

ŞEHİRİÇİ RAYLI SİSTEMLERDE HARİTA KAPSAMLI ÇALIŞMALARA İSTANBUL METROSU ÖRNEĞİ

Ramazan Tarhan

İstanbul Ulaşım Anonim Şirketi, Proje Bakım Mühendisi

ÖZET

Bu bildiride Türkiye'nin en büyük Metropol kenti olan İstanbul'un kent ihtiyacına göre trafiğe açık raylı sistemlerde (Tramvay) Harita çalışmaları, Trafiğe kapalı balastlı zemine uygulanmış Raylı sistemlerde (LRTS) Harita çalışmaları ve Tamamen yeraltında betona fikselli raylı sistemlerde (Metro) Harita Çalışmalarına örnekler sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Mühendislik Ölçmeleri, Hafif Metro (LRTS), Metro yapımı, Buraj, Makaslar, Taşlama.

ABSTRACT

IN ISTANBUL UNDERGROUND EXAMPLE GEODETIC WORKS OF LOCAL RAIL TRAIN SYSTEMS

In this paper, geodetic works carried out on rail train systems (Tramway) that are planned with respect to the urban requirements of Istanbul metropol and are open to public traffic are discussed. In addition, some examples of geodetic works on light rail train systems (LRTS) that are closed to the public traffic and covered with ballast, and works accomplished underground as part of rail train systems fixed on concrete (Underground) are presented.

Keywords: Engineering surveys, Light Rail Train System (LRTS), Underground construction, Temping, Crossings and switch, grinding.

1. GİRİŞ

Şehir içi Raylı Taşımacılıkta uygulanan sistemlerin adlandırılması, Uluslararası Demiryolu Birliği (UIC) tarafından belirlenmiştir. Buna göre, Yolcu taşıma kapasitesi bakımından saatte 15000 yolcu taşıma kapasiteli raylı sistemlere TRAMVAY, 25000 Yolcu taşıma kapasiteli raylı sisteme LRTS^(*), 25000'den yukarı yolcu taşıma kapasiteli raylı sisteme ise METRO tanımlaması yapmıştır. Her üç sistemde de rayların zemine uygulanış biçimi farklılık arz etmektedir. Alt yapı, genel olarak kent ihtiyacına göre dizayn edilmektedir. Özellikle büyükşehirlerde önemli bir sorun olan trafik ve ulaşım için toplu taşımacılıkta raylı sistemler tercih edilmektedir. Modern yeraltı ve yerüstü hatlarının devreye girmesiyle insanların hayatlarının kolaylaştığı bir gerçektir. Bugün ülkemizin en büyük şehri olan İstanbulda 75 km'lik TCDD Elektrikli hızlı Banliyö raylı hatları dışında şehir içi ulaşımaya yönelik işletmeleri Büyükşehir Belediyesi bünyesinde olan 13 km'lik (26 km çift hat) Kabataş-Zeytinburnu Tramvay hattı, 20 km'lik (40 km çift hat) Aksaray-Havalimanı LRTS hattı ve 8 km'lik (16 km çift hat) derin tünel Taksim-4Levent yeraltı metro hattı işletmeye açık bulunmaktadır. 18 km'lik (36 km çift hat) Vezneciler-Sultançiftliği Tramvay hattı ve 5 km'lik (10 km çift hat) Zeytinburnu-Bağcılar Tramvay hattının inşaatı devam etmekte ve yakın bir tarihte hizmete girecektir. Mevcut işletmeye açık hatlarımızda işletmenin aksamaması için değişik birimler kurulmuş ve her birim kendi dalında çalışmalarını sürdürmektedir. Hat bakımı ile ilgili Yol Bakım birimi de bu amaçla kurulmuş bir birimdir. Harita ekibi bu birim bünyesinde çalışmalarını yapmaktadır. Yapılan çalışmalar başlıklar altında aşağıda sunulmuştur.

