



## **Bor Madeninde İş Sağlığı ve Güvenliği**

### Occupational Health and Safety in Boron Mine

**Fehmi BOYLU<sup>1</sup>, Gül USLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sinop Üniversitesi İş Sağlığı ve Güvenliği Öğrencisi, Sinop  
· fehmi.boylu255@gmail.com · ORCID > 0009-0001-7050-4998

<sup>2</sup>Sinop Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümü, Sinop  
· guslu@sinop.edu.tr · ORCID > 0000-0002-3691-2111

#### **Makale Bilgisi/Article Information**

**Makale Türü/Article Types:** Araştırma Makalesi/Research Article

**Geliş Tarihi/Received:** 03 Aralık/December 2024

**Kabul Tarihi/Accepted:** 17 Aralık/December 2024

**Yıl/Year:** 2024 | **Cilt – Volume:** 5 | **Sayı – Issue:** 2 | **Sayfa/Pages:** 135-156

**Atıf/Cite as:** Boylu, F., Uslu, G. "Bor Madeninde İş Sağlığı ve Güvenliği"  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnsan Bilimleri Dergisi, 5(2), Aralık 2024: 135-156.

**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Gül USLU

## BOR MADENİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

### ÖZ

Çalışan sağlığı ve güvenliği konusunda Türkiye'nin büyük eksikliği bulunmaktadır. Bununla birlikte maden sektöründe meydana gelen iş kazalarının ölümcül olması ve çalışanları etkilemesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bor mineralinin ülkeye katkısı konusunda etkileri büyük olmakla birlikte, kullanım alanları geniş kapsamlı bir mineraldir. Bor mineralinin gerek çıkarımı gerekse işlenmesi çalışan sağlığı için büyük tehlikelere neden olabilmektedir. Kişinin yapısı gereği veya buldukları çalışma ortamları onları riskli çalışma koşullarına neden olmaktadır.

Bor mineralini çıkartmak amacıyla, İş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan risk analizleriyle çalışanların buldukları açık madenlerde nelerden etkilenebilecekleri belirtilmiş olup kişisel davranış ve çevresel faktörler göz önünde tutulmuştur. Açık madenlerde kullanılan kişisel koruyucu donanımların çalışana büyük etkisi olduğu toplu koruma önlemlerinin olmadığı yerlerde koruyuculuk etkisinin fazla olduğu öngörülmüştür.

Bununla birlikte iş güvenliği eğitimleri de çalışanların sağlık ve güvenliğini pozitif yönde etkilemekte olup güvenli ortam oluşturmaktadır.

Aynı şekilde çalışanın dikkatsiz ve tehlikeli davranışları, çalışanı zora sokmakta ve güvenliğini etkilemektedir. Gerek sosyal hayatındaki sorunlar ve ağır çalışma koşullu nedeniyle yorgunluk, çalışanların davranışlarını ve tutumlarını etkilemektedir. Bu durum tehlikeli durumları beraberinde getirmekte ve kaza riskini de arttırmaktadır.

Yaşanılan kazalar; iş gücü kaybı, uzuv kayıpları, mesleki hastalıklar ve hatta ölümle de sonuçlanabilmektedir.

Bu durumda iş sağlığı ve güvenliğinde riskler belirlenmeli ve çalışanların eğitimi eksiksiz bir şekilde tamamlanmalıdır. Ramak kala olaylar bildirilmeli ve oluşabilecek kazalar önceden önlemleri alınmalıdır.

Bu çalışmada bor minerali çıkarılmasında çalışanların karşılaştığı tehlikeler ve riskler, L tipi ve Hata ağacı Risk değerlendirme yöntemleri kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Kullanılan risk analizlerinde öngörülen risklerin nelerden kaynaklanacağı ve neler ile sonuçlanacağını tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bor Minerali, İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk Analizi.



...

## ABSTRACT

Turkey has a major deficiency in terms of employee health and safety. However, it should be taken into consideration that occupational accidents in the mining sector are fatal and affect employees. Although boron mineral has great contributions to the country, its areas of use are extensive. Both the extraction and processing of boron mineral can cause great dangers to employee health. The nature of the person or the working environment they are in causes them to work in risky conditions.

In order to extract boron mineral, risk analyses conducted on occupational health and safety have indicated what employees may be affected by in open mines, and personal behavior and environmental factors have been taken into account. It has been predicted that personal protective equipment used in open mines has a great effect on employees and has a greater protective effect in places where there are no collective protection measures. In addition, occupational safety trainings also positively affect the health and safety of employees and create a safe environment.

Similarly, careless and dangerous behaviors of employees put employees in a difficult position and affect their safety. Problems in their social lives and fatigue due to heavy working conditions affect employees' behaviors and attitudes. This situation brings about dangerous situations and increases the risk of accidents. The accidents experienced may result in loss of labor, loss of limbs, occupational diseases and even death.

In this case, risks in occupational health and safety should be determined and the training of employees should be completed completely. Near-miss incidents should be reported and precautions should be taken in advance for possible accidents.

In this study, the hazards and risks encountered by employees in the extraction of boron minerals were compared using L-type and Fault tree risk assessment methods. It was determined what the predicted risks would be caused by and what they would result in in the risk analyses used.

**Keywords:** Boron Mineral, Occupational Health and Safety, Risk Analysis.



## 1. GİRİŞ

Türkiye’de madencilik denildiğinde, akla tehlikeli çalışma olarak bilinen iş sektörü gelmektedir. Ülkemizde meydana gelen maden faciaları bu durumun örneğidir. Yapılan araştırmalara göre 2011 ile 2021 yılları arasında toplam meydana gelen iş kazası sayısı 141 203’tür. Maden sektöründe ise bu yıllar arasında toplam 1124 çalışan iş kazası ve meslek hastalıkları sebebiyle hayatını kaybetmiştir<sup>1</sup>. Maden çıkarma işlemleri yeraltı ve yerüstü (açık ocak) olmak üzere iki çeşit maden çıkarma yöntemi vardır. Açık ocak madenciliği; çıkarılacak olan maden veya mineralin yer yüzeyine yakın olması sonucu üstündeki toprak örtüsünün kaldırılıp makul bir durumda çıkarılması yöntemidir. Yeraltı madenciliği ise cevherin yer yüzeyinden çok daha altında olup galeri veya kuyular oluşturularak üretilen yöntemdir. Türkiye’de çıkarılmakta olan maden türleri; altın, bakır, bor, boksit, demir, krom, kükürt, manganez, cıva, tuz, taş kömürü, linyit, kurşun-çinko ve asbesttir. Dünyada bor rezervlerinin yaklaşık %73’ü Türkiye’de bulunmaktadır. Türkiye’de ise; Eskişehir/Kırka, Balıkesir/Bigadiç, Bursa/Kestelek, Kütahya/Emet’te bor yatakları bulunmaktadır. Türkiye’de bor rezervi açısından en fazla bulunan mineralleri ise; Kolemanit ( $2CaO.3B_2O_3.5H_2O$ ), Tinkal ( $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ), Razorit ( $Na_2B_4O_7.4H_2O$ ), Üleksit ( $NaCaB_5O_9.8H_2O$ ) ve Üleksittir ( $NaCaB_5O_9.8H_2O$ ). Bor madeni Türkiye’den sonra sırasıyla; Rusya (%7,8), ABD (%6,2), Çin (%2,8), Şili (%3,2), Peru, Bolivya (%1,5) ve Kazakistan (%1,2) gibi ülkelerde bulunmaktadır. Dünyada bor madenini ilk olarak Babil Krallığı altın elde etme amaçlı kullanmıştır. Eski Yunanlılar ve Romalılar ise bor madenini bir tür temizlik malzemesi olarak kullanmışlardır. M.S. 875 yıllarında Araplar ilaç sektöründe kullanmıştır. 19. yüzyıla gelindiğinde elementer bor olmuştur. Borun saf elementi; ilk kez 1808 yılında Fransız kimyager J.L. Gay-Lussac ve Baron L.J. Thenard ile İngiliz kimyager H. Davy tarafından elde edilmiştir. Bor madeni, yüksek sıcaklığa dayanıklılığından dolayı en çok cam sektöründe kullanılır (%48). Bunun devamında sırasıyla; tarım sektöründe %15, seramikte %15, deterjan-temizlik sektöründe %3, diğer sektörlerde ise %19’dur<sup>2</sup>. Bor madeni doğada başka elementlerle tuz halinde bulunur. Topraktan çıkarıldıktan sonra kırma işlemi gerçekleşir ve kırılan bor madeni eleme işlemi devamında yıkama ve son olarak da öğütme işleminin sonunda kullanıma hazır hale gelir. Kullanım sektörüne göre diğer işlemler uygulanır. Eti Maden, Türkiye’de bor madeni konusunda dünyada en fazla üretim yapan bir bor üretim firmasıdır. Dünyada %73’lük bor maden rezervine sahip olan Türkiye, Eti Maden bünyesinde Kırka, Emet, Bigadiç ve Bandırma’da toplamda dört bor üretim ve işletme tesisleri bulunmaktadır<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Sekmen M. ve Zengin M.A. (2023), “Türkiye Madencilik Sektörü İş Kazalarının Analizi ve Gelecek Perspektifleri”, Research Article, 258(249)

