



Tüneller

Bir trene binip okyanus altındaki bir tünelden geçmeye ne dersiniz..? Bu size bir serüven gibi mi gelir, yoksa korkup binmek istemez misiniz? Peki dünyada milyonlarca insanın, her gün denizlerin altından geçen bu tünellerden geçtiğini söylesek... Günümüz teknolojisinin ve mühendislerin becerisinin ortak ürünü olan tüneller aslında çok güvenli. Hatta bir bölümü denizin altından geçen ve dünyanın en uzun tüneli olan Japonya'daki Seikan Tüneli, deniz yolu güvenli bulunmadığı için yapılmış. Gelin tünellere biraz daha yakından bakalım...

Tüneller, yalnızca yayaların ya da bisikletlilerin geçişine ayrılabilceği gibi, genel taşıt trafiğine ya da demiryolu trafiğine de açık olabilir; içinden yalnızca su kanalları ya da iletişim kabloları da geçiyor olabilir. Her ne için yapılmış olursa olsun, mühendisler dağları delmenin, denizlerin ya da kentlerin altından yol geçirmenin en iyi yöntemlerini keşfetmeye çalıştılar. Bu zorlu yolda pek çok farklı yöntem denediler. Kimi başarılı oldu, kimi başarısız.

17. yüzyıla kadar tüneller yalnızca su yolları, yani kanallar için yapılıyordu. O zamanlar otomobiller ve trenler yoktu. Özellikle Roma'da, dağlardaki kaynaklardan çıkan suları kentlere ve kasabalara taşımak için su yolu kemeri ya da su kanalı olarak bilinen eğimli yapılar yapılmıştı. Ayrıca, atık suları

kent dışına taşımak için de kanallar vardı. 19. yüzyıla gelindiğinde demiryollarının ve motorlu araç taşımacılığının gelişmeye başlamasıyla, tünel yapımında da ilerlemeler oldu. Tüneller, ulaşımında kullanıma amacıyla da inşa edilmeye başlandı. Yöntemler geliştikçe giderek daha iyi, sağlam, geniş ve uzun tüneller yapıldı.

İlk tünellerin yapımında ateşten yararlanılıyordu. Tünel açılacak yer ateşle ısıtılıp, daha sonra da suyla soğutuluyordu. Çünkü, bu tip bir ısı değişikliği kayaların parçalanmasına neden olur. Bu yöntem, yaklaşık 2000 yıl, tünel açmak için kullanılmış. Ancak yalnızca kayalık bölgelerde. Yumuşak kumdan oluşan bölgelerdeyse, ateş yönteminin hiçbir işe yaramadığı görülmüş. Bu yüzden buralarda tünel yap-



Norveç'teki Laerdal Tüneli'nin içine, bir dağ tüneli olmasına karşın güneş ışığı geliyor. Çünkü tünelin açıldığı bölgede mağaralar var.



Kayalık bölgeye açılmış küçük bir tünel.

mak için el aletlerinden yararlanılmış. Günümüzde de bu tür zeminlerde el aletlerinden yararlanılabiliyor. Ancak, çevredeki kumun açılan çukurlara dolmaması, tünelin çökmemesi için destekleyici özel duvarlardan yararlanılıyor.

Tünel yapımında, modern yöntemlerin kullanılmasına, barut, nitrogliserin ve dinamit gibi patlayıcıların ve basınçlı havayla çalışan büyük matkapların bulunmasından sonra başlanmış. Patlayıcılar ve matkaplar, daha önce hiç olmadığı kadar hızlı tünel açma olanağı sağlamış. Patlayıcıların hepsi de dağ içinde tünel açmak için kullanılabiliyormuş. Ancak bunları kullananların, patlamadan kaçabilmeleri için hızlı birer koşucu olmaları önemli. Neden mi? Çünkü, tünel duvarlarına patlayıcıları yerleştirip, bunların fitillerini ateşledikten sonra, koşabildikleri kadar hızla koşup oradan uzaklaşmaları gerekir. Bu yöntem, 200 yıl öncesine kadar çok kullanılmış.

Tünel açmada kullanılan, kayaları ve diğer sert

Dalaman-Göcek-Fethiye arasını ulaşma bağlayan Göcek Tüneli, 30 dakikada geçilebilen virajlı yolu birkaç dakikaya indiriyor.



Kayalık zeminlerde özellikle dağlarda kullanılan tünel açma makinesi.



cisimleri parçalamak üzere tasarlanmış büyük matkaplarsa, basınçlı havayla çalışır. Kayaları kolaylıkla parçalarken, kulakları sağır edecek kadar büyük bir ses çıkarırlar. İçlerindeki basınçlı havayla matkabın ucundaki parçanın titremesi sağlanır. Bu titreşim de, kayaların parçalanmasına neden olur ve kısa zamanda büyük çukurlar açılabilir. Bu matkaplar, hem patlayıcılar gibi tehlikeli değildir hem de daha etkilidir.

