

Kayada Kullanılan Tünel Delme Makinası

1966 yazında Zürich'te bir gün kalmıştım. Aldığım bir sabah gazetesine gözüktüğüm zaman İnşaat Mühendisliği hakkında çok enteresan bir yazı gördüm.

Bu makinelerin zamanı gelince, bilhassa İstanbul'da kanalizasyon, metro inşaatında ve trafik işlerinin halli için masraflı istismlaklerden kaçınmak üzere yeraltından geçirilebilecek bazı yol işlerinde kullanılması uygun olabileceğini düşünerek dilimize çevrilmesini faydalı gördüm.

Bu yazının yayınlanan bir kısmından başka, halen tatbikatta kullanılan tünel delme makinelerinin bususiyetlerini açıklayan ikinci kısmı vardır.

GİRİŞ : I

Beş altı yıldan beri teknik dergilerde, daha ziyade Batı Almanya, Birleşik Amerika ve Demirperde gerisinde, madencilikte yeni tarzda bir tünel delme makinesinin geliştirildiğine dair yazılar çıkmıştır. Bilhassa Amerikada bunlara benzer makinelerin yol tünelleri ile su tünellerinde tatbikatına dair haberler de gelmiştir. Burada daire kesitli tünellerde bütün kesiti birden delen ve kesici döner bir delme başlıklı makineler söz konusudur. Bir çok yayınlarda bu makineye tünel frezesi, tünel sondaj makinesi, rotatif minör gibi isimler verilmiştir. (Şekil 1 ve 2 ye bak) son zamanlarda İsviçrede, günlük gazetelerde böyle makine'lerin İsviçrede kanalizasyon tünellerinde kullanıldığına dair haberler de çıkmıştır. Bu tünellerden biri Turgi civarında olup 3,5 m. çapındadır, diğeri de Freiburg şehrinin altından geçer ve çapı 2,56 m dir. Halen Avrupada çeşitli tipte 10 kadar makina kullanılmaktadır. Bu durum, bir taraftan İsviçreli müteahhitlerin bu kadar erkenden kullanmaya başladıkları bu yeni makina hakkında ilgililere bilgi vermeyi ve diğer taraftan tünel inşaatında çok yeni ve hususi bir makineleşmeyi daha geniş çevrelere duyurmayı uygun mütalâa ettirmiştir. Burada bu makina ile ilgili olarak teknik sorunlar açıklanacak, ve bu yeni inşa metodunun fayda ve mahzurları e'le alınacaktır. Nihayet bu tünel delme tekniğinin bugünkü durumuna bir göz atılarak teknik ve iktisadi kullanma sınırlarının gösterilmesine çalışılacaktır.

Tünel inşaatında tam mekanize bir delme makinesinin kullanılışında gelişme durumunu anlatabilmek için

Çeviren :

Muhittin KULİN

Yük. Müh.



bu gibi makinelerin delinecek zemin bakımından genellikle aşağıdaki iki hal ayırdedilmektedir;

1) Gevşek Malzeme :

(Kum, çakıl, morenler, kil vb.)

a) Tünel cephesinin kendi kendini tutabilecek kadar sağlam olması,

b) Tünel cephesi sağlam olması,

2) Kaya Zemin :

(Kumtaşı - gre) kalker, granit vb.)

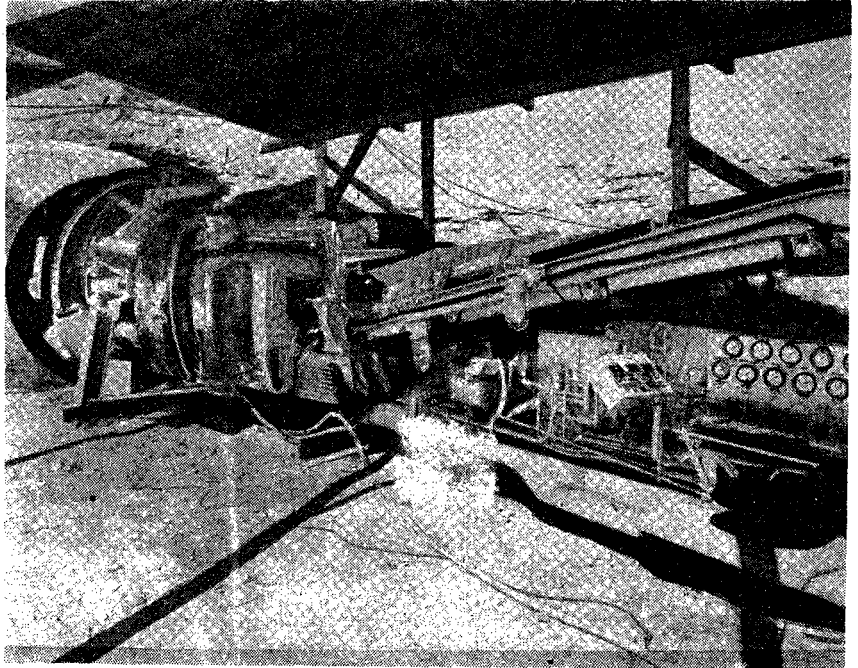
a) Sağlam,

b) Sağlam olmayan, zeminde rastlanabilecek bu çeşitli şartlara göre iki tip delme makinesi geliştirilmiştir.