<sup>2</sup> Eti Maden İşletme Müdürlüğü (2021) “Bor Sektör Raporu” 37(5-22)

<sup>3</sup> <https://www.etimaden.gov.tr/storage/uploads/sunumlar/2019-tr/61/>

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Maden Ocakları

Sanayi Devrimi'nden sonra büyük bir artış gösteren madencilik sektöründe en fazla demir ve kömürün önemi artmıştır. Kullandığımız araba ve evlerden, içinde bulunduğumuz evlerden, sağlık sektörlerine madenlerin önemini büyük bir farkındalıkla anlaşılmaktadır. Yüksek oranda istihdam sağlamakta olan maden sektörü enerji ve ekonomi dalında büyük katkısı bulunmaktadır. Fakat maden sektörü, yapılan iş ve bulunduğu konum sebebiyle birçok tehlikeyi içinde barındırmaktadır. Bu tehlikeler devamında birçok risklere sebebiyet vermektedir<sup>4</sup> (Maden ocakları; açık maden ocakları ve kapalı maden ocakları olmak üzere iki gruptadır. Aralarındaki en önemli farklardan biri, kapalı maden ocakları yerin altında konumlanan mineral veya cevherlerin tünel ve galeriler oluşturularak patlayıcılar ile meydana çıkararak çalışmalarını/üretimlerinin yer altından gerçekleştirilmesidir. Açık maden ocakları ise üstü örtülü minerallerin belirli patlamalar ve kazılar sonucu gün yüzüne çıkarılması sonucunda oluşan madencilik dalıdır.

Son yıllarda artmakta ve gelişmekte olan maden sektörü, devamında iş kazalarını da getirmektedir. Maden sektöründe, çoğu insan gücüyle yapılan işler mevcuttur. Bu işler için kaza meydana gelmeden önce risk analizi yapılması gerekmektedir. 30.06.2012 tarihli 28339 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 10. maddesinin 1. bendinde "İşveren, iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk analizi yapmak veya yaptırmakla yükümlüdür." ibaresi yer almaktadır<sup>5</sup>. Çalışma ortamında oluşabilecek kazalar araştırılmalı ve oluşabilecek riskler göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan araştırmalar ve raporlar neticesinde üretim sürecinde doğabilecek riskler ortadan kaldırılmalıdır.<sup>6</sup>

2022 yılında madencilik sektörlerinde (linyit/taş kömürü, doğal gaz/petrol, metal, taş ve diğer maden ocakları) 102 kişi iş kazası sebebiyle hayatını kaybetmiş ve 202 kişi de meslek hastalığına yakalanmıştır<sup>7</sup>.

#### 2.1.1. Açık Maden Ocakları

Açık maden ocakları, maden üzerindeki toprak örtüsünün belirli aralıklar ve derinlikler ile patlayıcı maddelerin yerleştirilerek patlatılması sonucu ortaya çıkan cevher ve mineralin toplanması, yüklenmesi ve devamında en yakın yere taşınmasına denir. Bu işlerin tümüne ise "dekapaj" denir.

<sup>4</sup> Koçali K. (2018), "Açık Ocak Maden İşletmelerinde İşçi Anketleri İle İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürü ve Uygulamasının Araştırılması" Bilimsel Madencilik Dergisi, 15-21 (16)

<sup>5</sup> <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

<sup>6</sup> Colak, M., Aygürler, C., Cetin, T. (2018), Risk analysis for occupational health and safety in mining sector. Pres-ACademia Procedia (PAP), V.7, p.285-289.

<sup>7</sup> <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/>

Bor, mermer, altın gibi madenler bu tür maden ocaklarından çıkmaktadır.

Dünya madenciliğinin %70'i açık maden sistemi ile oluşmaktadır<sup>8</sup>. Açık maden ocaklarında elle kazı ve yüklemelerde şev (kademelin çökmemesi için verilen eğim) yüksekliği 3 metreyi geçemez. Şev açısı ise; sağlam arazilerde %60, çöküntülü arazilerde %45, kaygan ve sulu arazilerde ise %30'u geçemez<sup>9</sup>. (Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013).

### 2.1.2. Maden İşletmesinde İş Kazaları:

Maden ocaklarında sıkça iş kazaları meydana gelmektedir. Günümüz haberlerinde de bu tür olaylar sıkça duyulmaktadır. Gerek grizu patlamaları ve devamında meydana gelen göçükler, gerekse maden ocaklarında çıkan yangınlar çalışanın ölümüne kadar etkilemektedir.

Dünyada meydana gelen en çok ölümlü maden kazası; 26 Nisan 1972 yılında, Çin'in Benxihu kentinde meydana gelen ve 1549 kişinin öldüğü maden faciasıdır<sup>10</sup>.

Ülkemizdeki en çok ölümlü maden kazası ise; 13 Mayıs 2013 tarihinde Manisa'nın Soma ilçesinde meydana gelen ve 301 kişinin öldüğü maden faciasıdır. Bu kazada toplam 88 kişi de yaralanmıştır. Tablo 1'de de belirtildiği üzere 2010 ve 2022 yılları arasında ülkemizde toplam maden sektöründe 252 çalışan hayatını kaybetmiştir.

**Tablo 1.** Maden Sektöründe meydana gelen yıllık iş kazalarındaki can kayıpları<sup>11</sup> (kaynak: wikipedia.org, 2024)

Yıllar	Ölüm Sayısı
2010	50
2013	9
2014	328
2015	6
2016	16
2019	1
2022	42
Toplam	452

<sup>[8]</sup> Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Açık Ocak Madenciliği, (2021)

<sup>[9]</sup> <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18858&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>

<sup>[10]</sup> Yaşar, S., Inal, S., Yaşar, Ö., & KAYA, S. (2015). Big mining disasters from past to present Geçmişten günümüze büyük maden kazaları. Madencilik, 54(2).