Günümüzde, kayalık zeminlerde tünel açmak için en çok yüzlerce tonluk tünel açma makineleri kullanılıyor. Bu makinelerin ön kısmında, üzerinde titanyumdan yapılmış dişler olan disk şeklinde bir kesici baş bulunuyor. Burası makinenin ilerlemesiyle kayalara sürten ve kayaları aşındıran kısım. Böylece kayada, kesici başın şekliyle uyumlu düzgün daire biçiminde bir delik açılıyor. Aşındırma sırasında kopan parçalar, taşıyıcı kemerlerle makinenin arkasına taşınıyor ve bir biriktirme kabına aktarılıyor. Bu makineler, sert kaya zeminde günde ortalama



ABD'deki Chesapeake Köprü-Tüneli, körfezin her iki ucundan denize doğru uzanan köprülerle başlıyor. Belli bir noktadan sonra, bu köprüler deniz trafiğine engel olmamak için deniz üstünde oluşturulmuş yapay adalarda son buluyor. Aynı noktalarda denizin altından geçen tünel başlıyor ve iki köprüyü birleştiriyor.

76 m ilerleyebiliyorlar. Ancak, bazı kayaları parçalamada başarısız da olabiliyorlar.

Aslında herhangi bir tünelin yapımına başlanmadan önce, mühendisler ve yer bilimciler toprak ve taş örneklerini inceleyerek, deneme çukurları açarak zeminin özelliklerini araştırırlar. Çünkü, eski zamanlardan beri farklı zemin özellikleri için farklı araç gereçler kullanılır ve farklı tiplerde tüneller yapılır. Örneğin, kayalık zeminde işi çok kolaylaştıran dev tünel açma makineleri, yumuşak zeminde hiç bir işe yaramaz.

Destekleyici Özel Duvarlar

Tünel kazarken, çevresindeki gevşek toprağın kazılan tünelin içine akmaması için destekleyici özel duvarlar kullanılır. Bu duvarlar ilk olarak 1825'te Londra Tünelinde kullanılmış. Bu ilginç yapıyı, Fransız mühendis Marc Brunel, bir böcek larvasından esinlenerek tasarlamış. Brunel, bu larvanın ağaçta kendine tünel açarken başının üstündeki sert kabuğu kalkan gibi kullandığını gözlemlemiş. Ayrıca larva, açtığı tünelde ilerlerken bir madde salgıliyormuş. Bu madde, tünelin içinde sağlam bir yol oluşturuyormuş. Brunel, bu larvanın yönteminden esinlenerek, tünelin gevşek kısımlarını desteklemek için demirden geniş bir çerçeve kullanmış, iç kısımlarınıysa tuğlayla örmüş. Böylece yumuşak zeminlerde tünel kazmak için en etkili yöntem olan destekleyici duvarlar kullanılmaya başlanmış.



ABD'de Cascade Dağları'ndan geçen Cascade Tüneli.

Tünel Yapmanın Üç Adımı

Sağlam bir tünel yapmak için üç temel adım var. İlk adım "kazı". Kazı, zeminin özelliklerine göre güvenli ve kullanışlı alet ve yöntemlerle yapılır. İkinci adım "destek". Kazı yapılırken karşılaşılan sağlam olmayan zeminlerin ya da kaygan, yumuşak topraklı zeminlerin, çökme olmaması için desteklenmesi gerekir. Üçüncü ve son adımdaysa demiryolu raylarının döşenmesi, asfalt dökülmesi, aydınlatma gereçlerinin kurulması gibi son işlemler yapılır.

Nereye Hangi Tünel Yapılır?

Tünellerin, yapıldıkları ortama bağlı olarak üç tipi var. Yumuşak zemin tünelleri çok derine yapılmaz. Genelde metro, alt geçit, alt yol, su ya da kanalizasyon sistemleri için kullanılırlar. Zemin yumuşak olduğundan, tünelin çökmesini önlemek için özel bir destek yapıdan yararlanılır.

Kaya tünellerinin yapımı sırasında genelde ayrıca desteğe gereksinim duyulmaz. Bu tüneller, çoğunlukla dağlardan geçen demiryolları ya da karayolları için kullanılır.

Sualtı tünellerinin yapımıysa, diğer tünel türlerine göre daha fazla ustalık ve dikkat ister. Çünkü bir yandan tünel kazılırken, diğer yandan suyun geride tutulması gerekir. Bu yüzden eskiden suyun tünelin içine girmesini engellemek için, basınçlı kazı odaları kullanılmış. Günümüzdeyse, fabrikalarda üretilmiş tünel parçaları istenilen bölgeye ve konuma yüzdürülüp batırılıyor ve tünelin diğer bölümleriyle birleştiriliyor.

Meltem Yenal Coşkun

Kaynaklar:
<http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/tunnel>