



Büyükçekmece'de TBM'ler iş başında

Öztaş İnşaat tarafından 2012 yılının ortalarında yapımına başlanan Büyükçekmece Atıksu Tüneli'nde 6 kilometrelik kazının yarısına gelindi. İki aşamalı gerçekleştirilen kazılar ilk aşamasında Lovat marka TBM kullanılırken şu anda kazılara Herrenknecht markası ile devam ediliyor. Projede çalışmaların 2016 yılının sonlarına doğru tamamlanması planlanıyor.

İSKİ, son yıllarda İstanbul'un birçok bölgesinde atıksu tünelleri alanında çalışmalara devam ediyor. Bu atıksu tüneli çalışmalarından biri de Büyükçekmece'de hayata geçiriliyor. Ana yükleniciliğini Öztaş İnşaat'ın üstlendiği Büyükçekmece Atıksu Tüneli, yaklaşık 6 kilometre uzunluğundan oluşuyor. 2000 yılından bu yana özellikle tüneller alanında faaliyetlerini yürütmeye başlamış olan Öztaş İnşaat, ilk olarak Tarabya'da yaklaşık olarak 13 km uzunluğunda atıksu tüneli projesini üstlenmiş ve projede Alman markası olan Herrenknecht TBM'i kullanılmıştı. Sonrasında ise Boğazköy'de atıksu tüneli çalışmasını üstlenen firma, sırasıyla Gürpınar ve Firtizköy'de aynı

alandaki çalışmaları hayata geçirdi. Daha önceden Tarabya'da kullanılmak üzere alınan Herrenknecht marka TBM, kazı çaplarının ve zeminin uyumlu olmasından dolayı Boğazköy kazılarında da kullanılmış. Ardından Gürpınar'da çalışmalara başlanmış. Öztaş İnşaat firmasında İnşaat Mühendisi olarak görev yapan Osman Sürmen, Gürpınar'da yaklaşık 5 km uzunluğunda yapımını gerçekleştirdikleri tünelin sadece giriş ve çıkış şaftının bulunmasının, oldukça zorlayıcı olduğunu belirtiyor. Sürmen, "Bütün tünel hattı boyunca, arazi şartlarından dolayı arada herhangi bir şaft açamadık. Kazıya başladık ve bitirme noktasından çıktık. Bu özellikle lojistik açıdan oldukça zorlayıcı

bir proje oldu" diyor. Firma, Gürpınar atıksu tüneline çalışmak üzere makine parkına nihai çapı 2000 mm olan Herrenknecht'in yanı sıra nihai çapı 2.600 mm olan Lovat marka bir TBM daha eklemiş.

6 km'lik kazı

Öztaş İnşaat son olarak Büyükçekmece Atıksu Tüneli'nde çalışmalarını sürdürüyor. 2012 yılının ortalarında kazıya başlayan firma, yaklaşık olarak 6 km uzunluğunda atıksu tüneli imalatı gerçekleştirecek. Çalışmalar ise 2016 yılının sonlarına doğru tamamlanarak İSKİ'ye teslim edilecek. Yapılan çalışmalar hakkında bilgi veren

İnşaat Mühendisi Osman Sürmen, projenin amacını şu şekilde özetliyor, "Projenin temel amacı Büyükçekmece Gölü'nü atıksulardan korumak. Büyükçekmece'nin etrafında herhangi bir kolektör ya da tünel yok. Bundan dolayı böyle bir tünel imalatına karar verildi ve projeyi İSKİ üstleniyor." Tünel, Büyükçekmece'nin doğu kanadında gerçekleştiriliyor. Gölün batı kanadında da farklı firmalar tarafından atıksu tüneli imalatları devam ediyor. Çünkü bölgeye ileri biyolojik arıtma tesisi yapıldığında, toplanan bütün sular, yapımı devam eden tesise iletilmiş olacak. İstanbul'un genelinde atıksu tünelleri alanında çok sayıda projenin hayata geçirildiğini söyleyen Sürmen, "Aslında bütün İstanbul'da bu alanda bir planlama dahilinde tünel çalışmalarının devam ettiğini görebiliyorsunuz. Elbette ki bütün tüneller birbirine bağlanmıyor ancak atıksu çalışmaları anlamında eksikliklerin giderilmeye çalışıldığını söylemek mümkün" diyor.

