

ÜSKÜDAR-ÜMRANIYE-ÇEKMEKÖY METRO HATTINDA YAPILAN UYGULAMA DEĞİŞİKLİKLERİNİN PROJEYE MALİ VE SÜRESEL ETKİSİ

Mücahit NAMLI (ORCID: 0000-0003-1351-8549)*

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

*Geliş / Received: 07.09.2016
Kabul / Accepted: 19.07.2017*

ÖZ

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Projesi, 17 km uzunluğunda ana hat ve 2,8 km'lik depo sahası bağlantı tüneli bulunan, 563.899.995,32 Avro bütçeli bir raylı toplu taşıma sistemidir. Bu projedeki ana hat tünellerinin tünel delme makineleriyle (TBM), diğer farklı kesitteki tünellerin ise aynı tünel makinesiyle açılmayacağı için Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi ile (NATM) açılması planlanmıştır. Bu makalede, uygulama aşamasında yapılmış olan iki önemli değişikliğin, projeye mali ve süresel etkileri incelenmiştir. İlk olarak, proje kapsamında yapılması planlanan tünel havalandırma fan odaları için gerekli hacimler yüzeyden aç-kapa şeklinde yapılmak yerine peron tüneli seviyesinde tünel olarak yapılmıştır. İkinci olarak, depo sahası bağlantı tüneli çift hattın müşterek olarak kullandığı tek tüp tünel şeklinde NATM yerine çift tüp iki ayrı hat olarak tünel makinesi (TBM) ile yapılmıştır. Projenin başlangıç aşamasında yapılmış olan bu proje değişiklikleri sayesinde proje, yaklaşık bir yıl daha kısa sürede, zamandan kazanılan mali tasarruf hariç, 40.451.266 Avro daha az maliyetle toplam proje bütçesi içerisinde %7,2 bir tasarruf sağlanarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tünel Açma Makinesi (TBM), Yeni Avusturya Tünel Açma Metodu (NATM), Tünel Havalandırma Fan Odası (TVF)

EFFECT OF THE PROJECT REVISIONS ON PROJECT COST AND DURATION OF USKUDAR-UMRANIYE-CEKMEKORY METRO PROJECT

ABSTRACT

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Project is a public transportation Project with 563,899,995.32 Euro budget which has 17 km main route tunnels, and 2.8 km long connection tunnel between the depo area and main metro line. The main metro line tunnels are planned to be built by tunnel boring machines (TBMs). The rest of the tunnels are planned to be built by the New Austrian Tunneling Method (NATM) because of the different cross section of these tunnels. The effect of two application methodology revisions on duration and cost of the project is summarized in this paper. Firstly, at the beginning of the metro Project technical spaces for tunnel ventilation fan rooms (TVFs) are planned to be built by cut and cover method in a shallow position from the surface level. However, it was preferred to be built the TVFs at the platform tunnels level by building extra tunnels instead of using cut and cover technique. Secondly, depo connection tunnel, which was planned to be a single tunnel by the new Austrian Tunneling Method (NATM), was built as two twin tunnels by TBMs. With these projects changes, that are done at the beginning of Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Project, the project duration was decreased approximately one year. At the end of the Project without taking into consideration of the incomes due to time decrease, there had been a financial saving, which is related to the direct construction costs such as 40,451,266.00 Euro means a saving of 7.2% in the total project budget.

Keywords: Tunnel Boring Machine (TBM), New Austrian Tunneling Method (NATM), Tunnel Ventilation Fan Rooms (TVF)

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 216 280 32 11; e-mail / e-posta: mucahit.namli@medeniyet.edu.tr

ÜSKÜDAR-ÜMRANIYE-ÇEKMEKÖY METRO HATTINDA YAPILAN UYGULAMA DEĞİŞİKLİKLERİNİN PROJEYE MALİ VE SÜRESEL ETKİSİ

1. GİRİŞ

Metro Projelerindeki yapım işleri inşaat işleri ve elektromekanik işler olmak üzere iki ana kısma ayrılmaktadır. İnşaat işleri tamamlandıktan sonra elektromekanik işlerin imalatına başlanabildiğinden inşaat işlerinin yapım süresi projenin tamamının bitirilerek işletmeye alınabilmesi için elzemdir. Metro projelerinin planlanan sürelerde tamamlanabilmesi için inşaat işlerinin yapımının önceden doğru şekilde planlanması büyük önem arz etmektedir.