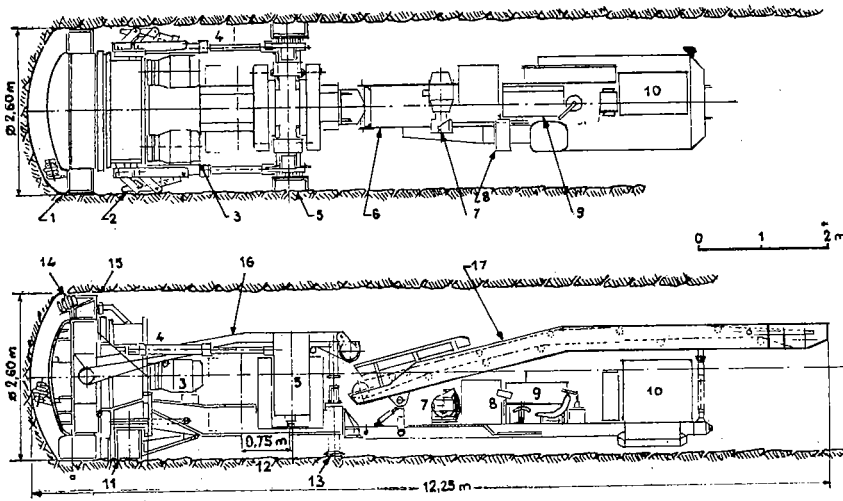
Bunlardan bir tipi gevşek malzemenin teşekkül eden zeminlerde, diğer tipi ise kaya zeminde kullanılır. Bu bakımdan bazen karışıklıklar olmakta, mevcut bir makinenin hem gevşek hem de kaya zeminde kullanılabileceği sanılmaktadır. Bu ise delme makinelerinin zemin cinsine bağlı olarak konstrüksiyonlarının farklı olmasından dolayı mümkün olamamaktadır.

Dipl. Ing. Hansjörg Ruppaner (ETH)

Neue Zürcher Zeitung, 6.7.1966 da çıkan bu yazı, yazarının müsaadesiyle dilimize çevrilmiştir.



Şekil : 1 — Robbins marka tünel delme makinesi, Model 81, delme başlığı çapı 2,60 m.



Şekil : 2 — Robbins marka tünel delme makinesi, model 81 delme başlığı çapı 2.60 m. Üstte : Plân, Altta : Makinenin boylam kesiti. 1 kazılan maddeleri atma kovası, 2 yan dümenler, 3 motor, 4 ilerleme presleri, 5 gergi tertibatı, 6 kumanda kızıağı, 7 hidrolik pompa, 8 kumanda masası, 9 hidrolik santral, 10 trafo. 11 kazma plakası, 12 ilerleme payı = 0,75 m. 13 yardımcı oturma (mesnet), 14 döner makkap (Disc cutter), 15 toz tutucu, 16 taşıma bandı I, 17 taşıma bandı II.

Bugün gevşek ve fakat tünel cephesinde kendini tutabilen zemin malzemesi içinde tünel delmek için kullanılan makineler, şimdiye kadar kullanılan cephesinin el ile kazma işini mekanize etmek amacı ile (Schildeba-ue'se) kalkan inşa tarzından geliştirilmiştir. Bu gibi makineler Londra, Hamburg ve Rusya'da metro inşaatında kullanılmıştır. Belirli yeraltı şartları içinde iyi netice veren gözlemler başlıca şu esasa dayanmaktadır. Kalkanın ön tarafında, fakat kalkanın zirhi içinde bir sondaj başlığı kalkanın mihveri etrafında döndürülür, bunun ispitleri (parmaklıkları) tırmalayan veya kazıyan bazı aletler taşır. Bu suretle gevşek malzeme dilim dilim kazılarak hususi iletme tertibatı ile makinenin arkasındaki vagonetlere doldurulur.

Tünel cephesinde kendini tutamayan gevşek malzeme için Batı Dünyasında iyi netice vermiş bir tünel delme makinesi henüz mevcut bulunmamaktadır. Rusya ve Macaristanı gezmiş bulunan mühendislerin bildirdiklerine göre oralarda da böyle bir makinenin kullanılmamakta olması icabetmektedir. Bununla beraber bir çok yerlerde bu mesele ya etüd veya tecrübe safhasında bulunmakta olup her halde çok güç çözülecek gibidir. Aşağıda yalnızca yumuşak veya orta sertlikteki zeminlerde kullanı-

lan tünel delme makineleri söz konusu edilecektir. Tünel delme makineleri terimi ile daire kesitli dönen bir sondaj başlığı bulunan ve bu ameliyede tünel kazan makineler kastedilmektedir. Ayrıca şunu da ilâve edelimki, tünel terimi ile yol ve su tünelleri birlikte ifade edilmiştir.

