

Sorunlu Jeolojik Ortamlarda Enjeksiyonlu Şemsiye Boruları İle Kemer Yapılması – İstanbul Metrosu 4 Levent-Ayazağa Kesimi, Kuyu 3 ve Maslak Yaklaşım Tünelleri

Umbrella Arching at Unfavourable Conditions –

İstanbul Metro Project 4 Levent–Ayazağa Section, Shaft 3 and Maslak Approach Tunnels

**Mehmet Dinçer KÖKSAL(1), Zeki VARDAR(2), Öner YILMAZ(3), Selçuk ŞİMŞEK(3),
İrfan ATİK(4), Turgay ÖZAT(4), Yalçın EYİĞÜN(5), Serkan KÜMAN(6), Mustafa ALTINTAŞ(7)**

(1)Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Adapazarı, mdkoksal@sakarya.edu.tr (2) Garanti Koza A.Ş. / Alsim Alarko A.Ş. Ortak Girişimi, İstanbul, (3)Özgün Şirketler Topluluğu, İstanbul, (4)Soner Temel Mühendislik İnş. ve Tic. A.Ş., İstanbul, (5)İstanbul Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Müdürlüğü, İstanbul, (6)İBB 4 Levent-Ayazağa İdaresi Kontrol Amirliği, (7)Altınok Müşavirlik Mühendislik Ltd, İstanbul.

ÖZ

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin idaresi altında Altınok Müşavirlik ve Mühendislik Ltd. tarafından Müşavirlik ve Mühendislik hizmetleri üstlenilen İstanbul Metrosu 4 Levent – Ayazağa Kesimi İnşaatı, Garanti Koza A.Ş. – Alsim Alarko A.Ş. tarafından yapılmakta olup, daha önceden tamamlanan ve halen başarıyla işletilmekte olan Taksim – Şişli ve Şişli – 4 Levent Hatlarına ek olarak, söz konusu güzergahın yaklaşık kuzeyine doğru yönelmiş bir bölgeyi kapsar. Geliş ve gidiş olmak üzere iki adet tünelden, üç adet İstasyondan ve bir adet depo-triyaj alanından oluşan projede anahat tünellerine ulaşmak için de iki adet yaklaşım tüneli ve 5 adet kuyu kullanılmaktadır. Ayrıca Darüşşafaka Hattı ve bir adet istasyon inşası daha gündemdedir. Anahat uzunluğu Hat 1 için 4244,5 m, Hat 2 için 4248,73 metredir. Başlangıç ve bitiş kilometreleri Hat 1 için 17+680,5 ve 21+925, Hat 2 için 17+690,5 ve 21+939,23 tür. 4 Levent tarafında yaklaşık 100 metre kotta başlayan hatlar kuzeye doğru yaklaşık 1300 metre sonra en düşük seviyesine iner (72 metre). Bu kotta 500 metre ilerledikten sonra dereceli olarak tekrar yükselir ve Maslak civarında 100 metreye ulaşır. 1,2,3,4,5 numaralı shaftlar, ve Maslak ile Seyrantepe Yaklaşım Tünelleri, ana hatlara giriş noktalarıdır. Proje, Trakya formasyonu ve Neojen çökelleri olarak tanımlanan Üst Miyosen yaşlı Belgrad / Çukurçeşme formasyonu (Şekil 1) içinde gerçekleştirilmektedir. Bu iki formasyonun dokanakları ve özellikle Belgrad formasyonu'nun tamamı ile Trakya formasyonu'nun çok ve tamamen ayrılmış kesimleri, ortamı kayadan geçiş kayası ve zemin özelliklerine doğru değiştirmekte ve mühendislik ilkelerinin son derece özenli kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Çalışma alanında bulunan dolgu, Neojen çökeller ve Trakya Formasyonunun tamamen ayrılmış kesimleri zemin, Trakya formasyonunun çok ya da az ayrılmış kesimleri kaya özelliğindedir. Mühendislik özellikleri açısından bölgedeki ortam yukarıdan aşağıya doğru; suni dolgu, gevşek siltli kum-katı kili kumlu silt, katı-çok katı kil, sert kil mercikleri de içeren orta sıkı siltli kum, tamamen ayrılmış kaya ve çok ayrılmış kaya şeklinde özetlenebilir (İBB, 2005). Özellikle 3 numaralı kuyu ve Maslak Yaklaşım Tünellerinden giriş yapılan hatlarda geleneksel Yeni Avusturya Tünel Açma Yönteminin uygulanmasına ek olarak, desteklemenin, kazı öncesi oluşturulan bir kemer yardımıyla başlaması öngörülmüş olup, bu yöntem, şemsiye boruları ile kemer oluşturulması, diğer bir ifadeyle “borularla şemsiye gibi kemer oluşturulması” (umbrella arching) olarak anılır (Şekil 2). Bu yöntem, tüm projede uzunluk olarak % 10 dolayında bir yer kaplar. İlerleme aralığının 0,8 m olarak gerçekleştiği tünellerde 9 metre uzunlukta ve 114 mm çapında borular, 125 mm çaplı deliklere sürülerek enjeksiyon yapılmaktadır (Şekil 3). 0,8 metrelik ilerlemelerle toplam 4,8 metre yapıldıktan sonra bir kez daha şemsiye boruları çakılmaktadır. Böylece iki sıra şemsiye boruları birbirine 4,2 metre bindirme yapmaktadırlar. Ortamda zemin kalitesinin biraz yükseldiği durumlarda ise ilerleme boyu 1 metreye çıkararak, borular birbirine 3 metre bindirme yapacak şekilde toplam 6 ilerleme (6 m) yapılmaktadır. Söz konusu boruların çakımı, iksa ayaklarından 2 metre yukarıya kadar devam ettirilmekte, ayna göbeğine ve yan duvarlara zemin çivileri çakılmaktadır. Zemin çivileri 14 mm çapında ve enjeksiyonlu olup, daha zayıf koşullarda 3 adet çivi ve ortalarındaki bir bağlayıcı bulon birleştirilmek suretiyle çakma işlemi uygulanmaktadır. Proje güzergahının tamamında gerek tünel içi gerekse yüzeyde ve arada kalan ortamın tünel yaklaşımdan önceki, sırasındaki ve sonrasındaki davranışını izlemek amacıyla çok sayıda kesitte tünel içi konverjans, optik reflektor ölçümleri, basınç hücreleri, gerilme ölçerler, yüzeyden çok kademeli çubuk extensometreler ve inklinometreler ile yüzey oturma bulonları yerleştirilmiş olup, yeterli sıklıkta alınan hassas ölçümlerle sürekli denetim ve güvenli ilerleme sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Metrosu, 4 Levent Ayazağa, Şemsiye, Kuyu, Trakya formasyonu, Neojen çökelleri.