<sup>[11]</sup> Wikipedia.org, (2024), "Türkiye'deki Madencilik Kazası Listesi"

## 2.2. Bor Minerali

### 2.2.1. Borun Tarihi

Bor madeni 4 bin yıl önce ilk olarak Tibet'te kullanıldığı saptanmıştır. Bor madeni M.Ö. 2000-1000 yılları arasında ise Babil altın aramaları ve endüstrisi için bor madeninin kullanıldığı düşünülmektedir. 8. yüzyılda Arap tüccarlar tarafından Mekke ve Medine'ye getirilen bor madeni sağlık sektöründe kullanıldığı düşünülmektedir. Ayrıca Eski Mısır'da mumyalama işlemlerinde kullanılmaktadır.

Ülkemizde ise bor madeni, ilk işletmenin 1861 yılında çıkarılan Maadin Nizamnamesi uyarınca 1865 yılında "Desmazures" adlı Fransız şirketine 20 senelik işletmeye verilmesiyle başladığı bilinmektedir. 1887'de "Boraks Consolidated Ltd." adlı İngiliz şirketi bu bölgeye yerleşmiş ve 1958 yılına kadar da işletme imtiyazı (maden arama, çıkarma ve işletme izni) olarak faaliyetine devam etmiştir.

"MTA" ve "Etibank" gibi kuruluşlar 1935 yılında 2804 ve 2805 Sayılı Kanunlarla arama ruhsatlarını almışlar ve II. Dünya Savaşı'ndan sonra arama faaliyetlerini 1956 yılında ise MTA Enstitüsü Emet-Kütahya bölgesinde linyit etütleri yapılması sırasında Hisarcık ve Hamamköy bölgelerinde kolemanit yataklarına rastlanmıştır. 1958'de bu yatakların işletme imtiyazı Etibank'a verilmiş olup 1970 yılından sonra tesislerin kurulmasına başlanılmıştır<sup>12</sup>.

### 2.2.2. Bor Madeninin Kullanım Alanları:

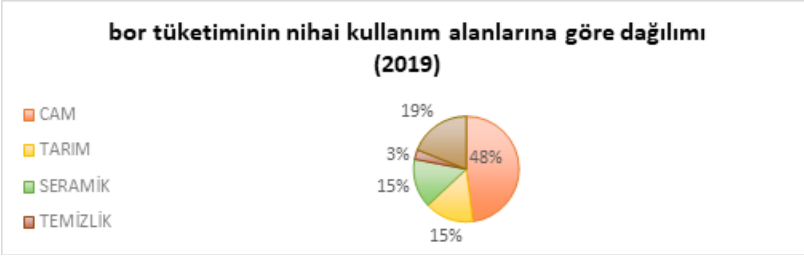
Bor minerallerinin en sık kullanıldığı alan %58 pay ile cam endüstrisidir. Su yumuşatma ve ağartma etkileri nedeniyle sabun ve deterjan üretiminde bor minerali kullanılır. Bor, meyve ağaçları için çiçeklenme, meyve verimi ve meyve kalitesi açısından değerli bir mineral olduğu için zirai destekleme ve koruma ürünlerinde kullanılmaktadır. Son çalışmalarda, yapraklara bor püskürtmenin bazı meyve ağaçlarında meyve verimini arttırdığı görülmektedir<sup>13</sup>.

Bor madeni, özellikle cam sanayi olmak üzere, porselen-seramik sanayi, tarımda gübre sanayi, metalürji sanayi, ilaç, kimya, tıp, otomotiv sanayi, enerji sanayi, nükleer enerji, uzay ve havacılık sanayi, iletişim, haberleşme, elektronik, bilgisayar sanayi, deterjan, sabun sanayi, inşaat sektörü, yalıtım, izolasyon sanayi, tekstil sanayi, dericilik sanayi, fotoğrafçılık gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır (Tablo 2)<sup>14</sup>.

<sup>12</sup> <https://boren.tenmak.gov.tr/tr/>, Erişim Tarihi: 10.11.2024

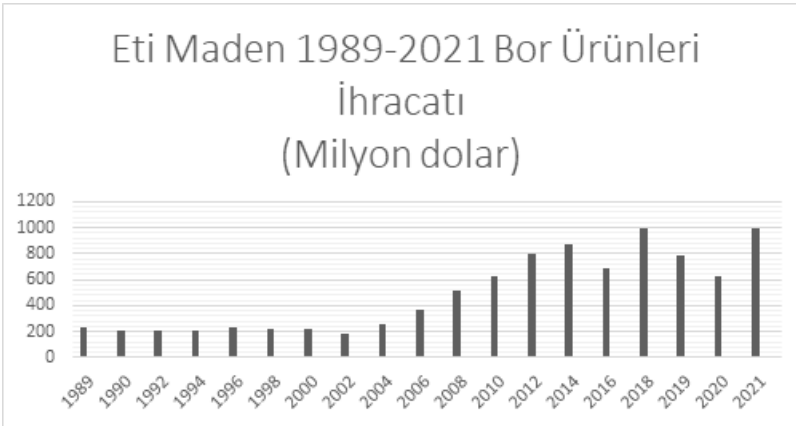
<sup>13</sup> Zengin A.I, Aka B, Gençay S, Uzun M, (2023), "Bor Madeni ve Endüstriyel Uygulamaları" Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 46, S. 161-178

<sup>14</sup> Eti Maden İşletme Müdürlüğü (2021) "Bor Sektör Raporu" 37(5-22)

**Tablo 2.** Bor mineralinin kullanım alanlarına göre dağılımı<sup>12</sup>

### 2.2.2. Bor Madeninin Ülkeye Katkısı:

Dünyanın önemli bir bor rezervi Türkiye’de bulunmaktadır. Türkiye’de tahmini 946 bin 832 ton bor rezervi bulunmaktadır. Ülkemizde bor madeni 1978’e kadar işlenmemiş ham haliyle değerinin altında düşük fiyatlarda ihraç edilmiştir. Bunun en büyük sebepleri bilgi ve teknolojik yoksunluk olarak ön görülmüştür. 1978 yılına kadar toplam ihracat geliri yıllık 83 milyon dolar iken 2020 yılında bu durum dünya üretim payı %57, hiç üretilmeyen rafine ürün payı ise %96 olarak toplam ihracat geliri yıllık 627 milyon dolara çıkmıştır (Tablo 3)<sup>15</sup>.

**Tablo 3.** Bor ürünleri ihracatı<sup>15</sup>

<sup>15)</sup> Karakaş A.V. ve Yılmaz M, (2022), "Türkiye’de Bulunan Bor Rezervinin Stratejik Açından Değerlendirilmesine Yönelik Akademik Algı" Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (10-25)



### 2.2.4. Bor Madeninin Yapısı:

Bor madeni; periyodik tabloda simgesi “B” ve atom numarası 5’tir periyodik cetvelin 3A grubunda yer almaktadır. Bor elementi doğada B10 ve B11 olarak adlandırılan iki ayrı kararlı izotoptan oluşmaktadır. Atom ağırlığı 10,811 u, yoğunluğu ise 2,84 gr/cm<sup>3</sup>’te bir yarı metal ve yarı iletkenidir. Atomik çapı 1,17 Å, atomik hacmi 4,6 cm<sup>3</sup>/mol’dür. Ergime noktası 2.300 °C, kaynama noktası 4.002°C’tür. Renk olarak görünümü; kristal formunda parlak ve kahverengidir<sup>15</sup>.

Bor minerallerinin çıkarıldığı alanlar ve formülleri Tablo 4’te gösterilmiş olup ülkemizde çıkarılan bor mineralleri belirtilmiştir.