TARİHİ GELİŞME, MAKİNELEŞME EĞİLİMİ:

İsviçrede mühendisler tünel inşaatını rasyonelleştirmek ödevi ile yüz yıldan daha uzun bir zamandan beri yani demir yolları inşaatı devri boyunca uğraşmaktadırlar. Bu zaman zarfındaki gelişmeler, kömür madenlerini işleten memleketlerin çalışmalarına dayanır, başarılı sayılabilir. En modern makinelerin kullanılmasına rağmen tünel delme işi evvelce olduğu gibi kazalara müsait ve kesif bir çalışma sistemi ile lağım delme patlatma, boşaltma, ritmine, yani kayayı daima belirli bir kalınlıkta tabaka tabaka kazma esasına dayanmaktadır. Rahatça kullanılan hidrolik tertibatlı lafetli ve ağır lağım delme çekiği ve sert metalden makkap makinelerini taşıyan bu yeni lağım arabaları (Jubolar) emniyetle çalışan tünel ekskavatörleri ve yeni (garj) doldurma ve boşaltma tertipleri bir tünel delme ekibinin elemanlarını bir hayli azaltmaya ve küçük

kesitli tünellerde delme randımanının oldukça artmasına yol açmışlardır. Fakat ekonomik metodların bulunması arzusu tükenmemiştir. İşçilerin işten çıkarılmalarında günden güne artan güçlükler, yükselen ücretler ve karşılaşılan problemlerin büyüklüğü işlerin daha ziyade mekanize edilmesini ve kayayı patlatma safhasının terk edilerek şimdiye kadarki çok zaman alıcı çalışma sistemini değiştirmeye zorlamaktadır.

Bunlara ilaveten son zamanlarda çıkan diğer bir durumda bugüne kadar kullanılan tünel delme metodlarının değiştirilmesini düşünmeyi zorlamaktadır. Bu durumun, şehirlerde su tesisatı, kanalizasyon veya yeraltı demiryolları (metro) ve yeraltı oto yolları açılmasının aktüel hale gelmesinden doğmaktadır.

Bu sayılan inşaat işlerinde, kayalık zeminlerde, patlatmadan doğan zararlar ve sallantıları tamamen önlemek için bilhassa meskün mahaller altında dinamit atılmadan kazı yapılması arzu ve ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. İşaret edilen bu eğilim daha elverişli ve günün icaplarına ancak belirli ilk şartlar altında daha iyi uyacak bir tünel delme usulüne, hususi olarak bu iş için elverişli ve bir kaç yıldan beri gelişmekte olan tünel delme makinelerine büyük ilgi gösterilmesini zaruri kılmaktadır. Bu gibi makineler çok sert olmayan kayalarda daire kesitli herhangi bir çapta bir tüneli kesici ve kazıcılarla teçhiz edilmiş dönen bir sondaj başlığı ile delmek için kullanılırlar.

Dinamitsiz bir delme makinesinin icadı fikri pekde yeni değildir. Madencilikte geçen yüz yılın son yıllarında Amerika ve Avrupa çeşitli konstrüksiyon şekillerinde makineler kömür ocaklarında kömür ve yumuşak kayalarda galeri kazılarında kullanılmıştır. Önceleri bu makineler tazyikli hava ile çalıştırılmış isede kısa bir tecrübe devresinden sonra, bundan vezgeçilmiştir. 1919 yılında Macaristan kömür ocaklarında "semidt delme makinesi" denilen makine ile oldukça iyi netice alınmış, bu tip bir makine daha sonra Almanyada Hal'e kömür havzasında da kullanılmıştır. Tünelin bütün kesitini kesen

bu makinelerin çapı 3 m ve ağırlığı 3,5 T. dur. Elektrikle çalıştırılmıştır. Elemeginin gittikçe bahalaşması ocakların daha seri ve daha ekonomik çalıştırılması zarureti karşısında, ancak son yıllarda bu gibi makinelerle delici aletler daha ziyade geliştirilmiş ve sığrama şeklinde bir ilerleme kaydetmişlerdir.

Bu başarılar; metalürji, genel makine inşaatı, ve hidrolik yardımcı aletlerde erişilen ilerlemelerle paralel bir seyir taleptmiştir. Maden ocaklarına elverişli bu tip makineler hidroelektrik tesisleri, yol ve demiryol tünelleri inşaatı için uygun bulunmamakta ve bu maksatla bu işlerin şartlarına daha iyi uyacak yeni konstruksiyonların geliştirilmesi lazım gelmiştir. Bu arada ocak işletmelerinde elde edilen esaslı bilgilerin değerlendirilmesi kabil olmuştur. Delme metodunun geliştirilmesi ve hele sert kayalarda delme başlığının teşkilinde kullanılan aletler bakımından petrol endüstrisinde kullanılan sondaj aletlerinde ve dikey kuyu delme tekniğinde edinilen tecrübelerden faydalanılmış ve böylece döner makkapların geliştirilmesinde esaslı ilerlemeler sağlanabilmiştir. Mühendislerin yüz yıldan daha uzun bir zamandan beri tünel kazmak için bir delme makinesi bulmaya çalıştıklarının tesbiti hakikaten enteresandır. Bunlardan ilki 1882 yılında Fransa ile İngiltere arasında Manş tüneli projesinde Sir Edward Watkins tarafından 2,14 m çapında bir tecrübe tüneline kullanılmıştır. Bu maksatla İngiliz ordusundan İstihkâm Albayı Beaumont kendi ismine izafe ettiği tünel delme makinesini imal etmiştir. Bu makine bir daire profilini tam kesit olarak kazacak durumda idi, Bu alet basınçlı hava ile işleyen bir delme başlığı ile hidrolik bir ilerleme mekanizmasını ihtiva etmekte idi, bu makine ile kendini tutan tebeşir kayalarında 1800 M. lik bir tünel delinmiş ve günde en çok 12 M. ye kadar bir ilerleme kaydedilmişti.