ABSTRACT

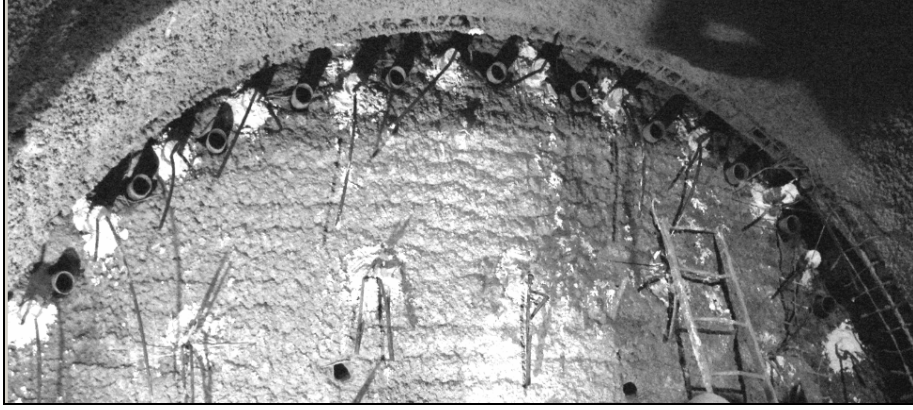
4 Levent – Ayazağa Section of the İstanbul Metro Project is owned by the Municipality of Greater İstanbul City and engineering / consulting services are held by Altinok Ltd. Garanti Koza A.Ş. and Alsim Alarko Joint Venture are the main contractors. This northern line shall be the extension of the already existing 4 Levent – Şişli Route. Towards more south, intensive work is still being done and Taksim – Yenikapı route shall be the first North - South underground corridor of İstanbul when completed which is some 16 km. Many LRT's are also under construction and many are operational. 4 Levent – Ayazağa Section consists two lines and three station structures including one storage and triyage area. Also the newly extended Darüşşafaka Lines and one more station structure are in the agenda. There are one approach tunnel and four shafts. Connection tunnels between the main lines are distributed evenly as well. The length of the main tunnels are 4244,5 m for Line 1, 4248,73 metre for Line 2. Line 1 starts at km 17+680,5 and ends at km 21+925, Line 2 starts at km 17+690,5 and ends at km. 21+939,23. The tunnel crown elevations are around 100 m. at 4 Levent area where after 1300 meters towards north, a downhill resulting to 72 m. elevation. Then after a 500 m. advance, it goes up again to 100 meters near Maslak. Shaft Nos 1,2,3 and 4 and the Maslak Approach Tunnel are the main entrances to the Lines. 4 Levent – Ayazağa Section of the İstanbul Metro Project is being excavated in the very highly altered and weathered levels of the Lower Carboniferous Trakya formation which mainly contains sandstone, siltstone, claystone and interbedded levels of these units. Also the Neogene's sediments (Figure 1) of loose and wet silt, sand, gravel and clay infill are quite risky to handle which they are aged upper Miocene (IBB, 2005). Since the engineering geological and geomechanical conditions of the area are quite unfavorable, the rock is observed as is behaving like at the boundary zone of soil and rock i.e. like a transition zone rock. Clay and water frequently also make the situation worse. A continuous arching system is needed to keep the stability and safe advance still (Figure 2). Invert follows up the upper part in very short distances. 9 meters long 114 mm diameter pipes are being driven and injected (Figure 3) into 125 mm diameter holes with an overlap of 4,2 meters. The advance is 4,8 meters in total (6 times 80 cm). The umbrella arching goes down to 1,2 m above the foot plates of the ribs with 30 cm space in between. Umbrella arching is used at the 10% of the project length. Soil nailing accompanies the arching pattern.

