



Yeraltı Madenciliği İçin Planlanan Havalandırma Sistemlerinin Çalışma Ortamlarına Etkisi

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
Tezsiz Yüksek Lisans

Hilal Karakuş

Proje Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Çevik

Ocak 2024

Yeraltı Madenciliği İçin Planlanan Havalandırma Sistemlerinin alışma Ortamlarına Etkisi

Özet

Yeraltı madenciliğinde, teknolojinin ilerlemesiyle yaşanan gelişmeler dahilinde önlemler, erken uyarıları sistemleri ve havalandırma sistemlerinin tasarım ve işleyişlerinin son derece öneme sahip olduğu görülmektedir. Yeraltı madenciliğinde yaşanan kazaların kök sebeplerine inildiğinde yetersiz havalandırma ve hatalı uygulamaların yer aldığı bilinmektedir. Yeraltı madenlerinde oksijenin yetersizliği, aşırı nem, tehlikeli gazlar ve yüksek sıcaklıklar çalışmadaki verimi azaltmakta çeşitli hastalıklara, ileri boyutlarda ise ölüme sebebiyet verebilmektedir. İnsan vücudunun fizyolojik olarak dayanabileceği ısının ötesinde bir ortama maruziyetini en aza indirmek ve kirli havadan uzak tutmak için bu sisteme ihtiyaç duyulmaktadır. Havalandırmaya olan ihtiyacı sağlamak amacıyla tasarlanan sistemlerdeki hava hız sınırı ve gaz sınıflarına dikkat edilerek, ekipmanların bu ortamda bulunan şartlara uygun seçilmesi önemlidir. Temel şart olarak istenilen yasal standartların yerine getirilmesinin yanı sıra havalandırmada kullanılan ekipmanlar kullanım amacına uygun olmalıdır. Havalandırmada kullanılan herhangi bir ekipman veya malzeme, onaydan geçmiş olmalı ve imalatçı firmanın tavsiyeleri doğrultusunda kullanılmalıdır. Havalandırma stratejisinin uygulanması ve idamesi için yeterli kaynak tahsisi her bir maden için gereklidir. Bu alışmada Tüprag Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırma yönetiminin nasıl uygulandığı ve yeraltı madenciliğinde havalandırmanın önemi ele alınmaktadır. Bu havalandırma yönetim planının amacı da sistematik bir havalandırma programının uygulanmasıyla yeraltında emniyetli bir çalışma ortamının sağlanmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı Madenciliği, maden havalandırma, havalandırma yönetim planı

Ventilation Systems Planned for Underground Mining Impact on Working Environments

Abstract

In underground mining, it is seen that the design and operation of precautions, early warning systems and ventilation systems are extremely important within the scope of the developments experienced with the advancement of technology. When the root causes of accidents in underground mining are analysed, it is known that inadequate ventilation and faulty applications take place.

Insufficient oxygen, excessive humidity, hazardous gases and high temperatures in underground mines reduce the efficiency of the work and may cause various diseases and death in advanced stages. This system is needed to minimise the exposure of the human body to an environment beyond the temperature that the human body can withstand physiologically and to keep it away from polluted air. It is important to pay attention to the air velocity limit and gas classes in the systems designed to provide the need for ventilation and to select the equipment in accordance with the conditions in this environment. In addition to meeting the required legal standards as a basic requirement, the equipment used in ventilation must be suitable for its intended purpose. Any equipment or material used in ventilation must be approved and used in accordance with the manufacturer's recommendations. Adequate resource allocation for the implementation and conduct of the ventilation strategy is required for each mine. In this dissertation, the importance of ventilation in Underground Mining is discussed by mentioning the Ventilation Management at Tüprağ Efemçukuru Gold Mine and the related ventilation plan. The purpose of this ventilation management plan is to ensure a safe working environment underground by implementing a systematic ventilation program.

Key Words: Underground Mining, mine ventilation, ventilation management Plan

İçindekiler

Özet.....	i
Abstract	ii
1 Giriş	1
1.1 Yeraltı Çalışma Alanlarında Havalandırmanın Önemi	4
1.2 Yer Altında Bulunan veya Oluşabilecek Gaz Kaynakları.....	5
1.3 Yeraltı Madenleri İçin Havalandırma Planları	6
1.4 Hava Kaynakları	6
2 Metaryel ve Yöntem	7
3 Bulgular	23
4 Tartışma ve Sonuç	45
Kaynaklar	46

Bölüm 1

Giriş

Yeraltı madenciliği, özellikle havalandırma sistemleri aracılığıyla sağlanan iş sağlığı ve güvenliği önlemleri açısından büyük öneme sahiptir. Maden ocaklarında gerçekleşen yeraltı çalışmaları sırasında ortaya çıkan toz, gaz ve sıcaklık gibi faktörler, çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit edebilir. Bu nedenle, Türkiye'de Maden ve Taş Ocaklarının İşletmeleri ve Tünel Yapımına İlişkin Tüzük tarafından belirlenen standartlara uygun şekilde bir havalandırma yönetim planının oluşturulması, uygulanması ve düzenli olarak gözden geçirilmesi zorunluluk arz etmektedir.

Bu çalışmanın odak noktası, Efemçukuru Altın Madeni'nde uygulanan bir havalandırma yönetim planının akademik bir girişini sunmaktır. Yeraltı madenciliği faaliyetlerinde, çalışanların sağlığını ve güvenliğini sağlamak için oluşturulan bu planın, havanın kalitesini ve hareketini düzenlemek amacıyla nasıl tasarlandığı, uygulandığı ve yönetildiği ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

Bu akademik giriş, maden havalandırma yönetim planının oluşturulması ve uygulanmasının yanı sıra, planın gözden geçirilmesi ve geliştirilmesi süreçlerine odaklanarak, yeraltı madenciliği sektöründe iş sağlığı ve güvenliği standartlarının nasıl karşılandığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Havalandırma yönetim planının etkinliğini değerlendirmek ve geliştirmek için kullanılan standartlar, analiz yöntemleri ve planlama süreçleri, bu girişin ana çerçevesini oluşturacaktır.

1.1 Yeraltı Çalışma Alanlarında Havalandırmanın Önemi

Yeraltı madenciliği, teknik ve çevresel zorlukları içinde barındıran bir endüstri olarak, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği açısından özel bir önem arz etmektedir. Yeraltındaki atmosferin sınırlı ve kısıtlı yapısı, maden operasyonları sırasında ortaya çıkan çeşitli kirleticilerin etkili bir şekilde kontrol edilmediği takdirde, işçilerin sağlığını ve güvenliğini tehdit edebilir. Bu tehditleri bertaraf etmek ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak amacıyla havalandırma sistemleri kullanılmaktadır.

Havalandırmanın temel amacı, yeraltı madenlerinde havalandırma, bir dizi önemli işlevi yerine getirerek iş sağlığı ve güvenliği standartlarını karşılamayı amaçlar. Bu amacı gerçekleştirmek adına havalandırmanın temel hedefleri şunlardır:

- **Kirleticilerin Kontrolü ve Uzaklaştırılması:** Yeraltında çalışma sırasında oluşan gazlar, tozlar ve dumanlar gibi zararlı kirleticilerin etkili bir şekilde kontrol edilerek ortamdan uzaklaştırılması.
- **Hava Akışının Düzenlenmesi:** Havalandırma sistemi, yeraltı madenlerinde hava akışını yöneterek çalışma alanlarında homojen bir hava dağılımı sağlar. Bu, zararlı maddelerin birikmesini önler.
- **Sıcaklık Regülasyonu:** Maden ocaklarında oluşan yüksek sıcaklık, çalışanların konforunu ve performansını olumsuz etkileyebilir. Havalandırma sistemi, sıcaklık regülasyonunu sağlayarak işçilerin rahat bir çalışma ortamına sahip olmalarını amaçlar.
- **Hava Kalitesinin İyileştirilmesi:** Havalandırma, oksijenin yeterli seviyede tutulmasını sağlayarak işçilerin solunum sağlığını korur ve genel hava kalitesini iyileştirir.

Bu amaçlar doğrultusunda havalandırma sistemleri, yeraltı madenlerinde çalışanların maruz kaldığı çeşitli tehlikeleri minimize etmek ve iş sağlığı ile güvenliğini sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan bu düzenlemeler, Türkiye'deki maden yönetmelikleri ve standartları ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmekte ve yeraltı madenciliği operasyonlarında sürdürülebilir bir iş sağlığı ve güvenliği standardı sağlanmaktadır.

1.2 Yer Altında Bulunan veya Oluşabilecek Gaz Kaynakları

– Zehirli, Patlayıcı ve Boğucu Gaz Kaynakları

Madenlerdeki gazlar çeşitli kaynaklardan oluşabilir. Bu kaynaklar arasında doğal olarak oluşan gazlar, yanma ürünleri veya araç egzoz emisyonlarından, patlatma gibi faaliyetlerden kaynaklanan dumanlar bulunmaktadır. Bu gazlar arasında metan ve diğer hidrokarbonlar, karbondioksit, karbon monoksit, azot oksitleri, sülfür dioksit, hidrojen sülfür, amonyak ve radon yer almaktadır.

Sondaj sırasında karşılaşılan metan ve diğer hidrokarbonlar potansiyel bir patlama riski oluşturabilir ve oksijenin yerini alabilir. Patlama dumanları genellikle büyük miktarlarda azot oksitleri ve karbon monoksit içermektedir. Oksijen seviyeleri düşebilir. Bu nedenle, kirleticileri uzaklaştırmak için yeterli havalandırma sağlanmalı ve işçiler işyerine dönmek öncesinde hava testine tabi tutulmalıdır.

Kendiliğinden yanma en yaygın olarak kömür madenlerinde görülse de sülfür cevherlerinin kendiliğinden yanması yüksek seviyelerde sülfür dioksit ve karbon monoksit üretebilir. Araçlar nedeniyle oluşan yeraltı yangınları da önemli bir duman kaynağı olabilir.

Amonyum nitrat ve fuel oil karışımı (ANFO) güçlü bir oksitleyici maddedir ve ANFO döküntüleri yanıcı maddelerle temas ettiğinde yangına neden olabilir. Amonyak, amonyum nitratın derz dolguda kullanılan çimento ile temas etmesi, stope dolgusunun güçlendirilmesi veya shotcreting sırasında oluşabilir. Nadir durumlarda, atıkların stope dolgusunda kullanıldığı durumlarda hidrojen siyanür oluşabilir.

– Dizel Emisyonları

Dizel egzozuna maruz kalmanın sağlık üzerindeki potansiyel etkileri, iyi belgelenmiştir ve bu nedenle yeraltı madenlerinin dizel emisyonlarını izlemesi ve kontrol etmesi gerekmektedir. Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC), 2012 yılında dizel egzoz emisyonlarını insanlar için kanserojen olarak sınıflandırmıştır (Grup 1).

Dizel egzoz partikülleri, elementel ve organik karbon bileşenlerinin yanı sıra yanmamış hidrokarbonlar ve diğer katı maddelerden oluşur. Gaz halindeki bileşenler arasında karbon monoksit, nitrojen oksitleri, sülfür dioksit ve organik bileşikler bulunmaktadır.

Kapalı kabinler, dizel emisyonlarına maruziyeti azaltmak için etkili bir araç olabilir; ancak, bunların kullanımı bir yeraltı madenindeki tüm faaliyetler için pratik olmayabilir. Operatörlerin hem rahat etmelerini hem de dizel emisyonlarına maruz kalmaktan korunmalarını sağlamak için kabinlerin klimalı ve pozitif basınçlı olması gerekmektedir. Bu, yüksek verimli partikül tutucu hava filtreleri (HEPA filtreleri kullanılarak) ile desteklenmelidir. Not: Bir HEPA filtresi, 0.3 mikrometre veya daha büyük çaplı havadaki partiküllerin en az %99,97'sini giderir.

Operatörler yalnızca kabin içindeyken ve kabin contaları ile klima filtrelerinin bakımı iyi yapıldığında korunabilir. Bu, contaların düzenli kontrol edilmesini, sızıntı testi yapılmasını ve filtre bakımının düzenli olarak yapılmasını içermektedir.

– Tozlar

Mümkün olduğunca toz oluşumunu en aza indirmek için, ıslak sondaj kullanımı tercih edilmelidir. Ayrıca, tozun etkili bir şekilde kontrol altına alınabilmesi amacıyla sondaj makinelerine etkili toz toplama cihazları takılmalıdır.

Sülfür mineralleri kırıldığında ve taze yüzeyler havaya maruz kaldığında hızla oksitlenir. Bu minerallerin toz halinde dağılması durumunda, patlatmadan kaynaklanan kıvılcımlar veya ısı parlaması bir patlamaya neden olabilir. Özellikle demir içeren disülfidler, örneğin kalkopirit ve pirit, bu patlamaya en duyarlı olanlardır. Bu nedenle, bu tür minerallerle çalışırken özel önlemler alınmalı ve patlama riskini en aza indirmek için gerekli güvenlik protokollerine riayet edilmelidir.

1.3 Yeraltı Madenleri İçin Havalandırma Planları

Yeraltı madenlerinin yöneticileri, işletmenin güvenliği ve acil durum müdahalesini kolaylaştırmak amacıyla havalandırma sistemlerine dair detaylı ve güncel bir plan oluşturmalıdır. Bu plan, hava akımlarının yönünü, hacmini, tüm hava kapılarını,

durdurucuları ve havalandırma cihazlarının konumunu içermelidir. Havalandırma planları, düzenli gözden geçirmeler ve güncellemeler ile işletmenin güvenliğini sağlamak adına kritik bir öneme sahiptir. Bu düzenlemeler, işletme süreçlerinin etkinliğini artırabilir ve riskleri en aza indirebilir. Havalandırma planlama sürecinin etkinliğini belirlemede, aşağıdaki faktörlerin anlaşılması önemlidir:

- **Maden Planı ve Programı:** Madenin genel planı ve çalışma programı, havalandırma sistemlerinin tasarım ve uygulamasını etkiler.
- **Maden Tasarımı ve Yöntemi:** Madenin tasarımı ve çıkarma yöntemi, havalandırma ihtiyaçlarını belirler.
- **Hava Akışının Modellemesi:** Maden içindeki hava akışının modellenmesi, etkili bir havalandırma sistemini sağlamak için gereklidir.
- **Havalandırma Plan ve Programlarının Geliştirilmesi:** Havalandırma planlarının geliştirilmesi, acil durum senaryolarına müdahaleyi içermeli ve işçi sağlığı güvenliği standartlarına uygun olmalıdır.
- **Dizel Ekipman:** Maden içinde kullanılan dizel ekipmanların havalandırma sistemlerine uygun şekilde entegre edilmesi ve bu ekipmanların emisyonlarına dair etkili kontroller sağlanmalıdır.
- **Kirleticiler – Hem doğal olarak oluşan hem de insan yapımı:** Hem doğal olarak ortaya çıkan gazlar ve partiküller hem de madencilik faaliyetleri sonucu oluşan kirleticilerin havalandırma planlarında dikkate alınması önemlidir.