Bazı Teknik Problemler

Piyasada mevcut tünel delme makinelerinin tariflerine geçmeden önce aşağıdaki açıklamalarla önce böyle bir makinenin imalinde karşılaşılan ve mükemmel bir şekilde

çözümlenerek makinelerin emniyetle çalıştırılmalarının ve kullanılmaları halinde ekonomik bir netice alınabilmesinde esaslı bazı teknik problemler anlatılacaktır. Makine tekniğini ilgilendiren hususlar bir tarafa, böyle bir makineyi kullanmaya karar verecek bir inşaat mühendisini aşağıda yazılı şu esaslı noktalar ilgilendirir;

Delme başlığının (makkap) takımları ve bunların aşınmaları,

Kazının malzemenini atılması, İstenilen ilerleme yönünün tutulması,

Mümkün olan ilerleme hızının takdiri,

Toz ve sıcaklık ile mücadele, Delme başlığı (Makap) takımları ve bunların aşınması.

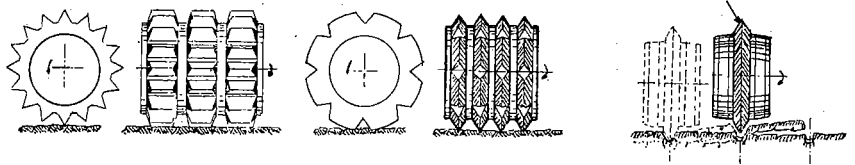
Patlatıcı madde kullanılmaksızın tünel delme konusunda çözümlenmesi lâzım gelen ana mesele, elverişli bir makkap başlığının geliştirilmesi ve bu başlığın kaya içinde sürekli olarak patlatıcı madde yardımı olmaksızın kaya parçalarını uygun bir büyüklükte kırmayı sağlayabilmektedir. Dökülen kaya parçalarının boyutlarının, tünel cephesinden, mekanik yardımcı vasıtalarla kolayca ve arzısız taşınabilecek büyüklükte olmalıdır. Kaya bünyesinin parçalanması esas olarak iki çeşitli tarzda sağlanabilir, ya kama prensibi veya kesme prensibi. Kama prensibinde, kama büyük bir basınçla kaya içine tazyik edilir. Bu suretle kamanın hemen etrafında statik yüksek gerilmeler tenasül eder, bunun sonucu olarak da kayada kırılma çizgileri doğar ve kaya tabakalanarak parçalanır. Taş ocaklarında bilinen eski usul taş parçalamada kamanın girişi var-yoz darbeleri ile sağlanır. bir tünelin bütün kesitinin indirilmesi istenirse kama başlarının, mesela döner bir makkap başlığı üzerinde kama uçları

nın veya kama keskinlerinin bulunduğu yerler münasip şekilde tesbit edilmelidir. Döner makap makinelelerinde kamalarla yüksek tazyik elde edilmesi ve tazyikin muhafazası darbeli prensiple işleyen bir makineye nazaran makine tekniği bakımından daha kolay çözülebildiğinden, bir sürü dişli veya kesikli kamaların bir tekerin çevresine yerleştirilerek bu tekerleri kazılacak kaya yüzünde büyük bir tazyikle döndürmek fikri doğmuştur. Kesikli kamaların teşkil tarzına göre aksiyal dişli, bilezik dişli veya çıkıntılarla teçhiz edilmiş tekerler (Roller meisel veya roller bits) VS. yapılmaktadır. Bunlarla kaya kısmen toz, kısmen mıcır haline gelmektedir. Hususi bir teker tarzında bir tek sonsuz bilezik kama şeklinde olup, imalatçısı tarafından "disc cutter" adı ile anılmaktadır (Robbins delme makinesi). Bu makinenin tesiri kayayı daha ziyade parçalama şeklinde görülmekte, bu sebeple daha az enerji ile çalışmakta ve kaya oldukça iri parçalar halinde dökülmektedir. Aşağıda açıklamalarda kama prensibine dayanan bütün makkap başlıkları genellikle döner makkap adı ile anılmaktadır (Şekil 3 e bak).