İnşaat işleri ise tünel imalatları ve istasyon imalatları olmak üzere iki ana gruba ayrılabilir. Bir metro projesi, istasyon işlerinin geç kalmasından veya tünel işlerinin uzun sürmesinden dolayı planlanan sürelerde işletmeye alınamayabilmektedir.

Günümüzde tünel imalatları, tünel delme makinelerinin kullanımının artmasıyla daha kısa sürelerde yapılabilmektedir. Zira klasik tünel açma yöntemleriyle günde ortalama 1 metre tünel imalatı yapılabilirken, tünel delme makineleriyle ortalama 10 metre tünel imalatı yapılabilmektedir. Tünel delme makinelerinin kazı performansının tahmini ile ilgili birçok akademik çalışma yapılmış olup bu çalışmalar sonucunda İstanbul'daki jeolojik formasyonlar için bir kazı ilerleme tahmin modeli de geliştirilmiştir [1-3]. Bu model sayesinde karşılaşılabilecek jeolojik formasyonun tipine göre tünel delme makinesiyle yapılacak tünellerin ne kadar sürede yapılabileceği önceden tahmin edilebilmektedir [4].

Metro istasyonu yapım işlerinin süreleri ise istasyonun konumuna, zemin şartlarına, bulunduğu mevkideki altyapı yoğunluğuna ve kamulaştırma işlemi gerekliliğine göre oldukça değişkenlik arz etmektedir. Metro istasyon inşaatları temel olarak tamamen aç kapa, kısmen aç- kapa kısmen tünel veya tamamen tünel şeklinde yapılabilmektedir. Aç kapa yapılması durumunda ilk inşaat yapım maliyetleri, tünel şeklinde istasyon yapımına göre daha az gözükse de yüzeye yakın altyapı hatlarının deplasmanı, metro istasyonu ile çakışan yüzeydeki parsellerinin kamulaştırılması gibi endirekt maliyetler ortaya çıkmakta ve istasyonun yapım süresi, teknik unsurlar dışında pek de kontrol edilemeyen bürokratik işlem sürelerinin esaretinde kalmaktadır. Zira en ufak bir parselin kamulaştırılması bile bir yıldan az sürmemekte, kamulaştırma işlemi tamamlanmadan da aç kapa istasyon inşaat imalatlarına başlanamamaktadır. Dünyadaki raylı sistem metro projeleri incelendiğinde raylı sistem projelerinin yapımının kamulaştırma süreleri hariç, asgari 5 yıl sürdüğü rapor edilmiştir [5].

İstanbul'da yapılan metro projelerinin bazılarında, aç-kapa yapılan istasyonların havalandırma fan odaları benzeri teknik hacimlerinin planlanan sürede tamamlanamadığı için, metro ana hat tünel imalatları bir yıl evvelden tamamlanmasına rağmen, tünel havalandırma fanları vb. elektromekanik işlerin imalatına başlanamamıştır. Bu durum metro projesinin işletmeye alınmasının bir yıl daha geç gerçekleşmesine sebep olmuştur. Diğer yandan bazı metro projelerinde de metro tünel imalatlarını geç tamamlanması sebebiyle istasyon inşaatlarının tamamlanmış olmasına rağmen metro hattının tamamı bir seferde işletmeye alınamayarak, kısmi olarak işletmeye alınma durumu söz konusu olmuştur. Bu bağlamda metro istasyonlarının ve metro hattı tünellerinin yapım tekniğinin projenin başında çok iyi bir şekilde planlanmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Metro projeleri, üstyapı inşaatı projeleri gibi bütün detayların önceden belirli olduğu uygulama projesine dayalı anahtar teslim götürü bedel işler olarak ihale edilemeyen, çalışılacak zemin ve ortamın tam olarak belirli olamaması gibi sebeplerden ötürü kesin projeye dayalı olarak ihale edilen altyapı projelerindedir. İstanbul'daki metro işlerinin ihaleleri birim teklif alma usulüyle yapılmaktadır. Bu sebeple inşaat işlerinin iş kalemlerinin bedelleri yüklenicinin teklifine ve imkânlarına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin elinde tünel makinesi bulunan bir yüklenici tünel makinesiyle yapılacak tünel imalatları için klasik tünel açma yöntemindeki tünel fiyatlarına göre daha düşük bir fiyat teklifi verebilmektedir. Bu sebeple ihale sonrası en uygun teklifi veren yüklenici ile sözleşme imzalandıktan sonra yapılacak tünel işleri vb. imalatların daha kısa sürede ve daha uygun fiyata tünel makinesiyle yapılabileceği mutlaka irdelenmelidir. Zira, metro projelerin başlangıcında alınacak kararlar gerek işin süresi ve gerekse de maliyeti üzerinde çok büyük etkiler yapmaktadır.

