



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

MISGEP
İSG.inf
FD
RP

BÜLTEN

Yeraltında Tahkimat - 2

FİNANSAL DESTEK
VE REHBERLİK PROGRAMI

Mart
2022

Yeraltı Üretim Bölgelerinde Tahkimat Uygulamaları

Yeraltı tahkimat tasarımları yapılırken dünya genelinde kabul gören kaya kütle sınıflama sistemlerinden, Q ve RMR tabanlı tasarımlar esas alınmaktadır. Ayrıca kaya kütle parametrelerine göre kaya kütesinin dayanım parametreleri hesaplanmaktadır.

Tahkimat tasarımı; «Ön tasarım», «kazı sırasında gözlem ve ölçümler» ve «geriye dönüm ve tekrar değerlendirme» olmak üzere 3 ana safhada gerçekleştirilmelidir. Ön tasarım aşamasında veriler toplanarak ön analiz ve tasarım çalışması gerçekleştirilir. İkinci aşamada bu analizler sahadaki durum ile karşılaştırılır ve son aşamada tasarım nihai hale getirilir.

Jeoteknik ve jeomekanik çalışmalar da göz önünde bulundurularak tasarlanan çeşitli tahkimat türleri bulunmaktadır. Üretim bölgesinde uygulanan tahkimat yöntemi; üretilen cevherin türü, üretim yöntemi, sahanın jeolojik yapısı, su geliri, gaz geliri, yan kayaç özellikleri vb. kriterlerine göre belirlenmektedir.

Yeraltı Kömür ve Metal Madenciliği Üretim Bölgelerinde Uygulanan Tahkimat Çeşitleri

Tam mekanize uzunayak tahkimat yöntemi; alt taban yolu ve üst taban yolu arasında oluşturulan üretim panosunda hidrolik üniteli tavan kalkan tipi tahkimat ekipmanlarının kullanıldığı tahkimat çeşididir. En gelişmiş tahkimat sistemlerinden olan bu yöntem, kömür damarı yapısına göre 300 metreye varan üretim panosunda, emniyetli bir şekilde hızlı ilerleme imkanı sağlamaktadır. Bu teknolojinin gelişmiş versiyonlarında şilt arkası göçük kısmında personel kullanılmadan güvenli bir şekilde üretim yapılabilmektedir.

Yarı mekanize tahkimat yöntemi; alt taban yolu ve üst taban yolu arasında oluşturulan üretim panosunda hidrolik üniteli tavan kalkan tipi tahkimat ekipmanlarının kullanıldığı, kazı işlemlerinin delme-patlatma yöntemiyle yapıldığı tahkimat çeşididir. Yarı mekanize çalışılan panolarda verimli çalışma eğimi maksimum 30 derecedir.

Klasik Çelik Tahkimat Yöntemi: Sürtümlü demir direkler, çelik sarmalar, hidrolik direk – çelik sarma kullanılarak yapılan tahkimat yöntemidir. Metalden yapılmış ayarlı direklerin (ister sürtümlü ister hidrolik) ortalama ömürleri dört yıldan çok olmaktadır. Her ne kadar ilk tesis masrafları yüksek ise de ağaç direklere göre daha kısa sürede ilk yatırım maliyetlerini karşılamakta, geri kalan aylarda büyük çapta tasarruf sağlamaktadır.

Ağaç tahkimat yöntemi; arına paralel ve arına dik sarmalı olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Arına dik veya paralel olarak konulmuş «sarma» denilen 3-4 m uzunluğunda direk ile onu «kurtağzı» şeklinde tutan 3-4 «çatal direkten» ibaret bir tahkimat biçimidir. Sarmaların üzerine konulan kamalar ise hem tavan yükünün sarmalara aktarılmasını sağlamakta hem de kavlakların düşmesini engellemektedir. Ayak arkasının emniyetli bir şekilde göçertilmesini ve ayağın üzerindeki tavan yükünün önemli bir kısmının taşınmasını «domuzdamları» sağlamaktadır. Tavanın sağlam olmadığı hallerde, kazı tamamlanmadan önce lata denilen bir yarım direk alttan çatalar ile tutturularak sürülmeekte olan kamaları geçici olarak tutar. Kazı tamamlandıktan sonra normal çatal ve sarma atılarak geçici lata tahkimatı çıkarılmaktadır.