2. METRO VE TRAMVAY HATLARINDA KULLANILAN POLİGON NOKTALARININ GENEL YAPISI

2.1. Hafif Metro (LRTS-Light Rail Train System) Hattındaki Poligonlar

Trafiğe kapalı, balastlı^(**) zemine uygulanmış hızlı metro raylı sistemi olan 20 Km uzunluğundaki Aksaray-Havalimanı LRTS Hattındaki poligonlarımızın büyük bir bölümü duvara montajlı poligon sistemlerinden oluşmaktadır. Şeritvari bir güzergaha sahip olan LRTS Hattındaki poligonların ara mesafeleri 150-200 arasında değişmektedir. Tünel kısımları tek tünel çift hat şeklinde yapılmıştır. Aç-kapa tünel tipi olarak adlandırılan ortalama derinliği 10 metreyi geçmeyen LRTS Hattının yer altı poligonları duvara montajlı sabit pilye şeklinde oluşturulmuştur. (Bkz. Resim-1). Bu hattının Yeryüzü açık alanlarda geçen kısımlarında da yine tünel poligonlarına benzer duvara montajlı sabit noktalar kullanılmaktadır. (Bkz. Resim-2). Uzun viyadük üstlerinden geçen kısımlarında ise özellikle viyadüklerin sabit kiriş olan noktalarda seçilen sağlam yerlere tam pilye şeklinde poligon noktaları tesis edilmiştir. (Bkz. Resim-3).



Resim-1



Resim-2



Resim-3

2.2. Metro Hattındaki Poligonlar

Taksim-4. Levent arasında tamamen yeraltında çift tünel çift hat olarak tesis edilen İstanbul Metro sunun güzergah uzunluğu 8 km, tünel uzunluğu ise 16 km'dir. Bazı kısımlarda yerin 35 m derinliğinde olan bu derin tünel Metro hattımızdaki poligon sistemleri yine duvara montajlı ama taşınabilir aparatlardan oluşan bir sisteme sahiptir. Beton duvar yüzeyinde oluşturulan sabit bir yuvaya(Resim-4) montajı yapılabilen poligon aparatları her ölçüm sırasında bölgedeki poligon noktalarına kolay bir şekilde montajı yapılmaktadır.(Resim-5 ve 6).



Resim-4



Resim-5



Resim-6

2.3. Tramvay Hattındaki Poligonlar

Oluklu ray tipi diye adlandırılan Rİ.59 R13 oluklu ray profili ile zemine uygulanan ve lastikli oto araçlarına da açık olan Tramvay 13 km'lik Kabataş-Zeytinburnu Tramvay hattımızdaki poligonlarımızın tümü açık alanda tam pilye şeklinde zemine uygulanmıştır.(Resim-7).

3. METRO VE TRAMVAY HATLARINDAKİ HARİTA ÇALIŞMALARININ KAPSAMI

Her üç hattımızdaki harita çalışmaları genel olarak, yatay ve düşey deformasyon ölçümlerinin yapılması, ray yenileme veya küçük çaplı güzergah değişikliklerinin projelendirilip araziye tatbiki ve Ray makaslarının yerleştirilmesi gibi başlıklardan oluşmaktadır.

3.1. Yatay/Yanal Deformasyonlar

3.1.1. Yatay Deformasyonların Tespiti

Uluslararası Demiryolu Birliği (UIC) tarafından Raylı sistemlerdeki uluslararası entegrasyonların sağlanması amacıyla tüm ülkelerdeki ray açıklıklarının 1435 mm olarak belirlenmesine karar verilmiştir. Ülkemizde kullanılan şehirçi Raylı sistemlerin tümünün ray açıklığı (gauge) 1435 mm'dir. TCDD Sistemi de buna uyumludur. Raylı sistemlerde kullanılan altyapı şekli,ray tipleri,araç çeşitleri ve yolcu yoğunluğu yollardaki yatay deformasyonların

oluşmasındaki en önemli etkenlerdir. Ray aşınmaları ve kurp bölgelerindeki dever miktarının zamanla bozulması araçlarda hissedilir bir biçimde yatay salınımlara yol açmaktadır. Milimetre bazında okunması gereken yatay ölçümlerin ray prizması ile yapılması çok büyük önem taşımaktadır. Hem oluklu raya sahip Tramvay hattımızda hem de S49 Rayı olarak tanımlanan mantar rayların kullanıldığı Hafif Metro ve Derin metro hatlarımızdaki tüm ölçümlerimiz ray prizması kullanılarak yapılmaktadır. Ray prizması özel bir aparatla ray mantarına montajı sağlandıktan sonra ölçüm yapılmaktadır. (Resim-8 ve 9).