Etüd çalışmaları önemli

Tünel çalışmalarının gerçekleştirildiği bölge, zorlu bir zemin yapısına sahip. Çalışmalara başlamadan önce firma, bölgede kapsamlı zemin etüt çalışmalarını İstanbul Üniversitesi'ne yaptırmış.



Projenin zemin etüdü ve yapısı hakkında bilgi aldığımız Öztaş İnşaat'ta Maden Mühendisi olarak görev yapan Serkan Binen, "Etüd yapmaktaki en temel amaç elbette zeminde herhangi bir sürprizle karşılaşmayı önlemektir. Tabii makine seçimi için de son derece önemli. Bu proje için tünel güzergahı boyunca 18 farklı noktada mekanik sondaj çalışması yapıldı. Yapılan bu sondaj çalışmalarının 7 tanesinde 2'şer metre ile kuyu içerisinde pressiometre deneyleri yapıldı ve çıkan sonuçlara göre hazırlıklar gerçekleştirildi. Zemin etüdü elbette bölgenin geneli hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlıyor ancak yerin altına girdiğinizde muhakakk farkı sonuçlarla karşılaşsınız" diyor. Tünel projelerinde zemin etüdü, güzergahın geçeceği noktalarda hakim olan formasyonların ne olduğunu tespit etmek için yapılıyor. Bunun belirlenmesi için gerçekleştirilen sondajlar değerlendirilerek güzergahın yapısı genel hatları ile belirlenmiş oluyor. Çıkan sonuç, ayrıca yer altında çalışacak olan TBM'in de imalat hızını belirlemede etkili. Binen, yer geldiğinde makinenin de zemin yapısına uyumlu hale getirilmesi için revizyon çalışmaları gerçekleştirdiklerini söylüyor ve ekliyor, "Sonuçta çalışacağımız zemin, TBM'de revizyon gerektirebilir. Kazı öncesinde bütün mühendis arkadaşlarımızla yaptığımız analizler sonucunda kararlar alıp uyguluyoruz" diyor.

Zorlayıcı zemin yapısı

Büyükçekmece Atıksu Tüneli çalışmasının gerçekleştirildiği bölgede var olan zemin yapısı ince taneli ve yapışkan, kazı yapmayı güçleştiren bir yapıya sahip. Çoğunluklu kilden oluşan zeminde zaman zaman su çıkışları ile karşılaşılıyor. Maden Mühendisi Serkan Binen, kazı yapmış oldukları zemini şu şekilde anlatıyor; "Bu bölge Gürpınar formasyonu olarak adlandırılan bir bölge. İstanbul'un oldukça zorlu litolojilerinden bir tanesi

olarak tariflemek mümkün. Ağırlıklı olarak çok ince taneli yapışkan, adezyon problemi çıkartan, bize kazı anlamında güçlü çıkartan bir zemin. Bunun yanı sıra çok da değişkenlik gösteriyor. Aslında zorlu bir zemin ve böyle bir zeminde ilerlemeye çalışıyoruz. Gürpınar formasyonunun en kalın olarak gözlemlendiği bölge, zaten bizim şu anda tünel güzergahımızın bulunduğu alan. Göle yakın olmamız belki su çıkışları açısından bize bir dezavantaj sağlayabilirdi ancak kil içerisinde ilerliyoruz. Su çıkışları açısından bu bize hem avantaj hem de dezavantaj sağlıyor." Binen, ayrıca kaya ortamına göre daha düşük mukavemetli olan bir zeminde ilerlediklerini de hatırlatıyor ve ekliyor, "Bizim yaptığımız kazıda TBM, zemini pasta gibi almıyor. Kaya zeminlerde TBM, önünde ki malzemeyi keser ve dümdüz bir şekilde bırakır. Hiçbir şekilde pürüz ya da benzeri bir durum oluşmaz. Hatta sert kaya zeminlerde tahkimat bile yapmazsanız herhangi bir tehlike oluşmamış olur. Çünkü zemin kendini tutan bir zemin. Ancak bizim çalıştığımız yerde zeminin kendini çok iyi tutmuyor."

