet anlayışının oluşması gibi durumların gözden geçirilmesine olanak tanır.
- Kurumda mevcut yasal gereklilikler ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği politikası gözetilerek, kabul edilebilir risk düzeyinde çalışmaya olanak tanır.
- İş yerinde zorunlu düzeltici ve önleyici eylemlerin icrası için verilerin kayıt altına alınmasını, sonuçların izlenmesini ve ölçülmesini sağlar (Ç.V.S.G. BAKANLIĞI, 2013).

1.5.2. Risk Analizinin ve Yönetiminin Problemleri

Risk analizi ve yönetimi süreci, bazı problemler ve ideal olmayan durumlar beraberinde getirebilir. Bu problemler şunlardır:

- Risk analizinin sonuçları tarafsız olmalıdır ancak çoğunlukla öznelidir. Özellikle nitel (kalitatif) risk analizi yapılırken bu zorlukla daha sık

karşılaşılır. Çünkü nitel risk analizinde risk, sayısal veriler yerine tanımlarla ifade edilir.

- Kuruma, sürece veya organizasyona uyacak olan risk analiz metodunun seçilememesi veya nicel (kantitatif) analiz metodlarının uygulanacağı bir kurumda nitel (kalitatif) analiz metodunun seçilmesi sonucunda risk analizi, işletme tarafından dahi yapılacaktır. Bu nedenle süre ve maddi kayba yol açabilir.
- Bütün kurumlara uygulanabilecek bir risk analizi yöntemi bulunmamaktadır. Her bir şirket için farklı tehlike durumları mevcuttur. Bundan dolayı işyerlerinde risk analizi yapılmadan önce kullanılabilecek risk analizi ve metodunun belirlenmesi gerekmektedir.
- İşyerine uymayan bir risk analizi yöntemi seçilmesi veya farklı yöntemlerin bir arada kullanılmamasından dolayı risk analizi sonucunun belirlenmesini beklemek zaman kaybına yol açabilir. Bu bağlamda, acilen alınması gereken güvenlik önlemlerinin ve tedbirlerin zamanında alınmaması kaza yaşanmasını kaçınılmaz hale getirebilir.
- Risk analizi sonuçlarının verimliliği analizi yapacak olan iş sağlığı ve güvenliği uzmanının deneyimine bağlıdır. Risk analizi ve yönetimi süreci, standart kalıplara bağlı bir şekilde yürütülemez. Süreç boyunca karşılaşılabilecek tehlikelere göre nicel ve nitel risk analiz metodları uygulanmaktadır. yöntemleri birbirinden ayıran unsur risklerin yorumlanma şeklidir. Bu sebeple tecrübeli ve bilgi birikimi yüksek risk analistlerinin, riskleri yorumlaması hayati öneme sahiptir (Raifoğlu, 2011).

1.5.3. Risk Analizi Metodları

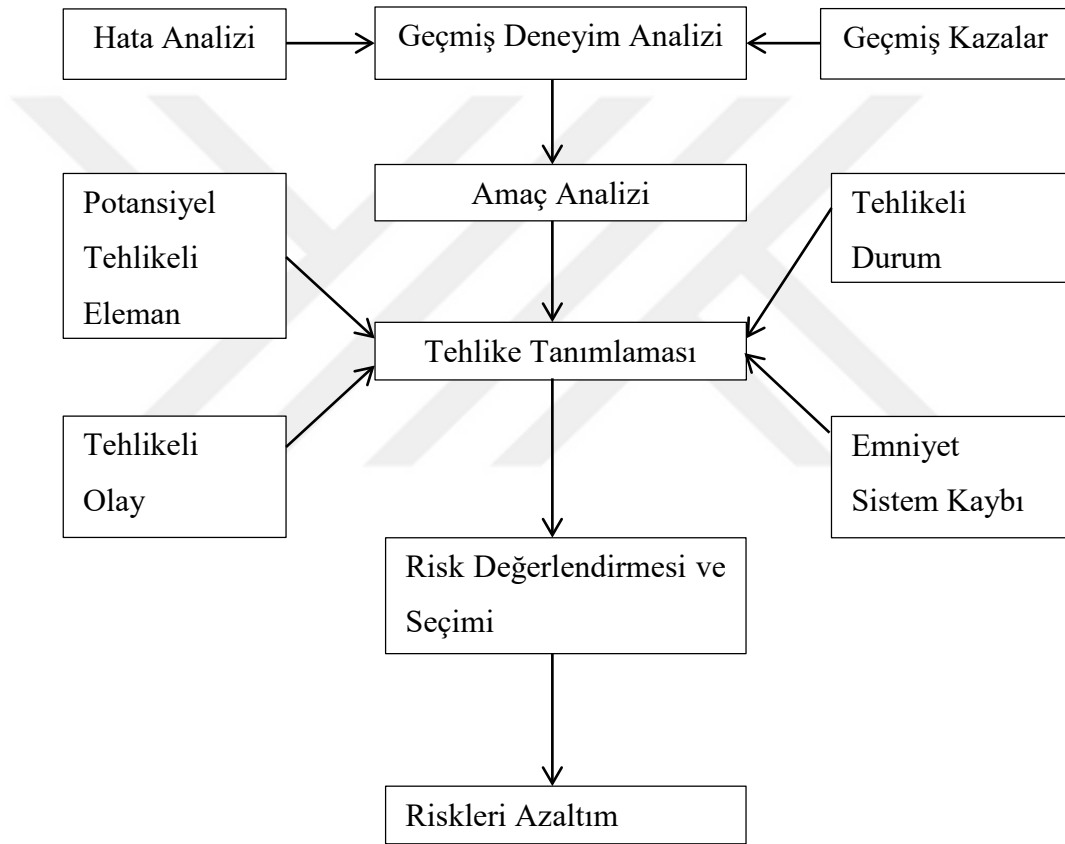
Risk analizi, iki temel yönetime dayanmaktadır: nicel (kantitatif) ve nitel (kalitatif) yöntemler. Nicel risk analizi, riski hesaplamada matematiksel yöntemleri kullanır. Nitel risk analizi ise, tehdidin gerçekleşme olasılığı ve meydana getireceği etki gibi değerlere matematiksel değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı değerler verir. Bu değerler, matematiksel ve mantıksal yöntemlerle proses edilerek risk değeri belirlenir. Kalitatif risk analizinde, riski ifade etmek için "Tehditin Olma İhtimali (likelihood) X Tehditin Etkisi (impact)" formülü temel olarak kullanılır (Akkuş, 2013).

1.5.3.1. Kalitatif (Nitel) Yöntemler

Risklerin yüksek, orta veya düşük gibi kavramlarla tanımlandığı metottur.

1.5.3.1.1. Ön Tehlike Analizi (PHA) Yöntemi

Ön Tehlike Analizi (PHA), çoğunlukla proses veya tesisin tamamlanma evresinde gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarının ayrıntılı ve titiz bir şekilde değerlendirildiği bir analiz yöntemidir. Bu yöntem, proses veya tesisin nihai evresinde gerçekleştirilen çalışmaların tek tek gözden geçirilmesine dikkat edilir ve potansiyel tehlikelerin belirlenmesi amacıyla kullanılır. PHA-Ön Tehlike Analizi, iş güvenliği ve proses güvenilirliği açısından önemli bilgiler sunar ve olası riskleri tespit ederek uygun önlemlerin alınmasına olanak tanır. İşletmelerin güvenlik performansını artırmak ve iş kazalarını önlemek için etkili bir araç olarak kabul edilir.



Şekil 1. Ön tehlike analizi akış diyagramı

1.5.3.1.2. Tehlike ve İşletilebilirlik Yöntemi (HAZOP)

HAZOP, 1970'li yıllarda geliştirilen bir analiz yöntemidir. Temel amacı, bir sistemin, tesisin veya işlemin olası tehlikelerini ve operasyonel sorunlarını araştırmaktır. Bu yöntem, kimyasal işlemler endüstrisi için öncelikle tasarlanmıştır, ancak daha sonra diğer endüstrilerde de kullanılmıştır. Bu yöntemle alakalı olarak detaylı bilgi çalışmanın metot kısmında yer almaktadır.

1.5.3.1.3. Olursa Ne Olur (What If?) Yöntemi

Olursa Ne Olur? Analizi ekip çalışması gerektirmeyen bireysel olarak basit bir şekilde uygulanabilecek bir yöntemdir.

Tehlikelerin türünü tanımlamak ve önerileri değerlendirmek amacıyla risk değerlendirme raporunda kullanılır. Bu yöntemle gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde, risk analistinin dikkati bazen sadece bir noktaya odaklanabilir veya analistin deneyimi o noktadaki tehlikeyi fark etmesine izin vermeyebilir. Bu yaklaşım, çeşitli alanlardaki takım üyelerinin deneyimlerine dayanır ve bu ekibin üyelerinin deneyimlerine göre sonuçlar büyük ölçüde etkilenebilir. Bu yöntemle alakalı olarak detaylı bilgi çalışmanın metod kısmında yer almaktadır.

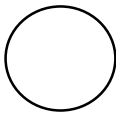
1.5.3.1.4. Neden-Sonuç Analizi Yöntemi

Bu yöntem, öncelikle nükleer enerji santrallerinin risk analizine yönelik olarak Danimarka RISO endüstrilerin laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Ancak daha sonra, diğer sistemlerinin güvenlik seviyelerinin belirlenmesi için de uygun hale getirilmiştir.

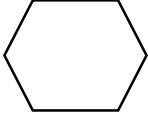
Bu yöntem, Olay Ağacı Analizi ile Hata Ağacı Analizinin karışımı ile elde edilen metottur.

Bu metodoloji, neden analizi ile sonuç analizini birleştirmesinden dolayı hem tündengelimli hem de tümevarımlı bir analiz yöntemini kullanmaktadır.

Tablo 3. Neden-Sonuç Analizi Tablosu Örneği

Olaylar	Anlamı
DAİRE 	Esas olay (Yaprak başlatan olay). Bu sembol birincil durumdaki problem için kullanılır. Daha ileri bir gelişimi gerektirmeyen, işleme gerek duyulmayan temel bir olaydır.
VE KAPISI 	Sadece sembol altındaki tüm girdi olayların gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.
VEYA KAPISI 	Sembol altındaki bir veya birden fazla girdi olaydan en az herhangi birinin gerçekleşmesi durumunda yukarıda yer alan olayın ortaya çıkması gerçekleşir.

Tablo.3 (Devamı)

SONUÇ TANIMLAYICI	Hata seviyesini belirten son olay veya koşul				
					
DALLANDIRMA OPERATÖRÜ	Eğer koşullar uygunsa çıktı “EVET” dir, eğer koşullar uygun değilse “HAYIR” dır. Dallandırma operatörüne kusur ve başarı ifadelerinden her ikisi de yazılabilir.				
<table border="1" data-bbox="438 432 601 530"> <tr> <td>H</td><td>E</td></tr> <tr> <td colspan="2">OLAY</td></tr> </table>	H	E	OLAY		$P_Y + P_N = 1$
H	E				
OLAY					

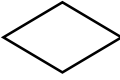
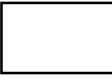
1.5.3.1.5. Hata Ağacı Analizi (FTA) Yöntemi

Bu yöntem, Amerikan Hava Kuvvetleri için 1962 yılında BELL Telefon Laboratuvarlarında geliştirilmiştir.

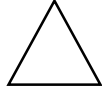
Bu yöntem, bir kritik olayın gerçekleşmesini veya önlenmesini sağlamak için alınması gereken tedbirleri detaylı bir şekilde analiz eder.

Bu yöntemde ilk adım olarak, potansiyel bir istenmeyen olay veya tehlike belirlenir. Ardından, bu olaya yol açabilecek etkenler bir ağaç kökü gibi adım adım tespit edilir. Metodun temel fikri, tehlikenin ortaya çıkmasına neden olan etkileri keşfetmektir. Bu sayede, olayları önlemek veya etkilerini minimize etmek için uygun önlemler almak mümkün olur.

Tablo 4. Hata Ağacı Analiz Tablosu Örneği

Sembol	İşaret edilen	İşlev
	Temel olay	Temel olay veya hata
	Gelişmemiş olay	Gelişmemiş durum
	Olay	Daha temel olaylardan oluşan olay
	Durumsal olay	Normal şekilde oluşabilecek olay
	VE kapısı	C çıktı olayı eğer bütün girdi olayları (A ve B) aynı anda oluşuyorsa oluşur.
	VEYA kapısı	C çıktı olayı eğer herhangi bir girdi olayı oluşuyorsa meydana gelir.

Tablo.4 (Devamı)



Transfer sembolü Ağacın başka bir yerde daha ileri noktaya geliştiğini gösterir.

1.5.3.1.6. Birincil Risk Analizi (PRA) Yöntemi

Birincil Risk Analizi, bir faaliyetin icrası sırasında meydana gelebilecek kazaları incelemek için kullanılan sistemli bir yöntemdir.

“Çalışma ortamında meydana gelebilecek olası kazalar nelerdir?” sorusu sorularak kaza sebebi belirlenmeye çalışılır. Örneğin; personel kaynaklı hata, sistemsel hata, yönetsel hata, mekaniksel hata vb.

Tablo 5. Birincil Risk Analizi Tablosu Örneği

Tarih		BİRİNCİL RİSK DEĞERLENDİRME FORMU					Değer. No	
Proses/Sistem							Düzenleyen	
Alt sistem							Rev. No	
Dizayn rehberi							Rev. Tarihi	
Takım							Sayfa	
NO	KAZA	NEDENLER	OLASILIK	RİN	KESİNLİK	KORUNMA	TAVSİYELER	
			1	2	3	DERECESİ		
1								
2								
3								

1.5.3.2. Kantitatif (Nicel) Yöntemler

Riskleri rakamsal verilerle açıklar. Tehlikenin gerçekleşme ihtimali matematiksel ve mantıksal yöntemlerle proses izlenerek hesaplanır.

1.5.3.2.1. Fine-Kinney Yöntemi

Farklı risk değerlendirme yöntemleri, risklerin tespiti ve yönetimi için kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri de Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemidir, diğer adıyla Kinney yöntemi olarak da bilinir. Yöntem, aslında ilk olarak 1971 yılında Fine tarafından önerilmiştir. Kinney ve Wiruth, bu çalışmadan ilham alarak 1976 yılında Fine-Kinney olarak adlandırılan yöntemi geliştirmişlerdir. Bu çalışma, üzerinden kırk yılı aşkın süre geçmesine rağmen hala Fine-Kinney yönteminin temel referansı olarak kabul edilmektedir. Fine-Kinney yöntemi, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) alanında Avrupa'da yaygın olarak tercih edilen bir risk değerlendirme yöntemidir. Türkiye'de ise 2012 yılından itibaren hızla popüler hale gelmiştir ve özellikle çimento sektöründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, büyük inşaat firmaları ve büyük ölçekli sanayi şirketleri

de bu yöntemin kullanımını giderek arttırmaktadır. Bu yöntemle alakalı olarak detaylı bilgi çalışmanın metot kısmında yer almaktadır (URL-4).