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı, Üsküdar-Çekmeköy istasyonları arasında yer alan yaklaşık 17 km uzunluğundaki ana hat tünelleri çift tüp delme tünel ve aç-kapa tipinde toplam 16 adet istasyonu, yaklaşık 2,8 km'lik depo sahası bağlantı tüneli, depo ve bakım alanı ve binaları bulunan bir raylı toplu taşıma sistemidir. Ana hat, Üsküdar Meydanındaki Üsküdar İstasyonu'ndan başlayarak 17 km'lik güzergâh tünel makinesi (TBM/EPB) ve yeni Avusturya tünel açma metodu (NATM) ile yapılan tüneller ile Çekmeköy İstasyonu'na ulaşmaktadır. Ana hat, Üsküdar Meydanındaki Üsküdar İstasyonu'ndan başlayarak 17 km'lik güzergâh tünel makinesi (TBM/EPB) ve konvansiyonel (NATM) yapım tekniğiyle yapılan tüneller ile Çekmeköy İstasyonu'na ulaşmaktadır. Buna ilave olarak ana hattın Dudullu mevkiinde sapılarak, 2,8 km'lik tünel bağlantı hattı ile Depo Sahasına ulaşmaktadır (Şekil 1). İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından ihale edilmiş olan metro hattının inşaat ve elektromekanik işlerine ait toplam bütçesi metro araçları hariç 563.899.995,32 € Avrodur.

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı, projesi birim fiyat teklif alma usulüyle ihale edilmiş bir iş olup metro istasyonu ve klasik tünel açmada kullanılan iş kalemlerinin her biri için ayrı ayrı teklif alınmıştır. Tünel delme makinesiyle (TBM) açılması planlanan tüneller için ise her bir metre başına tek bir fiyat teklifi alınmıştır.

M. NAMLI

Bu makalede, Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro projesi kapsamında yapılmış olan iki uygulamanın projeye mali olarak ve yapım süresi açısından etkisi özetlenmiştir. Proje kapsamında yapılması planlanan tünel havalandırma fan odaları için gerekli hacimler yüzeyden açık kazı yöntemiyle yapılmak yerine peron tünelleri seviyesinde açılan tünellere, peron katına indirilmiştir. Ayrıca, depo sahası bağlantı tüneli çift hattın müşterek olarak kullandığı tek kesit (74 m^2) tünel olarak yeni Avusturya tünel açma metoduyla (NATM) yapılmak yerine çift hat ayrı olarak ($2 \times 34 \text{ m}^2$) tünel makinesiyle (TBM) yapılması tercih edilmiştir.