Kesme prensibinde ise kaya kesici makkap ile bir metalden talaş çıkaran bir makine gibi kesilir, ancak, kayaların gevşekliği dolayısıyla maddede olduğu gibi talaş çıkmaz parçaları sürekli olarak parçalayıp dağılırlar. Bunlarda makinenin kama sistemindeki kadar büyük bir tazyik'e kaya yüzüne bastırılmasına lüzum yoktur. Keskinlerin kaya yüzüne eğilimi ve makine basıncı kayanın cinsine ve sertliğine tabidir.

Ekonomik bakımdan şu husus bilhassa önemlidir; Bu makinelerin tünel yüzünü ve tümünü birden kaz-

Hususi çelikten aşınma halkası



Şekil : 3 — Kazma prensibine dayanarak kayanın kazılması (kırılması). Solda - Aksiyal dişli döner makkap, ortada - dişli halkalı döner makkap, sağda : sonsuz kama dişli döner makkap (Robbins'in disc cutter'i).

net veya benzeri) verilmek ıktıza eder. Malzemenin, makinenin önünde gerisine atılmasını her bir makine imalatçısı başka bir şekilde çözmüştür. Çoğu makinenin dönen delme başlığı çevresine yerleştirilmiş kovalarla (su dolaplarındaki gibi) kırılan malzeme tünel tabanından alınarak delme başlığının yan tarafından veya üstünden geçirilen bir taşıma bandına boşaltılır. Diğer fabrikalar ise taşıma sorununu, maden ocaklarında yükleme makinelerindeki gibi tırmıklı taşıyıcı zinciri veya arşimed vidası tertibi ile çözmüşlerdir. Bunlardan başka kazı malzemesine su karıştırmak suretiyle, su yolu ile taşınmasında denenmiştir. Önemli olan cihet taşıma düzeni kapasitesinin tam ve yeteri kadar tesbit edilmiş olmasıdır. Bu düzen delme (kazıcı) makinesinin dakikada 10 cm ilerleme yapabileceğine göre tesbit edilmelidir. Aksi halde taşıma işinde tıkanmalar görülür ve bunun sonucunda kazıcı makinenin kesik çalıştırılması icabeder. Kaya tabakalarının elverişsiz bir yatımda olması yüzünden büyükçe blokların düşmesi, yapışkan ve killi tabakalardan geçilmesi halinde de kazı malzemenin taşınmasında tıkanıklıklar olabilir.

İstenilen ilerleme istikametinin tutulması.

İşletmede çalışan bir tünel delme makinesinin boylam aksı (tulani mihreri) nin tünel aksına intibakı, sürekli olarak kontrol edilmelidir.

Bunun için makinenin kumanda tesisatı ile tünel aksına göre sürekli olarak istikamet tutturulmalı ve kazıcı başlığın merkezinin, kabil olduğu kadar sıhhatli tünelin proje mihreri üzerinde bulunması sağlanmalıdır. Bu meselenin tatminkâr bir şekilde çözümü, oldukça büyük olan ilerleme hızı ve makineyi etkileyen büyük kuvvetlerin bulunmasından ötürü, pek de kolay değildir. Bir kaç yüz tonu bulan ilerleme kuvvetleri, delici başlığının dönmelerinden itikal eden ve makinenin çapı ile imal tarzına göre 10000 Kg m den 100 000 Kg m ye kadar ykselebilen dönme momenti makineyi yerinden etmeye çalışırlar. Bu hal tünel profilinde değişik mukavemeti haiz kaya tabakalarının elverişsiz bir durumu ile daha

da çoğalır. Yandan gergi presleri ile mücehhez ve ilerleme preslerinin piston uzunluğu ile mütenasip olarak kademe kademe çalışan delme makinelerinin prensibi, delme başlığını taşıyan ilerleme aksının hidrolik kumanda tertibatı ile makinenin preslerle edilmiş arka kısmına nazaran, doğrultusunda sürekli olarak tutulmaktadır. Paletli (Tank tekerlekli) ve yandan güdücü kılavuz tesisatlı ve tünel içinde az çok hareket kabiliyeti bulunan, dolayısıyla tünel cephesinin yolunu izleyen makinelerde istikamet tutulması daha da güçtür. İstikamet tutulması ve kontrolü halen normal olarak makine üzerine monte edilmiş optik veya elektrikli çalışan bir rasat aleti ile tünelin gerisinde bulunan bir hedef tahtası vasıtasıyla sağlanır. Bu günlerde Laser ışınlarından faydalanmada denmektedir. Bu metodlarda istenilen istikamet ve meylin tutulmasındaki sıhhat derecesi, delme makinesini idare eden maknistin maharet ve dikkati ile ölçü işlerini yapanın güven derecesi ile çok yakından ilgilidir. Bu sebeple herhangi bir anda istikamet kaçıklığına dair elde edilen bilgiyi otomatik olarak direksyona intikal ettirecek bir kontrol mekanizması imaline çalışılmaktadır. Bu arada çeşitli tertipler arasında ceser kop pusla sistemi de düşünülmektedir. 0,5 - 1,0 m ilerlemeden sonra sıkı bir istikamet ve meyil kontrolü sayesinde yan yüksekliklerde mevzii sapıtmaları 10 cm den aşağı düşürmek kabildir.