**Tablo 4.** Bor mineralleri formülleri ve bulunduğu yerler<sup>16</sup>

MİNERAL	FORMÜL	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BULUNDUĞU YER
Boraks (Tinkal)	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	36,6	Kırka, Emet, Bigadiç ve ABD
Kolemanit	Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ·5H <sub>2</sub> O	50,8	Emet, Bigadiç, Küçükler ve ABD
Üleksit (Boronatrokalsit)	NaCaB <sub>5</sub> O <sub>9</sub> ·8H <sub>2</sub> O	43	Kırka, Bigadiç, Emet ve Arjantin
Kernit (Razorit)	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·4H <sub>2</sub> O	51	Kırka, ABD ve Arjantin
Probertit (Kramerit)	NaCaB <sub>5</sub> O <sub>9</sub> ·5H <sub>2</sub> O	49,6	Kestelek, Emet ve ABD
Szabelyit (Ascherit)	MgBO <sub>2</sub> ·2OH	41,4	Rusya
Pandermit (Priseit)	Ca <sub>4</sub> B <sub>10</sub> O <sub>19</sub> ·7H <sub>2</sub> O	49,8	Sultançayır ve Bigadiç
Borasit (Stasfurit)	Mg <sub>6</sub> B <sub>14</sub> O <sub>26</sub> C <sub>12</sub>	62,2	Almanya
Hidroborasit	CaMgB <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ·6H <sub>2</sub> O	50,5	Emet

### 2.2.5. Bor Madeninin Çıkarımı ve İşlenmesi

Bor madeni doğada kaya şeklinde sert bir yapıda bulunur. Doğada başka elementlerle birleşik olarak tuz halinde bulunur ve serbest bulunmayan bor elementi çeşitli metal veya ametal elementlerle farklı özellikler gösteren bileşikler oluşturmaktadır. Doğada 230 çeşit bor minerali bulunmaktadır. Bor madeni ilk önce açık maden ocaklarında zeminden 11 metre aşağıya sondajlar açılarak, “ANFO (Amonyum Nitrat)” adı verilen patlayıcı madde ve patladığından emin olmak için 60 kilogramlık patlayıcının yanına 2.5 kilogramlık “DYNEX” adı verilen patlayıcı eklenerek, ateşleyici operatörünün kontrolü ve uygulaması altında patlatılan ve devamında parçalanan bor minerallerini ekskavatörlerle toplama ve yükleme sonucu 10 tonluk taşıyıcılar ile Kırka bor işletme merkezine getirilir (Şekil 1). Burada bor mineralinin üzerinde bulunan kir ve topraklar büyük tanklar ile arındırılır. “Boraks Penta Hidrat” üretmek için %72 su ve %28 boraks oranını metal varille-

<sup>16</sup> Buluttekin M.B, (2008), “Bor Madeni Ekonomisi: Türkiye’nin Dünya Bor Piyasasındaki Yeri” 2. Ulusal İktisat Kongresi

re yükleyip filtreleme sonucunda berrak bir yapı elde edilir. Devamında soğutma tanklarına aktarılır ve bu tanklardan berrak bir çözelti elde edilir. Bu solüsyonlar devamında soğutma tanklarına aktarılarak ani bir soğutmayla 66°C'ye getirip sert ve parlak boraks kristallerine dönüştürülür.



Şekil 1. Kırka, Boraks Tesisleri<sup>17</sup>

### 2.3. Maden Ocaklarındaki Tehlike

İş sağlığı ve güvenliği, çalışma ortamında maruz kalınabilecek tehlikelerin ortadan kaldırılması veya en düşük seviye indirilmesinde rol oynar. Tehlike, çalışma ortamında meydana gelebilecek, içerden veya dışarıdan, iş ekipmanı veya kişi sebebiyle, tehlikeli durumu veya davranışı belirtir. Tehlike, çalışana zarar verme potansiyeline sahip herhangi bir çalışma koşuludur. İş yerlerinde; yüksekte çalışma, kimyasal maddelere olan maruziyet, ağır makinelerde çalışma, kişinin psikolojik sorunları, çalışma sırasında tehlikenin başlıca sebeplerindedir.

Açık maden ocaklarında oluşabilecek tehlikeler şunlardır;

- Fiziksel Tehlikeler: Yer altı ve yerüstü maden ocaklarında en büyük sorunlardan biri sıcaklıktır. Yer üstü maden ocaklarında bunun yanı sıra iklimsel değişiklikler meydana gelmekte ve çalışma ortamında olumsuz etkiler meydana gelmektedir.
- Tozlar: Maden sektöründe en çok görülebilecek tehlikelerden biri de toz maruziyetidir. Maden veya mineral cevherine ulaşmaya kadar geçen süreçte meydana gelen tozun solunması sebebiyle mesleki hastalıklar oluşmaktadır.

<sup>17)</sup> ŞENSOY, A. N., ÖZGÜN, M. A., & AKÇIL, A. U. Eti Maden İşletmeleri Kırka Bor İşletme Müdürlüğü Tanıtımı.

- **Kimyasal Tehlikeler:** Madencilikte kimyasal tehlikeli maddeler kullanılmasa da maden üretimi esnasında meydana gelen metan gazının ortama, %5 ile %15 civarında karışımı sonucunda patlamaya neden olmaktadır. Bu durum genelde yer altı maden işletmelerinde ve kömür ocaklarında olmaktadır. Bu duruma “Grizu” olarak da bilinmektedir.
- **Biyolojik Tehlikeler:** Toprak içinde bulunan mikroorganizma ve parazitlerin çalışan kişiye bulaşması sonucu biyolojik sorunlar ve meslek hastalıklarıyla karşı karşıya kalabilir. Bu hastalıklar bulaşıcı olması durumunda çalışanlar arasında bulaş yolu kurulabilir.
- **Ergonomik Tehlikeler:** Madenlerde; termal konfor, aydınlatma, havalandırma gibi koşulların yetersizliği ve ağır bedensel aktivite zorunluluğu önemli ergonomik sorunlar yaratır. Bu durum, yerüstü maden işletmelerinde çalışanın çalışma koşulu ve ağır kaldırma, sürekli hareket halinde olma gibi zorluklar ile ergonomik sorunlar devamında mesleki deformasyona neden olur.<sup>18</sup>

## 2.4. Maden Ocaklarındaki Riskler:

Tehlikenin olduğu her yerde risk bulunmaktadır. Bu sebeple risk kişinin olası tehlikelerde her zaman karşı karşıya kaldığı durumdur. Risk, zarar verme potansiyelin oransal karşılığıdır. Çalışma ortamında, yüksekte çalışma tehlikeyi gösterirken yüksekte düşmek riski göstermektedir. Bu sebeple risk çoğunlukla sonuç olarak görülür ve nicel-nitel kavramlarla belirtilir.

İş sağlığı ve güvenliği risklerinin etkili bir şekilde yönetilmesi, iş yerinde güvenli bir ortamın sağlanması ve çalışanların sağlığının korunması açısından hayati önem taşır. Bu nedenle, işverenlerin ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusundaki sorumluluklarını yerine getirmesi ve risk yönetimi sürecine aktif olarak katkıda bulunması önemlidir.

Bilindiği gibi yer altı ve yerüstü maden ocaklarında, yaşanan patlamalar, yangınlar ve göçükler gibi büyük kazalar devamında felaketlerle sonuçlanmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle meydana gelebilecek kazaların önüne ket vurulsa da çalışma koşulları ve yapılan işler kaza ve ölüm risklerini yeterli duruma düşürememektedir.