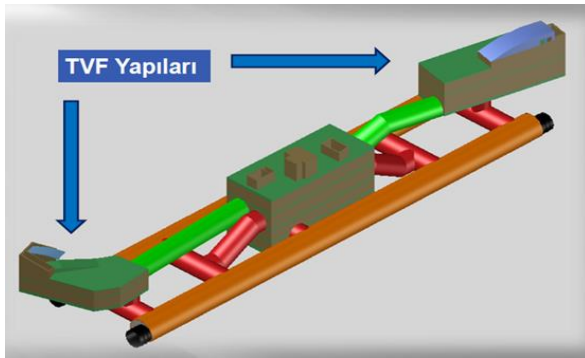


Şekil 1. Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı projesi güzergâhı

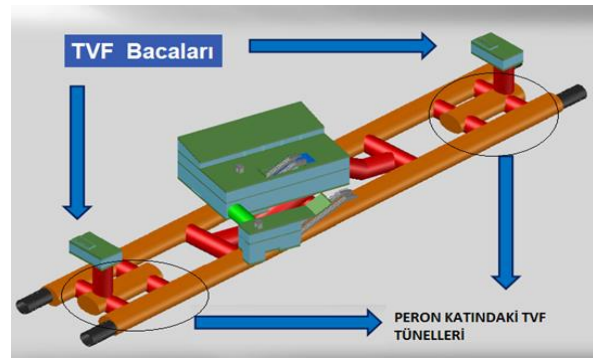
2. METRO PROJESİNDE YAPILAN DEĞİŞİKLİKLERİN İŞE ETKİSİ

Bu proje kapsamında öngörülmüş olan istasyonlardan arazinin müsait olduğu istasyonlar tamamen aç kapa yöntemiyle yapılırken, arazinin müsait olmadığı istasyonlar ise tamamen delme tünel yöntemiyle yapılmıştır. Ayrıca arazinin kısmen müsait olduğu meskûn alanlardaki bazı istasyonların, inşaat süresince ve sonrasında yüzeyde işgal edilen alanın ve kamulaştırma ve altyapı deplase maliyetlerinin asgariye indirilmesi için yolcu toplanma alanları kısmen aç kapa yöntemiyle yapılırken geriye kalan teknik hacimler tünel olarak yapılmıştır. Bunun için peron tünelleri uzatılarak peron tünellerinin sonuna yapılan ilave tüneller ile normalde aç kapa kesim içinde yüzeye yakın olan (Şekil 2), tünel havalandırma fanları (TVF) gibi büyük hacim işgal eden elektromekanik ekipmanları içeren tünel havalandırma fan odaları peron katına alınmıştır (Şekil 3).

Bu sayede, her ne kadar peron katındaki tünel imalatları ve maliyetleri artmış olsa da tünel havalandırma fan odaları için yüzeyden açık kazı ile yapılması durumunda kazılacak ve işgal edilecek alanın azalması sebebiyle yapılması gereken altyapı deplasesi ve kamulaştırma maliyetinin yanı sıra bu işler için gerekecek ilave süreden ve olumsuz çevresel etkiden de kurtulunmuştur.



Şekil 2. Tünel Havalandırma Fan Odalarının yüzeyden açık kazı ile konkors katında yapılması durumu



Şekil 3. Tünel Havalandırma Fan Odalarının peron katına alınması durumu

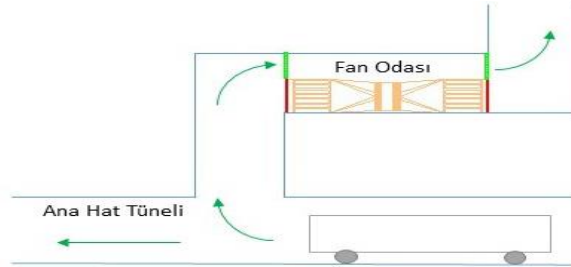
Tren alt ekipmanları ve istasyondaki tesislerde oluşan sıcak hava ve tünelde biriken kirli hava, trenin önünde oluşturmuş olduğu piston etkisi ve peron öncesinde yer alan şaftlar vasıtası ile doğal (cebri olmayan) bir şekilde dışarıya atılmaktadır. Doğal havalandırma yeterli olmadığı takdirde fanlar vasıtasıyla tüneller soğutulmakta, kirli hava egzoz edilmektedir. Haliyle şaftlar mümkün olduğunca yüzeye mesafesi kısa ve hava direncinin az olması, doğal havalandırmadan maksimum yararlanılması açısından önemlidir.