Bu faktörlerin göz önünde bulundurulması, havalandırma planının etkinliğini değerlendirmek ve geliştirmek için kritik bir adımdır.

1.4 Hava Kaynakları

Bir madenin yöneticisi, işletmenin güvenliği ve işçilerin sağlığını korumak adına aşağıdaki önlemleri sağlamalıdır:

Yeraltında kullanılan tüm havalandırma ekipmanları için hava tedarikinin en saf kaynaktan elde edilmesini sağlamalıdır. Bu önlem, işçilerin solunum sağlığını koruma açısından kritiktir ve işletme güvenliğini artırır. Temiz ve saf hava, yeraltında çalışan personelin solunum sistemine zarar verebilecek kirleticilerden arındırılmalıdır.

Herhangi bir ikincil havalandırma devresindeki hava sirkülasyonunu uygulanabilir minimum seviyede tutmalıdır. Bu adım, işçilerin maruz kalabileceği kirleticilerin azaltılmasına yardımcı olur ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlar. İkincil havalandırma sistemlerindeki hava sirkülasyonunu düşük seviyede tutmak, işçilerin solunum yoluyla zarar görmesini önler ve işyerindeki hava kalitesini artırır.

Bu önlemler hem işçi sağlığı hem de işletme güvenliği açısından önemlidir ve etkili bir havalandırma sistemini sürdürmek için gereklidir.

Bölüm 2

Materyal ve Yöntem

2.1. Yeraltı Havalandırma Yönetim Planı ve Çalışanların Sorumlulukları

Yeraltı madenlerindeki havalandırma yönetim planları, işçi sağlığı ve güvenliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu planlar, havalandırma sistemlerinin etkin bir şekilde işletilmesini sağlayarak yeraltı madenlerindeki hava kalitesini kontrol altında tutar ve potansiyel tehlikeleri azaltır. Havalandırma yönetim planlarının uygulanması, yeraltı madenciliğinde çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için kritik bir rol oynar. Çalışanların sorumlulukları ise, havalandırma yönetim planının gerekliliklerine tam olarak uymak ve talimatları izlemektir. Bu, plansız iş yapmamak, havalandırma şartlarını sürekli olarak izlemek ve herhangi bir olumsuz durumda yetkililere hemen bildirmek anlamına gelir. Ayrıca, çalışanlar, havalandırma ekipmanlarının doğru kullanımını sağlamak ve gerektiğinde bakım ve onarımlar için ilgili birimlere bilgi vermekle de sorumludurlar. Bu şekilde, işçilerin sağlığı ve güvenliği en üst düzeyde korunur ve yeraltı madenlerinde etkin bir çalışma ortamı sağlanmış olur.

2.2 Havalandırma Yönetim Planı Amacı ve Kapsamı

Efemçukuru Altın Madenindeki bu havalandırma yönetim planı'nın amacı, sistematik bir havalandırma programının uygulanmasıyla yeraltında emniyetli bir çalışma ortamının sağlanmasıdır. Bu planda hedeflenen, kontrolsüz havalandırma problemlerini bertaraf etmek için, tüm yeraltı hava akışını tasarlamak ve tasarımın kontrolünde uygulanacak asgari standartları tesis etmektir.

2.3 Şirket Politikasını Uygulamak

Yeraltı havalandırma yönetim planı, yeraltı madenlerindeki havalandırma sistemlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi için kapsamlı bir rehber sağlar. Bu yönetim planı, aşağıdaki 5 aşamalı süreç vasıtasıyla eğitim ve talimatların geliştirilmesini içerir (Tablo 2.1):

Tablo 2.1: Havalandırma yönetim planı ana hatları

1. Veri toplama	Havalandırma modellemesi için operasyona bağlı kullanılacak ekipmanlar ve teknik özellikleri, uzun dönem ve kısa dönem planlama verileri alındıktan sonra ocak içi hava yoğunluğu, tünel direnci, ana fan verileri, termal veriler, tali fan verileri, fantüp verileri hesaplanır.
2. Modelleme, analiz ve tasarım	Hesaplamalar sonucunda havalandırma ile ilgili tasarım ve modelleme yapılır.
3. Havalandırma durumunun izlenmesi	Ocak havalandırması tasarımı yapıldıktan sonra modelleme ve yeraltı ölçüm noktalarından ölçümler alınarak modellemenin teyit edilmesi kayıt altında tutulur.
4. Çözüm tedbirleri	Havalandırma problemleri sonrası uygulama için uygun ve düşük maliyetli tekniklerin belirlenmesi, bu problemlerin rehabilitasyonu ve ilgili alanların geriye dönük analizini içerir.
5. Havalandırma Yönetim Planı'nın oluşturulması	Yukarıdaki tedbirlerin açık ve öz bir şekilde toplandığı belge, havalandırmanın yönetiminde bir kılavuz olarak kullanılabilir. Belgede, havalandırma sistemi düşüncesi izah edilmeli ve tasarımda kullanılan tahminler liste halinde yer almalıdır. Madendeki havalandırmanın önemli safhalarının iyice anlaşılabilmesi ve bu safhaların yönetilmesinde rol oynayan talimat ve işlemlerin uygulanmakta olduğunu gösteren bu plan, üçüncü şahıslarca okunduğunda kolayca anlaşılır olmalıdır.

2.4 Havalandırma Stratejisinin Planlanması

Havalandırma Stratejisi'nin uygulanması ve idamesi için yeterli kaynak tahsisi her bir maden için gereklidir. Tüprağ Efemçukuru Altın Madeni'nde bu amaca ulaşmak için ihtiyaç duyulan kişi, işletmede tam zamanlı görevli bulunan ilgili Maden Mühendisi'dir. Kısım 1.6 da yer alan listedeki görevlere atanan diğer kişiler de Yeraltı Havalandırma yönetim planı kapsamındaki gereklilikleri uygulamakla yükümlüdür. Temel şart olarak istenen yasal standartların yerine getirilmesinin yanı sıra, havalandırmada kullanılan ekipmanlar, kullanım amaçlarına uygun olmalıdır. Diğer bir deyişle, havalandırmada kullanılan herhangi bir ekipman veya malzeme, onaydan geçmiş olmalı ve imalatçı firmanın tavsiyeleri doğrultusunda kullanılmalıdır.

Havalandırma ile ilgili görevlerini ifa eden personel, yeterli düzeyde eğitimden geçmiş olmalı ve havalandırma ekipman ve malzemelerinin doğru kullanımına haiz olmalıdır. Bunun yanı sıra, işletme de spesifikasyonların belgelenmesi, havalandırma ekipmanı ve malzemelerinin kullanılması için kaynak tahsis etmeli ve talimatları geliştirmelidir. Akabinde, yetkin eğitmenler sağlayarak operatörleri bu Talimatların kullanımıyla ilgili eğitmek ve değerlendirmeye tabi tutmak işletmenin sorumluluğundadır.

Sağlam bir havalandırma stratejisinin uygulaması için, uygun ve yüksek kaliteli verilerin toplanması esastır. Havalandırma çalışmalarında kullanılmak üzere hangi tür verinin toplanabileceği veya toplanması gerektiğini belirlemeye zaman ayrılmalıdır.

Risk kavramı, havalandırma stratejisinde bütünleyici bir bölüm teşkil eder ve stratejinin uygulanması sürecinde personel ve ekipmana yönelik risklerin azaltılması hep göz önünde bulundurulur. Havalandırma yönetimi sistemleri, mümkün olduğunca en yüksek tehlike kontrolü uygulamasıyla birlikte öğretilmelidir.

Planlama aşaması aşağıdaki faaliyetlerden oluşur:

- Maden dizaynı ve üretim planına ait verileri toplamak,
- Galeri dizaynı ile ilgili verileri toplamak,
- Madencilik yöntemi ve ekipman opsiyonlarını belirlemek,
- Üretime bağlı hava miktarını belirlemek,
- Havalandırma sistemini tasarlamak, yardımcı ekipmanları tanımlamak,

Sorumluluklar ve görevleri:

- Talimat gerektiren yöntemleri tanımlamak,
- Havalandırma yönetim planının gözden geçirilme gereklilikleri ve bununla ilgili zaman çizelgesini belirlemek
- Havalandırma yönetim planını hazırlamak.

2.5 Havalandırma Yönetim Planını Hazırlamak

Havalandırma Yönetim Planı, bir maden işletmesinin madencilik sürecinde havalandırma yönetimine yönelik sistematik bir yaklaşım sunan ve çeşitli önemli bilgileri içeren bir belgedir. Bu planın içeriği şu başlıkları kapsamaktadır:

- **İşletmenin Havalandırma Bilgileri Geçmişi:** Varsa, işletmenin geçmiş havalandırma bilgileri bu plan içinde yer almalıdır.
- **Havalandırma Yönetim Talimatı Detayları:** Havalandırma yönetim talimatına dair detaylar, işletme içinde tutarlı ve etkin bir havalandırma politikası oluşturulmasına katkıda bulunmalıdır.
- **Havalandırma Sisteminin Felsefesi:** Plan, kullanılan havalandırma sisteminin temel felsefesini içermelidir.
- **Kabul Edilmiş Havalandırma Sistemleri:** Plan, işletmede kullanılan ve kabul edilen havalandırma sistemlerini belirlemelidir.
- **Seçilen Havalandırma Türünün Temelleri ve Standartları:** Havalandırma türüne dair temeller ve uygulanan standartlar plan içinde açık bir şekilde ifade edilmelidir.
- **Kullanılan Ekipman Listesi:** Havalandırma sisteminde kullanılan ekipmanların bir listesi sunulmalıdır.
- **Düzenli Denetim Programı Gereklilikleri:** Belirlenen düzenli denetim programı ve bu denetimlerin gereklilikleri plan içinde detaylı bir şekilde ele alınmalıdır.
- **Potansiyel Havalandırma Risk veya Tehlikelerin Tanımlanması:** Plan, potansiyel havalandırma risklerini ve diğer tehlikeleri tanımlamalıdır.

- **Tehlike Tanımlama Risk Değerlendirmesi ve Kontrol İşlemi Sonuçları:** Havalandırma sistemine yönelik yapılan tehlike tanımlama risk değerlendirmesi ve kontrol işlemi sonuçları bu plan içinde yer almalıdır.
- **Havalandırma Yönetim Planı'nın Gözden Geçirme ve Denetleme Gereklikleri:** Planın düzenli olarak gözden geçirilmesi ve denetlenmesi için belirlenen gereklikler açıkça ifade edilmelidir.

Bu yönetim planı, Efemçukuru Altın Madeni'ndeki yeraltı havalandırma gerekliklerini belirlemek ve maden stratejik planının bir parçası olarak kabul edilmek üzere oluşturulmuştur. Planın yayınlanması, belirtilen standartların madenin tüm yeraltı ortamına uygulanacağı ve buna riayet edileceği anlamını taşımaktadır.

Planın içeriğinden sapma ya da alternatiflerin üretilmesi ancak ilgili Maden Mühendisi'nin değerlendirmesi, yetkilendirmesi ve Maden Teknik Ofis Yöneticisi ile Maden Müdürü'nün onayı sonucu izin verilmelidir. Plan içinde yer alan standartlardan herhangi bir sapma kabul edilmeyecektir.

Madencilik, dinamik bir süreçtir ve bu nedenle uygulamalar ve talimatlar statik olarak kalmaz. Şartların değişmesi veya yeni yöntemlerin veya ekipmanların devreye alınması durumunda, planın içeriği bu değişikliklere uygun şekilde düzeltilmeli ya da genişletilmelidir.

Sorumlu ilgili Maden Mühendisi, bu yönetim planını 6 aylık dönemler içinde gözden geçirecek ve bu gözden geçirme programı, yeraltında beklenmeyen değişiklikleri ve meydana gelen kazaları içermelidir. Planın iyileştirilmesine dair öneriler, şirketin tüm kesiminden yapılabilir ve resmi kanallar aracılığıyla yönetimle paylaşılmalıdır. Bu planın yayınlanması, Efemçukuru Altın Madeni'ndeki tüm yeraltı ortamına uygulanacak ve bu standartlara riayet edileceği anlamını taşır.