Mümkün olan ilerleme süratinin takdiri.

Makine imalatçıları makinelerinin belirli bir kaya cinsinde asgari veya muhtemel takatını bildirirler. Bu takat makinenin net dönüşü (çalışması) sırasında dakikada ilerleme mesafesi ile ifade edilir. Bu mesafeler halen orta sertlikte kayalar için dakikada 3 — 6 cm dir. Maliyet hesapları ve iş programlarının tanziminde ise uzun bir çalışma süresindeki bir vardiyalı ortalama ilerleme takatı esaslıdır. Bu miktar, inşaat işlerine ait yayınlardan çoğu yeteri kadar açık bilgiler verilmemesinden ötürü, makinenin ortalama takatının % 25 — 40 ı kadar alınmalıdır. Buna

göre makinenin dönüş (çalışma) zamanları toplamı vardıya saatları toplamının % 25 — 40 ını teşkil eder. Prader AG, Züriç müteahhit firması makinelerinin İsviçrede kullanılan delme başlığı çapı 2,60 m olan bir Robbins delme makinesindeki tecrübelerle göre dönüş zamanı kat sayısı % 25 i ancak aşmaktadır. Vardiyanın diğer zamanlarında makine çalışmaz ve tünel kazmaz Vardıya zamanı şu işlerle geçer;

Normal iş'etmeden doğan inkıtalar delme başlığının belirli bir ilerleme s'nden (çoğun 0,5 - 1,5 m) sonra makinenin geri çekilmesi,

Sürekli istikamet kontrolü ve gerekli düzeltmeler,

Başlığın (kalkanın) piketajı

Dolu vagonların boş vagonlarla değiştirilmesi, Delme başlığında parçaların kontrolü ve değiştirme işleri.

Bakım ve tamir işleri-

Tünel içinde rayların ve katları uzatılması,

Tüneldeki tali işler,

Kayanın tahkimi (iksa işleri)

Su tutma işleri V.S.

Bu döküm, tünelin geoteknik durumu, su hucumu, kayaların iksa işleri, şantiye organizasyonu, ve günlük çalışma süresi hakkında etraflı bilgi verilmediği taktirde, makinenin uzun süreye alt ortalama takatı için verilecek bilgilerin çok az bir kıymeti olduğunu açıkça göstermektedir.

Bazı günlerde orta sertlikteki kayalarda (2 veya 3 vardıyada) 30-40 m ve haftada 100-120 m lik rekor ilerlemelerin erişildiği olmuş ise de bunlar şimdilik istinal bir hal olarak kabul edilmelidir.

Toz ve sıcaklık ile mücadele

Kayanın cinsine, dağın rutubet derecesine ve makinenin delme başlığının tertip tarzına göre makinenin çalıştığı sırada az veya çok toz hasıl olur. İmalatçı firmalar, bilhassa çalışanları rahatsız eden tozu, çalışma yerinde azaltmak veya tozu uzaklaştırmak için çeşitli tecrübelerle girişmişlerdir. Çoğunyeterli netice veren en basit tedbir tünelin cephesi ile makinenin delme başlığı arasında-

ki hacmi kapatmak ve tünelin geri kısmından ayırmak üzere lastik bir halka tertip edilmesidir. Buna toz kalkanı denilir. Bundan başka bir tedbir de delme başlığı üzerine monte edilen püsgürgeçlerden tünel cephesine basıncı su fışkırtmaktır. Ayrıca hususi toz filtre tesisleri de geliştirilmiştir. Bu tesisler ya makinenin üzerine veya makinenin arkasına hususi kızaklar üzerine monte edilir, çoğun çok da yer işgal ederler. Diğer bir çözüm tarzı da bir aspiratör ile makinenin önünden tozlu havayı emerek tünelin havalandırma sistemi içine sevk etmektir. Büyük tünel delme makinelerinde hava sızdırmaz ve klima tesisatlı makinist daireleri de tertip edilebilir. Kötü bir neticeyi önlemek ve sürekli arızalardan kaçınmak için tozun tutulması ve ayrılması meselesi her bir hususi halde iyice etüd ve tecrübe edilerek halledilmelidir.

Makinenin etrafında ayrıca, delme başlığının elektrik tesisatı, hidrolik pompalar ve taşıma tertibatına ait toplam enstale takatı bir kaç yüz kilovattı bulan motorların çalışmasından doğan ısı artışı vardır. Bundan ötürü her hali kârda tünelin bolca tutulmuş bir vantilasyonu öngörülmemelidir. Diğer bir mühim mesele de delici makkaplarla kaya arasında sürtüşmeden doğan ısının güvenilirdir bir şekilde uzaklaştırılmasıdır. Bu iş, sonday işleri prensibi içinde delme makkaplarının yapılsı şekli ve kayaların sertliği ile ilgilidir. Her çeşit makine tipine göre özel bir soğutma devri daim sistemi lüzumludur.