Resim-7



Resim-8



Resim-9

Üç ayaklı seyyar sehpa kullanmadan ve araçların hızlarından kaynaklanan rüzgar titreşiminin minimuma indirildiği poligon noktalarımızı kullanarak yapmış olduğumuz tüm koordinat ölçümleri ray prizması ile yapılmaktadır. Ölçüm dataları bilgisayar ortamında Raylı sistemler için hazırlanmış programlar kullanılarak değerlendirilmektedir. Bu ölçüm datalarından yararlanılarak deformasyon miktarları liste halinde çıkartılır (Bkz. Tablo 1). Ölçümlerimiz genel olarak 10 metre aralıklarla yapılmaktadır. Kurp bölgelerindeki ölçüm aralıkları ise 5 metredir. Güzergah başından itibaren 10 metrede bir kilometre sigorta çivileri beton duvara tesis edilmiştir. Bu çiviler düzeltme çalışmalarında referans olarak kullanılmaktadır. Yapılan ölçümlerden ve değerlendirme çalışmalarından sonra yatay deformasyonların hangi kapsama girdiği tespit edilmektedir. Hatlarda meydana gelen yatay deformasyonlar genel olarak 2 çeşittir.

Tablo 1: Bayrampaşa-Ulubatlı 2.yol 2+300 ile 2+430 arasındaki kısımda ray açıklığı ölçüm tablosu

Intersected Z,	Plan Distance,	slope Distance,	Crossfall,	Level Differenc,
48.132,	-1.446,	-1.448,	0.047,	0.067,
48.718,	-1.423,	-1.424,	0.035,	0.050,
49.306,	-1.437,	-1.437,	0.025,	0.036,
49.903,	-1.439,	-1.439,	0.010,	0.014,
50.388,	-1.449,	-1.449,	0.000,	0.000,
50.551,	-1.443,	-1.443,	0.001,	0.001,
51.161,	-1.424,	-1.550,	0.429,	0.611,
51.765,	-1.446,	-1.446,	0.001,	0.001,
52.383,	-1.422,	-1.422,	0.001,	0.002,
52.991,	-1.441,	-1.441,	0.003,	0.004,
53.595,	-1.418,	-1.418,	0.002,	0.003,
54.146,	-1.438,	-1.439,	-0.021,	-0.030,
54.691,	-1.422,	-1.422,	0.001,	0.001,
55.079,	-1.464,	-1.465,	-0.032,	-0.047,

3.1.2. Hat Geometrisi İle İlgili Yatay Deformasyonlar

Şeritvari güzergahlarda hat geometrisi ideal bir projelendirme ile zemine uygulandırılmıştır. Altyapının özellikleri, hatlarda kullanılan araçların özellikleri ve sefer aralıkları ile yolcu taşıma kapasiteleri zamanla hat geometrisini bozabilmektedir. Özellikle kurp bölgelerindeki dever (cant) miktarlarının değişim göstermesi belirgin bir araç sarsıntısına neden olmaktadır. Doğal afetlerin en büyüğü olarak tanımlanan deprem hareketlerinin de hat geometrisini bozduğu bir gerçektir. Altyapıdaki malzemenin zamanla özelliklerini kaybetmesi (Balast taşlarının parçalanarak küçülmesi gibi) araç hareketlerinin etkisiyle hat geometrisinin bozulmasının bir başka nedenidir. Ölçümlerden elde edilen datalardan yatay hat geometrisi oluşturulur. Bu geometri mevcut hat geometrisi ile karşılaştırılır. Eğer farklılık arz ediyorsa hat geometrisi ile ilgili yatay deformasyon söz konusu demektir. Bu tür çalışmalarımıza dresaj çalışması diyoruz. Dresaj çalışmaları hatlarımızda sık yapılan bir çalışmadır. Bu çalışmanın sonucunda deformasyona uğrayan hat geometrisi ideal geometrisine tekrar kavuşturulur. (Bkz. Grafik-2)