## 2.5. Risk Analizi:

İş sağlığı ve güvenliği alanında büyük bir rol oynayan risk analizi, meydana gelebilecek veya meydana gelmiş tehlikelerin belirlenmesi ve bu tehlikelerin şiddetini belirlenmesi ve bununla ilgili koruyucu önlemler almaktır.

<sup>[18]</sup> Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2016), “Maden Sektörü Kişisel Koruyucu Donanım Rehberi”

Risk analizinin doğru uygulanması, iş sağlığı ve güvenliği konusunda risklerin azaltılması ve güvenilir çalışma ortamının hazırlanmasına sebep olur. İşyerinde çalışanın sağlık ve güvenliğini korumak ve bu durumu çalışana hissettirmek için risk analizi detaylı ve kapsamlı bir parametreler ile yapılmalıdır.

Risk analizi için kullanılacak yöntemler 3 grupta incelenir;

- Kalitatif: Sözlü olarak “düşük, orta, yüksek, çok yüksek” gibi ifadelerle tanımlanan analiz yöntemleridir. “Ön Tehlike Metodu, Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışma Analizi” gibi yöntemler buna örnektir.
- Kantitatif: Sayısal verilerin kullanıldığı yöntemlerdir bunlar “Fine-Kinney, FMEA, L Tipi Matris Metodu, X Tipi Matris Metodu” bunlara örnektir.
- Yarı kantitatif: Sonuç ve olasılıklar için sayısal değerleri kullanır ve risk düzeyini belirlemek için formül kullanmak suretiyle bunları bir araya getirir. “Neden-Sonuç Analizi, Olay Ağacı Analizi (ETA), Hata Ağacı Analizi (FTA)” bu yöneme örnek olarak sayılabilir<sup>19</sup>.

Risk analizi yapımında uygulanması gereken ilk adım risklerin ve tehlikelerin tanımlanmasıdır. Risk analizinde tehlikelerin tanımlanması çok önemlidir. İş organizasyonu, hiyerarşik düzen, çalışanlar arası koordinasyon, işyeri planı gibi durumlar göz önünde tutulur ve incelenir.

İkinci aşama ise, tanımlanan tehlike ve risklerin analiz edilmesidir, üçüncü olarak analizi yapılan risklerin kontrol/tedbirleri alınır ve karşılaştırması yapılır.

Dördüncü ve son olarak riskleri belgeler.

Risk analizini yapmak için belirli bir ekip kurulması gereklidir. Tek başına yapılacak risk analizinin iyileştirici gücü düşük olacaktır. Risk analizinde bulunması gereken kişiler:

- Tehlike sınıfına uygun iş güvenliği uzmanı
- İşyeri hekimi
- Çalışan temsilcisi
- İşveren veya vekili bulunmalıdır.

<sup>19</sup> Atılmış H. (2019), “Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Bor İşletmelerinde Kullanılan Makina ve Ekipmanların İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında İncelenmesi”

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Bor Madeni İşletmesinde Tehlike ve Riskler:

Bor madeni işletmesi, iş sağlığı ve güvenliğine göre çok tehlikeli sınıfta yer almaktadır. Yaşanabilecek veya yaşanmış tehlikeler devamında çok riskli sonuçlara neden olmaktadır. Bor madeni çıkarımından işlenmesine kadar birçok tehlikeler ile karşı karşıya kalmaktadır.

Tablo 5'te de bor mineralinin üretimi esnasında meydana gelebilecek tehlikeler ve bu tehlikelerin doğuracağı riskler bulunmaktadır.

**Tablo 5.** Bor madeni üretiminde meydana gelebilecek tehlike ve riskler<sup>20</sup>

TEHLİKE	RİSKLER
<b>Biyolojik</b>	Biyolojik rahatsızlıklar ve meslek hastalığı
<b>Kimyasal</b>	Temas sonucu meslek hastalığı, ölüm
<b>Elektrik</b>	Elektrik çarpması sonucu ciddi yaralanma, ölüm
<b>Yerçekimi (Nesne/Obje)</b>	Nesnenin yukarıdan düşmesi; yaralanma, ölüm
<b>Yerçekimi (İnsan)</b>	Kişinin ayağı takılarak düşmesi; yaralanma, ölüm
<b>Mekanik</b>	Mekanik çalışmalarda oluşan basınç kısma çarpma; uzuv kaybı, yaralanma, ölüm
<b>Gürültü</b>	Duyuma problemi, mesleki hastalık
<b>Termal</b>	Deri dokusunda tahribat, mesleki hastalık
<b>İklimsel/Doğa Olayları</b>	Toprak kayması, deprem, yıldırım çarpması sonucu, ölüm
<b>Toz</b>	Tozun solunması durumunda; mesleki hastalıklar
<b>Ergonomi</b>	Çalışma şartların ağır olması sonucu; vücut bütünlüğünde rahatsızlıklar (sirt, bel, eklem vb.)
<b>Patlayıcılar</b>	Patlamadan etkilenme durumunda; uzuv kaybı, kalıcı hasar, ölüm
<b>Yangın</b>	Yangından etkilenme durumunda; ölüm, zehirlenme, vücut dokusunda tahribat
<b>Titreşim</b>	Titreşime maruz kalma durumunda; el-kol, eklem ve sırtta rahatsızlıklalar
<b>Atık</b>	Atıklar ile temas sonucu; biyolojik hastalıklar, meslek hastalığı
<b>Basınç</b>	Basınca maruz kalma durumunda; meslek hastalığı

<sup>[20]</sup> chrome-extension://efaidhbmnnnibpcjgclcfndmkaj/https://www.etimaden.gov.tr/storage/tenders/aWMQwy8vW6TOLFbHjWJAMYYHRkFIXYb7PIUTP2Aj.pdf

### 3.2. L Tipi Matris (5 x 5) Diyagramı:

Bir veya birden fazla riskin belirlenip skorlanması ve sebep sonuç ilişkilerinin değerlendirmeye dahil edilen bir risk analiz uygulamasıdır.

İş yerinde güvenliğinin ve sağlığın korunabilmesi için iş güvenliği uygulamaları çok önemlidir. İş sağlığı ve güvenliği alanında, risk analizi yöntemleri ile işçi sağlığı ve güvenliği, en az seviyeye indirmeye hedeflemek ve oluşabilecek tehlikelerle karşı karşıya kalma durumunda alınacak koruma proselerini belirlemektedir. Bu durumu iş sağlığı ve güvenliği dalında uzmanlaşmış kişiler tarafından yapılmaktadır.