2.6 Sorumluluk ve Görev Tayini

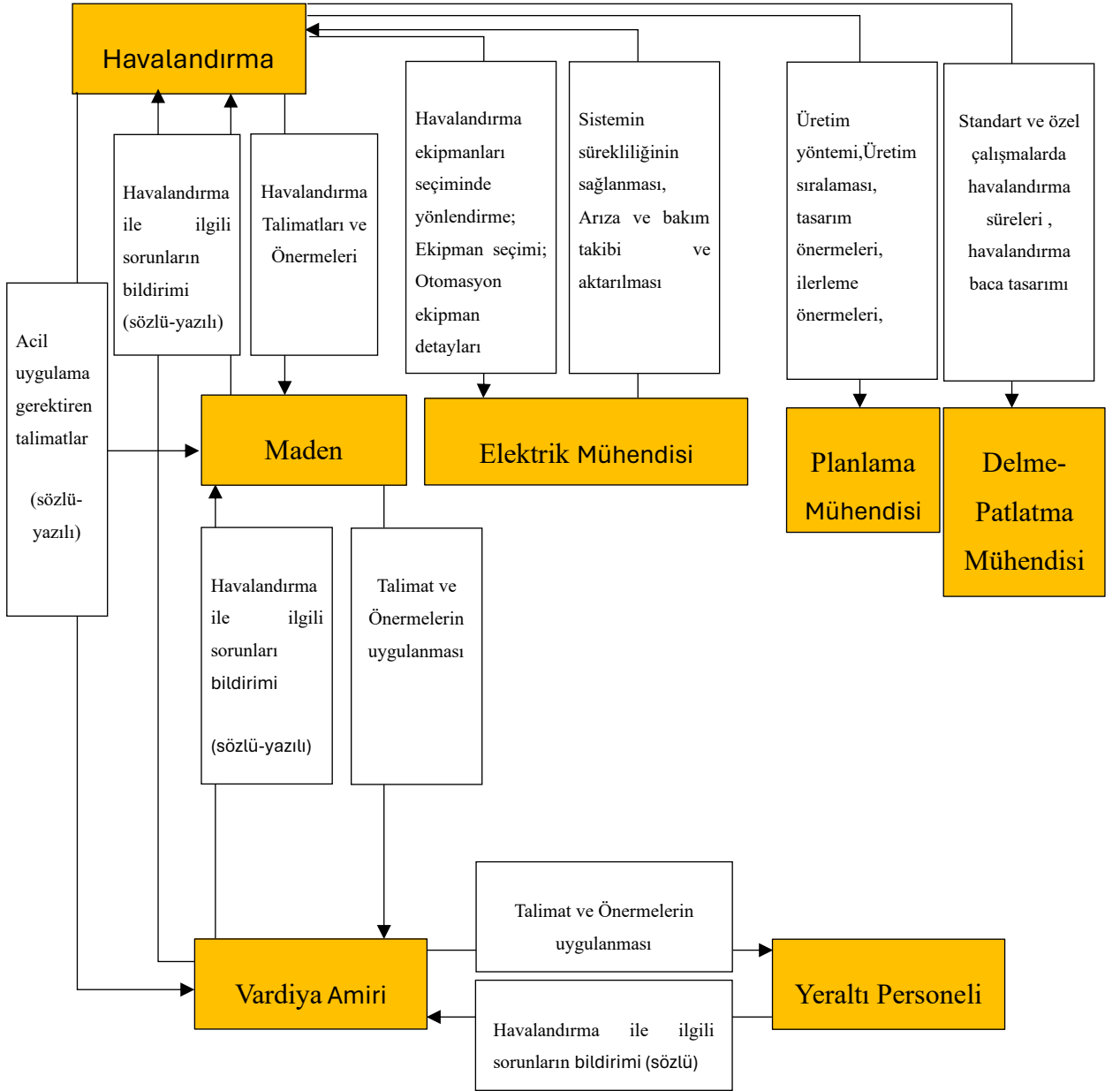
Efemçukuru Altın Madeni'nde, havalandırma yönetiminden Maden Müdürü onayı ile atanan ilgili Maden Mühendisi sorumludur. İlgili Maden Mühendisi, Maden Bölümü içerisinde Maden Teknik Ofis birimine bağlı olarak sorumluluklarını yürütmektedir. Havalandırma yönetiminde değerlendirme, önerme ve raporlandırma işlerini yürütmektedir. Maden Müdürü onaylı olarak ilgili Maden Mühendisi tarafından verilen önermeler, Yeraltı Yöneticisi sorumluluğu altındaki iş kolları tarafından gerçekleştirilmelidir. Bu iş akışı doğrultusunda çalışanların üzerine düşen yükümlülükler ortaya çıkmaktadır.

Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırma yönetiminde sorumlu kadro listesi Tablo 2:2'de verilmiştir. İşletmede muhtelif görevlerde bulunan personelin havalandırma mesuliyeti ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır.

Tablo 2.2: Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırmadan sorumlu kadro listesi

Kadro
Maden Müdürü
Maden Teknik Ofis Yöneticisi
İlgili Maden Mühendisi
Planlama Mühendisi
Maden Yöneticisi
Vardiya Amirleri
Yeraltı Eğitmeni
Elektrik Mühendisi

Şekil 2.1: Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırma sorumluluk şeması



– Maden Müdürü

Maden Müdürü'nün sorumlulukları şunlardır:

- **Havalandırma Yönetim Planı'nın Uygulanması ve Yasal Gerekliliklerin Yerine Getirilmesi:** Havalandırma yönetim planının etkin bir şekilde uygulanmasını ve tüm yasal gerekliliklerin yerine getirilmesini sağlamak.
- **Yönetim Planının Gerekliliklerini Karşılama İçin Yeterli Kaynak Tahsisini Sağlamak:** Havalandırma yönetim planının gerekliliklerini karşılamak için gerekli kaynakları tahsis etmek ve yönetim planının başarıyla uygulanması için gerekli destekleri sağlamak.
- **Kaliteli Havalandırma İçin Ekipman Tedariki ve Bakımını Sağlamak:** Madenin havalandırma ihtiyaçlarına uygun, kaliteli ekipmanların tedarik edilmesini sağlamak ve bu ekipmanların düzenli bakımını organize etmek.
- **Maden Yöneticisi Görevine Uygun Niteliklere Sahip Personelin Atanmasını Sağlamak:** Maden Yöneticisi pozisyonuna uygun niteliklere sahip personellerin atanmasını sağlamak. Ayrıca, havalandırma ile ilgili görevleri olan tüm personele gerekli eğitimi sağlamak.
- **Maden Mühendisleri İçin Eğitimi Teşvik Etmek ve Tanımlamak:** Maden sahasında görev yapan Maden Mühendisleri için eğitim almayı teşvik etmek ve bu personelin eğitim alacakları alanları belirlemek.
- **Astların Görevlerinden Mesul Olmalarını Sağlamak:** Astlarının havalandırma ile ilgili görevlerinden sorumlu ve mesul olmalarını sağlamak, bu görevleri etkin bir şekilde yerine getirmelerini temin etmek.
- **Havalandırma Standartlarına İlişkin Talimatların Uygulanmasını Sağlamak:** Havalandırma standartlarına ilişkin talimatların daima uygulanmasını ve bu standartlara tam anlamıyla riayet edilmesini sağlamak.

– Maden Teknik Ofis Yöneticisi

Maden Teknik Ofis Yöneticisinin sorumlulukları şunlardır:

- **Havalandırma Yönetim Planı'nın Uygulanması ve Gerekliliklere Riayet Edilmesi:** Havalandırma yönetim planının etkin bir şekilde uygulanmasını,

plana tam anlamıyla riayet edilmesini ve yönetim planındaki tüm gerekliliklerin eksiksiz bir şekilde yerine getirilmesini sağlamak.

- **İlgili Maden Mühendisi Niteliklerine Sahip Personelin Atanmasını Sağlamak:** İlgili Maden Mühendisi pozisyonuna uygun niteliklere sahip personellerin atanmasını sağlamak ve bu personelin görevlerini yerine getirebilmeleri için gerekli destekleri sunmak.
- **Madenin Tasarımının ve İşletmesinin Havalandırma Açısından Değerlendirilmesini Sağlamak:** Madenin havalandırma açısından yeterli bir şekilde değerlendirilmesini sağlamak, tasarım ve işletme süreçlerinin havalandırma gereksinimlerine uygunluğunu gözetmek.
- **Havalandırma Tehlikelerine İlişkin Talimatların Çıkarılmasını ve İzlenmesini Sağlamak:** Havalandırma ile ilgili tehlikeleri belirlemek, bu tehlikelere yönelik talimatların çıkarılmasını sağlamak ve havalandırma planı ile uygulamalar arasındaki korelasyonu izlemek.
- **Denetleme, Gözden Geçirme ve Kalite Güvence Programlarının Düzenli Yapılmasını Sağlamak:** Denetleme, gözden geçirme ve kalite güvence programlarının düzenli olarak gerçekleştirilmesini ve belgelenmesini sağlamak. Bu programlar aracılığıyla havalandırma süreçlerinin etkinliğini gözetmek.
- **Havalandırma Yönetim Planı'nın ve Gözden Geçirmelerin İlgili Maden Mühendisi Tarafından Tamamlanmasını Sağlamak:** Havalandırma yönetim planının ve belirlenen periyotlarda yapılacak gözden geçirmelerin, ilgili Maden Mühendisi tarafından tamamlanmasını ve planın gerektiğinde güncellenmesini sağlamak.

– İlgili Maden Mühendisi

İlgili Maden Mühendisi'nin sorumlulukları şu şekildedir:

- **Havalandırma Verilerinin Toplanması, Analizi ve İletilmesi:** Havalandırma verilerinin maden tasarımı ve havalandırma aşamaları için yeterli ve doğru bir şekilde toplanmasını, analiz edilmesini, yorumlanmasını ve ilgili personele etkili bir biçimde iletilmesini sağlamak.

- **Havalandırma Performansının Geçmiş Gelişiminin Kaydedilmesi:** Havalandırma performansının geçmiş gelişimini kaydederek, maden tasarımı ve planlamasını desteklemek üzere bu verileri yorumlamak.
- **Maden Uygulamalarının Havalandırma Açısından Göz Önünde Bulundurulması:** Önerilen madencilik uygulamalarının pratik alternatiflerini düşünerek, havalandırma açısından göz önünde bulundurulmasını sağlamak.
- **Havalandırma Modeli Oluşturmak:** Atmosferik koşullara ve maden ortamına dayanan, maden dizaynı ve üretim planına uygun bir havalandırma modeli oluşturmak.
- **Havalandırma Tasarımlarının ve Standartların Hazırlanması:** Havalandırma tasarımlarının ve Madencilik Notunda havalandırma standartlarının havalandırma modeline uygun olarak hazırlanmasını sağlamak.
- **Havalandırma Olaylarının Kontrol Edilmesi ve Kaza Raporlarının Tamamlanması:** Tüm önemli havalandırma olaylarını kontrol etmek ve standart kaza raporlarının eksiksiz bir şekilde tamamlanmasını sağlamak.
- **Denetleme, Gözden Geçirme ve Kalite Güvence Programlarının Yürütülmesi:** Havalandırma tehlikelerine ilişkin denetleme, gözden geçirme ve kalite güvence programlarının düzenli olarak yerine getirilmesini ve belgelenmesini sağlamak.
- **Havalandırma Yönetim Planı'nın Düzenli Denetlenmesi:** Havalandırma yönetim planının düzenli olarak (minimum 6 aylık periyotlarda) denetlenmesini ve gerektiğinde güncellenmesini sağlamak.
- **Maden Tasarımı ve Planlamasında Havalandırma Unsurlarını Göz Önünde Bulundurmak:** Maden tasarımı ve planlamasına ilişkin havalandırma unsurlarını dikkate almak ve bu unsurları sürekli gözden geçirmek.
- **Ayda Bir Ocağın Genel Havalandırma Ölçümlerini Yapmak:** Ayda bir ocak geneli havalandırma ölçümlerini gerçekleştirmek, bu ölçümleri raporlamak ve ilgili birimlere iletilmesini sağlamak.
- **Fan Taşınması veya Kapasite Değişikliklerinde Model Güncellemesi:** Fan taşınması veya fan kapasite değişiklikleri gibi durumlarda, model haricinde manuel ölçümlerle modeli güncellemek.
- **Acil Durum ve Havalandırma Planlarını Oluşturmak:** Bilimsel çalışmalar ışığında acil durum ve havalandırma planlarını oluşturmak ve acil durum esnasında dinamik simülasyonlar ile olay koordinatörünü teknik olarak desteklemek.

– Planlama Mühendisi

Planlama Mühendisinin sorumlulukları şu şekildedir:

- Planlama Mühendisi, yeraltı tasarımlarının Havalandırma Yönetim Planı'na uygun bir şekilde hazırlanmasını sağlamakla sorumludur. Bu kapsamda, yeraltı tasarımlarının oluşturulma sürecinde Havalandırma Yönetim Planı'nın gerekliliklerine tam anlamıyla uyulmasını temin eder.
- Aynı zamanda, yeraltı tasarımlarının hazırlanma aşamasında ilgili Maden Mühendisi ile yakın bir işbirliği içinde çalışarak, tasarımları Maden Mühendisinin yönlendirmeleri ve yorumları doğrultusunda günceller. Bu koordinasyon, hem tasarımların Havalandırma Yönetim Planı'nın standartlarına uygunluğunu sağlamak hem de Maden Mühendisinin önerilerini etkin bir şekilde yansıtabilmek amacıyla gerçekleştirilir. Bu sayede, yeraltı tasarımları, havalandırma açısından uygun, güvenli ve etkili bir şekilde planlanmış olur.

– Maden Yöneticisi

Maden Yöneticisi'nin sorumlulukları şu şekildedir:

- Maden Yöneticisi, vardiya amirlerinin Havalandırma Yönetim Planı'na ilişkin sorumluluklarının bilincinde olmalarını sağlamakla yükümlüdür. Bu kapsamda, yeraltı işletmesindeki tüm havalandırmanın standartlara uygun ve planlı bir şekilde başlatılmasını temin etmekle sorumludur. Tasarlanmış havalandırmanın spesifik standartlarda tesis edilmesini sağlayarak çalışma alanları ve ulaşım yollarının yeterli havalandırmaya sahip olmasını sağlamak da Maden Yöneticisi'nin görevlerindedir.
- Madencilik Talimatları ve havalandırma raporlarında belirtilen havalandırma standartlarının uygulanmasını ve talimatların etkili bir şekilde uygulandığının sürekli izlenmesini sağlamak Maden Yöneticisi'nin sorumlulukları arasındadır. Havalandırma problemleri ve performansındaki değişikliklerin düzenli olarak raporlanmasını sağlayarak bu raporların gerektiği şekilde dağıtılmasını organize etmek de Maden Yöneticisi'nin görevlerinden biridir.
- Havalandırma Yönetim Planı doğrultusunda eğitim ve yeterlilik sistemlerinin idamesini sağlamak, havalandırma sistemindeki herhangi bir eksikliği tespit ederek ilgili Maden Mühendisi'ne bildirmek de Maden Yöneticisi'nin sorumlulukları arasında yer alır.

– Vardiya Amirleri

Vardiya Amiri'nin sorumlulukları şu şekildedir:

- Vardiya Amiri, çalışma alanları ve ulaşım yollarının yeterli hava desteği sağlayacak şekilde havalandırmasını ve bakımını gerçekleştirmekle sorumludur. Bu kapsamda, Madencilik Talimatlarının mevcut olmasını sağlamak, talimatların anlaşılmasını ve talimatlara uyulmasını denetlemek de Vardiya Amiri'nin görevleri arasındadır.
- Aynı zamanda, havalandırma şartlarının maden döngüsü içinde her bir operasyon öncesi en azından bir kere kontrol edilmesini ve işlem boyunca sürekli olarak izlenmesini sağlamak Vardiya Amiri'nin sorumluluklarındandır. Havalandırma gerekliliklerini en azından her vardiya veya her ilerleme sürecinde değerlendirmek ve bu gerekliliklere uyulmasını sağlamak da Vardiya Amiri'nin görevleri arasında yer alır.
- Ayrıca, destek ekibi personellerini standart havalandırma türleri, modelleri ve istenilen kalite hakkında bilgilendirmek, yırtılmış/düşmüş/dikilmiş fantüplerin onarılmasını sağlamak Vardiya Amiri'nin sorumluluklarına dahildir. Havalandırmasız alanları inceleyerek olası tehlikeleri belirlemek ve bu bilgileri ilgili Maden Mühendisine bildirmek de Vardiya Amiri'nin görevleri arasında yer almaktadır.