Keywords: İstanbul Metro, 4 Levent Ayazaga, umbrella arch, Shaft, Trakya formation, Neogene deposits.



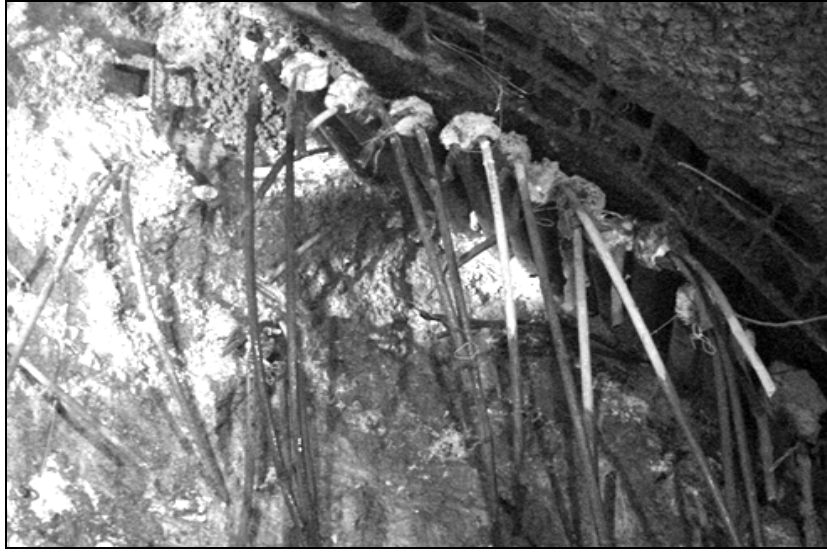
Şekil 1. Neojen çökellerinde açılan tünelde 80 cm ilerleme sonrası yeni koyulmuş 1. kat hasırçelik ve iksa. Tavana bakış. Az tutturulmuş çakıllı siltli nemli kum üzerinde fotoğrafta görülmeyen ve zeminin içine sürülmüş 27 adet şemsiye kemer için enjeksiyonlu boru vardır.

Figure 1. Rib and first layer of wire mesh placed after 80 cm advance. Looking to top. Loose gravelly silty sand which 27 nos injected pipes are driven in the soil.



Şekil 2. Püskürtme betonla kaplanmış, enjeksiyonlu zemin çivileri çakılmış, şemsiye kemer için enjeksiyonlu boruların yerleştirilmesi tamamlanmış A tipi tipik tünel. Zemin çivileri, zayıf koşullarda kullanılan biri merkezde, üçü çevrede olacak şekilde arada paspayı ile birleştirilmiş tipte 14 mm.çaplı ve 9 metre boyundadır. Kemerdeki beyaz bölgeler, enjeksiyonu tamamlanan boruların ucundaki alçı sıvamadır. Aradaki boruların enjeksiyonları henüz yapılmamıştır. O işlem de tamamlanınca kazıya girilecek ve 80 cm. ilerleme yapılacaktır.

Figure 2. Type "A" tunnel showing face with shotcrete and soil nails and completed injected pipes for umbrella arching. 9 meters long and 14 mm. diameter soil nails are made of 4 rebars (one in center and three around) and used in unfavourable conditions at face. White spots at the crown are the completed injections which the ends are closed with plaster. Pipes with open ends shall be injected later. After that, another 80 cm. excavation shall be done.



Şekil 3. Enjeksiyonları tamamlanmış şemsiye kemer için borulardan ayrıntı. Bu kesimde borular daha sık yerleştirilmiştir. Ortam, Çukurçeşme / Belgrad formasyonu. Geride 2. kat hasır çelik bağlı ve püskürtme betonu tamamlanmış.

Figure 3. Detail from injected umbrella pipes. Çukurçeşme / Belgrad formation. Pipes are driven more frequent here. Second wire mesh and shotcrete are completed (upper right).

Değınilen Belgeler

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB), Garanti Koza – Alsım Alarko Ortak Girişimi, 2005. İstanbul Metrosu 4 Levent Ayazağa Kesimi Geoteknik Değerlendirme Raporları., Grup Artson Araştırma Sondajları Mühendislik Ticaret Ltd.Sti. İstanbul