Risk Değerlendirme Skoru (Tablo 8) = Olasılık (Tablo 6) x Şiddet (Tablo 7)

**Tablo 6.** L Tipi Matris (5 x 5) Yöntemi olasılık puanlama tablosu

Olasılık Skoru	Olasılık Değerlendirmesi
1	Çok düşük (yılda bir, çok nadir)
2	Düşük (birkaç ayda bir, nadiren)
3	Orta (ayda bir, genellikle)
4	Yüksek (birkaç günde bir, birkaç seferde bir)
5	Çok yüksek (her gün, her defasında)

**Tablo 7.** L Tipi Matris (5 x 5) Yöntemi şiddet puanlama tablosu

Şiddet Skoru	Şiddet Değerlendirmesi
1	Çok hafif (iş saati kaybı yok, basit ilkyardım gerektiren)
2	Hafif (iş günü kaybı yok, ilkyardım gerektiren)
3	Ciddi (hafif yaralanma, tedavi ve istirahat gerektiren)
4	Çok ciddi (uzuv kaybı, meslek hastalığı, uzun süreli tedaviler)
5	Felaket (ölümler, birkaç kişinin iş görememezliği)

**Tablo 8.** L Tipi Matris (5 x5) Yöntemi olasılık puanlama tablosu

	(1) Çok Düşük	(2) Düşük	(3) Orta	(4) Yüksek	(5) Çok Yüksek
(1) Çok Hafif	1	2	3	4	5
(2) Hafif	2	4	6	8	10
(3) Ciddi	3	6	9	12	15
(4) Çok Ciddi	4	8	12	16	20
(5) Felaket	5	10	15	20	25

**Tablo 9.** L Tipi Matris (5 x 5) Yöntemi puanlama sonucu risk skoru ve eylem tablosu









Risk Skoru	Eylem
1-6	Kabul edilir risk, talimat ve kurallara uygun çalışma
8-12	Dikkate değer risk, mümkün olan kısa sürede müdahale
15-25	Kabul edilemez, çok yüksek risk; İş durdurulur, acil aksiyon alınır.

### 3.3. Hata Ağacı Analizi (FTA):

Hata ağacı, sistem hatalarının ve sistem bileşenlerinin meydana getirebileceği sorunların karmaşık düzenini mantıksal düzende bağlantılı bir şekilde gösteren mantıksal bir diyagramdır. Bu metot “tümdengelim (geriye doğru düşünme tekniği)” mantığına dayanmaktadır. Kısacası meydana gelen hata veya kazaların nedenleriyle birlikte tümdengelim mantığı ile kombinasyonun grafiksel ifadesidir.

Hata ağacında diyagram zirve olaydan başlamakta ve aşağı doğru uzanan dallar bulunmaktadır. Her hata ağacı kapısında aynı soru ve mantık seti uygulanır. Zirve olay tanımlandıktan sonra, alt istenmeyen olaylar tanımlanır.

**Tablo 10.** Hata Ağacı Analizinde Kullanılan Diyagramlar ve Anlamları<sup>21</sup>

Sembol	Anlam	İşlev
	Durumsal olay	Mantık kapısı ile bağlı normal bir şekilde oluşabilecek olay.
	Esas başlatıcı olay	Daha temel olaylardan oluşan olay.
	Gelişmemiş olay	Sebebi tanımlanmamış ve belirsiz bir son olayı tanımlamaktadır.
	“VE” kapısı	Olayın girilmesi durumunda meydana çıkan iki olaydan biri.
	“VEYA” kapısı	Olayın girilmesi durumunda meydana gelen iki olayın da olabilmesi.
	Aktarma sembolü	Bağlantı ve birleştirme durumunda kullanılır.
	Kombinasyon sembolü	“N” tane olaydan en az “M” tanesi gerçekleşirse baştaki olay gerçekleşir
	İlerleme yok	Analizde daha fazla ilerleme olmadığını gösterir

Çok tehlikeli sınıfında yer alan açık maden işletmeciliğinde bor maden ocakları büyük çalışma sahası ve bu sahaların koşulları sebebiyle çok fazla risk bulunmaktadır. Gerek iş makinelerinin kullanımı gerek patlama işlemleri gerekse taşıma işleri bu konuda büyük rol oynamaktadır.

Sadece ocak sahasında değil aynı zamanda yüksek ısılar ve ağır yüklerle işlem gören bor minerallerinin iş gücünde de tehlikeler bulunmaktadır. Yaşanabilecek kazalarda; iş gücü kaybı, mesleki deformasyon, iş görmemezlik, uzuv kaybı hatta ölümle sonuçlanabilmektedir.

<sup>21)</sup> Davaadoo, P. Açık işletmelerde makine performanslarının belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).



### 3.4. Bor Madeni İşletmesinde Öngörülen Tehlikelerin L Tipi Matris Yöntemi ile Analizi:

Öngörülerek yapılmış olan risk analizinde fiziksel etkiler ile meydana gelebilecek tehlikeler ve devamında doğabilecek riskler belirtilmiştir. Yaşanabilecek bu risklerin risk dereceleri ile oluşabilecek kazalarda nasıl ciddi yaralanmalara sebep olabileceğini göstermektedir. Bu durumda alınabilecek önlemler ile risklerin en aza indirilip daha güvenli bir ortam oluşturulmaktadır (Tablo 11).

**Tablo 11.** L Tipi Matris yöntemine göre öngörülen tehlikelerin risk analizi tablosu

NO	TEHLİKE	FAALİYET	TEHLİKE TANIMI	RİSK TANIMI	DEĞERLENDİRME			ÖNLEM	DEĞERLENDİRME		
					O	S	R		O	S	R
1	Çalışma	Çalışma alanına	Maden ocaklarında veya tesislerde makine ve ekipmanların çıkarılması olumsuz etkilediği	Çalışmada deneyimlenmiş kişiler tarafından hasarlı ekipmanlar kullanılmamalıdır.	3	4	12	Kullanılan makine ve ekipmanlar için uygun koruma önlemleri ve çalışma için kişisel koruyucu donanım	1	4	4
2	Yeni İşçisi	Bor Madenine Katılan	Çıkarılan bor minerallerinin çıkarılması sırasında meydana gelebilecek maddenin parçalarının yitirilmesidir.	Kişiler ağır yaralanabilir, uzuv kaybı, mesleki deformasyon ve ölüme sonuçlanabilir.	4	5	20	Kişisel koruyucu donanımlar ile çalışmaları korumaları ve çalışmaları daha güvenli çalışmaları için eğitim verilmesi	1	5	5
3	Çalışma Alanı	Çalışma Alanı	Çalışma alanındaki çıkarılması veya yitilmesi sırasında meydana gelebilecek maddenin yitilmesi	Kişilerin vücudunda kırık, çıkık, sırt ağrı veya kemik göçürmelerine sebep olabilir.	4	5	20	Diş ve engelleyici ekipman kullanılması, kişisel koruyucu donanımlar ile çalışmaları korumaları ve çalışmaları güvenli çalışmaları için eğitim verilmesi	1	5	5
4	Patlama	Patlama Alanına	Patlama sırasında meydana gelebilecek maddenin yitilmesi	Çalışmada uzuv kaybı, kırık, sırt ağrı veya kemik göçürmelerine sebep olabilir.	4	5	20	Patlama sırasında uygun koruyucu donanımlar ile çalışmaları korumaları ve çalışmaları güvenli çalışmaları için eğitim verilmesi	1	5	5
5	Tez	Tez Alanına	Maden çıkarılması veya yitilmesi sırasında meydana gelebilecek maddenin yitilmesi	Meslek hastalığı, kırık, sırt ağrı veya kemik göçürmelerine sebep olabilir.	5	4	20	Çalışmaları korumaları ve çalışmaları güvenli çalışmaları için eğitim verilmesi	1	4	4

#### DYNEX Patlayıcının Teknik Özellikleri:

Her türlü maden açık ocak ve yer altı maden ocaklarında kullanılmaktadır.