3.1.2. Ray Aşınmaları İle İlgili Yatay Deformasyonlar

Ölçüm sonuçları değerlendirilirken ilk baktığımız sütunlardan birisi ray açıklıklarının değişim diyagramıdır. (Bkz. Tablo-1). 1435 mm olması gereken ray açıklıkları 3–20 mm arasında değişim gösteriyorsa ray aşınma sorunu var demektir. Ray açıklıklarının değişim göstermesi araçlardaki yanal titremelere neden olmaktadır. Tramvay hattımızda mecburi dar kurpların olması (minimum R=30 m) ray aşınmalarının yer yer 5 cm'ye kadar gözlemlendiği olmuştur. Tramvay hattımızdaki ray aşınması sorunu ray yenileme ile giderilmektedir. Ray yenileme çalışması yapılırken mevcut hat geometrisinin yapısı korunarak proje yapılmaktadır. Bazı istisnai durumlarda daha ideal olabilecek yerlerde hat geometrisi küçük de olsa değiştirilebilmektedir. Buna benzer çalışmalarımız da bulunmaktadır. Hızlı seferler yapan metro hatlarımızdaki ray aşınmalarının çözümleri tramvaya göre daha değişiklik arz etmektedir. Mantar rayların kullanıldığı bu hatlarda ray aşınmalarının olduğu kısımda rayların yönlerinin değiştirilmesi uzun bir süre aşınma sorununu gideren bir çözümdür. Böylece aşınan kısım tekerlek profile temas etmeyen dış eksene getirilmiş olmaktadır. Bu uygulama genel olarak kurp olmayan alıyman bölgelerinde yapılabilmektedir. Kurp bölgelerinde yarıçapına göre bükülmüş olan rayların yönlerinin değiştirilmesi (change) imkansız değildir, ama bükülmüş olan bir rayı ters bükmek çok zor bir çalışmadır. Yarıçapına göre yeni bükülmüş olan rayı, aşınmış olan ray ile değiştirmek daha çok tercih edilen bir yöntemdir.

3.2. Düşey Deformasyonlar

Hatlarda meydana gelen deformasyonların bir nedeni de hat geometrisinin düşey platformdaki bozukluklarıdır. Düşey deformasyonları genel olarak iki kısma ayırmaktayız.

