

RAYLI SİSTEMLERDE ÖLÇME TEKNİKLERİ VE DONANIMLARI

R. Tarhan

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul Ulaşım San. Tic.A. Ş.Genel Müdürlüğü, Esenler, İstanbul tarhan@istanbul-ulasim.com.tr

ÖZET

Bu bildiri, şehir içi raylı sistemlerde önemli bir deneyime sahip olan İstanbul şehir içi raylı sistemlerindeki harita ölçüm çalışmaları ve bu çalışmalarda kullanılan donanımların bir tanımını kapsamaktadır. Raylı sistemler, işletme sürekliliği için düzenli bakım isteyen sistemlerdir. Genel olarak deformasyon bakımlarına yönelik yollarda yapılan bakım çalışmaları harita ölçümleri baz alınarak yapılmaktadır. Deformasyonların tespitine yönelik hatlarda yapılan ölçüm çalışmaları, hat tipi ve ray tipi yapısına göre değişik şekillerde yapılmaktadır. İdeal ölçüm verileri elde etmek için hatlarda kullanılan ölçüm yöntemleri ve ölçümlerde kullanılan donanımlar bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Endüstriyel Ölçmeler, Deformasyon Analizi, Kamu Ölçmeleri, Raylı Sistemler, Tünel Ölçmeleri.

ABSTRACT

MEASUREMENT TECHNIQUES AND EQUIPMENT IN RAIL SYSTEMS

This paper includes surveying studies related to urban rail systems in İstanbul which has a significant experience in the urban rail systems and a complete description of the equipment used in these studies. Rail systems are the systems which require regular maintenance for continuity of operation. In general, railway maintenance is carried out by surveying works. Detection of deformation is based on type of both rail and track. Surveying methods and equipment used in these studies are presented in this paper.

Keywords: Industrial Measurements, Deformation Analysis, Surveying of Public Land, Rail Systems, Tunneling Measurements.

1. GİRİŞ

Şehir içi raylı sistemler, zemine uygulanışı açısından 2 kısma ayrılır. Genel olarak balastlı yapıya sahip raylı sistemler ve betona tespitli (balastsız) raylı sistemler diye tanımlanır. Metro, Hafif Metro (LRTS: Light Rail Train System - Hafif Raylı Tren Sistemi) ve Tramvay şeklinde tanımlanan güzergahların yapısı kullanılan ray tipine göre şekillenir. Şehir içi trafikte lastikli oto araçlarının da zaman zaman kullandıkları Tramvay güzergahlarında genel olarak Oluklu ray diye tanımlanan R160 (Resim 1) rayları kullanılır. Yolcu taşıma kapasitesi bakımından daha kalabalık yolcu kitlesi taşıyan ve daha hızlı hareket eden LRTS ve Metro hatlarında ise S-49 rayı diye tanımlanan mantar tipi raylar kullanılmaktadır (Resim 2).



Resim 1. Oluklu Ray Tipi (Grooved) Hattı (RI-60)



Resim 2. Mantar Ray Tipi Hattı (Vinyol) (S-49)

İstanbul Ulaşım A.Ş. hem balastlı (traverslerden gelen basıncı azaltarak platforma iten, basınca dayanıklı, temiz, bünyesinde su tutmayan, dayanıklı taştan konkasörlerle kırılmış boyutları 30-60 mm arasında olan kırma

Raylı Sistemlerde Ölçme Teknikleri ve Donanımları

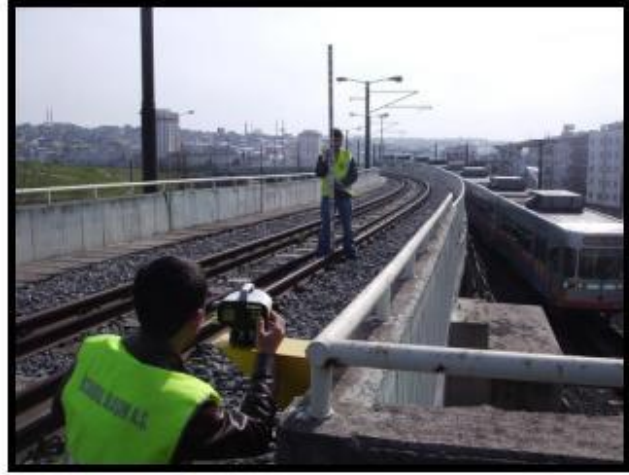
taşlara denir) hem de balastsız hatlara sahip bir kurumdur. Balastsız ve betona tespitli hatlarda Tramvay hatları için RI60 rayı (Groveed), diğer hatlar için S-49 rayı (Vinyol) zemine uygulanmıştır. Hatlardaki işletme sürekliliği için yapılan bakım çalışmalarında harita ölçümleri çok önemli bir yer tutar. Hareketli hatlar üzerinde yapılan ölçümler ray tiplerine göre üretilen özel ölçüm donanımları ile yapılmaktadır. Hem ray tipine göre hem de zemin yapısına göre hatlarda yapılan ölçüm çalışmaları ve bu çalışmalarda kullanılan ölçüm donanımları aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