1.5.3.2.2. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi

5x5 Matris metodu olarak bilinen bu yöntem, aynı zamanda L tipi matris olarak adlandırılır ve olayların sebep-sonuç ilişkilerini analiz etmek için kullanılır. Olayın gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşmesi sonucu oluşacak zararın şiddeti arasındaki ilişki, bu yöntemle değerlendirilir. Bu teknik, risk analizinde güçlü bir araç olarak kabul edilir ve birçok sektörde yaygın bir şekilde kullanılır.

L tipi matris metodu, ülkemizde en çok kullanılan risk değerlendirme yöntemidir. Bu yöntem, basit ve anlaşılır yapısı sayesinde tercih edilir ve tek başına bir analist tarafından kolaylıkla uygulanabilir. Özellikle küçük işletmeler için ideal bir teknik olarak kabul edilir. Ancak daha büyük işletmelerde farklı iş akışı şemaları içerdiğinden, tek başına yetersiz kalabilir ve daha kapsamlı analiz yöntemlerinin kullanılmasını gerektirebilir. (Özkılıç, 2005)

Bu yöntemle alakalı olarak detaylı bilgi çalışmanın metot kısmında yer almaktadır.

Risk değerlendirme yöntemlerinin seçim aşaması, bir işletme için son derece kritik bir adımdır. Bu seçimin doğru yapılması, işletmenin maddi ve manevi olarak zarar görmesini engeller. Risk haritasının hazırlanması ve başlangıç tehlike analizinin yapılması sürecinde, hangi nitel ve nicel metodların kullanılacağı, işyerinin gereksinimleri, yapısı ve tehlikelerin büyüklüğüne göre bir uzman tarafından belirlenmelidir. Tehlikeleri çok az olan küçük işletmelere karmaşık ve zor tehlike analizlerini uygulamak, başarı şansını azaltacaktır. Bu nedenle, işletmenin özelliğine uygun yöntemler seçilerek etkin bir risk değerlendirme ve kontrol uygulaması gerçekleştirilmelidir.

2. MATERİYAL VE METOT

2.1. Materyal

Bu çalışma Gümüşhane ili Merkez İlçesi Karamustafa Köyü'nde bulunan Yıldız Bakır Madencilik Sanayi A.Ş. tarafından yapılmakta olan Zirli Atık Depolama Tesisinde yürütülmüştür.

2.1.1. Zirli Atık Depolama Tesis (ADT) Hakkında Genel Bilgiler

Proje konusu ADT Gümüşhane İli, Karamustafa Köyü sınırları dâhilinde olup en yakın yerleşim birimi olan Karamustafa Köyü'ne 1850 m mesafede yer almaktadır. Bahse konu işletme dâhilinde yeraltı ve açık maden ocakları, cevher zenginleştirme tesisi ve halen kullanılmakta olan atık depolama tesisi mevcuttur.

2.1.1.1. Depolanması Planlanan Atığın Analizi ve Atık Yönetimi Yönetmeliği Kapsamında Kodu

Yıldız Bakır Madencilik A.Ş. tarafından yeraltı ve açık maden ocakları, cevher zenginleştirme tesisi ve atık depolama tesisi işletilmektedir. Mevcut atık depolama alanının doluluk oranına ulaşması nedeniyle yeni atık depolama alanı inşa edilmesine karar verilmiştir. Söz konusu atık depolama alanında Cevher Zenginleştirme Tesisinden kaynaklanan atıkların depolanması sağlanacaktır. Cevher Zenginleştirme Tesisinde Flotasyon tesisi atığı ve liç ünitesi atığı oluşmaktadır.

Yıldız Bakır Madencilik A.Ş. tarafından 2015 yılı yatırım programına dahil edilen yeni DDT de depolanacak atığın kodunun belirlenmesi amacıyla Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğüne görüş sorulmuş olup 01 03 07* koduna sahip muhtemel tehlikeli atık grubunda yer alabileceği ancak atık kodunun netleştirilmesi için Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-3/B'de yer alan konsantrasyon değerlerinin analiz edilmesi gerektiği ve analiz sonucunda konsantrasyon değerlerinin düşük çıkması durumunda, atığın "01 03 08" kodlu 01 03 07 dışındaki diğer tozumsu ve pudramsı atıklar olarak tanımlanması gerektiği bildirilmiştir.

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü görüşü doğrultusunda Tübitak MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından Flotasyon tesisi atığının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-3/B'de yer alan konsantrasyon değerleri analiz edilmiş ve sonucunda Flotasyon tesisinden çıkan atığın "Tehlikesiz Atık" olduğu görülmüştür.

Atık oluşan bir diğer ünite de Liç Ünitesi olup Liç Ünitesi atıkları ile Flotasyon tesisi atıklarının aynı depolama alanında depolanması fikri gündeme gelmiştir. Bu kapsamda Tübitak MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından Liç Ünitesi atığı ve Liç + Flotasyon Çamuru Örneğinin Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-3/B’de yer alan konsantrasyon değerleri analiz edilmiş ve sonucunda atığın “Tehlikesiz Atık” olduğu görölmüştür.

Kurşun-Çinko-Altın Zenginleştirme tesisinden kaynaklanan atığın liç atığı ile birlikte depolanabilmesi için atığın temel özelliklerinin Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Ek-2’ye göre tanımlanması sağlanmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre;

22.07.2014 tarih ve R-10041/14 rapor numaralı analize göre atık İNERT

22.07.2014 tarih ve R-10040/14 rapor numaralı analize göre atık İNERT

25.07.2014 tarih ve R-10126/14 Flotasyon (%90) Detoks (%10) karışımı atık TEHLİKESİZ

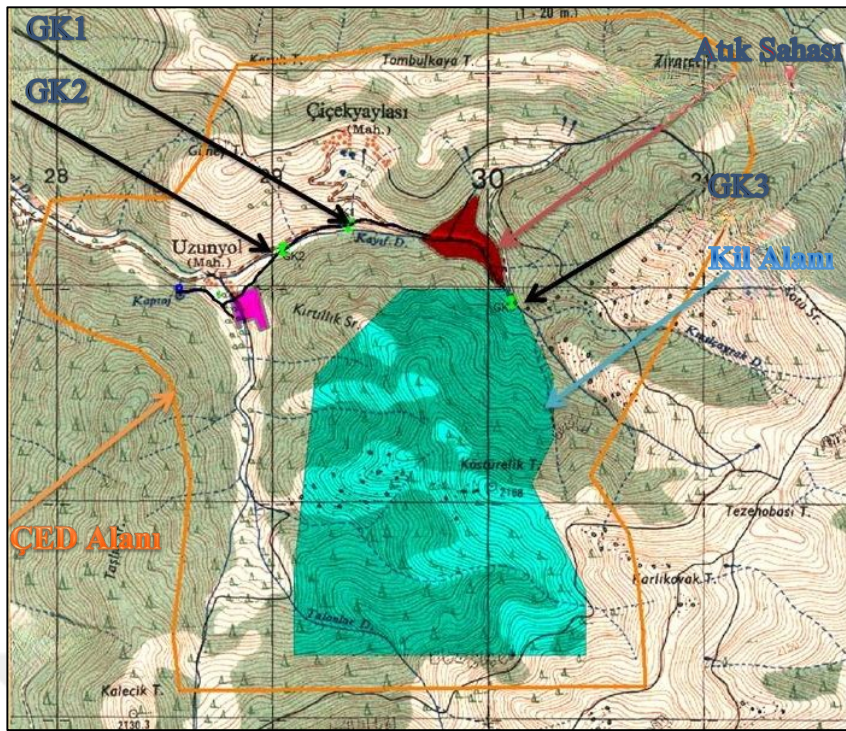
07.08.2014 tarih ve R-10246/14 Flotasyon (%90) Detoks (%10) karışımı atık TEHLİKESİZ

07.08.2014 tarih ve R-10247/14 Flotasyon (%90) Detoks (%10) karışımı atık TEHLİKESİZ atık olarak tanımlanmıştır.

İnşa edilmesi planlanan DDT II.Sınıf Düzenli Depolama Tesisi olup 01.12.2011 tarih 6689 sayılı “ÇED Olumlu” kararına esas Nihai ÇED Raporunda;

“Proje kapsamında planlanan ilave atık depolama alanı ise; toplam 3 lottan oluşacaktır. 2.Lot liç prosesinden çıkan atıkların depolanacağı alan, 1. ve 3. lotlar ise Pb-Zn Flotasyon atıklarının depolanacağı alan olarak projelendirilmiştir. İlave atık depolama alanı yaklaşık 288 ha büyüklüğündedir. Genel alan içerisinde oluşturulacak atık depolama lotları toplam 200 ha ’lık kısmını kapsayacaktır.

Tesis faaliyetlerinden kaynaklanacak flotasyon ve liç atıklarının depolanabilme kriterinin tespit edilebilmesi amacıyla, emsal bir işletme bulunamadığından 26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik gereği atık analizleri yaptırılmamıştır. Fakat atık depolama alanı içerisinde projelendirilen 3 adet lotun tamamı (en kötü ihtimal dikkate alınarak), Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik gereğince “I. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi” kriterlerine uygun olarak projelendirilecektir.” ibareleri yer almasına karşın, atıkların hem ayrı ayrı hem de karıştırılarak yapılan analiz sonuçlarında atığın “Tehlikesiz Atık” olarak tanımlanması ile atıkların II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisinde birlikte depolanması yönünde karar verilmiştir.



2.1.1.3. Bölgede Suyu Temin Edilen Yeraltı Sularının Koruma Bölgelerine Girip Girmediği

Proje alanı, DSİ havza sınıflandırmasına göre 22 numaralı Doğu Karadeniz Havzası içinde, havzanın güneyinde iç kesiminde yer almaktadır. Doğu Karadeniz Havzasının geneli engebeli bir topoğrafyaya sahip olup bol yağış almaktadır.

Proje mevkiinde hidroloji genel anlamda, bölgeye düşen yağış ve eriyen karların etkisiyle ortaya çıkan dere sistemleri aracılığıyla gösterilmektedir. Yağış miktarı genellikle yüksek rakımlara doğru artış gösterir ve yüksek rakımlarda genellikle kar formunda görülür. Bölgedeki devamlı akan akarsuların yanı sıra, topografyanın engebeli yapısı nedeniyle vadilerde erime mevsiminde geçici akışa sahip dereler ortaya çıkmaktadır. Topografik yapısı oldukça engebeli olan alanda, yüzey suyu drenaj sistemi oldukça gelişmiştir. Bölge genellikle volkanik kökenli kayalardan oluşmaktadır ve bu nedenle kaynak oluşumu sınırlı bir şekilde gerçekleşmektedir.

Proje sahasında ve yakın civarında herhangi bir kaynak boşalımı bulunmamaktadır.

II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisi inşa edilmesi planlanan alanda yapılan çalışmalar sonrasında hazırlanan Jeolojik – Jeoteknik Raporunda inceleme alanın heyelan, çığ, kaya düşmesi ve su baskını gibi tehlikeler açısından risk teşkil etmediği bilgisi yer almaktadır.

DDT'nin inşa edileceği alanın da içinde bulunduğu bölge engebeli bir topoğrafyaya sahip olmakla birlikte yoğun ağaçlıklı bir orman arazisidir. Bu nedenle çığ, heyelan ve kaya düşme riski oldukça düşüktür.

Proje alanı ve yakın çevresinde içme, sulama ve kullanma suyu temin edilen baraj ve yeraltı suyu koruma bölgesi bulunmamaktadır.

2.1.1.4. Bölgenin Meteorolojik Durumu

Proje alanına en yakın meteoroloji istasyonu, Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu olup, 1960-2014 meteoroloji verilerinden faydalanılmıştır.

Bölgenin Genel İklim Koşulları

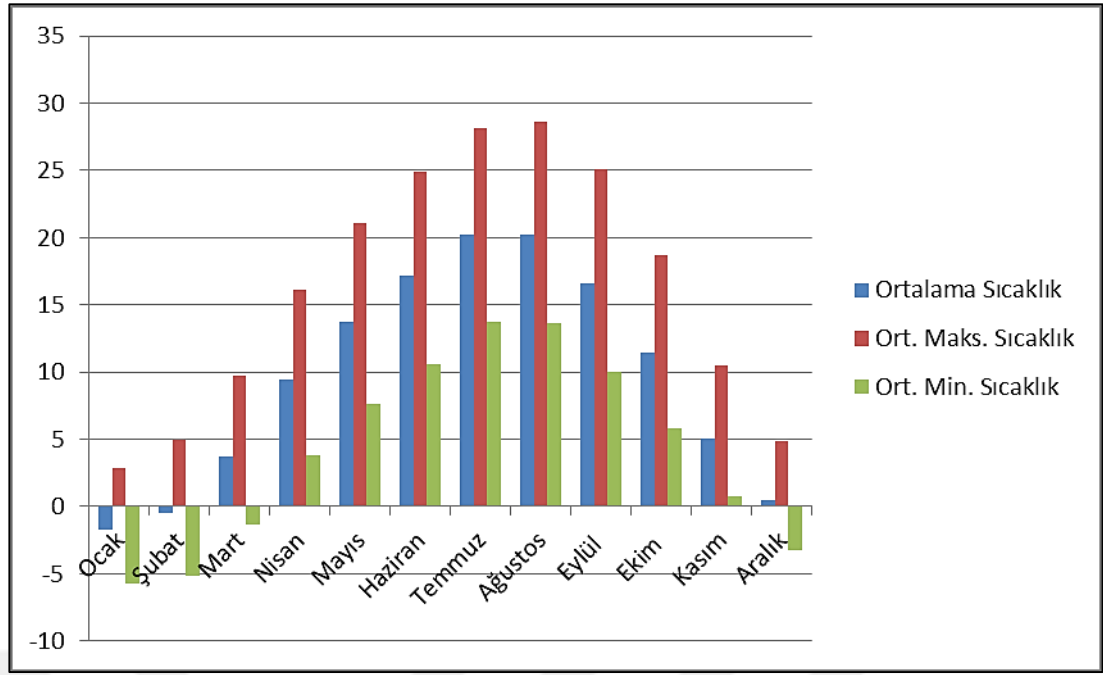
Gümüşhane İli, iklimsel özellikleri açısından Doğu Anadolu ile Doğu Karadeniz arasında bir geçiş bölgesini oluşturmaktadır. Gümüşhane İli genelinde, karasal ve Karadeniz iklimine ait genel özellikler mevcut olmasına rağmen, yakın bölgelerde dahi iklimde belirgin değişikliklere sıkça rastlanır. Gümüşhane'de, yaz aylarında genellikle kurak bir hava hüküm sürerken, kış ve bahar ayları ise geniş ölçüde yağışlı bir atmosfere sahiptir. Deniz seviyesinden uzaklaştıkça ve Doğu Anadolu Bölgesi'ne sınır teşkil eden bölgelere ve Bayburt İl sınırına yaklaşıldıkça, karasal iklimin belirgin şekilde ortaya çıktığı gözlemlenirken, benzer bir durum Gümüşhane İli'nin iç kesimlerinde de gözlenmektedir. İl merkezinden batı ve kuzeybatıya doğru gidildikçe, Harşit Vadisi boyunca iklim elemanlarında belirgin bir geçiş özelliği görülmektedir.