3.2.1. Altyapı İle İlgili Düşey Deformasyonlar

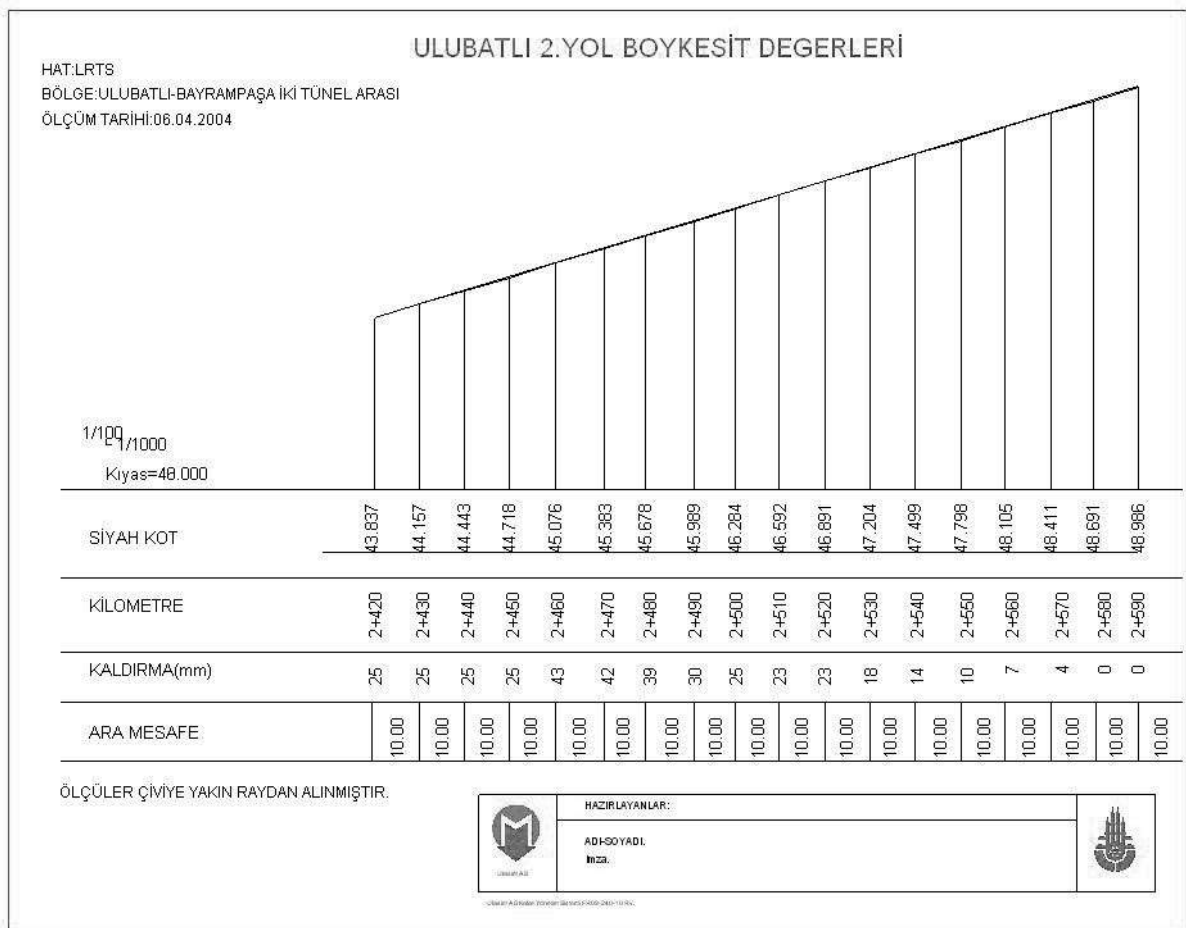
Özellikle balastlı alt yapıya sahip Raylı sistemlerde düşey deformasyonlar çok sık oluşmaktadır. 20 km uzunluğundaki (çift hat 40 km) LRTS hattımız balastlı zemin üzerinde uygulanmış bir Raylı sistemdir. Ülkemizde bulunan şehirçi raylı sistemlerin büyük bir kısmı bu sisteme sahiptir. Hızlı ulaşımın bir gereği olarak demiryolu hatlarındaki sefer aralıklarının sık olması ve yolcu kapasitesinin yüksek olması hatlardaki deformasyonların çok sık meydana gelmesine neden olan en önemli etkenlerdir. Balastlı demiryolu hatlarında deformasyonların giderilmesine yönelik yapılan çalışmaların en önemlisi Buraj^(****) çalışmalarıdır. Araçlardan gelen ses ve gürültü kirliliğini önlemek, araç titreşimi ve salınımını minimuma indirmek için hızlı ve güvenli taşımaya yönelik çalışmaların bir parçası olan buraj işleri özveri ve dikkat isteyen bir çalışmadır. Demiryolu hat bilgileri ışığında nivelman yolu ile yapılan harita çalışmaları balastlı demiryollarındaki buraj çalışmalarının en önemli kısmını teşkil eder. Nivelman ölçümlerimiz için hatlarımızda bulunan Rs. Noktaları referans alınarak nivo ile sigorta kilometre çivilerinin bulunduğu ray noktalarından yapılmaktadır. Kotlardan elde edilen boykesit grafiğine göre ray kaldırma miktarları kilometre noktalarına göre tespit edilir ve listelenir (Bkz. Grafik-1). Böylece bölgede meydana gelmiş olan düşey deformasyonların miktarları tespit edilir.