Tünel Havalandırma Odası, aç-kapa yapı içinde imal edildiğinde; piston etkisi ile gelen havanın yüzeye erişim yolu uzamakta, fan odası giriş ve çıkışında kesit daralmasından dolayı direnç ile karşılaştığından doğal havalandırmadan minimum seviyede yararlanılmaktadır.

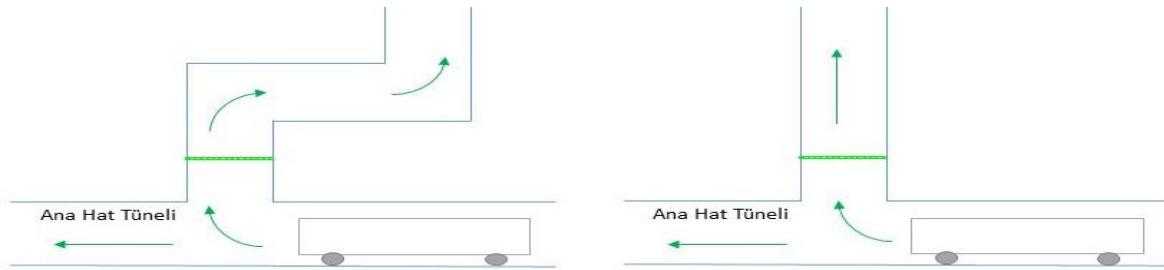
ÜSKÜDAR-ÜMRANİYE-ÇEKMEKÖY METRO HATTINDA YAPILAN UYGULAMA DEĞİŞİKLİKLERİNİN PROJEYE MALİ VE SÜRESEL ETKİSİ

Tünel Havalandırma Fan Odası, peron katı tünel yapısı içinde imal edildiğinde; piston etkisi ile gelen hava tünel havalandırma fanından bağımsız olarak doğrudan yüzeye kısa yoldan erişmekte, daha az dönüş ve alansal daralmalara maruz kaldığından Şekil 4'e nazaran daha yüksek oranda doğal havalandırmadan yararlanılmaktadır.

Tünel Havalandırma Fan Odalarının ön projedeki haliyle yapılması durumundaki inşaat maliyeti ile peron katına alınması durumundaki ilave tünel açılması maliyeti Tablo 1'de mukayese edilmiştir. İstasyon mevkileri bazında tespit edilmiş olan kamulaştırma bedelleri ile TVF yapıları için gerekli inşaat alanı çarpıldığında ise TVF yapılarının açık kazı ile yapılması durumunda gereken 26.612.850,00 € kamulaştırma maliyetine ve bu parsellerin kamulaştırılabilmesi için gereken asgari 1 yıllık kamulaştırma süresine de gerek kalmamıştır.



Şekil 4. Tünel Havalandırma Fan Odasının konkors katında imalatı ve piston etkisinin şematik gösterimi [6]



Şekil 5. Tünel Havalandırma Fan Odasının peron katında imalatı ve piston etkisinin şematik gösterimi [6]

Tablo 1. Tünel Havalandırma Fan Odalarının (TVF yapılarının) aç kapa konkors katında veya tünel olarak peron katında yapılması durumundaki inşaat maliyetlerinin mukayesesi

İstasyon Adı	Eski Durum (Aç Kapa)	Yeni Durum (Tünel)
Fıstıkağacı	1.117.137,72 €	859.051,43 €
Bağlarbaşı	1.487.947,72 €	594.848,52 €
Kısıklı	1.172.731,72 €	779.382,73 €
Bulgurlu	1.343.275,72 €	816.000,73 €
Ümraniye	1.256.133,72 €	855.088,02 €
Çarşı	1.191.629,72 €	827.421,87 €
Yamanevler	1.127.697,72 €	768.388,40 €
Çakmak	1.434.883,72 €	1.299.323,44 €
Ihlamurkuyu	1.132.141,72 €	345.445,87 €
Altınşehir	1.140.017,72 €	932.946,16 €
İmam Hatip Lisesi	1.171.785,72 €	237.740,13 €
TOPLAM	13.575.382,92 €	8.315.637,33 €

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı, projesi birim fiyat teklif alma usulüyle ihale edilmiş bir iş olup metro istasyonu ve klasik tünel açmada kullanılan iş kalemlerinin her biri için ayrı ayrı teklif alınmıştır. Tünel delme makinesiyle açılması planlanan tüneller için ise her bir metre başına tek bir fiyat teklifi alınmıştır. Bu sebeple klasik tünel açma, yani yeni Avusturya tünel açma metodu ile açılan tünellerinin maliyeti için detaylı iş kalemleri verilmişken (Tablo 2), TBM tünelleri için tek bir teklif fiyat verilmiştir (Tablo 3).