Bölgenin Sıcaklık Dağılımı

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu, 1960-2014 yılları arasındaki verilere göre yıllık ortalama hava sıcaklığının 9,7 °C olduğunu göstermektedir. Bölgenin sıcaklık normalleri ise (1960-2014 yılları rasatlarına dayalı olarak) aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 6. Bölgeye ait sıcaklık değerleri

Aylar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Sıcaklık °C	-1,7	-0,5	3,7	9,4	13,7	17,2	20,2	20,2	16,6	11,4	5,1	0,5	9,7
Ort. Maks. Sıcaklık °C	2,9	5	9,7	16,1	21,1	24,9	28,1	28,6	25,1	18,7	10,5	4,9	16,3
Ort. Min. Sıcaklık °C	-5,7	-5,2	-1,3	3,8	7,6	10,6	13,7	13,6	10	5,8	0,8	-3,2	4,2



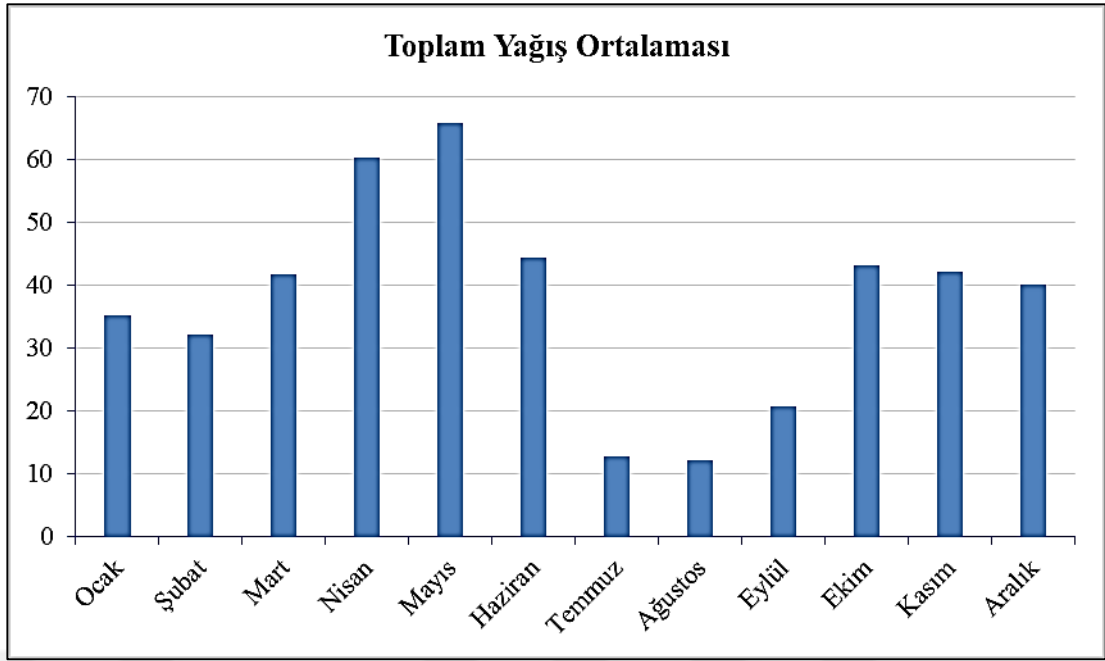
Şekil 4. Bölgeye ait sıcaklık değerleri

Bölgenin Yağış Dağılımı

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1960-2014 yılları verilerine göre yıllık ortalama aylık toplam yağış miktarı 450,4 mm olup, aylık maksimum yağış miktarı ise 51,7 mm ile Haziran ayında gerçekleşmiştir.

Tablo 7. Bölgeye ait yağış değerlerinin aylık dağılımı

Aylar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Aylık Toplam													
Yağış Ortalaması (mm)	35,2	32,2	41,8	60,3	65,8	44,3	12,7	12,1	20,7	43,1	42,1	40,1	450,4
Aylık													
Maksimum Yağış (mm)	29,8	36	49,5	45,2	41,1	51,7	26,6	25,7	23,2	49,1	47,4	31,9	51,7



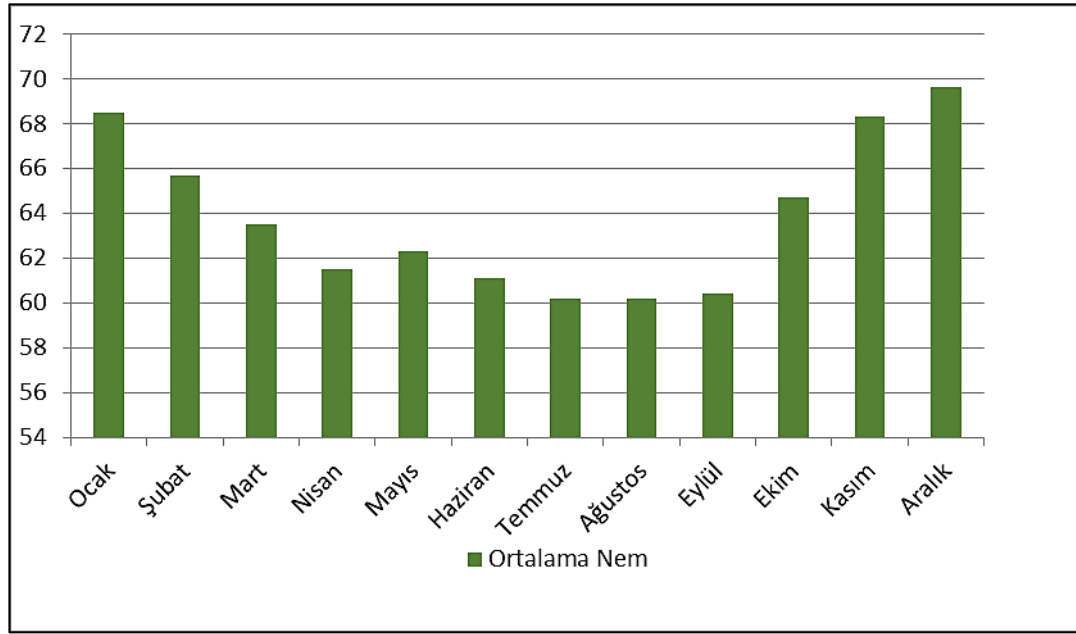
Şekil 5. Bölgeye ait yağış değerlerinin aylık dağılımı

Bölgenin Nem Dağılımı

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1960-2014 yılları verilerine göre; yıllık nem ortalaması %63,8'dir.

Tablo 8. Bölgeye ait nem değerlerinin aylık dağılımı

Aylar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Nem (%)	68,5	65,7	63,5	61,5	62,3	61,1	60,2	60,2	60,4	64,7	68,3	69,6	63,8



Şekil 6. Bölgeye ait nem değerlerinin aylık dağılımı

Bölgenin Sayılı Günler Dağılımı (Sisli, Kar Yağışlı, Karla Örtülü, En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı)

Tablo 9. Bölgenin Sayılı Günler Dağılımı (Sisli, Kar Yağışlı, Karla Örtülü, En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı)

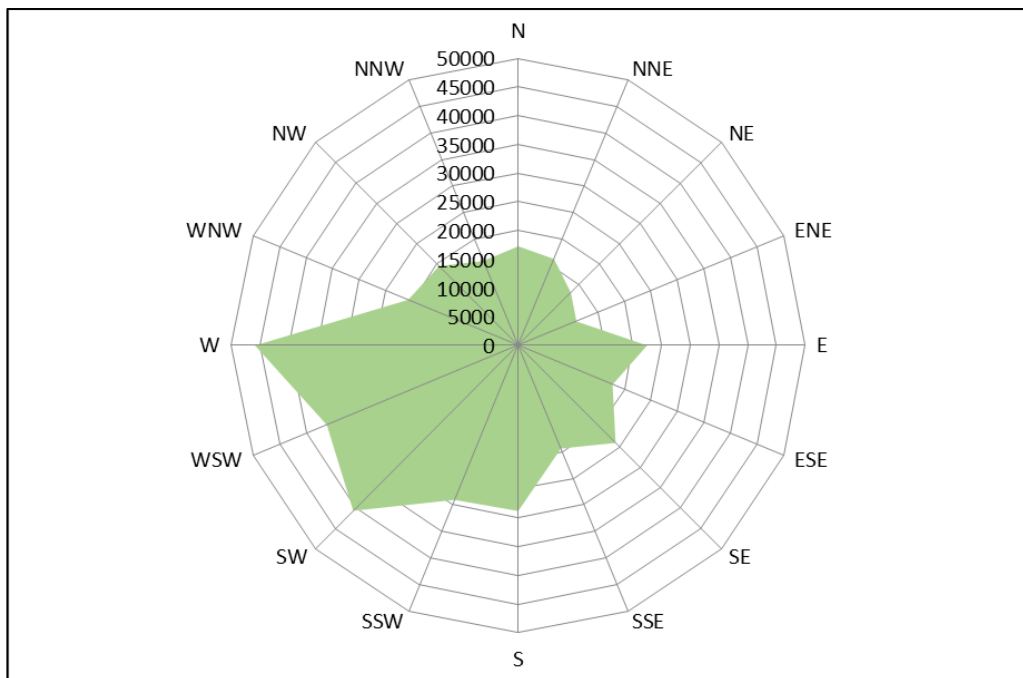
Parametreler	Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Kar														
Yağışlı														
Günler		13,9	9,6	7,4	2,2	0,2	0			0	0,5	3,8	8,2	42,2
Sayı														
Kar Örtülü														
Günler		18,9	17,8	6,9	0,7	0				0	0,1	2,9	12,9	60,2
Sayı														
Sisli														
Günler		0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0		0	0,1	0,1	0,2	1,2
Sayı														
Ortalama														
Dolulu														
Günler				0,1	0,4	0,5	0,4	0,1	0	0	0,1	0	0	1,6
Sayı														
Ortalama														
Kırağılı														
Günler		3	1,9	3,6	2,2	0,2				0,1	1,9	8,1	5,7	26,7
Sayı														
Ortalama														
Toplam														
Orajlı														
Günler		0	0	0,2	2,3	7,5	6,2	2,8	2,6	2,7	1,6	0,1	0	26
Sayı														
Ortalama														

Bölgenin Rüzgâr Dağılımı (Mevsimlik-Yıllık-Aylık Rüzgâr Yönü Dağılımı, Yönlerine Göre Rüzgâr Hızı, Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı Dağılımı, En Hızlı Esen Rüzgârın Yön ve Hızı, Fırtınalı ve Kuvvetli Rüzgârlı Gün Sayısı)

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu 1960-2014 yılları süresince tespit edilen hâkim rüzgâr W (batı) yönlüdür.

Tablo 10. Bölgenin Rüzgâr Dağılımı (Mevsimlik-Yıllık-Aylık Rüzgâr Yönü Dağılımı, Yönlerine Göre Rüzgâr Hızı, Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı Dağılımı, En Hızlı Esen Rüzgârın Yön ve Hızı, Fırtınalı ve Kuvvetli Rüzgârlı Gün Sayısı)

Aylar Yönler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
N	1267	834	1265	1529	1566	1805	2006	1927	1570	1309	1172	1024	17274
NNE	725	744	1264	1640	1969	1856	2166	1853	1528	1003	733	809	16290
NE	896	897	1168	1175	1408	1307	1213	1169	1101	795	933	897	12959
ENE	810	1052	1080	1215	1141	837	816	666	836	816	789	912	10970
E	2786	2852	2882	2535	1968	934	604	777	1001	1605	1975	2527	22446
ESE	2224	2459	2392	1929	1285	674	307	321	683	1445	1840	2213	17772
SE	2939	2928	2889	2245	1614	955	561	735	1128	2102	2676	3202	23974
SSE	2312	2113	2096	1529	1191	884	875	898	1184	1803	2285	2232	19402
S	3633	2987	2376	1964	1800	1784	1517	1686	1962	2589	3284	3215	28797
SSW	2979	2206	2273	1918	2244	2072	1981	1928	2271	2991	3096	3107	29066
SW	3054	2481	2849	2503	3332	3977	4327	4302	3556	3504	3304	3493	40682
WSW	2548	2173	2588	2530	2638	3510	3849	4087	3579	3327	2567	2727	36123
W	2796	2940	3311	3356	3785	4894	5971	5631	4512	3086	2863	2752	45897
WNW	1312	1056	1309	1687	1842	2101	2549	2628	2251	1531	1271	1237	20774
NW	1001	891	1334	1621	1873	2212	2483	2266	1830	1464	1207	1366	19548
NNW	759	822	1307	1495	1548	1698	2046	1976	1548	1210	813	710	15932

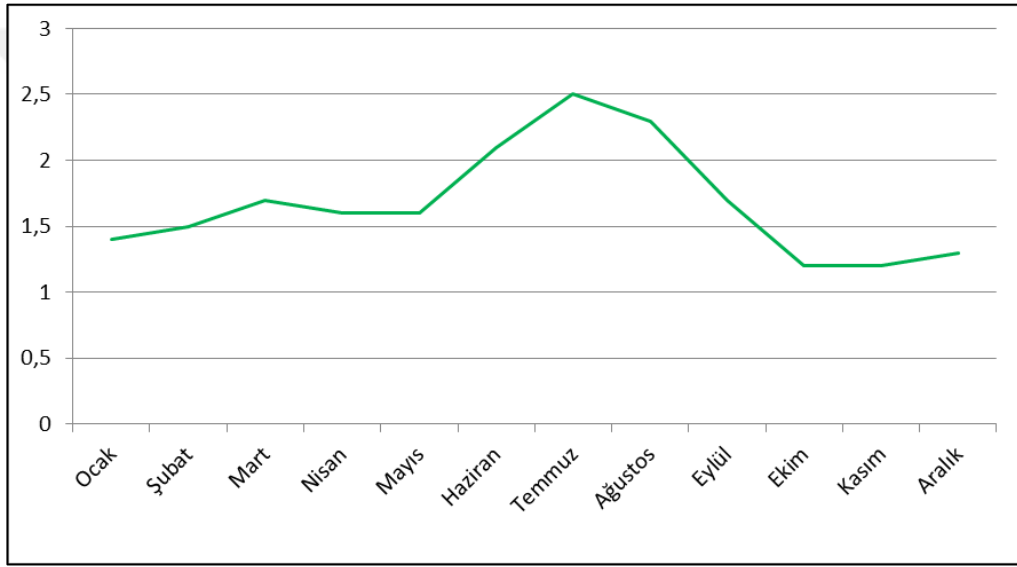


Şekil 7. Uzun yıllar esme sayısına göre rüzgâr gülü (yıllık)