3.2.2. Ray Aşınmaları (Ondülasyon) İle İlgili Düşey Deformasyonlar

Ray yüzeylerinde araç tekerleğinin raya teması sonucunda oluşan ve genel olarak yatay ve düşey hat geometrisinin bozukluğu ile orantılı olarak meydana gelen raylardaki düşey aşınmalara ondülasyon aşınmaları denilmektedir. Ondülasyon aşınmaları maksimum 5 mm olabilmektedir. Her üç hattımızda da bu tür aşınmalar sıkça söz konusu olmaktadır (Bkz. Resim-11). Düşey ondülasyonlar genel olarak düşey ekseninde araç titreşmesine neden olmaktadır. Nivelman yolu ile yapılan düşey düzeltmeler tamamlandıktan sonra Ray taşlama makinası ile ondülasyonların giderilmesi yapılabilmektedir. Düzenli bir taşlama için ölçümlerin sağlıklı ve nivelman değerlerinin ideal olması gerekmektedir.

3.3. Yatay ve Düşey Deformasyonların Giderilmesi

Hatlarımızdaki deformasyonların tespiti ilk başta kaba olarak adlandırılan gözlemlerle elde edilmektedir. Makinist kabininde yapılan haftalık hat kontrollerinde yatay ve düşey titreşmelerin araç üzerindeki etkisi gözlenerek bozuk bölgeler not edilir. Öncelikli bölgeler tespit edildikten sonra hassas deformasyon listesi buraj makinası tarafından çıkartılır. Buraj makinasının, bünyesinde ray nivelosunu taşıması ve bilgisayar destekli olması deformasyonların tespitinde önemli rol oynamaktadır. Hem yatay hem de düşey bozuklukları grafik halinde çıkarabilmektedir. Böylece acil ölçüm yapılması gereken bölgeler belirlenir. Ülkemizde şehirçi balastlı raylı sistemlerde en uzun güzergaha sahip olan İstanbul'da yoğun nüfus kitlelerinin tercihi sonucu dakikalarla sınırlı olan sefer aralıklarının hatlarda çok sık uygulanması el ile yapılan buraj çalışmalarını yetersiz kılmıştır.