– Yeraltı Eğitmenleri

Yeraltı Eğitmeni'nin sorumlulukları şu şekildedir:

- Yeraltı Eğitmeni, tüm havalandırma faaliyetleri için Talimatların mevcut olmasını sağlamakla sorumludur. Bu kapsamda, talimatların sisteme girilmesini ve güncellenmesini düzenli olarak denetleyerek güncel ve etkili bir havalandırma prosedürü oluşturulmasını temin eder.
- Ayrıca, yeraltında çalışan tüm personelin, kendilerini ve ekipmanlarını havalandırma açısından değerlendirmelerini yapabilmeleri için gerekli eğitimi sağlamak Yeraltı Eğitmeni'nin sorumlulukları arasında yer alır. Bu eğitimler,

personelin havalandırma gereksinimlerini anlamalarını, bu konuda bilinçlenmelerini ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturmalarını amaçlar.

- Yeraltı Eğitmeni aynı zamanda özel havalandırma işlerinde yer alan yeraltı personelinin bu amaç doğrultusunda eğitilmelerini sağlamak ve bu konuda yeterli olduklarını belgelemekle yükümlüdür. Bu süreç, personelin özel havalandırma görevleriyle ilgili bilgi sahibi olmalarını, gerekli becerilere sahip olmalarını ve bu görevleri güvenli bir şekilde yerine getirebilmelerini sağlamak amacıyla gerçekleştirilir.

– Elektrik Mühendisi

Elektrik Mühendisi'nin sorumlulukları şu şekildedir:

- Elektrik Mühendisi, havalandırma sistemi ile ilgili kullanılan ekipmanların elektriksel yönden yeraltı çalışmalarına uygunluğunu değerlendirmek ve bu konuda kararlar vermekle sorumludur. Bu kapsamda, kullanılan elektrik ekipmanlarının güvenli ve etkili bir şekilde yeraltı madencilik faaliyetleri için uygun olup olmadığını belirleyerek, gerekli güvenlik standartlarına uygunluğunu sağlamak Elektrik Mühendisi'nin görevleri arasındadır.
- Ayrıca, kurulan ekipmanların ve otomasyon sistemlerinin sürekliliğini sağlamak da Elektrik Mühendisi'nin sorumluluklarındandır. Bu süreçte, elektriksel ekipmanların düzgün çalışmasını takip etmek, bakımlarını planlamak, arıza durumlarını kontrol etmek ve gerektiğinde müdahale etmek Elektrik Mühendisi'nin görevlerini oluşturur.
- Elektrik Mühendisi aynı zamanda havalandırma ekipmanlarının bakımlarını düzenli olarak takip ederek, olası arızaları önlemek ve sistemin sürekli olarak güvenli ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak ile görevlidir. Arıza ve bakım durumlarını ilgili Maden Mühendisi ve Maden Bölümü'ne ileterek gerekli önlemlerin alınmasına katkıda bulunmak da Elektrik Mühendisi'nin sorumlulukları arasındadır.

– Tüm Çalışanlar

Tüm çalışanların sorumlulukları şu şekildedir:

- İlk olarak, plansız hiçbir iş yapmamak temel sorumluluklardan biridir. Bu, çalışanların her türlü faaliyeti önceden planlamalarını, riskleri değerlendirmelerini ve güvenlik önlemlerini alarak işlerini güvenli bir şekilde gerçekleştirmelerini içerir.
- Ayrıca, sadece mevcut yeterlilik doğrultusunda çalışmak da çalışanların sorumlulukları arasındadır. Yeterliliklerine uygun olmayan bir görevi yerine getirmemek ve iş sağlığı güvenliği prensiplerine uygun olarak hareket etmek çalışanların görevleridir.
- Talimatlara tüm çalışma alanlarında riayet etmek, çalışanların güvenlik kurallarına uymalarını ve belirlenen prosedürleri takip etmelerini sağlamak adına önemlidir. Bu, işlerin düzenli ve güvenli bir şekilde ilerlemesine katkı sağlar.
- Aynı zamanda, çalışanların vardiya esnasında havalandırma şartlarını düzenli olarak izlemeleri ve herhangi bir anormallik durumunda derhal önlem olarak vardiya amirine bildirmeleri de önemlidir. Havalandırma problemleri yaşandığında veya ortamın emniyetsiz olduğu durumlar söz konusu olduğunda, çalışanların buldukları alanı izole etmeleri ve derhal vardiya amirine haber vermeleri, acil durum müdahalesine hızlı bir şekilde olanak tanır.
- Son olarak, havalandırma ile ilgili diğer bilgileri vardiya amiri veya yeraltı yöneticisine rapor etmek de çalışanların sorumlulukları arasında yer alır. Bu, havalandırma sistemiyle ilgili fark edilen herhangi bir olumsuz durumun hızlı bir şekilde yöneticilere iletilmesini ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlar.

2.7. Havalandırma Planlama Gereklilikleri

– Maden Tasarımı

Maden tasarımlarının tamamı, önerilen maden tasarımının optimal ve amaca uygun olmasını sağlamak için, Maden Teknik Ofis Yöneticisi tarafından gözden geçirilerek dikkatle incelenmelidir. Gözden geçirme işlemi, işlemin başlangıç safhasında başka alternatiflerin de olabileceği düşüncesiyle, herhangi bir opsiyona bağlanmadan önce yapılmalıdır. Havalandırma analizleri doğrultusunda tasarımın verimli bir şekilde uygulanabilirliği İlgili Maden Mühendisi tarafından incelenmelidir. Değerlendirmeler sonucunda İlgili Maden Mühendisi tasarımın değiştirilmesi veya mevcut tasarımın yapılması için gerekli şartların oluşturulması yönünde önermelerde bulunmakla yükümlüdür. Tasarımın havalandırma açısından uygunluğunu sağlamalıdır. Mevcut havalandırma sistemi üzerinde planlanan değişiklikler risk değerlendirmesi için İlgili Maden Mühendisi tarafından incelenmelidir. Gerekli görülmesi halinde tasarımda ilgili Maden Mühendisi değişiklik yapabilir.

– Denetlemeleri Programa Bağlamak

Çalışma alanı kontrolü, operatörler ve amirler tarafından çalışma alanına girildiğinde yapılmalıdır. Çalışma alanında havalandırmanın düzenli biçimde yapılması ve havalandırmada karşılaşılan herhangi bir sorunun Yeraltı Vardiya Amirine bildirilmesi gereklidir. Vardiya Amiri havalandırmada bildirilen sorunun incelenmesinden, raporlanmasından ve İlgili Maden Mühendisine bildirilmesinden sorumludurlar. Sorunlu alan barikatlanarak ilgili Maden Mühendisinin talimatına bırakılmalıdır. Sorunun çözümü aşamasında İlgili Maden Mühendisinin verdiği talimatlar ve belirlediği iş adımları dışına çıkılmamalıdır. Bu çalışmaya yardımcı olmak ve bu işleme resmiyet kazandırmak için, periyodik kontrollerin; standartlara uygunluğunun ölçülmesi ve izlenmesi açısından amirler tarafından yapılması tavsiye edilir. Denetleme programı öncelikle yeni ilerleme yapılan alanların uygunluk açısından İlgili Maden Mühendisi tarafından değerlendirilmesi ile yapılır (Örn: fantüplerin doğru şekilde yerleştirilmiş olması gibi) ve bunun sonrasında eski ilerlemeler performans kriterlerine göre yeniden değerlendirilir (Örn: fantüpler sağlam, yırtıksız ve yüksek kondisyonda mı gibi).

– İlave Havalandırma

Rutin olmayan havalandırmanın zamanlaması ve sıklığı (örn: standart olmayan tasarımlar, kapalı kata ekipman girme gerekliliği vs.) çalışma alanında çalışacak ekipmanlara ve yapılacak çalışmanın özelliklerine göre belirlenir. İlerleme, üretim ve servis alanlarındaki bu tür ilave havalandırma ihtiyacı İlgili Maden Mühendisi tarafından belirlenir. Maden Teknik Ofis Yöneticisi ve Maden Müdürü onayı ile uygulamaya alınır.

– Raporlamalar

Havalandırma faaliyetlerinin, planlama sürecinde İlgili Maden Mühendisi tarafından yapılan değerlendirmelere ve talimatlara uyulması sağlanmalıdır. Havalandırma planlama safhasından itibaren tünelin açık kaldığı süre boyunca değerlendirilir. Planlama sonrası vuku bulan herhangi bir havalandırma sorunu sorumlu vardiya amiri tarafından INX'e rapolanır, İlgili Maden Mühendisi tarafından değerlendirilir.

Havalandırma ölçümleri İlgili Maden Mühendisi tarafından ocağın tümünde ayda 1 kez yapılır ve rapor maden departmanına yayınlanır. Gaz ölçümleri ise her vardiya ilgili yetkili personeller tarafından mobil ölçüm cihazlarıyla ölçülür ve kayıt altına alınır.

– Günlük Vardiya Değişimi Toplantıları

Havalandırma görevlerinin vardiya bazında etkin biçimde planlanmasını sağlamak için, havalandırma faaliyetleri, her vardiya değişiminde yapılan toplantılarda ele alınmalı ve görüşülmelidir. Vardiya Amiri, bir önceki vardiyadan aldığı bilgileri kullanarak haftalık program kapsamında ne tür spesifik görevlerin yerine getirilmesi gerektiğini belirlemelidir. İlerlemeyi aksatacak herhangi bir risk gözleminin bilgisi alındığı takdirde, inceleme ve değerlendirme için ilgili Maden Mühendisine bilgi iletimi sağlanmalıdır. Bu toplantılar, ekibe kendi çalışma alanlarındaki havalandırma şartlarına bağlı tehlikeleri veya vardiyalarında yerine getirecekleri havalandırma görevlerini görüşebilme imknı tanır.

– Günlük retim Toplantıları

Günlük Vardiya Değişimi toplantılarında olduğu gibi, vardiya için planlanan havalandırma faaliyetleri, Günlük retim Toplantıları'nda da ele alınmalıdır. Bu faaliyetlerin görüşülmesi teknik kadroya, izleme ve haftalık öncelikleri mukayese etme imknı verir ve faaliyetler hakkında ilave geri bildirim sağlar.

– Haftalık Planlama Toplantıları

Haftalık Planlama Toplantıları'nda, mevcut haftaya ait gelişmeler ve ilerleyen hafta yapılacak aktivitelere ilişkin öngörüler gözden geçirilmelidir.

– Toplantı Notları Tutmak

Çalışanların, diğer vardiyalarda bulunan arkadaşlarıyla doğrudan iletişim sağlamasının mümkün olmadığı durumlarda, toplantıda alınan notları yazılı olarak birbirlerine iletmeleri, muhtemel havalandırma tehlikeleri, mevcut iş durumları ve öncelikler hakkında diğer vardiyaları bilgi sahibi etmelerine olanak tanır.

Buna ilaveten, bir görev ya da tehlike hakkında yanlış iletişimin oluşması ihtimaline karşı bilgiler yazılı olarak sunulmalıdır.

– Danışmanlar ve Mütahhitlerin Yönetimi

Danışmanlar ve mütahhitler, maden sahası standartları doğrultusunda işe başlama eğitimine (induction) tabi tutulmalıdır. Havalandırma ile ilgili herhangi bir işte çalışmaları söz konusu ise, konuyla ilgili Talimatları üzerinde yeterli eğitim almaları sağlanmalıdır. Mütahhit veya Danışman, yapacağı iş Maden Müdürü tarafından onaylanması halinde bu belgede yer alan kılavuz bilgiler dahilinde çalışmalıdır.

Havalandırma yönetim planı kapsamında olmayan herhangi bir iş, çalışmanın başlaması öncesinde mütahhit veya danışmana yazılı olarak (işin kapsamı yazılı ve onaylanmış şekilde) belirtilmelidir.

– Malzeme Tedarikleri ve Yönetim

Havalandırmada kullanılacak malzemelerin test edilmesi ve kullanılmaya uygunluğu ilgili Maden Mühendisi tarafından belirlenir. Maden Müdürü, havalandırma uygulamalarında kullanılacak malzeme ve ekipmanı onaylamalıdır. Havalandırma il ilgili malzeme ve ekipmanların çalışır durumda olması ve korunması ilgili elektrik mühendisi'nin sorumluluğundadır. Malzeme ve ekipmanlar yalnızca imalatçı firmanın talimatlarına göre kullanılmalıdır.

– Ticari ve Mali Planlama

Ticari ve mali hedefler, madenin havalandırma stratejisinin performansını izlemek için uygulanabilir. Bunu yaparken, havalandırma ile bağlantılı maliyetin azaltılması temel alınarak süreklilik arzeden bir ilerleme stratejisi ortaya konulabilir. Gerçekleşen havalandırma harcamaları, planlanan tahmini havalandırma maliyetleri ile karşılaştırılmalıdır. Gerçekleşen ve planlanan maliyetler arasındaki fark ayrıntılı biçimde araştırılabilir.

– Havalandırma İçin Önemli Göstergeler

Havalandırma stratejisinin performansını ve ticari faaliyeti geliştirmedeki etkinliğini izlemek amacıyla, aşağıda yer alan "Önemli Göstergelerin" düzenli olarak gözden geçirilmesi önerilir:

İlk olarak, havalandırma bilinci hakkında eğitilmiş işgücü yüzdesi önemli bir gösterge olarak belirlenmiştir. Bu, çalışanların havalandırma konusundaki eğitim düzeylerini değerlendirerek, iş gücünün bilinç düzeyini belirlemeye yönelik bir ölçüdür. Yeterli eğitim alan çalışan sayısının yüksek olması, güvenli çalışma ortamlarının sürdürülmesi açısından kritiktir.

Havalandırma hadiselerinin sayısı, havalandırma sisteminin verimliliği ve güvenliği açısından önemli bir gösterge olarak ele alınabilir. Havalandırma problemlerinin sıkça yaşanması, sistemdeki potansiyel riskleri ve sorunları gösterir.

Planlanmış çalışmaların tamamlanma yüzdesi, belirlenen havalandırma stratejisinin uygulama sürecinde ne kadar başarılı olduğunu gösteren bir gösterge olarak değerlendirilebilir. Bu, planlanan havalandırma önlemlerinin ne kadarının başarıyla gerçekleştirildiğini gösterir.