Gümüşhane Meteoroloji İstasyonu gözlem kayıtlarına göre; bölgede yıllık ortalama rüzgâr hızı 1,7 m/sn olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4. Ortalama rüzgar hızının aylara göre dağılımı

Aylar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Ortalama Rüzgâr Hızı m/sn	1,4	1,5	1,7	1,6	1,6	2,1	2,5	2,3	1,7	1,2	1,2	1,3	1,7



Şekil 8. Ortalama rüzgâr hızının aylara göre dağılımı

Yıllık ortalama fırtınalı gün sayısı yılda 0,1'dir. Yıllık kuvvetli rüzgârlı gün sayısının yıllık ortalaması ise 10,7 gün olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 12. Ortalama Fırtınalı ve Ortalama Kuvvetli Rüzgârlı Gün Sayısı

Aylar Parametreler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Fırtınalı Günler Sayısı Ort.	0	0	0		0	0,1	0	0				0,1	0,1
Kuvvetli Rüzgârlı Günler Sayısı Ort.	0,4	0,4	0,8	1,1	1,1	1,3	2	1,9	0,9	0,4	0,4	0,4	10,7

2.1.1.5. Düzenli Depolama Tesisinin Kazı-Dolgu İşlemleri, Plan ve Kesitleri

Atık Depolama Tesisinin arazi hazırlama ve inşaat çalışmaları sırasında yüzeyde bulunan bitkisel toprak kayıplarının önlenmesi büyük önem arz etmektedir. Atık Depolama Tesisinin ormanlık alanda yer alması nedeniyle inşaat çalışmalarına başlanmadan önce, Orman İşletme Şefliği nezaretinde ağaç kesimi yapılacak ardından sahadaki ağaç kökleri ve bitkisel toprak tamamen sıyrılacaktır. Sıyrılan bitkisel toprak ADT'nin üst örtü kapatmasında kullanılmak üzere orman izni alınmış hafriyat/bitkisel toprak depolama alanında depolanacaktır.

Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere, ADT Kayıf Deresinin bulunduğu vadi içerisinde ve dere yatağı üzerinde tasarlanmıştır. ADT, biri Kayıf Deresinin diğeri de bu derenin yan kolunun oluşturduğu iki dar vadinin bir sedde yapısıyla kapatılması sonucu oluşturulacak bir rezervuar alanına sahip olacaktır. Vadinin en dar kısmına inşa edilecek sedde yapısının dolgusuna başlanmadan önce sıyırma kazısının yanı sıra sağ sahilde bulunan yamaç molozlarının kaldırılması için seddenin sağ yamacında ve cut-off kazısı için de dere yatağında kazı yapılması gerekmektedir. Bu kazılarla eş zamanlı olarak rezervuar alanında 7 metre yüksekliğinde ve 3,5 metre genişliğindeki basamakları oluşturmak üzere şev kazıları yapılacaktır. Rezervuar alanı kazı şevleri 2D/1Y olacak şekilde projelendirilmiş olup kazı işlemleri bu doğrultuda yapılacaktır.

Sedde Yapısı Tasarım Parametreleri

Barajın yapılacağı dere	: Kayıf (Zirli) Deresi
Talveg Kotu	: 1680 m
Kret Kotu	: 1725 m
Kret Uzunluğu	: 151 m
Kret Genişliği	: 10 m
Kret Yüksekliği	: 45 m
Dolgu Tipi	: Zonsuz Toprak-Kaya Dolgu
Memba Dolgu Şevi	: 1D/1Y (Her 7 metrede 3.5 metre palye bırakılacak)
Mansap Dolgu Şevi	: 1D/1.5Y (Her 20 metrede 3.5 metre palye bırakılacak)
Sıyırma Kazısı Miktarı	: 76.000 m ³ (Şev Duraylılık Analiz Raporuna Göre ort. 10 m)
Cut-Off kazısı	: 4305 m ³ (Baraj aksının 12 m membası ile 25 m mansabı arasında 1685 kotu ile 1679 kotu arasında yapılacaktır)
Dolgu Hacmi	: 320.305 m ³

Rezervuar Alanı Tasarım Parametreleri

DDT Toplam Alanı	: 69.000 m ²
Rezervuar Alanı	: 41.151,506 m ²
Atık Üst Kotu	: 1723 m
Rezervuar Hacmi	: 854.000 m ³
Rezervuar Alanı Kazı Şevi	: 2D/1Y (Her 7 metrede 3.5 metre palye bırakılacak)
Rezervuar Alanı Kazı Miktarı	: 272.000 m ³ (Taban kazısı dâhil)
Rezervuar Alanı Palye Kotları	: 1725-1718-1711-1704-1697-1690
Rezervuar Alanı Taban Kotları	: 1690-1684 Arasında

2.1.1.6. Düzenli Depolama Tesisinin Kapasitesi

12.02.2016 tarih ve 1846 sayılı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü yazısı ile onaylanan II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisini tek lot olarak planlanmış ve yapılan tasarım çalışması ile yaklaşık 69.000m² toplam alanda, rezervuar alanı 41.151,506 m², rezervuar taban alanı 11.000 m² ve atık depolama hacmi yaklaşık 854.000 m³ olarak belirlenmiştir. Çalışma güçlüğü nedeni ile palye genişliğinin 3,5m'den 5m'ye çıkartılması gerekliliği ile yapılan yeni tasarımda II. Sınıf Düzenli Depolama Tesisini yine 69.000m² toplam alanda ve rezervuar alanı 41.151,506 m² olarak tasarlanmış olup palye genişliği değiştirilmiştir. Tasarım sonunda da Rezervuar taban alanı 7776 m² olmuş ve depolama hacmi 733.150 m³ olarak değişmiştir.

2.1.1.7. Düzenli Depolama Tesisinin Ömrü

Ocaktan gelen tüvenan malzeme; cevher stok sahasında yaklaşık 3-4 günlük malzeme ihtiyacını karşılayacak şekilde depolanmakta ve bu şekilde üretime alınmaktadır. Tesisin 3 vardiya üzerinden günde 24 saat, ayda 30 gün, yılda 12 ay çalıştırılması sağlanmaktadır. Tatil ve bakım-onarım dönemlerine bağlı olarak tesiste çalışma periyodu değişiklik gösterebilmektedir.

Cevher Zenginleştirme Tesisini halen 120 ton/saat kapasite ile çalışmakta olup DDT'nin işletmeye alınmasına müteakip ilk yıl yine bu kapasite ile, ikinci yıldan itibaren ise 140 ton/saat kapasite ile çalışacaktır. Bu durumda DDT'de depolanan atığın aylık olarak değişimi aşağıdaki gibi olacaktır.

Beslenecek tüvenan cevher	: 120 ton/saat
Sisteme beslenen su(Tüvenan cevherin iki katı)	: 240 ton/saat

Sisteme beslenen suyun %90'ı atık depolama alanından proses suyu olarak kullanmak üzere sisteme geri beslenmektedir. Kalan suyun bir kısmı konsantre nemi olarak çıkmakta, kalan ise atık içerisinde tutulmaktadır.

Katı Madde Denkliği

Tesisin 120 ton/saat kapasite ile 24 saat 300 gün çalışması durumunda

Besleme : 864.000 ton / yıl Tüvenan Cevher

Ürün : 43.200 ton/yıl

Çinko Konsantresi : 0,8 ton/yıl Dore Üretimi

Kuru Atık : 864.000 ton / yıl – (43.200 ton/yıl Çinko Konsantresi+ 0,8 ton/yıl Dore Üretimi)

Kuru Atık : 820.799,2 ton/yıl

$d_{\text{kuru atık}}$: 1,9 ton/m³

Yıllık 300 gün çalışma üzerinden;

Kuru Atık : 820.799,2 ton/yıl / 1,9 ton/m³ = 431.999 m³/yıl

Kuru Atık : 431.999 m³/yıl / 300 gün/yıl = 1.440 m³/gün

Sıvı Madde Denkliği

Tüvenan Cevherin iki katı sisteme su beslenecektir.

Sisteme Beslenen Su : 864.000 ton / yıl x 2 = 1.728.000 ton/yıl

Konsantre içerisindeki su miktarı (%7 nem) = 3.024 ton/yıl

DDT'ye atık ile gönderilen su = Sisteme Beslenen Su - Konsantre İçerisindeki Su Miktarı (%7 nem)

DDT'ye atık ile gönderilen su = 1.728.000 ton/yıl - 3.024 ton/yıl = 1.724.976 ton/yıl

Beslenen suyun %90'ı yani 1.555.200 ton/yıl su DDT'den geri çekilmek ve proses suyu olarak kullanılmaktadır.

Bu durumda DDT'de kalan su miktarı 169.776 ton/yıl olur.

Atık içerisinde de kuru atığın %20'si kadar su tutulmaktadır. Bu durumda;

Atık içerisinde kalan su miktarı = Kuru Atık x 0,20

= 820.799,2 ton/yıl x 0,20

= 164.159,8 ton / yıl (547 ton/gün)

DDT'de günlük depolanacak miktar = Kuru Atık + Atık içerisindeki su

= 1.440 + 547 = 1987,2 m³/gün sulu atık

= 59.615,9 m³/ay sulu atık

Bu kapasite ile 12 ay çalışma yapılması planlanmaktadır. Bu durumda 12 ay sonunda DDT'de toplam 715.391,3 m³ atık depolanmış olacaktır.

DDT toplam atık depolama hacmi onaylanan projede 854.000 m³ olarak belirlenmişti. Palye genişliğinin 5m'ye çıkartılması ile DDT taban alanı daralmış ve atık depolama hacmi 733.150 m³ olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda birinci yıl DDT'nde toplam 715.391,3 m³ atık depolanmış olacaktır. İkinci yıl depolama için kalan depolama hacmi;

Kalan Atık depolama hacmi = 733.150m³ - 715.391,3 m³ = 17.758,7 m³ olacaktır.

Bir yıl çalışma sonrasında 140 ton/saat tüvenan cevher beslemesi yapılması planlanmaktadır. 140 ton/saat tüvenan cevher beslemesi ile çalışıldığında aylık depolanacak atık miktarı 69.552 m³ olacak ve yaklaşık 8 gün bu kapasite ile çalışılacaktır.

Belirlenen kapasite ile çalışılması durumunda DDT'deki atık miktarının aylara göre değişimlerinin gösterildiği tablo aşağıdaki gibi olacaktır.

Tablo 13. Atık miktarının aylara göre değişimi

Ay	Zenginleştirme Tesisinin Kapasitesi (ton/saat)	DDT'deki Atık Miktarı (m3)
1	120 TON/SAAT	59.615,94
2		119.231,88
3		178.847,82
4		238.463,76
5		298.079,70
6		357.695,64
7		417.311,58
8		476.927,52
9		536.543,46
10		596.159,40
11		655.775,34
12		715.391,28
13	140 TON/SAAT	784.943,28

Buna göre DDT'nin ömrü yaklaşık 12 ay 8 gün olacaktır.

2.1.1.8. Düzenli Depolama Tesisi Acil Eylem Planı

II.Sınıf Düzenli Depolama Tesisi faaliyetleri çerçevesinde, olası kazaların ve acil durumların belirlenmesi ve bunların iş sağlığı ve iş güvenliği etkilerinin önlenmesi veya azaltılması amacı ile gerekli müdahalelerin planlanması ve uygulanması için yöntem, yetki ve sorumluluklar belirlenmiştir. Meydana gelebilecek acil durumu gerektiren haller aşağıda belirtilmiştir.

- Petrol türevi döküntü/sızıntılar
- Her türlü sıvı ve katı atık döküntüsü/sızıntısı
- Söndürülemeyen yangınlar
- Doğal afetler (sel ve afetler)
- Sabotaj ve terör eylemleri
- Savaş durumu

2.2. Metot

Zirli ADT barajı için yapılan risk değerlendirmesi çalışmasında Olursa Ne Olur (What If) Metodu, Tehlike ve İşletilebilirlik Analiz Yöntemi (HAZOP), Fine-Kinney Metodu, 5x5 L Tipi Matris Metodu, olmak üzere 4 adet risk değerlendirme metodu kullanılmıştır.

2.2.1. Olursa Ne Olur (What If?) Yöntemi

"Olursa Ne Olur?" metodu, potansiyel tehlikeleri ve riskleri değerlendirmek için kullanılan bir risk analizi tekniğidir. Bu yöntem, bir olayın olumsuz bir şekilde gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak sonuçları ve etkileri belirlemek için kullanılır. Adından da anlaşılacağı gibi, temel soru "Olursa ne olur?" veya "Bir olay gerçekleşirse ne olur?" şeklindedir.

Bu metot, çeşitli sektörlerde, süreçlerde ve projelerde uygulanabilir. Özellikle karmaşık sistemlerde veya endüstriyel işletmelerde kullanılarak potansiyel risklerin belirlenmesine ve bu risklerin yönetilmesine yardımcı olur.

"Olursa Ne Olur?" analizi, tehlike tanımlamada, risk önceliklendirmede ve önleyici tedbirlerin belirlenmesinde etkili bir araçtır. Bu analiz sayesinde potansiyel riskler daha iyi anlaşılır, uygun önlemler alınarak risklerin etkileri minimize edilir ve güvenlik düzeyi artırılır. Ayrıca, farklı durumlar için olası senaryoların incelenmesi sayesinde işletmeler olası kriz durumlarına hazırlıklı olur ve hızlı tepki verebilir.

Tablo 14. "Olursa Ne Olur" Analiz Tablosu Örneği

"Olursa Ne Olur?"	Sonuç	Öneriler	Yetkili Birim
1.....Olursa ne olur?			
2.....Olursa ne olur?			
3.....Olursa ne olur?			

2.2.2. Tehlike ve İşletilebilirlik Yöntemi (HAZOP)

HAZOP, bir ekip tarafından gerçekleştirilen bir çalışmadır. Bu ekip, süreçte yer alan farklı bileşenleri ve aşamaları dikkatlice analiz eder. Özellikle işlemde meydana gelebilecek istenmeyen ve anormal durumları tespit etmek amacıyla sistemli bir yaklaşım izler. Bu analiz sırasında, sürecin tasarımı, işleyişi, ekipmanı ve işletme prosedürleri gibi unsurlar gözden geçirilir.