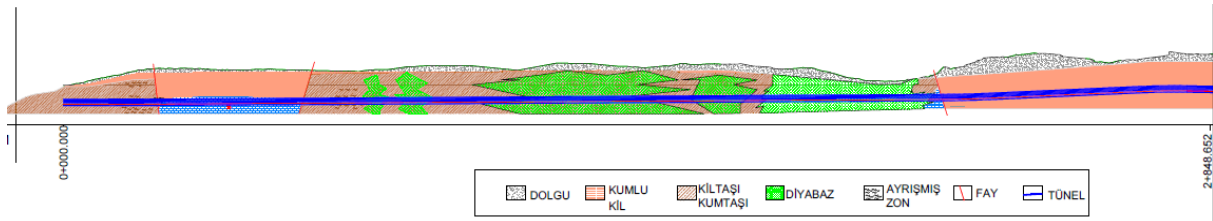
Tablo 2. Depo sahası bağlantısının yeni Avusturya metoduyla (NATM) yapım maliyeti

	İş Kalemi	Birimi	Birim Fiyat (€)	C Tipi Tün. Miktarı	Tutarı (€)
1	Kazı	m ³	46,44	224.000	10.402.560
2	Püskürtme beton	m ³	86,76	21.703	1.882.968
3	Hasır çelik	ton	768,6	694	534.063
4	İzolasyon	m ²	7,95	86.812	690.161
5	Kaya bulonu (4 m)	adet	31,82	25.200	801.864
6	Süren (1,5" 4 m)	adet	40,24	21.000	845.040
7	Çelik İksa (H:141)	ton	919,3	1.400	1.287.020
8	Beton İç Kaplama	m ³	49,45	42.006	2.077.204
9	Kalıp	m ²	19,55	58.808	1.149.708
10	Su tutucu	m	8,26	12.368	102.163
11	Alın kalıp	m ²	19,55	1.750	34.212
12	BÇIIIa	ton	814,51	5040	4.105.729
13	Koruma betonu	m ³	34,21	560	19.160
14	Block out	kg	3,68	933	3.434
15	Ø 14 Zemin Çivisi	m	17,12	56.000	95.8720
16	Umbrella Arch	m	46,38	78750	3.652.425
TÜNEL MALİYETİ (€)					28.546.435
3 ADET ŞAFT KAZI DESTEK MALİYETİ (€)					640.182
TOPLAM (€)					29.186.670

Tablo 3. Depo sahası bağlantı tünelinin iki adet TBM ile yapılmasının maliyeti

Birim fiyat(€/metre)	Miktar (metre)	Toplam Tutar (€)
3680	2.800 X 2 = 5600	20.608.000

Yapılan detaylı zemin araştırmaları neticesinde elde edilen jeolojik kesitten (Şekil 6) tünel güzergahının yarısından fazlasında boru kemer (umbrella arch) yöntemine ihtiyaç duyulacağı anlaşılmıştır. Bu durumda işin hem süresini hem de maliyetini olumsuz etkileneceği dikkate alınarak mevcut proje kapsamında depo sahası bağlantı tüneli çift hattın müşterek olarak kullandığı tek tüp kesit 74 m² (Şekil 7) tünel olarak yeni Avusturya tünel açma metoduyla yapılması öngörülmüş iken, çift hat ayrı iki tünel olarak 2*34 m² (Şekil 8) tünel makinesi ile yapılması tercih edilmiştir.