İlerleme maliyeti (metre başına) göstergesi, havalandırma stratejisinin uygulanması için harcanan maliyetleri belirler. Bu, maliyet etkinliğini değerlendirerek, havalandırma stratejisinin ekonomik açıdan nasıl performans gösterdiğini ölçer.

Son olarak, yardımcı ekipman rehabilitasyon maliyeti, kullanılan ekipmanın bakım ve onarım maliyetlerini belirler. Bu gösterge, ekipmanın verimli ve güvenli bir şekilde çalışmasını sürdürmek adına yapılan maliyetleri değerlendirir. Bu göstergelerin düzenli olarak izlenmesi, havalandırma stratejisinin güncellenmesi ve iyileştirilmesi için önemli bir rehberlik sağlayabilir.

– Sürekli İyileştirme

Sürekli iyileştirme kültürünü teşvik etmek amacıyla, sahada uygulanacak havalandırmayı iyileştirmeye yönelik girişimlerin teşvik edilmesi gerekir. Çalışanların mümkün olduğunca kurslara katılmalarına ve başkalarının tecrübelerinden yararlanmak için diğer işletmeleri ziyaret etmelerine fırsat tanınmalıdır.

2.8. Maden Lokasyonu

Efemçukuru sahası İzmir merkezden 36,5 km güneybatıda, Adnan Menderes Havalimanından 28,7 km batıdadır (Şekil 2.2).

Şekil 2.2: Efemçukuru altın maden işletmesi'nin haritadaki yeri



2.9. Bölgesel Meteoroloji ve Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma basıncı giriş ve çıkış hava yoğunluğunun farklı olması nedeniyle oluşur. Ocağın giriş ve çıkış kuyu ve galerilerinde hava yoğunluğunun aynı olmaması sonucu oluşan basınç farkının ocak içerisinde oluşturduğu hava akımı olarak tanımlanır. Soğuk hava yoğunluğunun sıcak havaya göre daha fazla olması, soğuk

hava kolunun sıcak hava koluna oranla daha ağır olmasına neden olacaktır. Ağır hava sütunu, bileşik kaplar esasına göre aşağıya doğru harekete geçecektir. Bu hareketin devamlılığı ise ocağın doğal olarak havalandırılmasını sağlayacaktır. Ocağın hava giriş ve çıkış kuyu kotları aynı olduğunda normal koşullarda doğal havalandırma sözü konusu değildir. Doğal havalandırmada havanın yönü yaz ve kış aylarında farklı yönlerde oluşmaktadır. Özellikle derin ocaklarda doğal havalandırma basıncı önem kazanmaktadır. Bu nedenle ocak işletmeye başlamadan, proje aşamasında doğal havalandırma dikkate alınmalıdır. Efemçukuru Altın Madeni Ege bölgesinin batı ucunda bulunmaktadır. Bölge meteorolojisini temsil eden veriler Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3: Efemçukuru altın madeni meteoroloji verileri

Station	Period	Season	Temperature (°C)	Relative humidity (%)	Cloudines (0-10)	Wind speed (m/sec)
S.hisar DMİ	1973-2002	Spring	14.6	67.7	4	2.8
S.hisar DMİ	1973-2002	Summer	25.5	55.3	0.8	3.7
S.hisar DMİ	1973-2002	Fall	17.5	66.7	2.9	2.9
S.hisar DMİ	1973-0052	Winter	8.8	71.7	5.1	3.3
İzmir DMİ	1938-2002	Spring	15.8	62.3	4.2	3
İzmir DMİ	1938-2002	Summer	26.8	51.3	1.1	3.3
İzmir DMİ	1938-2002	Fall	18.7	62.7	2.9	2.8
İzmir DMİ	1938-2002	Winter	9.5	70	4.9	3.1
Efemçukuru	2000-2003	Spring	12.5	73.7		0.7
Efemçukuru	2000-2003	Summer	24.4	43		0.5
Efemçukuru	2000-2003	Fall	15.9	58.3		0.8
Efemçukuru	2000-2003	Winter	5.7	69		1

Bölüm 3

Bulgular

Uygun ve kaliteli verilerin toplanması, etkili bir havalandırma stratejisinin oluşturulmasında temel bir adımdır. Maden işletmelerinde havalandırma ihtiyaçlarını belirlemek ve uzun dönem planlamalarını yapmak için çeşitli veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verilerin toplanması ve analizi, işletmenin üretim ihtiyaçlarına yönelik bir stratejinin oluşturulmasında kritik bir rol oynar.

Uzun Dönem Planlama Verileri:

Madenin ömrü boyunca üretim ihtiyaçlarını belirlemek için uzun dönem planlama verileri kullanılır. Bu veriler, madenin detaylı üretim planlarını içerir ve madenin dizaynından, üretim miktarlarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Teknik ofis yöneticisinin onayı ile uzun dönem planlama mühendisinden temin edilen bu veriler, havalandırma ihtiyaçlarını belirlemede temel referans noktalarını oluşturur.

Toplam ve Periyodik Üretim Verileri:

Maden ömrü boyunca gerçekleşen toplam ve periyodik üretim verileri, havalandırma stratejisinin belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Bu veriler, işletmenin üretim ihtiyaçlarına göre hazırlanan maden planlarını içerir. Üretim miktarları, maden dizaynı ve gerekli kaynaklar (örneğin, dizel ekipman) gibi detaylar, havalandırma ihtiyaçlarını belirlemek için kullanılır.

Üretim İçin Gerekli Toplam Dizel Yük Verileri:

Hava miktarının belirlenmesinde temel bir adım olan üretim verilerine ek olarak, üretim için gerekli toplam dizel yük verileri de önem taşır. Bu veriler, havalandırma stratejisinin hesaplamaları için gerekli olup, senaryoların oluşturulmasında temel teşkil eder. Bu veriler, EPS (Economic Planning and Scheduling) adı verilen üretim planlama programı aracılığıyla uzun dönem planlama mühendisi tarafından hazırlanır.

Bu veri setleri, maden havalandırma yönetim planının oluşturulması sürecinde temel referans noktalarını sağlar. Uzun vadeli planlamalardan güncel üretim verilerine kadar

geniş bir yelpazede toplanan veriler, iş sağlığı ve güvenliği standartlarına uygun, etkili bir havalandırma stratejisinin başarıyla uygulanmasına olanak tanır.

Maden havalandırma sistemlerinin etkili bir şekilde tasarlanabilmesi için, hava yoğunluğunun doğru bir şekilde belirlenmesi kritik bir adımdır. Hava yoğunluğu, maden ömrü boyunca yapılacak havalandırma dizaynlarının temelini oluşturur ve bu değerlerin doğru hesaplanması, güvenli ve verimli bir çalışma ortamının sağlanmasında önemli bir rol oynar.

Hava yoğunluğu hesaplamalarında kullanılan temel parametreler kuru hava yoğunluğu (ρ_a), kısmi basınç (p_a), ve mutlak kuru termometre sıcaklığı (T)'dir. Kuru hava yoğunluğu, atmosferdeki hava moleküllerinin sayısının ve sıcaklığının bir fonksiyonu olarak tanımlanır ve $\rho_a = 0.0035 \text{ pa} / T$ formülü ile hesaplanır.

Bu formülde, ρ_a kuru hava yoğunluğunu (kg/m^3), p_a kısmi basıncı (N/m^2), ve T mutlak kuru termometre sıcaklığını temsil eder. Bu parametreler, maden mühendisleri tarafından belirlenerek havalandırma sisteminin ihtiyaçlarına uygun bir şekilde tasarlanmasına katkı sağlar.

Hava yoğunluğunun doğru bir şekilde hesaplanması, havalandırma sistemlerinin etkin bir şekilde çalışmasını sağlar ve bu da yeraltı madenlerinde çalışanların sağlığı ve güvenliğini önemli ölçüde artırır. Maden ömrü boyunca sürekli bir havalandırma sağlamak, gazların, tozların ve diğer potansiyel tehlikelerin kontrol altında tutulmasını sağlayarak iş sağlığı ve güvenliği standartlarının karşılanmasına yardımcı olur.

Tüneller ve fan tünelleri gibi yer altı yapılarında direnç değerlerinin hesaplanabilmesi, etkili bir havalandırma stratejisinin oluşturulabilmesi için temel bir gerekliliktir. Bu hesaplamalar, çeşitli parametrelerin dikkate alınmasıyla gerçekleştirilir ve temel havalandırma formüllerinde kullanılan bu parametreler, direnç değerlerinin doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar.

Tünellerdeki direnç hesaplamaları için kullanılan temel parametreler arasında tünel kesiti, tünel uzunluğu, hava hızı, tünel içindeki gazların özellikleri ve tünel içindeki diğer engelleyici unsurlar yer alır. Bu parametreler, tünelin geometrisi ve içindeki koşulların yanı sıra havalandırma sistemlerinin tasarımı için temel oluşturan önemli faktörlerdir.

Fan tünellerinde direnç hesaplamalarında ise fanın kapasitesi, fanın yerleştirildiği konum, hava akış yönü, fanın çıkış hızı ve tünelden kaynaklanan diğer direnç faktörleri dikkate alınır. Bu parametreler, fan tünellerinin etkin bir şekilde çalışabilmesi ve havanın doğru bir şekilde dağıtılabilmesi için kritik öneme sahiptir.

Bu direnç değerlerinin hesaplamaları, genellikle Bernoulli prensibi ve Reynolds sayısı gibi temel akışkanlar mekaniği prensiplerine dayanır. Ayrıca, tünel içindeki hava hareketinin doğru bir şekilde modellenmesi ve tünelin özelliklerine uygun havalandırma ekipmanlarının seçimi de bu hesaplamalarda kritik bir rol oynar.

Tüm bu parametrelerin doğru bir şekilde belirlenmesi, tünellerde ve fan tünellerinde etkili bir havalandırma stratejisinin tasarlanmasını mümkün kılar. Bu stratejiler, yeraltı çalışmalarında çalışanların sağlığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla önemlidir ve doğru direnç değerlerinin hesaplanması, havalandırma sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesine olanak tanır.

Direnç hesaplama formülü ve tanımları

P=Basınç
R=Direnç
Q=Debi
K=Hava yoğunluğu ve Sürtünme faktörüne bağlı değişken
ρ =Hava Yoğunluğu
μ =Sürtünme Faktörü

$$R = \frac{K \times C \times L}{A^3} \quad K = \frac{\rho \times \mu}{8}$$

Saha özeline ait sürtünme faktörleri önce dünyadaki kabullere göre seçilir;

Tablo 3.1: Havalandırma sürtünme verileri

Sürtünme Tipi	Sürtünme Faktörü	kg/m ³	Hava Yoğunluğu kg/m ³
Çok iyi Patlatma	0.0085		1.2
Orta Patlatma	0.012		1.2
Kötü Patlatma	0.015		1.2
Çok Kötü Patlatma	0.02		1.2
Beton Kaplı Tünel	0.0033		1.2
Beton Kaplı Baca	0.0417		1.2
Ahşap Tahkimatlı	0.0333		1.2
Raise Bore Mak. ile	0.005		1.2
Fantüp	0.0029		1.2

Ardından bir defaya mahsus iki nokta arası ölçüm metodu kullanılarak sürtünme faktörü aşağıdaki formül ve dinamik basınç farkı ölçümleri ile doğrulanır.

$$Q = S_{fan} \sqrt{\frac{2x \Delta p}{\rho}} K$$

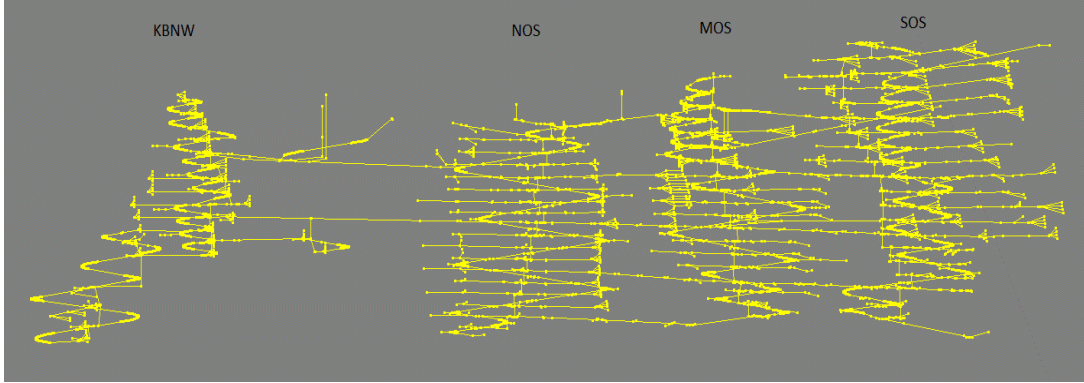
Maden dizaynı, yeraltı madenlerinin etkili bir şekilde işletilmesi için temel bir parametre olarak karşımıza çıkar. Bu dizayn, madenin ömrü boyunca gerçekleştirilecek tünel inşası, kesit alanları, çevresel faktörler ve toplam direnç gibi önemli parametreleri içerir. Bu faktörler, yukarıdaki formüllerde görüldüğü gibi toplam tünel metrajları üzerinden analiz edilir ve modelleme sürecinde kullanılır.

Maden dizayn verileri, havalandırma stratejileri ve ana fan seçimleri gibi temel kararların alınmasında kritik bir rol oynar. Toplam tünel metrajları, tünellerin kesit alanları ve çevreleri, havalandırma dizaynının temelini oluşturur. Bu veriler, analiz ve modelleme sürecinde detaylı bir şekilde incelenmesi gerekmektedir. Havalandırma sistemlerinin etkili bir şekilde çalışabilmesi ve yeraltı madenlerinde iş sağlığı ve güvenliği standartlarının karşılanabilmesi için vazgeçilmezdir.

Havalandırma dizaynı, yeraltı madenlerindeki hava kalitesini, gazları kontrol altında tutmayı, tozları uzaklaştırmayı ve çalışma ortamını güvenli kılmayı amaçlar. Bu nedenle, ana fan seçiminden tünel inşasına kadar olan süreçte, maden dizayn verileri

üzerinden gerçekleştirilen analizler, optimal bir havalandırma stratejisinin belirlenmesine yardımcı olur. Bu stratejiler, maden işletmecilerine, mühendislere ve işçilere daha güvenli ve verimli bir çalışma ortamı sunma amacını taşır.