Püskürtme beton – kaya saplaması ; Püskürtme beton uygulaması, içeriğinde temel olarak bağlayıcı çimento malzemesi, su ve agrega bulunan malzemenin, yeraltında ekipmanlar kullanılarak uygulandığı yöntemdir. Kaya saplamaları, duraysızlık yaşanabilecek olan blokları birbirine veya sağlam zemine bağlayan tahkimat elemanlarıdır. Püskürtme betonun kaya saplamaları ile birlikte kullanımı, açıklık oluşan alanda aşırı gevşemeye müsaade etmeden kaya kütesini kendine taşıttırmayı mümkün kılmaktadır.

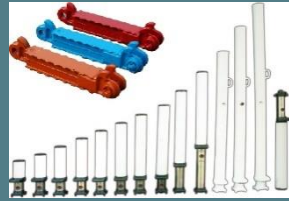
Halat tipi kaya saplamaları; basit olarak bir veya daha fazla halatın özel olarak delinmiş deliğe yerleştirilmesi, çimento harcı vb. ile doldurulması ve bu sayede kaya kütesi içinde bir kolon oluşturulması şeklinde tanımlanabilir. Ana kayaç yapısının bozulduğu bölgelerde blokları birbirine veya sağlam zemine bağlayarak tahkimatı güçlendirmek için kullanılmaktadır.

Dolgu yöntem; daha çok metal madenciliğinde kullanılan bu yöntem, üretim alanlarından alınan cevherin yerine farklı dolgu malzemeleri kullanılarak (pasa, beton dolgu vb.) ramble yapılması şeklinde uygulanan tahkimat yöntemidir.

BİLİYOR
MUSUNUZ?
MISGEP
İSG.inf



Yarı-mekanize tahkimat uygulaması



Hidrolik Direk - Çelik Sarma



Püskürtme Beton Uygulaması



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Yeraltında Tahkimat - 2

FINANSAL DESTEK
VE REHBERLİK PROGRAMI

Mart
2022

Yeraltında Kullanılan Özel Tahkimat Uygulamaları

Yeraltı tahkimat çalışmalarında; kavşak noktaları, kontrolsüz meydana gelen göçükler, ani galeri yükselmesine neden lokal boşluklar vb. bazı alanlarda özel tahkimat uygulamaları yapılmaktadır.

Yeraltı kavşak noktaları;

Kavşaklar iki veya daha fazla galerinin belirli bir bölgede birleşmesi sonucu kesit geometrilerinde oluşan ani değişiklikten etkilenen yapısal bölgeler olarak tanımlanabilir. Galeri kavşakları yapısal olarak zayıf bölgelerdir. Bu bölgelerde karşılaşılan duraysızlık sorunlarının önemli nedenlerinden biri de kavşak çevresinde oluşan ikincil gerilme alanıdır. Her kavşak, kendi koşulları ve geometrisi göz önünde bulundurularak tasarlanmaktadır.

Kavşaklarda kullanılan tahkimat tasarımına bağlı olarak;

Ağaç tahkimat uygulanan galerilerin kesişmesi ile oluşan kavşaklarda mutlaka bir çeşit kilit takviye sistemi düşünülmeli, kavşak çevresinde ve kavşaklarda bağ aralıkları azaltılmalıdır.

Çelik bağlar ile desteklenen galerilerin kesişmesi durumunda kavşak tahkimatın oldukça önemli zorlukları da birlikte getirmektedir. Bağlar özel olarak, kavşak bölgesinde kullanılacakları boyut ve şekillerde önceden hazırlanarak belirli bir sıraya göre kururlar. Ayrıca kavşaklara yaklaşırken göreceli olarak artması beklenen yüklerle karşı gerekli önlemler alınmalıdır. (örn. Bağ aralıklarının azaltılması, sıklama takozlarının sayısının artırılması, daha büyük kesitli çelik profillerin kullanılması vs.)

Kaya saplamalarının kullanıldığı galerilerde kavşaklar ve çevresinde alınan ek tahkimat önlemlerine örnek olarak; saplama boylarının uzatılması, saplama aralıklarının azaltılması ve yük taşıma kapasitesi yüksek saplamaların kullanılması gösterilebilir.