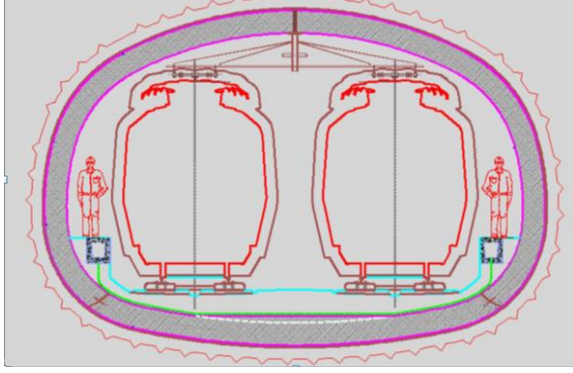
**Şekil 6.** Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro depo bağlantı tüneli güzergahı jeolojik kesiti [7]

İlk anda hattın iki katına çıkıyor olması ve tünel metrajının uzaması ilave bir maliyet ve süre olarak görülmüştür. Ancak yapılan detaylı zemin araştırmalarında tünel güzergahının, kiltası, kumtaşı, kireçtaşı, diyabaz ve diyabaz dayklarının yanı sıra kumlu siltli kil gibi çok değişken zemin koşullarının müteşekkil olduğu ve söz konusu tünel güzergahının asgari yüzde ellisinde boru kemer yöntemine (umbrella arch) zorunlu olarak ihtiyaç duyulacağı anlaşılmıştır.

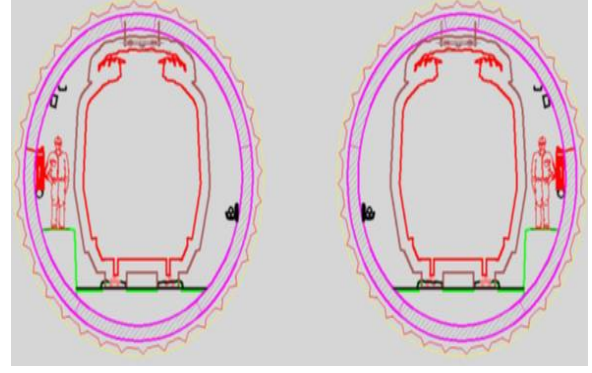
Yapılan detaylı zemin sondajları neticesinde ihtiyaç duyulacak boru kemer yöntemi dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda, işin süresinin ve maliyetinin tek tüp büyük kesit yapılması durumunda, tünellerin hızlı yapılabilmesi için çift aynada çalışma yapılmasına imkan verecek üç adet şaft dâhil, yaklaşık tünel inşaat maliyetlerinin 29.186.670 avroya mal olacağı (Tablo 2) ve tünel güzergahında açılacak üç adet şafttan tünel aynalarında çift yönlü çalışılarak işin yapım süresinin yaklaşık 844 gün alacağı hesap edilmiştir. Çift tüp TBM

ÜSKÜDAR-ÜMRANIYE-ÇEKMEKÖY METRO HATTINDA YAPILAN UYGULAMA DEĞİŞİKLİKLERİNİN PROJEYE MALİ VE SÜRESEL ETKİSİ

ile yapılması durumunda ise yapım maliyetinin 20.608.000,00 Avro tutacağı hesap edilmiştir (Tablo 3). Netice olarak depo sahası bağlantı tünelleri iki adet TBM ile 8.578.669 Avro daha az maliyetle ve 495 günde tamamlanmıştır (Tablo 4).



Şekil 7. Projenin ilk halindeki depo yolu tüneli tek tüp kesit 74 m²



Şekil 8. Projenin son halindeki depo yolu tüneli çift tüp tünel 2*34 m²

Tablo 4. Depo sahası bağlantı tünelinin NATM ve iki adet TBM ile yapılmasının mukayesesi

DEPO YOLU TÜNELİNİN NATM ile yapılması	29.186.670 €	844 gün
DEPO YOLU TÜNELİNİN ÇİFT HAT İKİ TBM ile yapılması	20.608.000 €	495 gün
DEPO YOLU TÜNELİNİN NATM ve TBM TÜNELİ maliyet ve süre FARKI	8.578.670 €	349 gün