Şekil 3.1: Efemçukuru altın madeni ömür dizaynı



Maden dizaynı ve planlaması sürecinde belirlenen veriler ve tespit edilen toplam hava ihtiyacı, havalandırma hesapları ve 3 boyutlu nümerik modellerle desteklenerek, bir debi-basınç aralığı belirlenir. Bu belirlenen aralık, madenin ihtiyaç duyduğu hava akışını ve basıncını karşılayabilecek mekanik ekipmanın seçimine olanak tanır. Bu noktada, ana fanlar devreye girer ve tüm madenin ana havalandırmasını sağlarlar.

Ana fanlar, madenin genel havalandırma ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanan büyük kapasiteli havalandırma ekipmanlarıdır. Havalandırma hesapları sonucunda belirlenen debi-basınç aralığı, ana fanların performansına uygun olarak seçilir. Bu fanlar, yeraltı madenlerindeki hava kalitesini kontrol etmek, gazları uzaklaştırmak, tozları düzenlemek ve genel iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılır.

Ana fanlar, genellikle maden tünellerine entegre edilerek tüm madenin havalandırma sistemini yönetirler. Seçilen fanın kapasitesi, madenin büyüklüğüne ve havalandırma ihtiyacına bağlı olarak belirlenir. Bu fanlar, madenin çeşitli sektörlerinde kullanılan nümerik modelleme ve hesaplama yöntemlerine dayanarak, optimize edilmiş bir havalandırma stratejisinin bir parçasını oluşturur.

Sonuç olarak, ana fanlar, madenin genel havalandırma ihtiyacını karşılayarak, işçilerin sağlığını ve güvenliğini sağlamak amacıyla kritik bir role sahiptir. Belirlenen debi-

basınç aralığına uygun olarak seçilen bu ekipmanlar, havalandırma sistemlerinin etkili bir şekilde çalışmasını sağlayarak madenin sürdürülebilirliğine katkıda bulunurlar.

Maden ömür planlamalarına dayalı havalandırma dizaynları oluşturulurken, termal parametreler önemli bir rol oynar. Bu parametreler, maden sahasına özgü termal faktörleri içerir ve önce genel kabullere dayalı olarak seçilir. Termal veriler, madenin yer altı atmosferini etkileyen sıcaklık, nem, ısı dağılımı ve diğer termal değişkenleri içerir.

Saha özelinde termal faktörlerin seçimi, madenin coğrafi konumu, jeolojik özellikleri ve yeraltı madencilik faaliyetlerinin türüne bağlı olarak yapılır. Örneğin, yeraltı madenlerinde sıcaklık dalgalanmaları, jeotermal etkiler ve çalışma alanının derinliği, termal koşulların belirlenmesinde önemli rol oynar. Maden mühendisleri ve uzmanları, sahanın termal karakteristiklerini anlamak ve bu verilere dayanarak etkili bir havalandırma stratejisi geliştirmek için geniş bir analiz yaparlar.

Bu termal veriler, havalandırma sistemlerinin kapasitesini belirlemede, çalışanların konforunu sağlamada ve iş sağlığı ile güvenliğini yönetmede kilit bir faktördür. Ayrıca, termal parametrelerin dikkate alınması, enerji verimliliği açısından da önemlidir, çünkü sıcaklık, nem ve ısı transferi, havalandırma sistemlerinin performansını etkileyen temel faktörlerdir.

Özetle, maden ömür planlamalarına dayalı havalandırma dizaynları, saha özeline ait termal verilere dayanarak optimal sıcaklık ve nem kontrolü sağlamak üzere tasarlanır. Bu, madenin verimli ve güvenli bir şekilde işletilmesi için kritik bir unsurdur.

Tablo 3.2: Kayaç termal verileri

Kayaç Tipi	Kayaç Termal İletkenlik Katsayısı W/mC	Kayaç Spesifik Isısı	Termal Yayılma	Kayaç Yoğunluğu
Kömür	0.33	1300	0.2000364	1269
Gabro	2.1	800	0.9700665	2706
Gnays	2.9	800	1.290036	2810
Granit	3	790	1.410126	2693
Kireç Taşı	1.3	840	0.6400409	2418
Manyetit	4.41	600	2.1	3500
Mermer	2.6	880	1.17993	2504
Potas	3.5	690	2.550258	1989
Kuvarsit	3	800	1.389918	2698
Kaya Tuzu	4.48	880	2.039627	2496
Kum Taşı	1.7	920	0.7098833	2603
Şist	1.23	850	0.5500033	2631

Ardından bir defaya mahsus çeşitli jeolojik metotlar kullanılarak Termal iletkenlik katsayısı doğrulanır.

Kısa dönem planlama, belirlenen üretim senaryolarına dayalı olarak gerçekleştirilmelidir. Bu senaryolar doğrultusunda diesel ekipman ihtiyaçları belirlenmiş ve çeşitli kabullerle pano dizaynları öngörülmüştür. İlerleyen aşamalarda, bu öngörülere göre tali fanlar ve fantüpler seçilmiştir.

Üretim pano dizaynları, her üretim alanındaki faaliyetlerin devamlılığı için gerekli maksimum diesel yüklerini belirlemeyi amaçlar. Bu bağlamda, gerekli hava ihtiyacı hesaplanarak, panonun en son noktasına kadar olan hat üzerindeki toplam statik ve dinamik yükler hesaplanır. Bu sayede, tali fanlar ile havalandırmanın mümkünlüğü doğrulanır.

Tali fan verileri, pano dizaynı ve planlamasıyla ilgili belirlenen verilere dayanarak ve toplam hava ihtiyacı hesaplamaları sonucunda ortaya çıkan debi-basınç aralığına göre seçilir. Havalandırma hesapları, 3 boyutlu ve nümerik modellerin kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Bu modeller sonucunda belirlenen debi-basınç aralığına uygun mekanik ekipman seçilerek, havalandırma sistemleri optimize edilir.

Fantüp verileri ise pano dizaynı ve planlamasıyla ilgili belirlenen verilere, toplam hava ihtiyacına ve havalandırma hesaplarına dayanarak oluşturulur. Bu veriler doğrultusunda, 3 boyutlu ve nümerik modellerin sonuçlarına göre optimum fantüp çapı

hesaplanır. Sürtünme faktörleri gibi önemli parametreler dikkate alınarak, fantüp hesaplamalarında sürtünme kayıpları ve diğer şok kayıpları da hassasiyetle göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, kısa dönem planlama sürecinde üretim pano dizaynları, tali fan verileri ve fantüp verileri, madenin güvenli ve etkili bir şekilde havalandırılmasını sağlamak üzere detaylı bir analiz ve modelleme sürecini içerir. Bu adımlar, havalandırma sistemlerinin optimize edilmesini ve iş sağlığı güvenliği standartlarının karşılanmasını amaçlar.

Analiz, modelleme ve risk yönetimi, madencilik çalışmalarının tasarımının iki ana bileşeni olan hava ihtiyacı ve maden ömür planına ait maden dizaynı başlıklarından oluşur. Hava ihtiyacının belirlenmesi, maden ömrü boyunca yapılacak üretim planlarına göre kaynakların, özellikle diesel ekipmanların belirlenmesini içerir. Bu kaynaklar motor sınıflarına ve kapasitelerine göre sınıflandırılır, ardından maksimum ve kullanım oranlarına göre hava ihtiyacı belirlenir. Belirlenen toplam hava ihtiyaçları ve senaryolara göre belirlenen hava ihtiyaçlarına dayalı olarak modellemeler ve analizler yapılır.

Efemçukuru'nda kullanılan motor tiplerine göre, TierIII-TierIV motorlarında 1 kW'lık motor gücü için gereken hava miktarı 0.04-0.06 m³/s arasında değişmektedir. Bu parametreler temel alınarak, Efemçukuru'nda bir üretim vardiyasında kullanılan ekip ve ekipman için ortalama hava ihtiyacı 112.93 m³/s, maksimum ise 312 m³/s kadar olacaktır. Özellikle nakliye esnasında bir çalışma lokasyonunda en fazla 13 m³/s hava gerekmektedir.

Bu veriler, madenin güvenli ve etkili bir şekilde havalandırılması için gerekli olan hava akışının belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Hava ihtiyacının doğru bir şekilde belirlenmesi, madenin verimli bir şekilde işletilmesini ve çalışma koşullarının uygunluğunu sağlamak için önemlidir.

Tasarım ve modelleme sürecinde, istenen miktarda havanın belirli galerilerdeki akışını sağlamak kritik bir öneme sahiptir. Bu süreç, veri toplama aşamasında anlatılan yönteme dayanmaktadır. Temel metodoloji, istenen hava debisi için toplam sistem basıncının hesaplanmasıyla başlar ve bu değerlere uygun mekanik seçimlerin yapılmasını içerir. Sistem basıncı belirlendikten sonra, uygun ekipmanın seçilmesi için

gerekli değerlendirmeler devam eder ve en uygun ekipman bulunana kadar sürecin devam etmesi önemlidir.

Modelleme aşamasında, tüm veriler belirli bir yazılım kullanılarak kullanılır ve önce 3 boyutlu bir model oluşturulur. Daha sonra, mekanik seçimler de dahil olmak üzere tüm parametreler ilgili programa girilerek sayısal modelleme işlemi gerçekleştirilir. Bu süreç, havalandırma sistemlerinin etkinliğini ve güvenliğini sağlamak amacıyla yapılan detaylı analizleri içerir. İkincil havalandırma için de benzer bir çalışma söz konusudur, bu da genel olarak tasarımın ve modellemenin tüm aşamalarında tutarlılığın ve optimizasyonun sağlanmasını amaçlar.

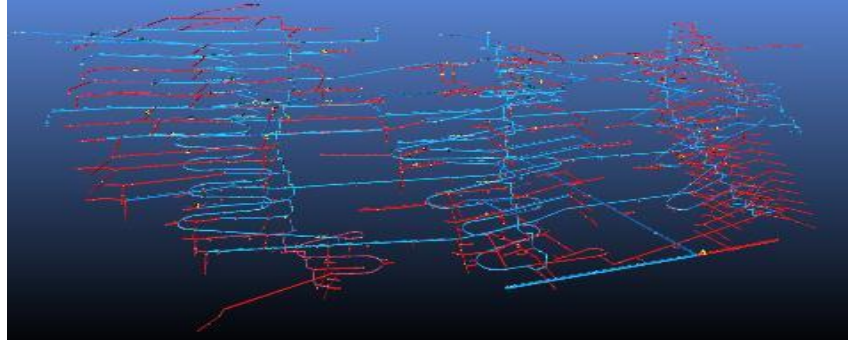
Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırma modellemesi, VENTSIM yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu süreç, maden mühendisleri tarafından özel ihtiyaçlara yönelik tasarlanan bir yazılım üzerinden ilerlemektedir. Süreç, aşağıdaki adımları içermektedir:

1. İlk adım, uzun dönem planlama mühendisinden ocağın son nihai hali olan "*.dxf" formatındaki verilerin temin edilmesidir. Bu veriler, madenin topografik yapısını ve galeri düzenini içerir. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, bu veriler modelleme alanına aktarılarak 3 boyutlu bir modelleme oluşturulur.
2. İkinci adım, maden parametrelerinin belirlenerek yazılıma girilmesidir. Bu adım, madenin özelliklerini, hava akışı gereksinimlerini, tünel ve galeri geometrilerini içerir. Bu parametreler, havalandırma sistemini etkileyen temel unsurları tanımlar.
3. Üçüncü adım, ihtiyaçlara göre yapılan mekanik seçimlerin programa girilmesini içerir. Bu aşamada, fanların kapasitesi, basınç değerleri, ve diğer mekanik ekipmanların özellikleri belirlenir. Bu seçimler, havalandırma sisteminin etkin bir şekilde çalışabilmesi için kritiktir.

Tüm bu parametrelerin yazılıma başarıyla girilmesinden sonra, sistem çalıştırılarak model tamamlanır. Bu aşama, maden ömrü boyunca kullanılacak olan havalandırma tasarımının bir simülasyonunu sağlar. Fan seçimleri, ilgili mühendisler tarafından gözden geçirilerek doğrulanır ve gerekli uygunluk kriterlerine uyup uymadığı

değerlendirilir. Bu süreç, maden havalandırma sistemlerinin optimize edilmesi ve verimliliğinin artırılması için önemli bir adımdır.

Şekil 3.2: Efemçukuru Altın Madeni havalandırma sayısal modeli



Pano üretimi havalandırma analizi, maden ömür planındaki stope dizaynlarına dayanarak gerçekleştirilir. Bu aşamada, üretim metodları ve yaklaşık stope geometrileri belirlendiğinden, ikincil havalandırma hesaplamaları belirli kabuller ve metotlar doğrultusunda gerçekleştirilir. Bu sürecin akademik bir açıklaması şu şekildedir:

Nihai stope dizaynlarına ulaşıldıktan sonra, maden ömrü planı kapsamında belirlenen üretim metodları ve stope geometrileri temel alınarak benzer çalışmalar küçük ölçekte yapılır. Bu aşamada, ikincil havalandırma hesaplamaları, kullanılacak fanlar ve çeşitlerinin belirlenmesi için önceden belirlenmiş metotlar kullanılarak gerçekleştirilir.

İkincil havalandırma hesaplamaları, belirli bir stope geometrisi ve üretim metodu için gerekli olan hava akışını belirleme amacını taşır. Bu hesaplamalar, havanın tüneller arasında etkin bir şekilde dolaşmasını sağlamak, gazları uzaklaştırmak ve çalışma ortamının genel güvenliğini sağlamak gibi hedefleri içerir.

Kullanılacak fanlar ve çeşitleri, ikincil havalandırma sistemine entegre edilmek üzere seçilir. Fan seçimi, belirli bir stope için gereken hava debisi, basınç ve diğer performans özellikleri dikkate alınarak yapılır. Bu seçim hem enerji verimliliğini hem de havalandırma sistemlerinin güvenilirliğini artırmayı hedefler.

Sonuç olarak, pano üretimi havalandırma analizi, nihai stope dizaynlarına dayanarak gerçekleştirilen ikincil havalandırma hesaplamalarını ve fan seçimini içerir. Bu süreç,

madenin güvenliği ve verimliliği için kritik öneme sahip olan havalandırma sistemlerinin etkili bir şekilde planlanmasını ve uygulanmasını sağlar.

Acil durum simülasyonları, maden acil durum kaçış planlarının temelini oluşturur ve havalandırma merkezli tüm acil durumların risk analizlerinin temelini yangın simülasyonları oluşturur. Bu süreç genellikle üç ana başlık altında değerlendirilir.