Kavşaklar için belirlenen ek tahkimat önlemleri yalnızca kavşak bölgesinde sınırlı kalmamalı, kavşağın etki alanının genişliği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Lokal Göçüklerde Tahkimat Uygulamaları ve Deforme Olan Tahkimatın Yenilenmesi

Yeraltı maden açıklıklarında kaya yükleri ve tahkimat sistemleri arasındaki denge bozulursa tahkimat sistemleri deforme olabilir.

Yeraltı madencilik faaliyetleri esnasında jeolojik yapıya bağlı olarak faylanmalar ve su gelininin olduğu alanlarda beklenmeyen ani lokal göçükler meydana gelebilir.

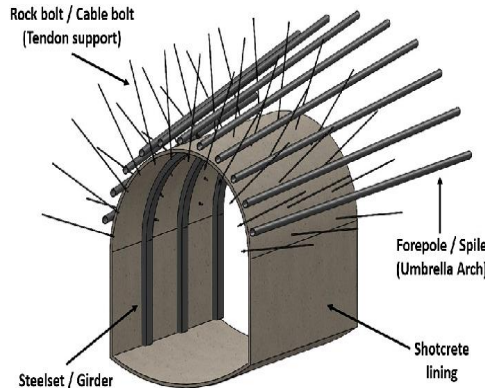
Tahkimatın deforme olduğu, lokal göçüklerin meydana geldiği bu bölgelerde özel tahkimat yöntemleri kullanılmaktadır.

Özel tahkimatlara örnek olarak,

- Kimyasal enjeksiyon ya da çimento katkılı dolgu malzemesi* kullanarak boşlukların doldurulması,
- Halat tipi kaya saplamaları, çelik örgülü hasır telleri gibi tahkimat elemanlarının yardımcı olarak kullanılması gösterilebilir.

Deforme olan tahkimatın yenilenmesi ve göçüklerde tahkimat çalışmaları yürütülürken, çalışma yapılan bölgenin kayaç yapısı ve bölgedeki riskler göz önünde bulundurularak çalışmalar yürütülür.

***Kıyasal yeraltı dolgu malzemeleri** ; yeraltında oluşan açıklıkların doldurulmasında kullanılan özel kimyasallardır. (Kimyasal maddelerin kullanımı yapısına göre çalışma ortamı havasına katı veya sıvı parçacık, gaz, buhar, duman ve/veya is salınımına sebep olmaktadır, bu sebeple "aerosol" maruziyetine de dikkat edilmesi gerekmektedir) Sıvı halde püskürtülerek uygulanan bu malzemeler genişterek hızlı bir şekilde boşlukların geçici olarak doldurulmasına imkan sağlamaktadır.



**BİLİYOR
MUSUNUZ?**
MISGEP
ISG.E

Kavşak noktalarının etki bölgesi;

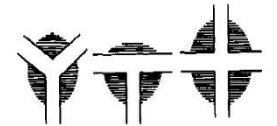
Bir kavşağın etki bölgesinin genişliği, öncelikle kavşak tipine bağlıdır ve kavşağı oluşturan açıklıkların birbirine göre konumları ile kesit geometrilerinden etkilenir.

Az sayıdaki açıklıkların oluşturduğu kavşağın etki bölgesinin daha küçük olması beklenir. (Şekil.1)

Kesişme açısı daraldıkça, kesilen açıklıklar arasında kalan yüksek gerilme bölgesinin genişliği de artar. (Şekil.2)

Etki alanı geniş olan açıklıkların kesişmesi ile oluşan kavşakların etki bölgeleri de geniş olacaktır. (Şekil.3)

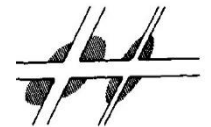
Aynı kesitli şekilli ancak farklı boyutlarda olan iki açıklığın kesişmesi durumunda, büyük kesitli açıklığın diğer açıklık çevresinde oluşan gerilmeler üzerinde daha geniş bir etki olmaktadır. (Şekil.3)



Şekil.1 Kavşak tipinin etkisi



Şekil.2 Kesişme açısının etkisi



Şekil.3 Açıklık boyutlarının etkisi