HAZOP analizi, her bir bileşenin potansiyel tehlikelerini ve sistemdeki kritik noktaları belirlemek için kullanılır. Tehlikeli durumlar ve nedenleri, sistemin yapısını anlayarak, olası senaryoları ve bunların sonuçlarını değerlendirir. Bu değerlendirme, mevcut güvenlik önlemlerini belirleme ve eksiklikleri düzeltme noktasında önemli bir rol oynar.

Sonuç odaklı bir metodoloji olan HAZOP, risk azaltma ve sistem performansını artırma üzerine odaklanır. Analiz sonucunda elde edilen veriler, işletmelerin güvenlik düzeyini artırmak, süreçleri optimize etmek ve olası tehlikeleri önlemek için alınacak önlemlerin belirlenmesine yardımcı olur. Bu sayede işletmeler, potansiyel tehlikeleri en aza indirerek daha güvenli ve verimli bir şekilde faaliyet gösterebilir.

Tablo 15. Tehlike ve İşletilebilirlik Yöntemi (HAZOP) Formu Örneği

Tarih		TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLME ÇALIŞMASI RİSK DEĞERLENDİRME FORMU (HAZOP)		Değerlendirme Hızı		
Proses/Sistem				Düzenleyen		
Alt Sistem				Revizyon No		
Dizayn Rehberi				Revizyon Tarihi		
HAZOP Takımı				Sayfa		
Kılavuz Kelime	Proses Parametresi	Sapma	Sapma Nedeni	Sapma Sonucu ve Etkileri	Alınan Tedbirler	Öneriler

2.2.3. Fine-Kinney Yöntemi

Fine-Kinney yöntemi, risk değerlendirmesinde tehlikeli ya da olumsuz olayların gerçekleşme olasılığı (olasılık), bu olaylara maruz kalma sıklığı (sıklık) ve sonucun şiddeti (ağırlık) gibi faktörlerin birleşimini dikkate alır. Bu faktörler için sayısal ölçekler geliştirilmiştir ve üç faktörün çarpımıyla bir risk skoru hesaplanır. Hesaplanan risk skoruna göre de sayısal bir ölçek oluşturulmuş ve bu ölçekte riskin önemi değerlendirilir.

Bu yöntem, risk analizinde objektif bir değerlendirme sağlamak için etkili bir araç olarak kullanılmaktadır.

Tablo 16. Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali Değerleri

Kategori	Değer
Pratik olarak imkânsız	0,2
Zayıf İhtimal	0,5
Düşük ihtimal	1
Nadir fakat olabilir	3
Kuvvetle muhtemel	6
Çok güçlü ihtimal	10

Tablo 17. Frekans (Maruziyet Sıklığı) Değerleri

Kategori	Değer
Çok nadir (yılda bir veya birkaç yılda bir)	0,5
Oldukça nadir (yılda bir veya birkaç kez)	1
Nadir (ayda bir veya birkaç kez)	2
Ara sıra (haftada bir veya birkaç kez)	3
Sıklıkla (günde bir veya birkaç kez)	6
Sürekli (bir saatte veya birkaç saatte bir)	10

Tablo 18. Zarar/Sonuç (Şiddet) Derecelendirmesi

Kategori	Değer
Birden fazla ölümlü kaza, çevre felaketi	100
Ölümlü kaza, ciddi çevresel problem	40
Kalıcı hasar, yaralanma, iş kaybı, çevresel engel oluşturma	15
Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım, arazi sınırları dışında çevresel zarar	7
Küçük hasar, yaralanma, dâhili ilk yardım, arazi sınırları içerisinde çevresel zarar	3
Ucuz atlatma, çevresel zarar bulunmamaktadır.	1

Tablo 19. Risk Değerlendirme Sonucu

Risk Değeri	Risk Değerlendirme Sonucu
400 < R	Tolerans gösterilemez risk (derhal gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalıdır)
200 < R < 400	Esaslı risk (kısa dönemde iyileştirme yapılmalıdır – birkaç ay)
70 < R < 200	Önemli risk (uzun dönemde iyileştirilmelidir- yıl içerisinde)
20 < R < 70	Olası risk (gözetim altında uygulanmalıdır)
R < 20	Önemsiz risk (önlem öncelikli değildir)

Tablo 20. Fine-Kinney Analiz Değerlendirme Formu

DEĞERLENDİRME TABLOSU				DERECELENDİRME					ÖNLEMLER BÖLÜMÜ			
				RİSK DEĞERLENDİRME			RİSK DERECESESİ					
NO	FAALİYET ALANI	TEHLİKELİ DURUM, DAVRANIŞ	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	FREKANS	5	4	3	2	1	ÖNLEM
1												

2.2.4. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi

Bu metot, işyerinin tüm süreçlerinin ve işletmenin titizlikle incelenmesini gerektirir. Önemsiz ya da önemli, küçük ya da büyük tehlike kaynaklarından bağımsız olarak bir tehlike listesi oluşturulmaktadır. Tehlikelerin belirlenmesi için makine üreticilerinin talimatları, malzeme güvenlik bilgi formları ve geçmişte kaydedilmiş tüm iş kazaları ve olaylar dikkatlice gözden geçirilir, bu şekilde gözden kaçan tehlikeler de listeye eklenir. Daha sonra her tehlike için risk skoru hesaplanırken, olasılık ve şiddet değerleri birbirleriyle çarpılır. Tehlikenin meydana gelme olasılığı belirlenirken, mevcut kontrol önlemleri, tehlikeye maruz kalan çalışan sayısı, maruziyet süresi ve sıklığı, kişisel koruyucu donanımların etkinliği ve kullanım durumu, aynı zamanda çalışanların güvensiz davranışları göz önünde bulundurulur. Tehlikenin sonucu (şiddeti) hakkında değerlendirme yapmak için belirli kriterlere dayalı bir değerlendirme yapılır. Bu kriterler kullanılarak elde edilen olasılık ve şiddet çarpımları, risk skoruna dönüştürülür ve riskin önem derecesi belirlenir. En yüksek risk skorlarına sahip olanlar öncelikli olarak alınacak önlemleri, yapılacak eylemleri ve bunların gerçekleştirme sürelerini Tablo 4'e göre belirlemek için kullanılır (Kabakulak, 2019).

Tablo 21. Bir olayın gerçekleşme ihtimali

İHTİMAL	PUAN	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK KÜÇÜK	1	Hemen hemen hiç
KÜÇÜK	2	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
ORTA	3	Az (yılda birkaç kez)
YÜKSEK	4	Sıklıkla (ayda bir)
ÇOK YÜKSEK	5	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün), normal çalışma şartlarında

Tablo 22. Bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti

ŞİDDET	PUAN	ŞİDDET İÇİN DERECELENDİRME BASAMAKLARI
ÇOK HAFİF	1	İş saati kaybı yok ancak ilkyardım gerektiren
HAFİF	2	İş saati kaybı var ancak iş günü kaybı yok, ayakta tedavi ilkyardım gerektiren
ORTA	3	Hafif yaralanma ve yatarak tedavi gerektiren
CİDDİ	4	Ölüm, ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi, meslek hastalığı
ÇOK CİDDİ	5	Birden çok ölüm, sürekli iş görmemezlik

Tablo 23. Risk skor (derecelendirme) matrisi

	ŞİDDET				
İHTİMAL	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1(Çok Düşük)	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
2 (Düşük)	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
3 (Orta)	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
4 (Yüksek)	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
5 (Çok Yüksek)	Düşük 5	Orta 10	Yüksek 15	Yüksek 20	Tolere edilemez 25

Tablo 24. Sonucun kabul edilebilirlik değerleri

SONUÇ	YAPILACAK ÇALIŞMALAR
TOLERE EDİLEMEZ RİSK (25)	Risk, kabul edilebilir düzeye getirilene kadar çalışmaya başlanmaz ve çalışmalar devam ederken risk düzeyi düşürülemezse faaliyet durdurulur.
KABUL EDİLEMEZ RİSKLER (15, 16, 20)	Risk belirlenen seviyeye düşene kadar iş başlatılmamalı ve acil önlemler alınmalıdır. Alınan tedbirlerle risk kabul edilebilir düzeye indirilirse faaliyete devam edilebilir.
DİKKATE DEĞER RİSK (8, 9, 10, 12)	Riski azaltıcı eylemler başlatılır. Ortaya çıkacak masraflar titizlikle değerlendirilir ve sınıflandırılır. Riski azaltma önlemleri için belirli zaman aralıkları ve dönemler belirlenir.
KABUL EDİLEBİLİR RİSK (2, 3, 4, 5, 6)	Mevcut denetimler sürdürülür. Var olan denetimlerin uygulanıp uygulanmadığı gözlemlenir. Ek faaliyet gereksinimi bulunmamaktadır.
ÖNEMSİZ RİSK (1)	Ekstra önlem veya faaliyetler gerektirmez.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Olursa Ne Olur (What If ?) Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi

Tablo 25. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) Olursa Ne Olur Yöntemi ile Risk Analizi

Olursa Ne Olur?	Sonuç	Öneriler	Yetkili Birim
Barajda sızıntı	Çevresel tahribat, kimyasal maruziyet	Sızıntının meydana geldiği kısım jeomembran üzerinde tespit edilerek tamirata yapılır	Baraj-İnşaat Birimi
Aşırı yağış	Taşkın, yaralanma, ölüm ve çevresel tahribat	Taşkın payının projeye uygun bir şekilde bırakılması, Taşkın ihtimaline karşı makine-ekipman hazır bulundurulmalı	Baraj-İnşaat Birimi
Baraja düşme	Kimyasal maruziyet, yaralanma ve ölüm	Baraj etrafına tel çit uygulaması, yeterli ışıklandırma ve uyarı levhaları	İSG Birimi, Elektrik ve Otomasyon Birimi, Baraj ve İnşaat Birimi
Atık borularında tıkanıklık	Boru patlaması, çevresel tahribat, kimyasal maruziyet	Otomasyon ve kamera sistemi ile takip yapılması	Bakım Onarım Birimi, Elektrik ve Otomasyon Birimi
Kimyasala maruz kalma	Deride tahribat, yaralanma ve ölüm	Koruyucu donanım kullanımı	İSG Birimi
Atık istasyon havuzunda taşma	Çevresel tahribat, kimyasal maruziyet	İstasyon havuzu için kamera takip sistemi, havuz perde betonlarının yükseltilmesi	Baraj-İnşaat Birimi, Elektrik ve Otomasyon Birimi, Tesis Birimi
Baraj yolu kapanırsa	Barajda gerçekleşebilecek aksaklıklara müdahalelerde gecikme	Baraj çevresinde her an müdahale edebilecek makine-ekipman hazır bulundurulmalı	Baraj-İnşaat Birimi

Tablo 25 (Devamı)

Atık istasyon havuzunda yangın çıkması halinde	Atık pompasının ısınması sonucunda patlama, yaralanma, ölüm, çevrenin ve malzemelerin hasar görmesi	Otomatik yangın söndürme sistemi bulundurulmalı, Çalışanlara yangın eğitimi verilmeli	İSG Birimi, Elektrik ve Otomasyon Birimi, Baraj ve İnşaat Birimi, Tesis Birimi, Bakım-Onarım Birimi
Baraj Gövdesinde Oturma	Barajda delik oluşması veya sızıntı meydana gelmesi	Baraj yapım aşamasında dolgu malzeme için yapılan serme-sıkıştırma işleminin yönetmeliğe uygun yapılması	Baraj-İnşaat Birimi
Kuşaklama kanalında tıkanıklık	Kanaldan baraja gelebilecek çevre suları sonucunda taşkın	Kuşaklama kanalının sürekli olarak takip edilmesi ve müdahale için gerekli makine-ekipmanın hazır bulundurulması	Baraj-İnşaat Birimi

Olursa ne olur analizi ile yapılan risk değerlendirmesinde değerlendirme parametrelerine göre 10 adet parametre değerlendirmeye alınmıştır. Yapılan risk analizi sonucunda belirlenen tehlikelerin oluşması durumunda taşkın, çevresel tahribat, kimyasal maruziyet, yaralanma ve ölüm meydana gelmektedir. Bu durumlar için gerekli öneriler Tablo 25. Zirli Atık Depolama Tesis (ADT) Olursa Ne Olur (What If) Yöntemi ile Risk Analizi yapılan risk analizi değerlendirmesi içerisinde verilmiştir. Ayrıca bu risk değerlendirmesi ile sorunun çözümü için birlikte çalışması gereken birimler belirlenmiştir.

Olursa ne olur risk analiz yöntemi yapılan araştırmalar sonucunda veri bulunamamasından dolayı risk değerlendirmesinde tercih edilmeyen bir yöntem olarak gözlemlenmiştir.