3. SONUÇLAR

Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı projesi kapsamında tünel havalandırma fan odalarının peron katına alınması ile inşaat maliyetlerinde 5.259.746 Avro azalma olmuştur. Buna ilave olarak tünel havalandırma fan odalarının (TVF) aç kapa yapılması durumunda gerekecek olan 26.612.850 Avro kamulaştırma bedeli ve kamulaştırma işlemlerinin tamamlanması için öngörülen yaklaşık bir yıllık bekleme süresi de ortadan kalkmıştır. Tek tüp yeni Avusturya metoduyla (NATM) yapılması öngörülen depo bağlantı tünellerinin çift tüp iki adet tünel açma makinesiyle (TBM) yapılması sonucunda depo yolu bağlantı tünelleri 8.578.670 Avro daha az maliyetle ve 349 gün daha kısa sürede tamamlanmıştır.

Sonuç olarak, toplam 563.899.995,32 € keşifli Üsküdar-Ümraniye-Çekmeköy Metro Hattı projesinde, tünel havalandırma fanları için gerekli hacimler peron katında tünel olarak yapılarak ve depo yolu bağlantı tünelleri de TBM ile yapılarak, toplam 40.451.266 avro daha az maliyetle ve yaklaşık bir yıl daha kısa sürede toplam proje bedelinin %7,2 oranında bir tasarruf sağlanmıştır.

Bu örnekten çıkarılacak sonuç, metro benzeri zemin şartlarının önceden kesin olarak öngörülemediği büyük maliyetli projelerde, zemin bilgisi ve araştırmalar neticesinde elde edilen veriler ışığında projenin başlangıç aşamasında alınacak dinamik ve analitik kararlar projelerin daha düşük maliyetle daha kısa sürede gerçekleştirilebilmesine imkan verebilmektedir. Bunun için işveren, yüklenici ve üniversitelerin birlikte çalışarak sorunlara, yaşanmış tecrübeler göz önünde bulundurularak, reel ihtiyaçlar ve bilimsel gerçekler birlikte değerlendirilerek çözümler aranmalı ve elde edilen tecrübeler kayıt altına alınarak teknik camiayla paylaşılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu makalenin yazarı, göstermiş oldukları anlayış ve destekten ötürü İstanbul Büyükşehir Belediyesi Raylı Sitem Daire Başkanlığı ve Doğu İnşaat San ve Tic. A.Ş teknik ekibine ve özellikle İbrahim Halil Pakişi'ne teşekkürü bir borç bilir.

M. NAMLI

KAYNAKLAR

- [1] NAMLI, M., ÇAKMAK, O., PAKIS, İ.H., TUYSUZ, L., TALU, T., DUMLU, M., BALCI, C., COPUR, H., BILGIN, N., “A Methodology of Using Past Experiences in the Performance Prediction of a TBM in a Complex Geology and Risk Analysis”. In Proceedings of the World Tunnel Congress 2013, Geneva, Switzerland, 2013.
- [2] NAMLI, M., ÇAKMAK, O., PAKIS, İ.H., TUYSUZ, L., TALU, T., DUMLU, M., BALCI, C., COPUR, H., BILGIN, N., “The Performance Prediction of a TBM in a Complex Geology in Istanbul and the Comparisons with Actual Values”. In Proceedings of the World Tunnel Congress 2014-Tunnels for a better Life. Foz do Iguacu, Brazil, 2014.
- [3] BILGIN, N., NAMLI, M., COPUR, H, BALCI, C., MAMAGHANI, A., “A Model to Predict the Performance of EPB-TBMs in a Complex Geology in Istanbul”, In Proceedings of the World Tunnel Congress 2016, San Francisco, USA, 2016.
- [4] NAMLI, M., BILGIN, N., “A Model to Predict Daily Advance Rates of EPB-TBMs in a Complex Geology in Istanbul”. Tunneling and Underground Space Technology, 62, 43-52, 2017.
- [5] ARMSTRONG, ALAN, Dünya Bankası Raporu, WTP52, 2002.
- [6] PAKIS, İ.H., Metro Teknik Bilgi Notları (yayınlanmamış), 2017.
- [7] HIZEL, M., Metro Şantiye Bilgi Notları (yayınlanmamış), 2015.