Yangın Yüklerinin Hesaplanması, olası en büyük senaryolarda toplam yüklerin hesaplanmasını içerir. Bu hesaplamalar için çeşitli tanımlar ve kabuller yapılması gerekir. Yanıcı maddelerin türleri (örneğin, Hidrolik, Kauçuk, Diesel), miktarları (örneğin, LH410 kepçe üzerindeki miktarlar), Kg/m²-Sn cinsinden emisyon değerleri (uluslararası kabul görmüş emisyon değerleri) ve yangının geometrisi gibi faktörler dikkate alınarak senaryolar oluşturulur.

Simülasyonun gerçekleştirilmesi aşamasında, öngörülen geometride belirlenen yanıcı madde türleri, miktarları ve diğer değerler, kullanılan yazılıma girilerek simülasyon yapılır. Bu süreç, yangının gerçekleşmesini taklit ederek çeşitli senaryoların incelenmesine olanak tanır. Simülasyon sırasında kullanılan tüm izleme noktalarında ilgili veriler alınmaya başlanır ve kaydedilir.

Sonuçların değerlendirilmesi ve risk analizi aşamasında, yapılan simülasyonlar üzerinden elde edilen veriler irdelenir. Özellikle kritik bölgelerdeki kayıtlar üzerinde detaylı bir değerlendirme yapılır ve acil durum stratejilerinin belirlenmesi için gerekli tüm veriler gözden geçirilir. Bu incelemelerden elde edilen sonuçlar, acil durum planları ve havalandırma stratejilerinin temelini oluşturarak maden işletmesinin güvenlik standartlarının artırılmasına yönelik karar süreçlerini etkiler.

Havalandırma ve acil durum planları, uzun ve kısa dönem planlamalara göre düzenlenir. Bu planlar belirli periyotlarda gözden geçirilmeli ve özellikle ocak havalandırması ile acil durum senaryolarının değişiklik gösterebileceği durumlarda anında güncellenmelidir. Planlar, üretim önceliklerine ve tüm emniyet önlemlerine tam uyum sağlamak üzere tasarlanır.

Genel Maden Havalandırma Planı, ocak içindeki havalandırma bacalarının açılması, fan eklenmesi veya çıkarılması gibi durumları kapsar. Bu plan, düzenli olarak gözden geçirilerek işletme içindeki değişikliklere hızla adapte olma amacı güder.

Havalandırma sistemi ile ilgili herhangi bir değişiklik, sistemin etkin ve güvenli çalışmasını sağlamak adına planlara hızlı bir şekilde entegre edilmelidir.

Oluşturulan planlar ilgili departmanlarla paylaşılmalı ve kullanıma girdiğinde ilgili personel, eğitimlerini almalı veya amirleri tarafından yapılan değişikliklerle ilgili bilgilendirilmelidir. Bu, tüm çalışanların planlara hâkim olmalarını, acil durum prosedürlerini anlamalarını ve ihtiyaç duyulduğunda doğru tepkiyi verebilmelerini sağlar. Bu yaklaşım, maden işletmesindeki herkesin, havalandırma ve acil durum planlarının etkili bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunmasına olanak tanır.

Raporlama ve denetlemeler, Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği kapsamında belirlenen sınırlar çerçevesinde gerçekleştirilir. Ölçümler ve denetlemeler, ilgili maden mühendisi ve görevlendirdiği personel tarafından yapılır. Havalandırma açısından, üç temel başlık altında incelenir:

– Ocak Genel Havalandırma Ölçümü

Efemçukuru Altın Madeni'nde havalandırma ölçümleri ayda 1 defa yapılır ve raporlanır. Bu ölçümler hava hızı (kesit ile çarparak debisi), hava sıcaklığı, hava nemi ve hava basıncı değerlerini içerir. Ölçümler Dijital anemometre kullanılarak yapılmaktadır. Sıcak tel ve rüzgâr tipi anemometreler ile ölçümler yapılabilir.

Şekil 3.3: Anemometreler



– Gaz Ölçümü

Tüm metal madenlerinde olduğu gibi Efemçukuru Altın Madeni'nde gaz ölçümü sürekli ve tüm madende anlık izleme değil her vardiya başında bir önceki vardiyada patlatma yapılan alanlarda yapılır. Ölçümler yeraltı vardiya amiri sorumluluğunda ateşçiler tarafından yapılır. Gaz ölçümleri Drager X-AM5000 ve X-AM7000 mobil gaz ölçüm

cihazlarıyla yapılmaktadır. Ayrıca kepçe kullanan operatörler üzerinde vardiya boyunca CO ölçüm cihazı bulunmak zorundadır.

– Egsoz Emisyon Ölçümü

Araçların egzoz emisyon ölçümleri bakım bölümü tarafından drager tüpleri ile araçların periyodik bakımları esnasında yapılmaktadır. Çok fazla egzoz gazı çıkardığı tespit edilen araçların bakımı gelmeden de ölçümü yapılır, 1500 PPM den fazla CO (karbon monoksit) çıkaran araçlar ocağa sokulmazlar.

Risk Yönetimi, Efemçukuru Altın Madeni İşletmesi'nde yeraltı faaliyetlerine ve havalandırmaya yönelik risklerin sistematik bir şekilde ele alınması ve en düşük seviyeye indirilmesini içeren bir süreçtir. JSI formundaki direktiflere uygun olarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesi aşamalarını içerir:

- **Risk Değerlendirmesi Aşamaları:**
 - Çözüm opsiyonlarının tanımlanması,
 - Çözüm opsiyonlarının değerlendirilmesi,
 - Uygulamanın geliştirilmesi,
 - Uygulama planı,
 - Risk izlenmesi ve gözden geçirilmesi.
- **Risk Değerlendirmesi Amacı:**
 - Riskleri tanımlayarak analiz etmek,
 - Kabul edilebilir riskleri belirlemek,
 - Kabul edilemeyen riskleri ayırmak,
 - Risk çözüm planı için gerekli verileri geliştirmek.
- **Risk Değerlendirmesi Aşamalarının İçeriği:**
 - Gözden geçirilen sistemdeki mevcut riskleri tespit etmek, anlamak ve izah etmek,
 - Mevcut kontrolleri hesaba katarak kullanılacak risk analiz araçları üzerinde karara varmak ve risk seviyesini tahmin etmek,
 - Sonuçların sunulması ve uygulanması hakkında karar vermek, yeni sistemin izlenmesi ve gözden geçirilmesini içerir.

- **Risk Tanımlaması İçin Kullanılan Teknikler:**

- Tecrübe/hüküm: Personelin deneyim ve görüşleri risk tanımlamasına temel oluşturur.
- Kontrol listeleri veya Vardiya Amiri Defteri: Tehlike uyarıcıları olarak kullanılabilir.
- Yasalar ve Tüprağ Standartları: Endüstri standartları ve yasal düzenlemeler referans alınabilir.
- Kaza/hadise araştırması: Olayların incelenmesi, tehlikeleri belirlemede önemlidir.
- Yapısal gözden geçirme teknikleri: Muhtelif gözden geçirme teknikleriyle tehlikeler belirlenir ve değerlendirilir.

Bu süreç, risk yönetiminin temelini oluşturur ve işletme içindeki tüm faaliyetlere rehberlik eder. Risk değerlendirmesi, tehlikelerin ve fırsatların tanımlanması için çeşitli yöntemlere dayanır ve sürekli bir izleme ve değerlendirme sürecini içerir.

Uzun Dönem Havalandırma Tasarımı sürecinde, Maden Mühendisi, Uzun Dönem Planlama Mühendisi'nden aldığı verilere dayanarak maden hava hesaplarını gerçekleştirir. Bu hesaplamalar sonucunda, madenin yıllık periyotları için havalandırma tasarımları oluşturulur. Bu tasarımlar, ana fanların hangi dönemde ve hangi kapasitede çalışması gerektiğini belirler ve ilerleme yapılacak katlar için gerekli olan tali fan sayısını belirler.

Kısa Dönem Havalandırma Tasarımı aşamasında, Kısa Dönem Planlama Mühendisi, havalandırma kıstaslarını kullanarak üretim yapılacak katlarda üretim sıralamasını ve miktarlarını belirler. İlgili Maden Mühendisi, Kısa Dönem Planlama Mühendisi'nin hazırladığı plan üzerinde haftalık ve aylık havalandırma kontrollerini gerçekleştirir. Kontrol sonuçları olumsuz bir durumu işaret ederse, bu bilgiyi Kısa Dönem Planlama Mühendisi'ne ileterek gerekli düzeltme veya ayarlama talimatlarını hazırlar. Ayrıca, yer değiştirilmesi gereken tali fanlar için planlar yapar ve ilgili talimatları hazırlar.

Standart havalandırmalar, yukarıda bahsedilen Efemçukuru Altın Madeni havalandırmasında kısa ve uzun dönem planlar göz önünde bulundurularak periyodik havalandırma tasarımları yapılır. Bu tasarımlar ise şöyle yapılmaktadır:

- Efemçukuru Altın Madeni’nde tüm eksoz fanlar çalışmadığı sürece yeraltında çalışma yapılamaz. Tüm ekipmanlar durdurulup ocak tahliye edilir.
- Long Hole gibi her iki üretim katının birleştiği lokasyonlarda sadece üst katın fanı çalışmalıdır. Aksi durum olması halinde ilgili maden mühendisi yerinde ölçüm yaparak katlara uygun havalandırma dizaynı ve talimatı vermelidir.
- Lokal (SOS, MOS, NOS, KBNW) eksoz fan bakımlarında veya arıza durumlarında emici fanların bağlı olduğu üretim katları içerisinde çalışma yapılamaz. Bakımı yapılacak emici fanlar durdurulmadan önce ilgili katlar girişlerinden havalandırmasız alan levhası asılarak kat personel ve ekipman geçişine kapatılır. Ancak İlgili Maden Mühendisi’nin talimatı ile rampa üzerinde çalışma yapılabilir.
- Eksoz fanlarının bir veya birden fazlasında bakım ya da arıza olması durumlarında operasyonlar ilgili Maden Mühendisi’nin vereceği talimatlarla yönlendirilir.
- Çalışma alanı kontrolü yapılan alanda tali fan çalışmaması durumunda kata giriş yapılamaz. Sadece olası çalışılması gereken durumlarda havalandırma kapısı olan yönde kapının 30 metre ilerisine kadar, havalandırma kapısı olmayan yönde 30 metreye kadar olan alanda İlgili Maden Mühendisi talimatı ile çalışma yapılabilir.
- Otomasyon sistemi üzerinden ekipmanların modeline göre çalışan tali fanlarda kat içerisine girildikten sonra fantüp’ten hava gelip gelmediği Çalışma Alanı Kontrolü esasına dayalı olarak kontrol edilmelidir. Eğer fan çalışmıyor ise kontrol odası vardiya amirine bilgi verilmeli ve fan panodan tekrar çalıştırılmalıdır. Otomasyon konusunda “*Üfleyici Fanların Scada Sistemi Üzerinden Kontrolü Talimatı*” esas alınacaktır.

Üretim katlarında, kalıcı tesislerde ve özel alanlarda detaylı havalandırma planları ilgili Maden Mühendisi tarafından, Maden Teknik Ofis Yöneticisi ve Maden Müdürü onaylı Maden Havalandırma Planı oluşturulacaktır. Fantüp uzatılmamış kör aynalar için 30. Metreden sonrası havalandırmasız alan olup talimatla verilecek olan fiziki barikatlama ile kapatılmalıdır. Havalandırma kapısı olup fantüp uzatılmamış alan için galeri sürüş yönünde 30. Metreden sonrası havalandırmasız alandır. Fiziki barikat ile geçiş engellenmelidir. Maden Yöneticisi, Vardiya Amirleri madencilik notunda geçen standart

havalandırma, Standart Havalandırma Talimatı içeriğindeki havalandırma detaylarını ve Maden Havalandırma Talimatını uygulamakla yükümlüdür.

– Standart Rampa Havalandırması

- Rampa ilerlemelerinde yüksek basınçlarda çalışan fanlar kullanılacaktır.
- Rampa ilerlemelerinde 1200mm çapında fantüpler kullanılacaktır.
- Üretim önceliklerine göre birden fazla kat ile beraber rampa ilerlemesi yapılacaksa ilgili maden mühendisi duruma özel dizaynlar yapacaktır.
- Rampa için kullanılan fanlar maksimum 2 adet ayna havalandırma kapasitesinde olduğundan olası diğer durumlarda havalandırma damperleri kullanılacaktır.
- Kat dönüşleri 90° olan noktalarda spiral fantüp ile dönüş yapılacaktır.

– Standart Kat Havalandırması

- Tüm taban yolu, cevher ulaşım ve cevher galerilerinde 1000mm çapında fantüpler kullanılacaktır.
- Kat dizaynı ve kata ait üretim planı belirleyici olmakla beraber ilgili Maden Mühendisi yüksek basınç veya yüksek debi fanı seçimini yapacaktır.
- Katlar için kullanılan fanlar maksimum 2 adet ayna havalandırma kapasitesinde olduğundan olası diğer durumlarda havalandırma damperleri kullanılacaktır. Damperler kullanılmadığı anda 2 aynadan fazla aynanın havalanması mümkün değildir.
- Kat dönüşleri 90° olan noktalarda spiral fantüp ile dönüş yapılacaktır.

Havalandırma ekipmanları, yeraltında ana ve tali havalandırmanın tamamını sağlamak için kullanılan mekanik ekipmanlardır. Madenin güvenli ve etkili bir şekilde işlemesi için kritik öneme sahiptir. Bu havalandırma ekipmanları, çeşitli kullanım alanları ve amaçlara yönelik olarak tasarlanmıştır. Efemçukuru Maden sahasındaki tüm havalandırma çalışmaları, tam mekanize sistem ile yapılmakta ve bu çalışmalarda maden personeli aşağıdaki ekipmanları kullanmaktadır:

– Fan

Yeraltında ana ve tali havalandırmanın tümünün sağlanması için kullanılan mekanik ekipmanlardır. Efemçukuru Altın Madeninde kullanılmaktadırlar, ayrıca kullanım alan ve amaçlarında farklılık göstermektedir.

Şekil 3.4: Üfleyici Fanlar



– Fantüp

Ana ve tali fanlar ile üretilen havanın istenilen çalışma alanlarına taşınabilmesi için kullanılan alev taşımaz polyester hava kanallarıdır. Fantüpler hiçbir nedenden dolayı tel, ip vs bir nesne ile dikilmemelidir. Fantüp üzerindeki kesik 1 metreden büyük ise 3 metrelik her iki ucu çemberli fantüp ile değiştirilmelidir. Kesik 3 metreden büyük ise 10 metrelik ya da 15 metrelik standart boylar ile değiştirilmelidir.