3.2. Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi

Tablo 26. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) HAZOP Yöntemi ile Risk Analizi

Tarih		TEHLİKE VE İŞLETİLEBİLME ÇALIŞMASI RİSK DEĞERLENDİRME FORMU (HAZOP)			Değerlendirme Hızı	
Proses/Sistem					Düzenleyen	
Alt Sistem					Revizyon No	
Dizayn Rehberi					Revizyon Tarihi	
HAZOP Takımı					Sayfa	
Kılavuz Kelime	Proses parametresi	Sapma	Sapma nedeni	Sapma sonuçları ve etkisi	Alınan Tedbirler	Öneriler
Var	Toprak kayması	Toprak kayması var	Şev açısının yanlış hesaplanması, dolguda serme sıkıştırma işleminin düzgün yapılmaması	Çalışan personelde yaralanma tehlikesi	Şev açısının dikkatli bir şekilde hesaplanması, dolguda serme sıkıştırma işleminin yönetmeliğe uygun bir şekilde yapılması	Kaymanın meydana gelebileceği bölgeye gerekli uyarı levhalarının yerleştirilmesi
Az	Aydınlatma	Yetersiz aydınlatma	Aydınlatma hesabında hata yapılması veya aydınlatma imalatının projesine uygun yapılmaması	Baraja düşme sonucunda kimyasal maruziyet	Baraj çevresi aydınlatması hesabının titizlikle yapılması, aydınlatma elemanlarının artırılması, rutin bakım ve kontrollerinin yapılması, baraj çevresine gerekli uyarı levhaları asılması	Alınan tedbirler yeterli
Var	Taşkın	Taşkın var	Taşkın için projede belirlenen boşluk miktarının bırakılmamasından dolayı aşırı yağış sonucu taşkın meydana gelmesi	Taşma sonucu oluşabilecek sel ve bunun sonucunda da meydana gelebilecek can ve mal kaybı	Taşma riskine karşı projede belirlenen boşluk miktarının bırakılması	Taşma ihtimaline karşı atık barajı çevresinde gerekli makine-ekipmanın bulundurulması

Tablo 26. (Devamı)

Var	Sızıntı	Sızıntı var	Rezervuar alanında yapılan membran uygulamasının hatalı yapılması	Sızıntı suyunun doğal suya karışması sonucunda oluşabilecek kimyasal maruziyet ve çevresel tahribat	Membran uygulamasının uygun bir şekilde yapılması, membran uygulaması sonrasında atık barajı hizmete alınmadan önce gerekli kaçak kontrol testlerinin yapılması	Alınan tedbirler yeterli
Yok	Yeraltı suyu drenajı	Yeraltı suyu drenajı yok	Projede belirtilen drenaj uygulamasının yapılmaması veya hatalı yapılması	Çalışma esnasında yapılacak serme-sıkıştırma işlemlerinin uygun bir şekilde yapılamaması, atık barajı kullanımı esnasında drenajın çalışmaması durumunda alttan membrana baskı uygulayarak yırtılmalara ve delinmelere sebebiyet vermesi	Drenaj hattının projesine uygun şekilde yapılması	Drenaj hattının rutin kontrollerinin yapılması
Yok	Tel çit	Tel çit yok	Atık barajı projesinde belirlenmiş olan tel çit uygulamasının baraj çevresine yapılmaması	Çalışan personel ve baraj çevresinde bulunan canlıların baraja düşmesi sonucu kimyasal maruziyet	Tel çit uygulamasının projede belirlendiği gibi yapılması	Baraj çevresine gerekli uyarı levhalarının yerleştirilmesi
Var	Baraj gövdesinde delik	Baraj gövdesinde delik var	Baraj gövde inşası sırasında serme-sıkıştırma işlemlerinin yönetmeliğe uygun yapılmaması	Barajın bulunduğu bölgede can ve mal kaybı yaşanması ve çevresel tahribat oluşması	Serme-sıkıştırma işlemlerinin yönetmeliğe uygun yapılması ve gerekli sıkıştırma testlerinin yaptırılması	Gövde üzerine röperler yerleştirerek oturmaların takip edilmesi
Kısmen	Şev yüzey düzgünlüğü	Şev yüzeyinin kısmen düzgün olması	Keskin kıvrımların düzeltilmemesi	Atık barajının çalışması esnasında atığın oluşturacağı baskı neticesinde keskin kıvrımların membrana zarar vermesi	Baraj inşası sırasında gerekli makine yardımıyla şev yüzeylerinin düzeltilmesi	Makine yardımıyla istenilen düzgünlük sağlanamadığı takdirde yüzeylere püskürtme beton uygulanması

Tablo 26. (Devamı)

Yanı sıra	Dolgu	Dolguya istenmeyen malzeme karışması	Dolgu serimi sırasında gerekli kontrollerin yapılmaması	Uygun olmayan malzemenin serimi hem gövde inşa çalışmaları esnasında hem de sonrasında oturmalarla sebep olabilir	Dolgu serim işlemi titizlikle ve kontrollü bir şekilde yapılmalı, uygun olmayan malzeme serimi tespit edildiği takdirde malzemenin dolgudan uzaklaştırılması sağlanmalı	Alınan tedbirler yeterli
Fazla	Basınç	Atık hattında basıncın fazla olması	Atık hattının çalışacağı kotlar arasındaki pompaj hesabının hatalı yapılması	Atık hattında aşınma olması ve buna bağlı olarak patlamalar meydana gelmesi, patlamalar neticesinde de çevresel tahribat ve can ve mal kaybı	Atık hattı pompaj hesabının titizlikle yapılması, ekstra basınç oluşabilecek kıvrımlar olmamasına dikkat edilmesi	Basınç artış uyarısı için otomasyon sistemi kullanılması
Ters	Kuşaklama kanalı	Kuşaklama kanalının ters eğimde çalışması	Kanal imalatı sırasında kotların araziye yanlış işlenmesi	Baraj çevresinden gelen sular kanal vasıtasıyla tahliye edilemez ve baraja gelen sular seviyeyi yükselterek taşkına sebebiyet verebilir	İmalat sırasında eğimin doğruluğunun sürekli olarak kontrol edilmesi	Alınan tedbirler yeterli
Var	Elektrik çarpması	Elektrik çarpması var	Elektrik panolarının korumaya alınmaması	Elektrik çarpması sonucunda ciddi yaralanma, ölüm	Elektrik panoları projede belirtildiği gibi perde betonlarla çevrilerek korumaya alınmalı	Alınan tedbirler yeterli
Var	Elektrik çarpması	Elektrik çarpması var	Pano önünde antistatik paspas bulunmaması	Elektrik çarpması sonucunda ciddi yaralanma, ölüm	Elektrik panoları önünde antistatik paspas bulundurulmalı	Alınan tedbirler yeterli
Fazla	Kimyasal maruziyet	Kimyasal maruziyet fazla	Kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması	Kimyasala maruz kalma durumunda yaralanma, ölüm	Çalışan personelin takibi yapılarak gerek görüldüğünde sözlü ve yazılı uyarılması	Personele koruyucu donanımlar ve kimyasal hakkında eğitim verilmesi

Tablo 26. (Devamı)

Var	Baraja düşme	Baraja düşme var	Baraj giriş çıkışlarının kapı ile kapatılmaması	Boğulma, ciddi yaralanma ve ölüm	Uygun görülen yerlere kapı koyularak izinsiz giriş çıkışların engellenmesi	Alınan tedbirler yeterli
Var	Sızıntı	Sızıntı var	Rezervuar alanı şev yüzeylerinin düzgün yapılmaması	Jeomembranda oluşabilecek yırtılma ve delinmeden dolayı sızıntı meydana gelmesi sonucu kimyasal maruziyet, çevresel tahribat	Şev yüzeylerinin pürüzsüzleştirilerek (ekskavatör, püskürtme beton) keskin kıvrımların ortadan kaldırılması	Alınan tedbirler yeterli
Yok	Otomasyon sistemi	Otomasyon sistemi yok	Atık iletim hattı kurulumu sırasında yüksek maliyeti nedeniyle otomasyon sistemi kurulmaması	Atık borularında sızıntı veya kaçak olması durumunda tespitinin zamanında yapılmaması sonucu çevresel zarar	Tedbirler yetersizdir.	Otomasyon sisteminin kurulması gerekir
Fazla	Tıkanıklık	Tıkanıklık fazla	Atık borularının kontrol ve takibinin düzenli olarak yapılmaması	Borularda tıkanmadan dolayı patlama oluşması sonucu kimyasal maruziyet, çevresel tahribat	Boruların kontrolünün ve takibinin düzenli olarak yapılması	Alınan tedbirler yeterli

Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) risk analiz yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesinde 7 farklı kılavuz kelime kullanılmıştır. Var kılavuz kelimesi 8 kez, Yok kılavuz kelimesi 3 kez, Fazla kılavuz kelimesi 3 kez, Az kılavuz kelimesi 1 kez, Kısmen kılavuz kelimesi 1 kez, Yanı sıra kılavuz kelimesi 1 kez ve Ters kılavuz kelimesi 1 kez olmak üzere toplam 18 proses parametresi üzerinde risk analizi yapılmıştır. Yapılan risk analizinde oluşan sapmalar incelenerek sapma nedenleri belirlenmiştir. Sapma sonuçlarının etkisine göre alınması gereken tedbirler için öneriler belirtilmiştir. Risk analizinde kullanılan Var kılavuz kelimesi 8 kez kullanılmıştır. 5 tanesinde alınan tedbirlerin yeterli olduğu belirlenmiştir. Kalan 3 tanesinde ise yetersiz durumun düzeltilmesi için gereken öneriler belirtilmiştir. Yok kılavuz kelimesi 3 kez kullanılmıştır. 1 tanesinde alınan tedbirlerin yetersiz olduğu görülmüş öneriler kısmında yapılması gereken belirtilmiştir. Kalan 2 tanesinde ise yapılan tedbirlere ek tedbirler önerilmiştir. Fazla kılavuz kelimesi 3 kez kullanılmıştır. 1 tanesinde alınan tedbirler yeterli görülmüştür. Kalan 2 tanesinde ise yapılan tedbirlere ek tedbirler önerilmiştir. Az kılavuz kelimesi 1 kez kullanılmış olup alınan tedbirlerin yeterli olduğu belirlenmiştir. Kısmen kılavuz kelimesi 1 kez kullanılmış olup alınan tedbirlere ek tedbir önerilmiştir. Yanı sıra kılavuz kelimesi 1 kez kullanılmış olup alınan tedbirlerin yeterli olduğu belirlenmiştir. Ters kılavuz kelimesi 1 kez kullanılmış olup alınan tedbirlerin yeterli olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma için yapılan risk analizi sonucunda 18 proses parametresi ele alınmış olup %50 oranında alınan tedbirlerin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) yöntemi yapılan araştırmalar neticesinde farklı sektörlerde uygulanmış olsa da atık barajlarında yeterli uzman sayısı bulundurulamaması sebebiyle ve bu dezavantajından dolayı da çok fazla süre uzayacağı için atık barajlarında kullanılmadığı belirlenmiştir.

3.3. Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi

Tablo 27. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Analizi

DEĞERLENDİRME TABLOSU				DERECELENDİRME							ÖNLEMLER BÖLÜMÜ	
				RİSK DEĞERLENDİRME			RİSK DERECEŚİ					
NO	FAALİYET ALANI	TEHLİKELİ DURUM, DAVRANIŞ	RİSK	OLASILIK	ŞİDDET	FREKANS	5	4	3	2		1
1	Atık Barajı	Taşkın payı bırakılmaması	Aşırı yağış sonucunda taşkın meydana gelmesinden dolayı çevresel tahribat, çok sayıda yaralanma ve ölümlü kaza	6	100	1					600	Atık üst kotuna göre projedeki taşkın payının bırakılması gerekmektedir.
2	Atık Barajı	Tel çit yapılmaması	Baraja düşme veya baraj çevresinde meydana gelecek kazalar sonucunda kimyasal maruziyet, yaralanma ve ölüm	3	100	1				300		Baraj etrafına tel çit yapılması gerekmektedir.
3	Atık Barajı	Aydınlatmanın yetersizliği	Baraja düşme veya baraj çevresinde meydana gelecek kazalar sonucunda kimyasal maruziyet, yaralanma ve ölüm	1	100	1			100			Aydınlatma ekipmanının sürekli kontrol edilerek bakımının yapılması
4	Atık Barajı	Uyarı levhası kullanılmaması	Baraja düşme veya baraj çevresinde meydana gelecek kazalar sonucunda kimyasal maruziyet, yaralanma ve ölüm	1	100	1			100			Baraj çevresinde gerekli kısımlara uyarı levhası yerleştirilmesi
5	Atık Barajı	Baraj çevresi araç gidiş-geliş yollarının belirlenmemesi	Araç trafiğinden kaynaklı kaza yaşanması, ciddi yaralanma	3	15	2			90			Baraj çevresindeki yollarda şeritlerin belirgin bir şekilde çizilmesi gerekmektedir.

Tablo 27 (Devamı)

6	Atık Barajı	Jeomembran kaynak birleşiminin hatalı yapılması	Kaynak yerinde çatlak meydana gelmesinden dolayı sızıntı oluşması buna bağlı olarak da kimyasal maruziyet, çevresel tahribat, yaralanma ve ölüm	6	100	3					1800	Jeomembran kaynak makinesinin bakım ve kontrollerinin yapılması, membran birleşimi yapıldıktan sonra sızdırmazlık testlerinin yapılması
7	Atık Barajı	Koruyucu donanımların kullanılmaması	Atık ile temas durumunda kimyasal maruziyet, yaralanma	6	7	3				126		Çalışan personelin takibinin yapılarak gereken durumlarda sözlü ve yazılı olarak uyarılması
8	Atık İletim Hattı	Atık iletim borularının kanal içerisine alınmaması	Atık borularında patlama veya sızıntı olması durumunda çevresel tahribat	10	3	3				90		Atık iletim borularının kanal içerisine alınması ve sürekli olarak takibinin yapılması
9	Atık İletim İstasyonu	Atık istasyon havuzunun düzenli olarak temizlenmemesi	Atığın istasyon havuzundan taşması sonucu çevresel tahribat	6	3	3			54			Atık istasyon havuzlarının düzenli olarak kontrol edilerek temizliğinin yapılması
10	Kuşaklama Kanalı	Kuşaklama kanallarının içindeki milin temizlenmemesi	Kanal tıkanması sonucu çevre sularının baraja dolmasından dolayı taşkın oluşması	1	40	1			40			Kuşaklama kanalları sürekli olarak takip edilerek temizliğinin yapılması
11	Atık İletim İstasyonu	Atık pompalarının periyodik bakımının yapılmaması	Patlama veya yangın meydana gelmesi sonucu yaralanma, ölüm	10	40	1					400	Pompaların periyodik bakımları aksatılmadan yapılmalıdır. Kontrolleri sürekli yapılmalıdır.
12	Atık İletim İstasyonu	Atık pompa hortumlarının temizlenmemesi	Hortumlarda oluşacak tıkanma ile patlama meydana gelmesi sonucunda yaralanma, uzuv kaybı ve ölüm	6	40	2					480	Hortumların boşaltım durumu sürekli takip edilmeli.