Zemine uygun makine seçimi

Tünel projelerinde TBM ile kazı gerçekleştirildiğinde, etüd sonrasında ortaya çıkan zemin yapısı, makine seçiminde de belirleyici unsur haline geliyor. Özellikle makinenin imalat hızını, etüd sonrasında belirlenen kriterler etkiliyor. Öztaş İnşaat'ta Makine Mühendisi olarak görev yapan Volkan Kuruyer, zemin etüdülerinin son derece önemli olduğunu belirtiyor. "Projede çalışacak olan TBM'in performansı aslında ağırlıklı olarak zemin etüdüne bağlı. Eğer doğru karar aralıklarından zemin etüdü yapılmaz ise çok büyük sürprizlerle karşılaşmak mümkün. Kömürden, sıkışmış su havzasına kadar birçok risk ile karşılaşabiliyorsunuz" diyor Kuruyer, projede çalışan TBM'lerin, zemin yapısına uygun olduğunu hatırlatıyor. Kazılabilirlik anlamında ▶

TÜRKİYE'DEN HABERLER

Büyükçekmece'de TBM'ler iş başında



değerlendirildiğinde kaya ortamı ile zemin ortamı, kazı dinamikleri açısından büyük farklılıklar ortaya çıkartıyor. Kaya ortamında TBM'in sürtünme ile kaya yüzeyini aşındırarak parçaladığını belirten Kuruyer, zemin ortamında ise kumlu ya da killi zeminin parçalanmış ancak yine de bir arada duran zemini oradan sıyırdıklarını söylüyor. Bu durum ise TBM'lerde ön kafa kısmında çeşitli yapışma problemlerini de beraberinde getiriyor. Kuruyer, kaya ortamlarının stabil olarak değerlendirildiğini, zemin ortamlarında ise arazi basıncı deneyeleyen TBM'lerin tercih edildiğini hatırlıyor. NATM yönteminin ise bu tarz zemin yapısında pek tercih edilmediğini hatırlatan Kuruyer, şöyle devam ediyor, "Atık su tünelleri genel olarak TBM ile yapılıyor. Bunun en temel sebebi kazı hızı ve maliyet. Ayrıca kaya yapısından ziyade kendini çok tutamayan zemin yapısında NATM yöntemi ile kazı yapmak çok elverişli ve güvenli bir yöntem değil."

İki ayrı TBM kullanılıyor

Öztaş İnşaat, projede iki farklı TBM kullanıyor. Çalışmaların başlatıldığı 2012 yılının ortalarında ilk önce nihai kazı çapı 2.600 mm olan Lovat marka TBM kazı yapmaya başlamış. Yaklaşık

olarak 2.600 metre kazı uzunluğuna gelindiğinde ise nihai çapı 2000 mm olan Herrenknecht marka TBM kullanılmaya başlanmış. Projenin geriye kalan 3.5 km'lik kısmının kazısı Herrenknecht ile tamamlanacak. Lovat'ın yumuşak zeminde çalışma özelliğine sahip olduğunu belirten Kuruyer, "Projede kullanılan Lovat TBM, EPB - Earth Pressure Balance özelliğine sahip. Kafa kısmında basınç haznesi oluşturup helezon sistemi ile kazdığı zemini dışarıya alan bir sistem. Ancak Herrenknecht marka makinemiz sert zemin makinesiydi. Bu durumda zemine uygun hale getirmek için üzerinde bazı revizyonlar gerçekleştirdik. Zert zemin makinesinin kafa kısmında kesici başlıklar yer alır. Bu durumda biz makinenin başına sıyrıcı ripperler ekledik" dedi.