Bir Tünel delme makinesinin kullanılması fayda ve sakıncaları :

Gelişme devresinin başında, tünel inşaatı gibi kaba bir işlemede tam mekanize ve daha fazla arıza yapabilecek bir metodun tatbikinde bir takım sürprizlerle karşılaşılacağı da tecrübenin öğrettiği bir gerçektir. Bu arada özel yepyeni bir takım mecburiyetler ve teknik zaruretler doğar ve yalnız faydalar değil aksine bazı mahzurlar ve zararlarla da karşılaşılır. Bu itibarla bir müteahhit herhangi bir hususi halde bütün muhtemel faktörleri karşılaştırarak makinenin kullanılmasının ekonomik olup olmayacağını düşünmek zorun-

dadır. Aşağıda tünel delme makinesinin makûl bir şekilde kullanılmasında gözetilmesi gerekli başlıca noktalar anlatılacaktır.

Faydalar :

1 — Üstlerinde bir çok inşaat bulunan, örneğin şehir şartlarını haiz ve üstünde ince bir kaya tabakası ile örtülü bölgelerde açılacak tünellerde patlatıcı madde kullanılmadan bir delme makinesinin çalıştırılması ile patlatıcı maddelerin infilâkından ötürü husule gelen sarsıntılar önlenir. Bu sayede, belirli bir çevre içinde oturanların rahatsızlığı ve dolayısıyla bunların şikâyet ve münakaşaları önlenir.

Binaların sallantıdan zarar görmeleri, önceki durumlarının tesbiti (tesbiti delail) hak iddiaları zarar ihbarlarında sebeplerin tesbiti gibi hukuki ve sigorta meseleleri önlenir.

Kaya patlatma işleri için dinamit kullanmaya lüzum kalmayacağı gibi patlatma işlerinin zaman tahdidinden de kurtulunmuş olunur.

2 — Patlatıcı madde kullanılmadan tünel delme işinde, tünelin çevresindeki kaya patlatıcı madde kullanılması halinde vaki olduğu gibi hiçbir suretle tahrip edilemez veya gevşetilemez. Kaya tabii mukavemetini muhafaza eder ve gerilme değişimleri asgari bir hadde inhisar eder. Bundan ötürü icabı halinde emniyet işleri için daha fazla Gunit ve taşıyıklı beton kullanılması kabil olur. Böylece madenci usulü ile açılacak kısımlarda azalır ve iksada da daha az demir kullanılabilir.

3 — Mutad inşaat tarzında sakınılması imkânsız olan büyük profil açma konusu, bir delme makinesinin kullanılması halinde, önemli miktarda önenebilir. Kayanın cinsine ve delme metoduna göre ya dümdüz bir satıh elde edilir veya tünelin cidarı çok az girintili çıkıntılı olur. Profilin bir kaç santimetreyi aşmayacak şekilde küçük açılışı, bir taraftan makinenin ilerlemesi sırasında kumandadaki düzensizlikten, diğer taraftan tünelin cidarını kesen makkapların aşınmasından ileri gelir. Bu itibarla delinecek tünelin gerçek çapı istenilen teorik çaptan büyük olmalıdır. Kayanın jeolojik karakteri icabı vukuu tabii olan kaya düşmeleri de,

dinamit patlatılmaması sebebiyle çatlaklı kayanın gevşetilmesi önlenmiş olduğundan, nisbeten az olur.

4 — Patlatıcı madde kullanılmadan tünel delinmesi patlatma işlerindeki kazaları ve dolayısıyla tünelde çalışan işçilerin emniyeti için alınacak tedbir ve masrafları tamamıyla önler. Delinmiş bir tünel kısmında ani kaya düşmesi tehlikesi hakkında cıdarların düz ve dolayısıyla kandirici oluşu sebebiyle, hüküm vermek güçtür.

5 — Makineli delmede çalışan işçi sayısı, delme, yükleme - taşıma işlerinin makineleştirilmesi ve tamamıyla otomatikleştirilmesi dolayısıyla normal metoddaki işçi sayısından az olur. Tünelde herhangi bir emniyet tedbirine lüzum olmadıkça delme makinesinin, makinenin cinsi ve büyüklüğüne göre 1 - 2 makinist ve 1 - 2 yamakla idare etmek kabildir. Bu hal kayanın metretülüne ait işçi ücretini düşürür.

6 — Jeolojik şartların elverişli olması halinde yumuşak ve orta sertlikteki kayalarda (belirli bir sürede örneğin günlük veya haftalık) delme makinesiyle çalışmada ortalama ilerleme randımanı, mutad tünel delme tarzından büyük olabilir. Buna karşı aynı zamanda emniyet işlerinin yapılması (çelik tahkimat, kayaların ankrajı, gunit) su isalesi tabana beton dökülmesi, beton iksanın tünelin gerisine doğru uzatılması vs. bazı tali işlerinin yapılmasının zorunluğu olduğu hallerde mutad metodlarla elde edilen randımanlar delme makinelili tünel açma metodu ile kıyaslanacak neticeler elde edilebilir. Bu hal bilhassa çapı 3 - 4 m den küçük tüneller için varidirdir. Zira bunlarda delme makinesi için yer şartları çok sıkışık olur. İş programının kısaltılmasındaki fayda, eğer delme makinesinin teslim müddetinden dolayı sıfıra düşmez ise, bilhassa halkı rahatsız etmemek için geceleri patlayıcı madde kullanılmasına izin verilmeyen hallerde müessir olur.