Tablo 27 (Devamı)

13	Atık İletim İstasyonu	Pompaların çevresinin koruma altına alınmaması	Bir çarpma yaşanması durumunda patlamaya bağlı olarak ciddi yaralanma, ölüm	6	40	2					480	Pompaların etrafı patlamaya karşı korunaklı olmalı. Araç yollarına yakın pompalar levhalarda görünür hale getirilmeli.
14	Kuşaklama Kanalı	Kuşaklama kanalının kenarlarının açık olması	Kanala düşme sonucu ciddi yaralanma	6	15	3					270	Kanal kenarlarının kapatılması gereklidir ve kanal görünürlüğünün sağlanması gereklidir.
15	Atık İletim Hattı	Atık iletim hattının aşırı eğimli ve keskin kıvrımlarla yerleştirilmesi	Borularda aşırı basınç oluşması sonucu patlama, yaralanma ve çevresel tahribat	6	15	3					270	Boru iletim hattının uygun bir eğim ve keskin kıvrımlardan kaçınılarak yerleştirilmesi
16	Atık Barajı	Şev açılarının uygun seçilmemesi	Toprak kayması sonucunda toprak altında kalmaya bağlı olarak boğulma, ciddi yaralanma ve ölüm	6	40	2					480	Baraj etrafındaki şevler uygun açılarda yapılmalı. Belirli aralıklarla basamaklar yapılmalı.uygun levhalarla işaretlenmeli.
17	Atık Barajı	Serme-sıkıştırma işleminin yönetmeliğe uygun yapılmaması	Baraj gövdesinde oturmalar ve toprak kayması meydana gelmesi sonucu ciddi yaralanma, ölüm, çevresel tahribat	10	100	1					1000	Serme sıkıştırma işlemlerinin yönetmeliğe uygun bir şekilde yapılmasını sağlamak ve sıkışma testlerinin yaptırılması
18	Atık İletim İstasyonu	Elektrik panolarının korumaya alınmaması	Çarpma olması durumunda meydana gelebilecek patlama sonucu ciddi yaralanma, ölüm	6	40	2					480	Elektrik panolarının perde beton ile çevrilmesi
19	Atık Barajı	Baraj giriş çıkışlarının kapı ile kapatılmaması	İzinsiz giriş olması durumunda baraja düşme sonucu boğulma, ciddi yaralanma, ölüm	6	40	1					240	Giriş çıkışlara kapı yerleştirilerek izinsiz girişlerin önlenmesi

Tablo 27. (Devamı)

20	Atık Barajı	Rezervuar alanı şev yüzeylerinin düzgün yapılmaması	Jeomembranda oluşabilecek yırtılma ve delinmeden dolayı sızıntı meydana gelmesi sonucu kimyasal maruziyet, çevresel tahribat	6	40	3						720	Şev yüzeylerinin pürüzsüzleştirilerek (ekskavatör, püskürtme beton) keskin kıvrımların ortadan kaldırılması
----	-------------	---	--	---	----	---	--	--	--	--	--	-----	---

Fine-Kinney yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesinde 20 tane tehlikeli durum üzerinden analiz yapılmıştır. Yapılan analizde tehlikeli durumların faaliyet alanlarının dağılımları; 11 tane tehlikeli durum atık barajında, 5 tane tehlikeli durum atık iletim istasyonunda, 2 tane tehlikeli durum atık iletim hattında, 2 tane tehlikeli durum kuşaklama kanalında olacak şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde Fine-Kinney yönteminde kullanılan Tablo 17, Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20'den yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda risk dereceleri hesaplanmıştır. Hesaplanan risk dereceleri göz önüne alındığında faaliyet alanı atık barajı olan tehlike durumlarda 5 tane tolerans gösterilemez risk, 2 tane esaslı risk, 4 tane önemli risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı atık iletim istasyonu olan tehlikeli durumlarda 4 tane tolerans gösterilemez risk, 1 tane olası risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı atık iletim hattı olan tehlikeli durumlarda 1 tane esaslı risk, 1 tane önemli risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı kuşaklama kanalı olan tehlikeli durumlarda 1 tane esaslı risk, 1 tane olası risk belirlenmiştir. Yapılan analizde toplamda 20 tane tehlike durumdan 9 tanesi tolerans gösterilemez risk, 4 tanesi esaslı risk, 5 tanesi önemli risk ve 2 tanesi olası risk olarak bulunmuştur. Tehlikeli durumlardan kaynaklı oluşacak risklere belirlenen risk dereceleri göz önünde bulundurularak Tablo 20'de belirtildiği şekilde önlemler alınmalıdır. Alınacak önlemler risk analizinin önlem bölümünde gösterilmiştir.

Fine- Kinney yöntemi riskleri derecelerine göre sınıflandırmasından dolayı yapılan işlerde sürekliliği sağlamaktadır. Örneğin; yapılan analizde atık barajı faaliyet alanında tehlikeli durum olarak taşkın payının bırakılmaması belirlenmiş olup risk derecesi ise 600 olarak hesaplanmıştır. Tablo 20'ye bakıldığı zaman bu riskin tolerans gösterilemez risk olduğu belirlenmiş ve derhal gerekli önlemlerin alınmasına karar verilmiştir. Bu sayede risklere alınacak önlemler hızlı bir şekilde uygulanarak işin sürekliliği sağlanmıştır. Yapılan araştırmalarda Fine-Kinney yöntemi farklı sektörlerde uygulanan bir yöntem olsa da atık barajlarında uygulandığına dair herhangi bir veri bulunamamıştır. Fine-Kinney yönteminin uzman bir ekibe ihtiyaç duymaması, detaylı bir analiz sunması, erken müdahale imkânı sağlaması, geç müdahale durumunda ortaya çıkacak maddi ve manevi kayıpların önüne geçmesi, işin sürekliliğini sağlaması etkenlerinden dolayı atık barajlarda uygulanabilir bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

3.4. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Analizi Değerlendirmesi

Tablo 28. Zirli Atık Depolama Tesisi (ADT) 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Analizi

TEHLİKELERE GÖRE RİSK SEVİYESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İLK RİSKİN DEĞERLENDİRİLMESİ										DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ TEDBİRLERDEN SONRA RİSKİN DEĞERLENDİRİLMESİ					
RİSK SIRA NO	Faaliyet alanı	Tehlike	Risk	Sonuç	Etkilenme Alanı	Olasılık	Şiddet	İlk Risk Değeri	Mevcut Önlem	Alınması Gereken Önlem	Olasılık	Şiddet	Son Risk Değeri	Sonuç	Sorumlu
1	Atık Barajı	Baraj çevresinin açık olması	Baraja düşme	Yaralanma, boğulma, kimyasala maruziyet, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	5	20	Baraj çevresi tel örgülerle çevrilmiştir. Uyarı levhaları asılmıştır.	Baraj çevresi tel çitle çevrilmelidir. Gerekli yerler bariyerlerle güçlendirilmelidir . Uygun uyarı levhalarıyla işaretlenmelidir.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan

Tablo 28. (Devamı)

2	Atık Barajı	Aydınlatma	Baraja düşme	Yaralanma, boğulma, kimyasala maruziyet, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	5	20	Baraj çevresinde aydınlatma bulunmaktadır.	Aydınlatmaların yeterli düzeyde olması gereklidir. Barajın tüm çevresi aydınlatılmalıdır.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
3	Kuşaklam a kanalları	Kanalların kenarlarının açık olması	Kanala düşme	Yaralanma	Tüm Çalışanlar	4	4	16	Mevcut önlemler yetersizdir.	Kanal kenarlarının kapatılması gereklidir ve kanal görünürlüğün sağlanması gereklidir.	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
4	Atık Barajı	Toprak Kayması	Toprak altında kalma	Yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	5	20	Mevcut önlemler yetersizdir.	Baraj etrafında ki şevler uygun açılarda yapılmalı. Belirli aralıklarla basamaklar yapılmalı. Uygun levhalarla işaretlenmeli.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
5	Atık Barajı	Baraj Gövdesinde delik açılması	Taşkın	Çevresel zararlar, yaralanmalar ölüm	Tüm Çalışanlar	5	5	25	Atık barajı yapılan projeye göre güçlendirilmiştir ve testleri yapılmıştır.	Baraj gövdesi güçlendirilmeli ve uygun sevlendirilmelidir. Gerekli kontrolleri yapılmalı.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan

Tablo 28. (Devamı)

6	Atık Barajı	Baraj Gövdesinde sızıntı olması	Kimyasal maruziyet	Kimyasal sızıntı, Çevre kirliliği, çevresel zararlar	Tüm Çalışanlar	5	5	25	Atık barajı prosedürlere uygun şekilde izolasyon yapılmıştır.	Baraj gövdesinin sızıntılara karşı uygun izolasyonunun yapılması. Kontrollerinin düzelli şekilde yapılması.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
7	Atık Pompalar 1	Atık pompalarının periyodik bakımının yapılmaması	Patlama, yangın	Yanma, yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	4	16	Atık pompalarının bakımları periyodik olarak yapılmaktadır.	Pompaların periyodik bakımları aksatılmadan yapılmalıdır. Kontrolleri sürekli yapılmalıdır.	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
8	Atık Pompalar 1	Atık pompaları hortumlarında tıkanma	Patlamaya maruziyet	Yaralanma, uzuv kaybı, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	4	16	Pompa hortumları tıkanmalara karşı sürekli kontrol edilmektedir.	Hortumların boşaltım durumu sürekli takip edilmeli.	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
9	Atık Pompalar 1	Pompaların çevresinin koruma altına alınmaması	Araç çarpması, patlamaya maruziyet	Maddi hasar, yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	4	16	Pompalar patlamalara karşı beton duvarlarla çevrilmiştir.	Pompaların etrafı patlamaya karşı korunaklı olmalı. Araç yollarına yakın pompalar levhalarda görünür hale getirilmeli.	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan

Tablo 28. (Devamı)

10	Kuşaklam a kanalları	Kanaldaki milin temizlenmemesi	Taşkın	Çevresel tahribat, kimyasal maruziyet	Tüm Çalışanlar	3	3	9	Kanalların takip edilerek milin temizlenmesi	Kanalların takip sıklığı artırılarak kısa sürelerle temizlenmeli ve sürekli olarak kanal yanında bir iş makinesi hazır olarak bekletilmeli	1	3	3	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekil i / Çalışan
11	Atık Barajı	Baraj çevresi yolların belirlenmemesi	Araç çarpması, kaza	Yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	3	4	12	Mevcut önlemler yetersizdir	Şeritlerin çizilerek yolların belirgin hale getirilmesi	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekil i / Çalışan
12	Atık Barajı	Baraj giriş çıkış yollarının kapı ile kapatılmaması	Baraja düşme	Yaralanma, boğulma, kimyasala maruziyet, ölüm	Tüm Çalışanlar	3	4	12	Mevcut önlemler yetersizdir	Projede belirlenen noktalara kapılar yerleştirilmeli	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekil i / Çalışan
13	Atık İletim İstasyonu	Elektrik panolarının korumaya alınmaması	Elektrik çarpması, patlama	Ciddi yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	1	5	5	Elektrik panolarının perde beton ile çevrilmiştir.	Mevcut önlemler yeterli	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekil i / Çalışan

Tablo 28. (Devamı)

14	Atık İletim İstasyonu	Pano önünde antistatik paspas bulunmaması	Elektrik çarpması	Ciddi yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	4	4	16	Mevcut önlemler yetersizdir.	Pano önlerine antistatik paspaslar ve gerekli uyarı levhaları yerleştirilmesi gerekir.	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
15	Atık Barajı	Koruyucu donanımların kullanılmaması	Kimyasal maruziyet	Ciddi yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	1	4	4	Çalışanların takibinin yapılarak gerekli uyarılarda bulunulması ve çalışanlara eğitimler verilmesi	Mevcut önlemler yeterli	1	4	4	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
16	Atık Barajı	Jeomembran kaynak birleşiminin hatalı yapılması	Kimyasal maruziyet	Kimyasal sızıntı, Çevre kirliliği, çevresel zararlar	Tüm Çalışanlar	1	5	5	Jeomembran kaynağı yeterlilik belgesi olan çalışanlara yaptırılmıştır ve baraja atık basılmadan önce gerekli sızdırmazlık testleri yapılmıştır.	Mevcut önlemler yeterli	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
17	Atık İletim Hattı	Atık iletim borularının kanal içerisine alınmaması	Patlama, sızıntı	Kimyasal maruziyet, çevresel tahribat	Tüm Çalışanlar	4	3	12	Mevcut önlemler yetersiz	Boruların kanal içine alınarak güvenliğinin sağlanması gerekir.	1	3	3	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan

Tablo 28. (Devamı)

18	Atık İletim İstasyonu	Atık istasyon havuzunun düzenli olarak temizlenmemesi	İstasyon havuzunda taşma	Kimyasal maruziyet, çevresel tahribat	Tüm Çalışanlar	1	3	3	İstasyonlar düzenli olarak takibi yapılarak temizlenmektedir	Mevcut önlemler yeterli	1	3	3	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
19	Atık Barajı	Oturma röperlerinin yerleştirilmemesi	Baraj gövdesinde oturma sonucu delik açılması	Çevresel tahribat, kimyasal maruziyet	Tüm Çalışanlar	2	5	10	Mevcut önlemler yetersizdir.	Gövde üzerine oturma röperleri yerleştirilerek belirli aralıkla ölçümler yapılmalı	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan
20	Atık Barajı	Yeraltı suyu drenaj sistemi yerleştirilmemesi	Yeraltı suyunun alttan baraja baskı yapması sonucu membranda yırtılma	Çevresel tahribat, kimyasal maruziyet, ciddi yaralanma, ölüm	Tüm Çalışanlar	1	5	5	Projede belirtildiği şekilde drenaj sistemi oluşturulmuştur.	Mevcut önlemler yeterlidir.	1	5	5	İşyeri talimatlarına uyulması	İşveren/Vekili / Çalışan

5x5 L tipi matris yöntemiyle yapılan risk değerlendirmesinde 20 tane tehlike üzerinde analiz yapılmıştır. Yapılan analizde belirlenen tehlikelerin faaliyet alanlarının dağılımları; 11 tane tehlike atık barajında, 2 tane tehlike kuşaklama kanalında, 3 tane tehlike atık pompalarında, 3 tane tehlike atık iletim istasyonunda, 1 tane tehlike atık iletim hattında olacak şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde 5x5 L tipi matris yönteminde kullanılan Tablo 22, Tablo 23, Tablo 24 ve Tablo 25’den yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda ilk risk değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan ilk risk değerleri ve Tablo 25’de yapılmış olan sınıflandırmalar göz önüne alındığında faaliyet alanı atık barajı olan tehlikelerde 2 tane tolere edilemez risk, 3 tane kabul edilemez risk, 3 tane dikkate değer risk, 3 tane kabul edilebilir risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı kuşaklama kanalları olan tehlikelerde 1 tane kabul edilemez risk, 1 tane dikkate değer risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı atık pompaları olan tehlikelerde 3 tane kabul edilemez risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı atık iletim istasyonu olan tehlikelerde 1 tane kabul edilemez risk, 2 tane kabul edilebilir risk belirlenmiştir. Faaliyet alanı atık iletim hattı olan tehlike de 1 tane dikkate değer risk belirlenmiştir. Yapılan analizde toplamda 20 tane tehlikeden 2 tanesi tolere edilemez risk, 8 tanesi kabul edilemez risk, 5 tanesi dikkate değer risk ve 5 tanesi de kabul edilebilir risk olarak bulunmuştur. Çıkan sonuçlar neticesinde önlemler incelenmiş ve mevcut önlemlerin 7 tehlike sonunda yetersiz kaldığı, 5 tehlike sonunda yeterli olduğu, 8 tehlike sonunda alınan önlemlere ek önlemler alınması gerektiği saptanmıştır. Yetersiz kalan ve alınan önlemlere ek önlemler alınması gereken tehlikeler için belirlenen önlemler Tablo 28’de bulunan analiz tablosunda verilmiştir. Gerekli önlemler alındıktan sonra tekrar yapılan analizde risk değerlerinin tamamının kabul edilebilir risk seviyesine indiği gözlemlenmiştir.