Yoğunluk: 20-1,30 g/cm<sup>3</sup>

Gaz Hacmi: 1041 l/kg

Patlama Sıcaklığı: 2122oC

Patlama Hızı: min. 6100 m/sn

Enerji: 3210 kJ/kg

Raf Ömrü: 6 ay

### **ANFO Patlayıcının Teknik Özellikleri:**

İdeal Patlama Hızı: 4.700 m/sn (en az)

Yoğunluk: 0,75-0,80 gr/cm<sup>3</sup>

İdeal Patlama Basıncı (atm): 48.900

Patlama Sıcaklığı: 2670 Co

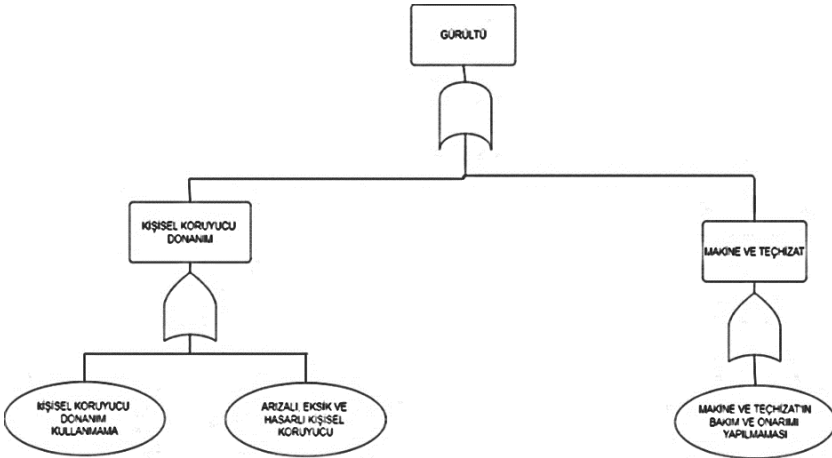
Enerji (Mj/kg): 3,87

### **3.5. Risk Analizi Yapılan Tehlikelerin (FTA) Hata Ağacı Analizine Uyarlanması:**

Çalışma koşullarındaki zorlukları daha düzenli ve anlaşılabilir olması için FTA Hata Ağacı uygulanabilir. Bunun için Yapılması gerekenler risk ve tehlikelerin tanımlanmasıdır.

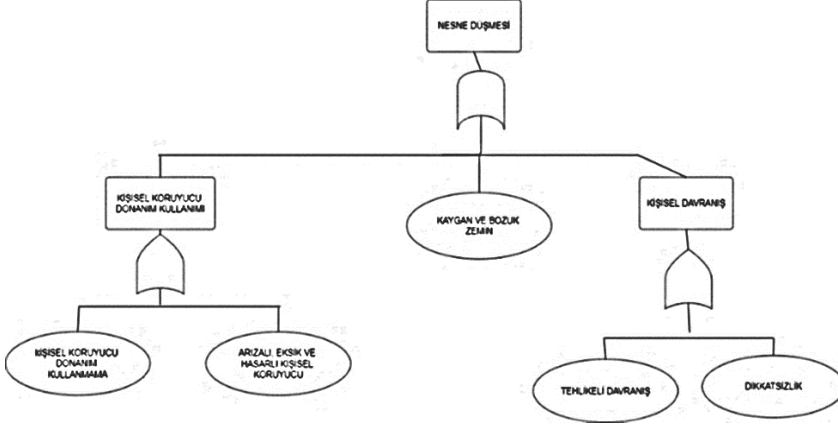
Kişinin daha güvenilir ortamda çalışması için tanımlanan risk ve tehlikelerin sıfır düzeyine indirilmesi gerekmektedir. Risk analizinin bu konudaki payı çok yüksektir.

#### **3.5.1. Hata Ağacı Analizi (Gürültü):**



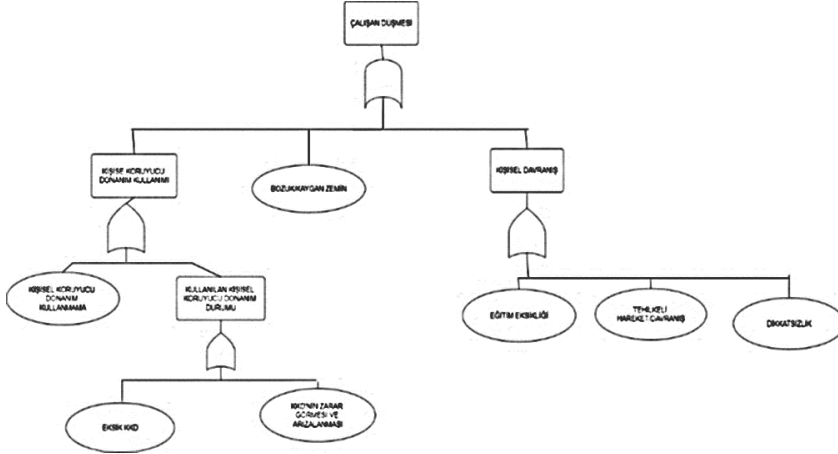
Şekil 2. Hata Ağacı Analizi ile yapılan gürültünün neden olabileceği kaynaklar

### 3.5.2. Hata Ağacı Analizi (Nesne Düşmesi):



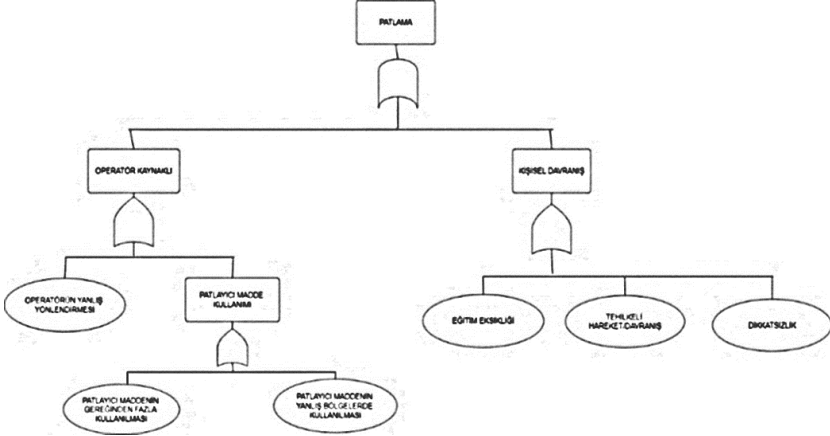
Şekil 3. Hata Ağacı Analizi ile yapılan nesne düşmesini neden olabileceği kaynaklar

### 3.5.3. Hata Ağacı Analizi (Çalışan Düşmesi):



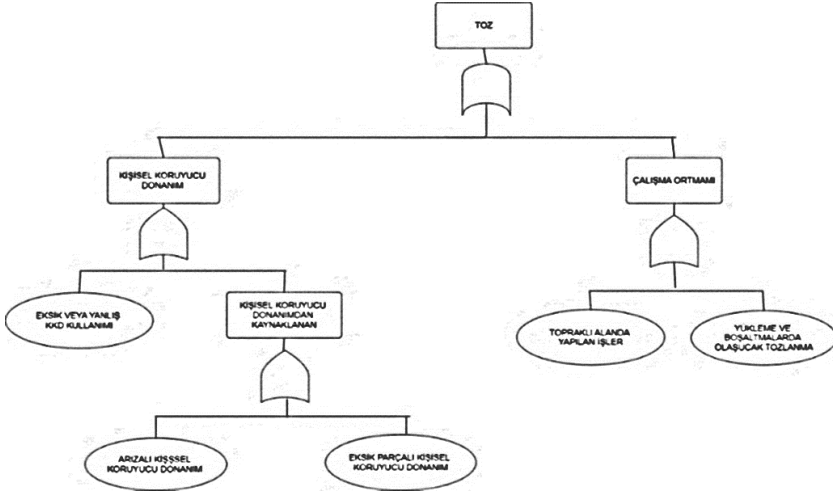
Şekil 4. Hata Ağacı Analizi ile yapılan çalışan düşmesinin neden olabileceği kaynaklar