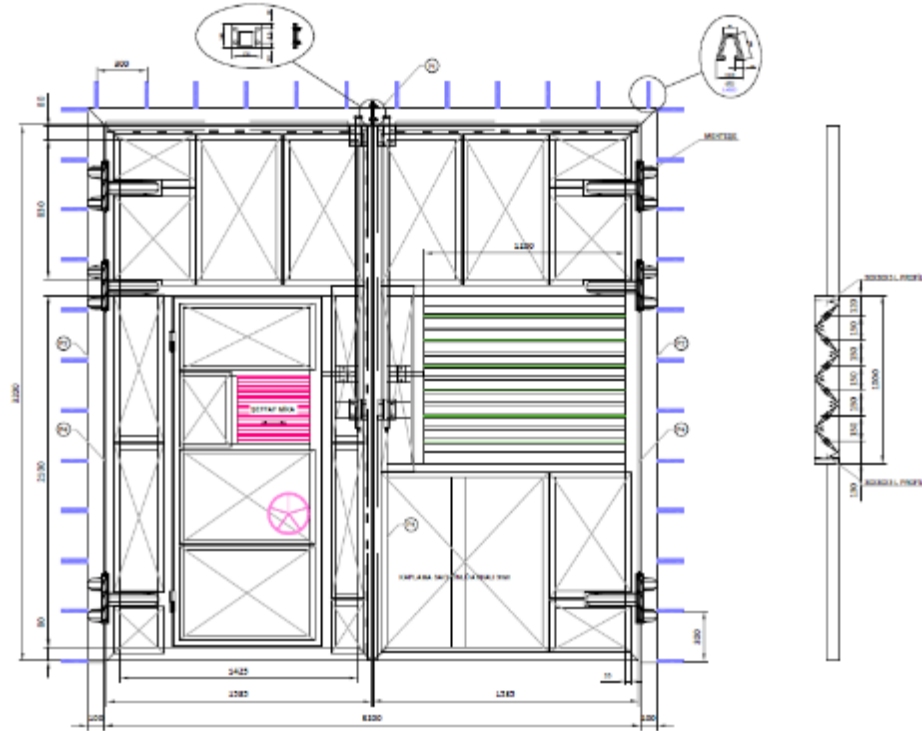
Şekil 3.5: Fan Tüpler



– Havalandırma Kapısı ve Regülatörleri

Maden havalandırmasının en önemli bileşenlerindedir. Temiz veya kirli havayı yönlendirmek, istenilen miktarda geçirmek ve acil durumları yönetmek için kullanılırlar. Yeraltı Kontrol Odası Vardiya Amirinin bilgisi olmadan havalandırma kapılarındaki regülatörler ayarları ile oynama yapılamaz.

Şekil 3.6: Havalandırma kapısı tasarımı



Şekil 3.7: Havalandırma kapısı



Havalandırma kapılarının sağlıklı çalışabilmesi ve olası hasarların en aza indirilmesi için belirlenen önlemleri güvence altına almak amacıyla aşağıdaki kontrol formu kullanılmaktadır:

- **Kapıların Daimî Olarak Tam Kapalı Tutulması:**
 - Havalandırma kapıları sürekli olarak tam kapalı tutulmalıdır, bu, kapıların işlevselliği ve sistem verimliliği açısından önemlidir.
- **Kapıların Açık Tutulmaması:**
 - Kapılar, önlerine herhangi bir nesne koyularak açık tutulmamalıdır, bu durum kapıların kullanımında güvenlik risklerini artırabilir.
- **Çarpmalardan Kaçınılması:**
 - Kapılar sert bir biçimde çarpmamalıdır, çünkü bu durum kapı kasası ve kanatları arasında çaplık oluşturabilir ve kilitlerin yerine oturmamasına, menteşelere dengesiz yük dağılımına neden olabilir.
- **Pencere Kullanımı:**
 - Kapı açılırken personel kapısındaki pencere açılarak kapı açılmalı ve kapı kapatıldıktan sonra pencere kapatılmalıdır.
- **Menteşe Bakımı:**
 - Küçük ve büyük kapılardaki menteşeler ayda bir kez yağlanmalıdır, bu, kapıların sorunsuz bir şekilde açılıp kapanmasını sağlamak için önemlidir.

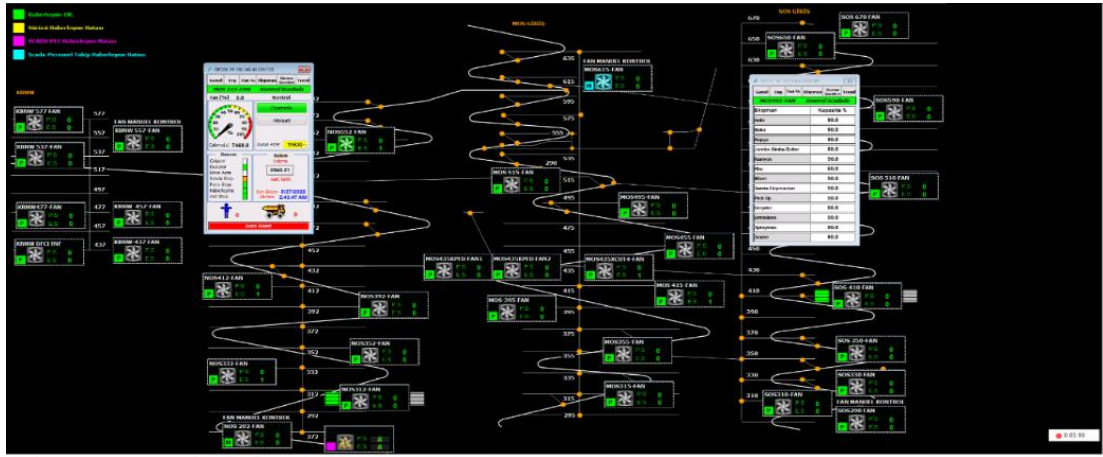
- **Regülatör Kontrolü:**

- Regülatör çalışmadığında üretimin devamlılığı durumu İlgili Maden Mühendisi ve Maden Yöneticisi tarafından değerlendirilir ve gerekli kararlar alınır.

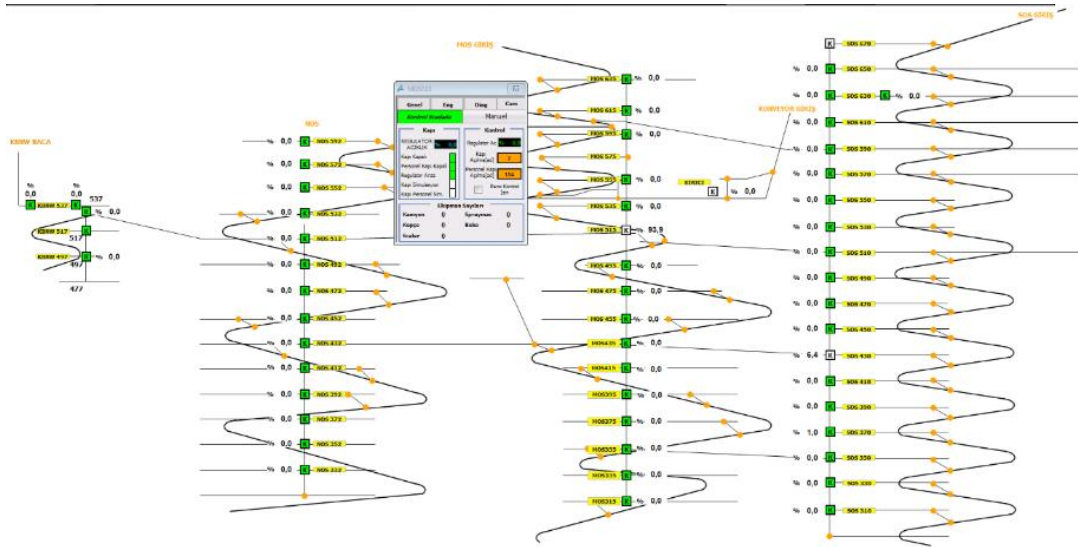
Bu kontrol formu, havalandırma kapılarının düzenli periyodik bakımlarını sağlamak ve potansiyel sorunları önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu önlemler, iş güvenliği ve maden faaliyetlerinin sorunsuz devamı için önemlidir.

SCADA, "Supervisory Control and Data Acquisition" kelimelerinin ilk harflerinden oluşan bir kısaltma olup, bir tesisi veya işletmeyi bütünsel bir şekilde kontrol etme ve izleme amacı taşıyan kapsamlı bir veri tabanlı sistemdir. Efemçukuru Altın Madeni'nde kullanılan SCADA sistemi, yeraltı ve yerüstü tesislerindeki ekipmanların izlenmesi ve kontrolünü sağlamak için tasarlanmıştır. Efemçukuru Altın Madeni'nde SCADA sistemi, operasyonların etkin bir şekilde yönetilmesini, güvenliğin sağlanmasını ve enerji verimliliğinin artırılmasını amaçlar. Bu sayede tesisin genel performansı artar ve sürdürülebilir bir madencilik işletmesi sağlanır.

Şekil 3.8: Scada fan kontrol ekranı



Şekil 3.9: Scada havalandırma kapısı kontrol ekranı



Havalandırma kalitesinin kontrolü ve önerilen modele uygunluğu için gerçekleştirilen ölçümler, işletme süreci boyunca Vardiya Amirleri ve ilgili Maden Mühendisi tarafından yönetilir. Operatörler, günlük çalışma alanı kontrolü sırasında havalandırma koşullarını gözlemleyerek bu standartlara uygunluğu sağlarlar. Madenin genel havalandırma şartları ve mevcut durumu ise ilgili Maden Mühendisi tarafından düzenli olarak denetlenmelidir. Havalandırma koşullarındaki eksiklikler veya değişiklikler, hemen bildirilmeli ve raporlanmalıdır. Havalandırma eksiklikleri, bildirim ve

raporlama sürecini takiben Vardiya Amirleri tarafından düzeltilmelidir. Değişiklikler ise aylık gözlemlerle kayıt altına alınmalıdır. Bu süreç, Maden Yöneticisi ve ilgili uzmanlar tarafından denetlenmeli, belirtilen standartlara uygunluğun sürekli olarak izlenmesi sağlanmalıdır. Bu şekilde, havalandırma kalitesi ve güvenliği, maden işletmesinin sürdürülebilirliği açısından sağlanabilir ve korunabilir.

Havalandırma Yönetim Planı, sorumlu ilgili Maden Mühendisi tarafından yıllık olarak gözden geçirilecek veya istenmeyen olumsuz havalandırma olaylarının meydana gelmesi veya havalandırma faaliyetlerinde değişiklik gerektiren durumların belirlenmesi durumunda yeniden değerlendirilecektir. Havalandırma Yönetim Planı'nda herhangi bir değişiklik yapıldığında, üçüncü uzman kişiler tarafından kontrol ve denetleme süreçleri sağlanmalıdır. Bu, planın güncelliğini ve etkinliğini artırmak, olası riskleri minimize etmek ve iş sağlığı ile güvenliği standartlarına tam uyum sağlamak adına önemli bir adımdır.

Bölüm 4

Tartışma ve Sonuç

Yeraltı madenciliğinde havalandırma, çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından hayati bir öneme sahiptir. Teknolojik ilerlemelerle birlikte havalandırma sistemlerinin tasarımı ve işleyişi, kazaların önlenmesi ve erken uyarı sistemleriyle entegre olarak daha etkili hale gelmiştir. Ancak, bu gelişmelerin yanında hala önemli sorunlar bulunmaktadır.

Yetersiz havalandırma ve hatalı uygulamalar, yeraltı madenciliği kazalarının temel nedenlerindedir. Oksijen eksikliği, aşırı nem, tehlikeli gazlar ve yüksek sıcaklıklar gibi faktörler, çalışanların verimini azaltmakla kalmayıp, ciddi sağlık sorunlarına ve hatta ölümlere neden olabilmektedir.

Bu bağlamda, havalandırma sistemlerinin tasarımında özellikle hava hızı sınırları ve gaz sınıfları gibi faktörlere özel bir dikkat gösterilmelidir. Kullanılan ekipmanlar, bu zorlu ortam şartlarına uygun olmalıdır. Yasal standartların yanı sıra ekipmanların kullanım amacına uygunluğu, onay süreçlerinden geçmiş olması ve imalatçı firmanın önerilerine uygun kullanımı önemlidir.

Tüprag Efemçukuru Altın Madeni'nde uygulanan Havalandırma Yönetimi, yeraltı madenciliğindeki güvenlik standartlarını ve sistemlerini vurgulamaktadır. Havalandırma stratejisinin uygulanması ve idamesi için yeterli kaynak tahsisi, sistemin sürekli etkinliği ve güvenliği açısından kritiktir. Bu çalışmada ortaya çıkan önemli noktalar, yeraltı madenciliğinde havalandırma konusundaki mevcut zorlukları ve çözüm yollarını göstermektedir. Havalandırma sistemlerinin daha da geliştirilmesi, teknolojik ilerlemelerin yakından takibi ve çalışanların güvenliği için sürekli iyileştirmeler, yeraltı madenciliğinde havalandırma yönetiminin temel taşlarıdır.

Kaynaklar

- [1] Maden ve taş ocakları işletmelerinde ve tünel yapımında alınacak işçi sağlığı ve iş güvenliği önlemlerine ilişkin tüzük. (1984, 22 Ekim). 2824 Sayılı Resmî Gazete.
- [2] Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi. (2004, 21 Ocak). Yayın No: 43. 3. Bölüm (Havalandırma).
- [3] Mines safety and inspection regulations. 1995. Western Australia. part 9- Ventilation and control of dust and atmospheric contaminants. 170 – 189
- [4] Management of diesel emissions in western Australian mining operations: Exposure limits and health effects (ss. 14–15).
- [5] Government of western Australia, Department of energy. Mines, industry regulation and safety. (2021, 13 Ekim). <https://www.dmp.wa.gov.au/>
- [6] Efemçukuru Altın Madeni Saha Standartları: Havalandırma Yönetim Planı
- [7] Efemçukuru Altın Madeni Saha Standartları: Havalandırma Alt Yapı ve Egzoz Fan Lokasyonları Kontrol Formu
- [8] Efemçukuru Altın Madeni Saha Standartları: Yeraltı Hidrolik Havalandırma Kapılarının Kullanım Talimatı
- [9] Efemçukuru Altın Madeni Saha Standartları: Yeraltı Havalandırma Ölçüm Formu