5x5 L tipi matris yöntemi risk değerlerine göre sınıflandırma yaptığından dolayı yapılan işlerde sürekliliği sağlamaktadır. Örneğin; yapılan analizde atık pompaları faaliyet alanında tehlike olarak atık pompalarının periyodik bakımının yapılmaması belirlenmiş olup Tablo 22, Tablo 23, Tablo 24 yardımıyla ilk risk değeri 16 hesaplanmıştır. Tablo 25’e bakıldığı zaman bu riskin kabul edilemez risk olduğu belirlenmiş ve risk belirlenen seviyeye düşene kadar iş başlatılmayıp acil önlemler alınmasına karar verilmiştir. Alınan önlemler sayesinde risk belirlenen seviyeye düşürülerek işin sürekliliği sağlanmıştır. Risklerin değerlerine göre sınıflandırılması erken müdahale olanağı sağlamasından dolayı işin sektöre uğramadan devam etmesini sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar ışığında 5x5 L tipi matris yöntemi farklı farklı birçok sektörde uygulanmış olsa da atık barajlarda uygulandığına dair veri bulunamamıştır. Fakat yapılan araştırmalarda Yılmaz Şakar’ın 2021 yılında yapmış olduğu tez

alışmasında “Baraj İnşaatlarında İş Sağlığı Güvenliğı ve Risk Değerlendirmesi” çalışmasında kullandığı bazı parametreler ile bu çalışmadaki bazı parametrelerin benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Benzer parametreler göz önünde bulundurularak yapılan incelemede Şakar’ın yapmış olduğı risk değerlendirmesi sonucunda çıkan risk değerleri ile bu çalışmada çıkan risk değerleri aynı olup alınan önlemler neticesinde risklerin istenilen seviyeye düşürüldüğü ve benzer sonuçlar elde edildiğı saptanmıştır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Atık baraj projeleri; uygun yer seçimi (dayanıklılık), jeolojik incelemeler ve geoteknik araştırmalarla başlayarak kazı, doldurma, sondaj, enjeksiyon, riprap, betonlama çalışmalarını da içeren karmaşık projelerdir. Bu projelerin yapımı esnasında, teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan gücüne olan talep azalmış olsa da, iş makinelerinde (operatörler) veya şantiye sahalarında çalışan kişiler hala iş kazalarına maruz kalabilmektedir. Türkiye'de son 10 yılda baraj inşası sırasında meydana gelen iş kazalarının yaklaşık %61'inin güvensiz koşullardan (eksik proje, yamaç stabilitesi, makine-teçhizat arızaları, uygunsuz çalışma alanları vb.) kaynaklandığı, %38'inin güvensiz davranışlardan (personel hataları) kaynaklandığı ve %1'inin ise doğa olaylarından (heyelan, sel, yıldırım düşmesi vb.) kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu durumda, iş kazalarının büyük bir kısmının önlenabilir nitelikte olduğu açıktır.

Bu tez çalışmasında risk değerlendirme yöntemlerinden Olursa Ne Olur (What If) Yöntemi, Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Yöntemi, Fine-Kinney Yöntemi ve 5x5 L Tipi Matris Yöntemi kullanılarak bir tehlikeli atık düzenli depolama tesisinde iş sağlığı ve güvenliği riskleri değerlendirilmiştir.

Olursa Ne Olur (What If) Yöntemiyle risk analizi değerlendirmesi yapıldığında; bu yöntemin atık barajı gibi karmaşık yapılarda yeterince detaya girilerek kapsamlı bir risk analizi değerlendirmesi yapmaya olanak tanımadığı tespit edilmiştir. Olursa ne olur yöntemi ile basit, teknik bilgi gerektirmeyen sorulara cevap aranabileceği sonucuna varılmıştır.

Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Yöntemiyle risk analizi değerlendirmesi yapıldığında; atık barajı üzerinde belirlenen 18 tane proses parametresi ele alınan analizin sonucunda %50 oranında alınan tedbirlerin yeterli olduğu gibi faydalı veriler elde edildiği gözlemlenmiştir. Fakat çalışmanın yapılmış olduğu atık barajında yeterli uzman sayısı bulunmadığı için ve bu dezavantajından dolayı da çok fazla süre uzayacağı için bu atık tesisinde kullanılamayacağı belirlenmiştir.

Fine-Kinney Yöntemiyle risk analizi değerlendirmesi yapıldığında; Fine-Kinney yöntemi, tehlike analizlerinin ayrıntılı bir şekilde yapılmasına odaklanan bir yöntem olması sebebiyle atık barajları gibi kompleks yapılarda tercih edilebilir. Detaylı veri gerektirmesi ve daha fazla zaman alması bir dezavantaj gibi gözükse de sayısal ve istatistiki verilere dayalı sonuçlar ortaya çıkarması ve bu sonuçlara göre alınacak

tedbirleri önermesinden dolayı Fine-Kinney yöntemi atık barajı gibi karmaşık yapılarda ilk akla gelen yöntemlerden biri olmaktadır.

5x5 L Tipi Matris Yöntemiyle risk analizi değerlendirilmesi yapıldığında; 5x5 L tipi matris yöntemi, riskleri değerlendirmek ve önceliklendirmek için kullanılan bir metottur. Bu yöntemde, tehlike seviyeleri ve tehlikenin sonuçları matrisin satır ve sütunlarına yerleştirilir ve kesişim noktalarında risk seviyeleri belirlenir. Görsel bir yaklaşım sunar ve risklerin önceliklendirmesinde yardımcı olur. Basit ve hızlı bir değerlendirme sağlar, ancak bazen yeterince detay içermeyebilir. Yeterli detay içermemesi yöntemin uygulanacağı konuya göre değişiklik göstermektedir. Bu yöntemin kullanılması risk değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkan risklerin derecesine göre öncelik sırası oluşturulmasını sağladığı için alınacak önlemlerin bu sıraya göre alınmasını sağlar. Yöntemin uygulanmasının basit ve hızlı olması ise reaksiyon alma süresini azaltacağından dolayı atık barajı gibi karmaşık yapılarda tercih edilebilir.

Yapılan çalışma sonucunda atık barajlarında risk değerlendirmesi çalışmalarında Olursa Ne Olur (What If) yönteminin yetersiz kalacağı, Tehlike ve İşletilebilirlik Yönteminin (HAZOP) ise uzman ekip ihtiyacı ve değerlendirme süresinin uzun olması sebebiyle tercih edilemediği sonucuna varılmıştır. Fine-Kinney ve 5x5 L Tipi Matris yöntemlerinden birinin kullanılmasının daha verimli sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür. Bu iki yöntem arasında ise alınacak önlemler sonrası riskin ne derecede azalacağını belirlenmesini sağladığı için 5x5 L Tipi Matris yöntemine öncelik verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abramov, A. A. (1993). Kompleks Kullanım ve Çevre, Cevher Hazırlamadaki Yenilikler, Tesis Yönetim ve Denetimi, Meslek İçi Eğitim Semineri, İTÜ, Maden Fakültesi.
- Akkuş, E. (2013). Tehlikeli atık geri kazanım tesisinde iş sağlığı ve güvenliği (Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray).
- Akpınar, T., Çakmakkaya, B. Y. ve Batur, N. (2018). Ofis çalışanlarının sağlığının korunmasında çözüm önerisi olarak ergonomi bilimi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 76-98.
- Alataş, C. (2007). İş sağlığı ve güvenliği metotları ve risk yönetimi (Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli).
- Alçan, H. (2022). İnşaat Sektöründe Hazop Metodu ile Risk Değerlendirmesi. *TAS Journal*, 2(3), 06-18.
- Ç. V. S. G Bakanlığı, (2013). Metal Sektöründe Risk Analizi Uygulaması.
- Botz, M. M., Mudder, T. I. ve Akcil, A. U. (2016). Cyanide treatment: physical, chemical, and biological processes. *In Gold ore processing* (pp. 619-645). Elsevier.
- Bowles, S.D., Parsons, A.M., Anderson, L.R. ve Glover, T.F., (1998). Portfolio Risk Assessment of SA Water's Large Dams, Proceedings of the 1998 Australian Committee on Large Dams ANCOLD Annual Meeting, Sydney, New South Wales, Australia.
- Bozkuş, Z. (2004). Afet yönetimi için baraj yıkılma analizleri. *Teknik Dergi*, 15(74).
- Buhurcu, K. (2016). Yapı kimyasalları sektöründe iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde).
- Ceylan, H. ve Başhelveacı, V. S. (2011). Risk değerlendirme tablosu yöntemi ile risk analizi: Bir uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 25-33.
- Chen, Y., Hong, Y., Huang, D., Dai, X., Zhang, M., Liu, Y. ve Xu, Z. (2022). Risk assessment management and emergency plan for uranium tailings pond. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 15(3), 83-90.
- Colak, M., Aygurler, C. ve Cetin, T. (2018). Risk analysis for occupational health and safety in mining sector. *In 4th Global Business Research Congress (GBRC-2018) (Cilt. 7, s. 285-289)*.
- T.C. Resmi Gazete, Çevre Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 18132, (11/08/1983). Ankara.

- Du, Z., Ge, L., Ng, A. H. M., Zhu, Q., Horgan, F. G. ve Zhang, Q., (2020). Risk assessment for tailings dams in Brumadinho of Brazil using InSAR time series approach. *Science of The Total Environment*, 717, 137125.
- Erol, S. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliği Konusunda İşveren, Çalışan ve Devletin Rolü. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 2(4), 86-103.
- İşler, M. C. (2013). *İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri ile Güvenlik Kültürünün İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Önlenmesindeki Etkisi*. İş Müfettişi Yardımcılığı Etüt Yazısı, Ankara.
- Gün, T. (2007). Biçimsel emniyet değerlendirmesi: İzmir Körfezi değerlendirmesi (Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir).
- Güven, A. ve Aydemir, A. (2012). Baraj Güvenliği İçin Risk Analizi Yazılımı, Uluslararası Katılımlı III. Ulusal Baraj Güvenliği Sempozyumu, Eskişehir.
- Hacıfazlıoğlu, H. ve Şahin, H. (2023). Cevher Hazırlama Tesislerinden Çıkan Atıklar ve Yönetimi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 35(1), 119-133.
- Kabakulak, T. (2019). Bir tekstil işletmesinde risk değerlendirme uygulaması: 5x5 matris ve HAZOP. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, 3(2), 97-111.
- Kadioğlu, M. (2008). Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi, Kadioğlu, M ve Özdamar, E., (editörler), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, s. 251-276. JICA Türkiye Ofisi Yayınları No:2, Ankara.
- Korkmazer, C., (2015). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Atık Bertaraf Firması Seçimi, (Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir).
- Koru, E. (2006). Otomotiv yan sanayiinde süreç hata türleri ve etkileri analizi ve bir uygulama (Doktora Tezi, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Li, J., Dong, Q., Yu, K. ve Liu, L. (2014) Asbestos and asbestos waste management in the Asian-Pacific region:trends, challenges and solutions, *Journal of Cleaner Production*, 81, 218-226.
- Li, Y., Li, J., Chen, S. ve Diao, W. (2012) Establishing indices for groundwater contamination risk assessment in the vicinity of hazardous waste landfills in China, *Environmental Pollution*, 165, 77-90.
- Mudder, T. I. ve Botz, M. M. (2008). Siyanür ve Toplum: Kritik Bir İnceleme. *Madencilik*, 47(3), 27-42.
- Smith, A. ve Mudder, T.I. (1994). ‘An Environmental Perspective on Cyanide’, Mining World News, Cilt 6, No 9, Ekim.

- Muşdal, H. (2007) Tıbbi Atıkları İşleme ve Bertaraf Etme Teknolojisi Seçme Problemine Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Ağ Prosesi Yaklaşımı”, Yüksek lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 1- 124.
- Nişancı, Z. N. ve Demirören, J. (2020). Davranış odaklı iş güvenliği uygulamalarının iş güvenliği kültürüne etkisi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15, 21-39.
- Özkiliç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Ankara, TİSK Yayınları.
- Raifoğlu, G. (2011). Çevre ve iş güvenliği açısından endüstriyel Tıp Motor üretimi Yapan Bir işletmede Risk değerlendirme uygulaması (Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul).
- Sırakaya, L. (2019). Mermer işletmelerinde uygulanabilecek risk analizi yöntemlerinin incelenmesi: Örnek bir uygulama (Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya).
- Şakar, Y. (2021). Baraj İnşaatlarında İş Sağlığı Güvenliği ve Risk Değerlendirmesi (Yüksek Lisans Tezi, Tarsus Üniversitesi, Mersin).
- Şensoy, H. Ö. ve Kaya, İ. E. (2019). Tehlikeli atık bertaraf tesislerinde karşılaştırmalı risk analizi ve biyolojik faktörler açısından risk değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1375-1382.
- Tatar, A. Ç. P. ve Özdemir, G., Solvent Kullanılan Sektörlerde Risk Değerlendirmesi, Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 3-6 Eylül 2012, Koç Üniversitesi, İstanbul.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (2020)., Atık İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198#:~:text=D%C3%BCzenli%20depolama%20tesislerinin%20toplam%20kapasitesi,milyon%20ton%20at%C4%B1k%20bertaraf%20edildi.>
- URL-1, <https://receptakaya.wordpress.com/2015/12/07/is-sagligi-ve-guvenligi/> (Erişim tarihi: 22 Temmuz 2023)
- URL-2, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/c-lt2-20180201134601.pdf> (Erişim tarihi: 22 Temmuz 2023)
- URL-3, <https://docplayer.biz.tr/47752761-Risk-degerlendirmesi-metotlari-yrdr-ismail-topal.html> (Erişim tarihi: 23 Temmuz 2023)
- URL-4, <https://isgrehberi.org/2018/08/07/fine-kinney-yontemi-ile-risk-degerlendirmesi/> (Erişim tarihi: 23 Temmuz 2023)
- Ünal, M. Ö., ve Aykaç, B. (2010). Yapı işlerinde asansör kazaları ve güvenlik önlemleri. *International Journal of Engineering Research and Development*, 2(2), 13-19.

- Üngüren, E. ve Koç, T. S. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları Performans Değerlendirme Ölçeği: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 5 (2), 124-144. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sgd/issue/28890/309026>
- Xin, Z., Xiaohu, X. ve Kaili, X. (2011). Study on the risk assessment of the tailings dam break. *Procedia Engineering*, 26, 2261-2269.
- Yalçın, E. ve Ayvaz, B. (2018). İşletmelerde İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Ergonomik Risk Ölçümü: Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17(34), 13-30.
- Yılmaz, A. E., Komesli, O., Komesli, Ş. ve Çalık, S. (2022). Çevresel Büyük Risk Maden Atıksularının Kimyasal Çöktürme Yöntemi ile Arıtım Örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(2), 654-662.

ÖZGEÇMİŞ

Muhammed Kasım AKÇAY sırasıyla Aysin Rafet Ataç İlköğretim Okulu, Atatürk İlköğretim Okulu, Gümüşhane Lisesi'nden mezun oldu. 2014 yılında Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne girdi, 2018 yılında mezun oldu. 2021 yılında Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2020-2022 yılları arasında Teknik Ofis Mühendisi olarak çalıştı.