Grafik-1

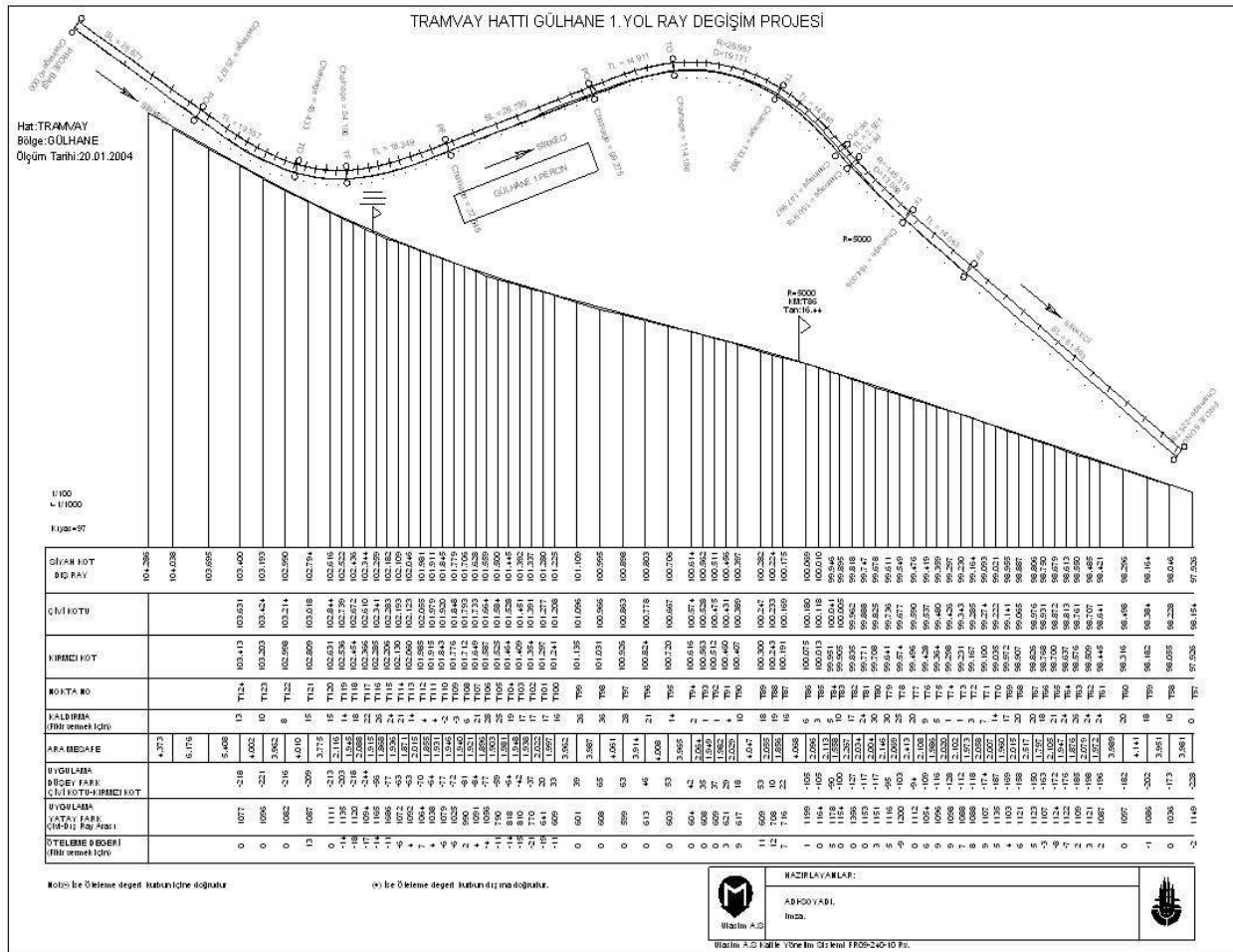


Resim-10



Resim-11

Bugün, işletmesi İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım A.Ş. Genel Müdürlüğü tarafından yapılmakta olan 20 Km'lik Aksaray-Yenibosna Balastlı hafif metro güzergahında ortalama olarak günlük 250 metrelik buraj çalışmaları yapılması zorunlu olmuştur. Bu zorunluluğun getirmiş olduğu bir ihtiyaç neticesinde buraj çalışmalarının daha sağlıklı ve daha seri yapılması için İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından raylı hatlarda kullanılmak üzere BEAVER 90-ZW tipi buraj makinası alınmıştır (Bkz. Resim-10). Maliyeti yüksek ama modern donanımları bulunan bu aracın fonksiyonu günde 80-100 işçinin yaptığı çalışmalara denktir.



Grafik-3

4. SONUÇ

Şehir içi raylı sistemlerin gerek balastlı yollarda ve gerekse balastsız yollarda yapılan deformasyon ölçümleri dışında, ray yenileme çalışmaları, trafik kavşaklarının düzenlenmesi, makas ölçümlerinin yapılması, istasyon yapılarının tadilat çalışmaları, Yeraltı derin tünel ölçüm kontrollerinin yapılması, küçük çaplı güzergah değişikliklerinin projelendirilip zemine tatbiki, yeni projelendirilen hatların mevcut hatlar ile entegre çalışmaları ve arazi hareketlerinin incelenmesi (kayma, çökme vb.) gibi çalışmalar raylı sistemlerdeki harita kapsamlı çalışmaları oluşturan ana başlıklardır. Sistemli bir şehir içi raylı taşıma işletmeciliği için düzenli bir poligon sisteminin bulunması, harita bünyesinde yapılan çalışmaların harita yönetmeliği çerçevesinde yapılması ve tüm bu çalışmaların tecrübeli harita mühendisleri tarafından yapılması büyük önem taşımaktadır.

(*) **LRTS:** Light Rail Train System (Hafif Raylı Tren Sistemi)

(**) **BALAST:** Traverslerden gelen basıncı azaltarak platforma iten, basınca dayanıklı, temiz, bünyesinde su tutmayan, dayanıklı taşın konkasörlerle kırılmış boyutları 30–60 mm arasında olan kırma taşlara denir.

(***) **BURAJ:** Deformasyona uğramış veya yeni imal edilen raylara demiryolu güzergahı boyunca yapılan balast takviyesine denir.