Günde 10 metre ilerleme

Proje güzergahı üzerinde toplamda üç adet shaft bulunuyor ve kazı derinlikleri ortalama olarak 8 metren oluşuyor. Üst yapıda arazi ise oldukça değişken bir yapıya sahip. Yeri geldiğinde tünel imalatı, 40 metre derinlikte gerçekleştiriliyor. İnşaat Mühendisi Osman Sürmen, ilerleme hızlarının araziye göre değiştiğini belirtiyor. Sürmen, "Projede

kullanılan her iki TBM makinesi için de ilerleme konusunda ayrı değerler söz konusu. Makinelerin ring mesafeleri birbirinden farklı. Dolayısıyla prekast eni, genişliği de farklılaşıyor. Ancak projenin geneli ile ilgili bir ortalama çıkarttığımızda günde 10 metre ilerleme hızına sahip olduğumuzu söylemek mümkün" diyor. TBM ile gerçekleştirilen kazı sonrasında birinci kaplama segment betonu döşeniyor. Segment üretiminde kullanılan betonun dayanım sınıfı ise C40. Bu işlemden sonra segment üzerine pvc kaplamalı olarak tabir edilen ve kalınlığı 15 cm olan 2.kaplama betonu uygulanıyor. Bu betonun dayanım sınıfı ise C25. Projenin anahtar teslim olarak tabir edilen şekilde İSKİ'ye teslim edileceğini söyleyen Sürmen, "TBM kazısı tamamlandıktan sonra ikinci kat beton uygulamamızı yapacağız. Sonrasında da nihai haliyle İSKİ'ye teslim etmiş olacağız. Zaten bu aşamadan sonra İSKİ, tünel üzerinde herhangi bir işlem yapması gerekmiyor. Kullanıma hazır bir şekilde teslim etmiş olacağız" diyor.

Kazı öncesinde her ne kadar zemin etüdü ile ilgili kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilse de yerin altında sürpriz durumlarla karşılaşmak oldukça mümkün. "Ancak burada önemli olan sürprizlere karşı ne kadar hazırlıklı olduğunuz" diyen Osman Sürmen, yer altında özellikle beklenmeyen gaz çıkışları ile karşılaşmanın olumsuz sonuçlar doğurabileceğini söylüyor. Bunun önüne geçilmesi için ise yer altında gaz dedektörleri kullanılıyor. Bu dedektörler ortalama 4 ayrı gazı algılayabiliyor. Bir diğer sürprizi ise su çıkışları oluşturuyor. Sürmen, su çıkışlarının bütün tünel kazılarında gerçekleştiğini ancak yoğunluk miktarının önemli olduğunu belirtiyor ve ekliyor, "Su her zaman problemdir ancak bizim için önemli olan yoğunluğu. Mesela proje süresince iki kil tabaka arasına sıkışmış su debisi ile karşılaştık. Tabii TBM EPB sisteminde çalıştığı için, helezon bizim için bir tampon görevi gördü. Yüzey basıncını dengelediği için, su basıncı yükseldiği zaman göstergeler bunu gösteriyor ve bizler de gerekli önlemleri alıyoruz." TBM kazı sırasında önünde bulunan toprağı rahat bir şekilde alabilmesi için ayrıca kimyasal kullanımı da gerçekleştiriliyor. Bu kimyasallar, temelde zemini şartlandırıyor ve malzemenin alımını kolaylaştırıyor. Maden Mühendisi Serkan Binen, kullanılan bu kimyasalların günlük hayatta çokça tükettiğimiz şampuanların temel maddesi olduğunu söylüyor ve konu ile ilgili kapsamlı bilgi veriyor, "Kullanılan kimyasallara polimer adı veriliyor. Polimerler organik bileşiklerden oluşuyor, kısa ve uzun zincir yapıları var. Kısa zincirli polimerler su molekülleri ile yüzey yükleri dolayısıyla etkileşime geçiyor ve suyun yüzey gerilimini düşürüyor. Bu sayede çözücü etkisinin artmasını sağlıyor. Taneler de suyla daha kolay bir şekilde etkileşime geçebiliyor." Killi ortamlarda yapılan kazılarda malzemenin alımını kolaylaştırmak için su, kimyasal ve hava karışımı uygulanarak köpük haline geliyor. Zemin, bu kimyasal madde ile temasa geçince alımı da kolaylaşmış oluyor. **İCT**