Sakıncalar :

1 — Bir tünel delme makinesinin yatırım masrafı ile işletme için lüzumlu delme başlığının takımları mekanik ve hidrolik yedek parça masrafları büyük bir yekûn teşkil ederler. Makinenin satın alma fiatı

makinanın imal tarzına ve imalatçı memlekete göre çok farklı olur. Amerika yapısı orta sertlikte kaya cinslerinde çalışacak makine ve yedek parçaları tutarı 2,5 m çaplı bir tünel için 1,5 milyon İsviçre Frangı ve 5 m çap için ise 3,5 milyon İsviçre Frangı olarak hesaplanmalıdır. Böyle pahalı bir makinenin tedariki müteahhit firmalar için oldukça büyük mali külfet teşkil eder ve çoğunun yalnız bir mukavele ile kâfi derecede amorti edilemeyeceğinden çok ağır bir masraf olur. Alınacak makineye uygun düşecek ikinci bir işin alınabilmesi ihtimali de, bilhassa inşaat sahasındaki süre gelen büyük rekabet havası içinde oldukça zayıftır. Buna ek olarak gelecek yılların gelişmesinin önceden kestirilememesi ve bugün alınan bir makinenin kısa bir zamanda teknik bakımdan demoda olması da düşünülecek bir husustur.

2 — Tünel delme makineleri prototiptir, her bir hususi halde karşılaşılabilecek şartlara uydurulmak üzere imal şekli ve bilhassa delme başlığı

yeniden tesbit edilir. Bu nedenlerle makinenin teslim süresi 9 - 12 ay olarak öngörülmelidir.

3 — Maliyetinin çok yüksek oluşundan yedek bir makinenin elde hazır bulundurulması pratik olarak mümkün olmadığı gibi tünelin içinde makinenin değiştirilmesi de düşünülemez. Bundan ötürü yedek parça ambarında (motor, dişliler, hidrolik pompalar vs.) gibi komple parçalar ile diğer küçük parçaların bolca bulundurulması lazımdır. Bütün şantiye bir tek makinenin çalışmaya hazır olma durumu ile ilgilidir.

4 — Bir tünel delme makinesi, makine hangi cins kaya için imal edilmiş ise, tünelin ancak basınç mukavemeti ve aşınma bakımından belirli sınırlar içindeki kısmında kullanılabilir. Tünelin çok sert ve fazla aşındırıcı kayalık kısımlarında makine uçlarının sarfiyatı fazla olur. Ve makinenin ve bilhassa delme başlığı yataklarının fazla zorlanma tehlikesi doğar. Bu bakımdan tünelin geçilecek kısımlarının geoteknik şartlarının gayet emniyetle bilinme-

si ve bu şartların makine ile çalıştırılabilir sınırlar içinde bulunması icabeder. Bundan başka kaya cinsinin çok münasebetsiz olduğu kısımlarda makine ile çalıştırılmadığı takdirde tünel cephesinde el ile çalıştırılması zorunlu olur. Ve durum rahatça çalışmayada elverişli bulunmaz.

5 — Halen piyasada bulunan makineler ancak daire kesitli profillerin açılmasında kullanılırlar. Bir çok firmalar oval ve atnalı şeklindeki profillerin delinmesi için makine imalini etüd etmektedirler. Daire kesitli tünellerde suların akıtılması için pompa tertibatına veya betonndan bir taban yapılmasına veya bir drenaj hendeki açılması için patlatıcı madde kullanılması icabeder. Bir makinenin delme çapı belirli bir sınır içinde değiştirilebilir. Bu sınır normal olarak + 10 - 20 cm. dir.

6 — Küçük, dar tünellerde kalyaların emniyete alınması (çelik profille iksa kalyaların ankraj vs.) işleri çok güç olur ve tünel cephesinin en çok bir kaç metre gerisinde yapılabilir.

MÜHENDİSLER
MİMARLAR
MÜTEAHHİTLER
İMALÂTCILAR
TEKNİSYENLER

DOĞRAMA - DEKORASYON - KAROSERİ
MADENİ EŞYA İMALÂTINDA ARANAN
ÇEŞİTLİ ÇAP VE ET KALINLIĞINDA

D. K. P. Borular

Krom - Nikel Levhalar

Alüminyum Profil Levha

ve Borular

EN MÜSAİT FİYAT VE EN BOL ÇEŞİTLERİYLE

Ankara'da KEMAL KURDOĞLU ve ORTAKLARI FİRMASINDA BULABİLİRSİNİZ

OĞULLAR Komandit Şti. Ulus, Rüzgârlı Sok. Çatal Han No. 7 Tel. 11 42 97
ANKARA

(Mühendislik - 112)