### 3.5.4. Hata Ağacı Analizi (Patlama):



Şekil 5. Hata Ağacı Analizi ile yapılan patlamanın neden olabileceği kaynaklar

### 3.5.5. Hata Ağacı Analizi (Toz):



Şekil 6. Hata Ağacı Analizi ile yapılan tozun neden olabileceği kaynaklar

## 4. BULGULAR

Yapılan araştırmada, bor maden işletmesinde ele alınan tehlikelerde; L Tipi Matris yöntemine göre,

- Gürültüden kaynaklı elde edilen risk derecesi 12 iken alınan önlemlerle birlikte risk derecesi 4'e düşmektedir.
- Nesne düşmesinde, öngörülen risk derecesi 20 iken, koruyucu önlemler sonrasında 5'e düşmektedir.
- Çalışan düşmesi, risk derecesi 20 iken, alınan koruyucu önlemler sonrası risk derecesi 5'e düşmektedir.
- Patlama durumuna karşılık risk derecesi 20 iken, alınan koruma önlemleri ile risk derecesi 5'e düşmektedir.
- Toz maruziyetinin risk derecesi 20 iken, alınan koruma önlemleri ile risk derecesi 4'e düşmektedir.

Yapılan Hata Ağacı Analizindeki (FTA) bulgular ise;

- Gürültü; kişisel koruyucu donanım eksikliği sebebiyle maruziyeti tetiklemesi söz konusudur. Aynı şekilde kullanılan makine ve teçhizatın doğal yapısından kaynaklı ya da bakım ve onarımın yapılmaması bu maruziyeti doğurur.
- Nesne düşmesi; kaygan ve bozuk zemin nedeniyle bu durumu neden olabilmektedir. Aynı şekilde kullanılan makine ve ekipmanların dikkatsiz kullanımı ve tehlikeli davranış sonucunda bu olayın riskini arttırmaktadır. Kişisel koruyucu donanım kullanılmama durumunda ise doğal ortamda oluşabilecek nesne düşmelerini, daha büyük zararlara neden olmasına yol açar.
- Çalışan düşmesi; çalışma ortamından kaynaklı bozuk veya kaygan zemin çalışanın düşmesine neden olabilir. Dikkatsizlik ve tehlikeli davranışlarda bu duruma neden olan diğer etmenlerdir. Kişisel koruyucu donanım kullanılmadığı taktirde büyük hasarlar meydana gelebilir. Toplu koruma önlemlerinin alınmadığı ya da alınmadığı yerlerde kişisel koruyucu donanım kullanılması gerekmektedir.
- Patlama; operatörün uygulamakta olduğu işte yanlış miktarda veya yanlış bölgelerde patlatma işlemi gerçekleştirilmesi kendisi ve diğer çalışanları etkileyebilmektedir. Ateşleyici operatörünün yapmış olduğu patlatmada yanlış yönlendirmeler de aynı şekilde çalışanı etkileyebilir. Sadece çalışan değil kişinin dikkatsiz ve tehlikeli davranışları da riski arttırmaktadır.

- Toz; çalışma ortamından kaynaklı (patlama sonrası, yükleme ve boşaltma sonrası vb.) ortamda büyük miktarda toza neden olabilmektedir. Bu durumun engellenebilmesi toplu koruma önlemleriyle güç olsa da çalışanlara kişisel koruyucu önlemler ile toz maruziyetinin önüne geçilebilmektedir. Eksik veya hasarlı kişisel koruyucu donanımlar, hatta kişisel koruyucu donanım kullanmama, çalışanları etkilemektedir ve meslek hastalığına kadar neden olmaktadır.

## SONUÇ

Yapılan çalışmada; bor mineralinin işlenmesi doğabilecek iş kazalarından bazıları ele alınmıştır. Meydana gelebilecek tehlikeli olayların kaynakları tespit edilmiş ve alınması gereken önlemler belirtilmiştir. Kullanılan risk analizlerinin payı çok yüksektir. Öngörülen risklerin nelerden kaynaklanacağı ve neler ile sonuçlanacağını hem nicel yöntemler ile hem de nitel yöntemler ile raporlanmasına öncülük etmiştir.

Maden işletmelerinde yaşanan kazaların, çalışanın tutum ve davranışları, işyeri koşulları ve doğal ortamda meydana gelebilecek kazalardır. Bununla birlikte kullanılan kişisel koruyucu donanımlar, çalışma ortamındaki önemi gözler önüne serilmiştir.

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri eksiksiz bir şekilde yerine getirilmelidir. Çalışanların sağlık kontrolleri periyodik olarak kontrol edilmeli ve işe uygunluğu gözlenmelidir.

İşverenin üzerine düşen görev ve sorumluluklar harfiyen yerine getirilmeli, eksiklerin derhal tamamlanması için harekete geçmelidir.

İş sağlığı ve güvenliğinde iş kazalarının %98'i, meslek hastalıklarının da %100'ü önlenmektedir.

Çalışanların tutum ve davranışları, ortam güvenliğinin sağlanması ve eğitimlerin tamamlanması çalışanların büyük bir oranda iş kazaların önüne geçebilir.

### YAZAR KATKI ORANLARI

Çalışmanın Tasarlanması: FB(%50), GU(%50)

Veri Toplanması: FB(%50), GU(%50)

Veri Analizi: FB(%50), GU(%50)

Makalenin Yazımı: FB(%50), GU(%50)

Makalenin Gönderimi ve Revizyonu: FB(%50), GU(%50)

## KAYNAKLAR

- Sekmen M. ve Zengin M.A, (2023), "Türkiye Madencilik Sektörü İş Kazalarının Analizi ve Gelecek Perspektifleri", Resarch Article, 258(249)  
<https://www.etimaden.gov.tr/storage/uploads/sunumlar/2019-tr/61/>
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2016), "Maden Sektörü Kişisel Koruyucu Donanım Rehberi"
- Koçali K. (2018), "Açık Ocak Maden İşletmelerinde İşçi Anketleri İle İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürü ve Uygulamasının Araştırılması" Bilimsel Madencilik Dergisi, 15-21 (16)  
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=6331&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>
- Colak, M., Aygurler, C., Cetin, T. (2018), Risk analysis for occupational health and safety in mining sector. PressAcademia Procedia (PAP), V.7, p.285-289.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Açık Ocak Madenciligi, (2021)  
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18858&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
- Wikipedia.org, (2024), "Türkiye'deki Madencilik Kazası Listesi"
- Zengin A.İ, Aka B, Gençay S, Uzun M, (2023), "Bor Madeni ve Endüstriyel Uygulamaları" Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 46, S. 161-178
- Karakaş A.V. ve Yılmaz M, (2022), "Türkiye'de Bulunan Bor Rezervinin Stratejik Açından Değerlendirilmesine Yönelik Akademik Algı" Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (10-25)
- Buluttekin M.B, (2008), "Bor Madeni Ekonomisi: Türkiye'nin Dünya Bor Piyasasındaki Yeri" 2. Ulusal İktisat Kongresi
- Atılmış H. (2019), "Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Bor İşletmelerinde Kullanılan Makina ve Ekipmanların İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında İncelenmesi"  
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.etimaden.gov.tr/storage//tenders/aWMQwy8vW6TOLFBhJWJAMYHRkFIXYb7P1UTP2Aj.pdf>
- <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/>
- Eti Maden İşletme Müdürlüğü (2021) "Bor Sektör Raporu" 37(5-22)
- Eti Maden İşletme Müdürlüğü (2021) "Bor Sektör Raporu" 37(5-22)  
<https://boren.tenmak.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 10.11.2024