1.1 Mantar Ray Tipi(S-49) Hatlarında Yapılan Ölçümler

Bakım çalışmalarının en yoğun yapıldığı hattır. Balastlı sisteme sahip bu hattımız Aksaray-Havalimanı güzergahında 20 km uzunluğa sahiptir. Zeminin balastlı olması sebebiyle sürekli çökmeler meydana gelmektedir. Gerek yatayda ve gerekse düşeyde meydana gelen deformasyonların giderilmesine yönelik güzergah boyunca özellikle mevsim normalleri gözetilerek sürekli ölçümler yapılmaktadır. Zira ray kırılmalıkları nedeni ile aşırı sıcak ve aşırı soğuk zaman dilimlerinde hatlarda deformasyon müdahaleleri zorunlu olmadıkça tercih edilmez. Genelde bu tür sürekli ölçümler ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yılda iki defa olmak üzere mevsimlik olarak yapılmaktadır. Trafiğe kapalı bu güzergahlardaki kontrol noktaları genelde duvara montajlı üçgen pilyelerden oluşmaktadır (Resim 5-6).



Resim-5.

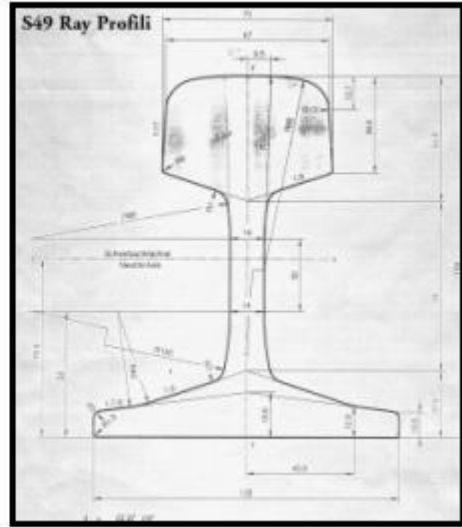


Resim-6

Koordinat alımlarında poligon olarak kullandığımız bu noktalar hassas kot alımlarımızda sadece sehpa görevini üstlenmektedir (Resim 6). Güzergah boyunca tesis edilen Rs noktalarından çıkış alınarak digital nivo ile yaptığımız hassas kot alımları ile buraj makinasına altlık oluşturacak düzeltme projeleri üretilmektedir. Buraj (travers altındaki balastları sıkıştırma işlemi) makinası sadece balastlı yollarda çalışabilen bilgisayar destekli veri akışını hat boyunca konumlandırılan kilometre değerlerine göre düzeltme yapmaktadır (Resim 7).

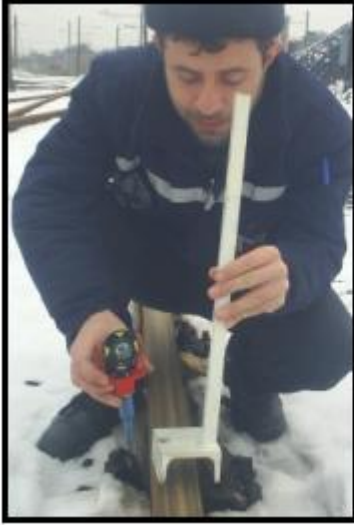


Resim-7



Resim-8 S49 Mantar Ray Profili

Hatlardaki yatay deformasyonların düzeltmeleri için poligon noktalarından yaptığımız koordinat alımları ray prizması kullanılarak yapılmaktadır. Mini prizma olarak da bilinen bu reflektörü kullanmamızdaki amaç 1435 mm olan standart ray açıklıklarını (gauge) hassas bir şekilde ölçebilmektir. Zira proje değerleri bu ray açıklığına göre hesaplanmaktadır (Resim.9.10.). Mini ray prizması için mantar ray kesiti (Resim.8) üzerine tam oturan ve ray eksenini hassas bir şekilde belirleyen N1 ray aparatı kullanılmaktadır (Resim.9.10.11). Güzergah yapısından dolayı poligon görüş mesafesi zorunlu 100 metrenin üzerindeki alımlar için yine N1 aparatı ile normal reflektörün mini jalonu kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmektedir. (Resim.11)



Resim.9. 10 Mini prizmalı N1 Ray Reflektör Donanımı

Resim.11 Normal Prizma

mini jalon

2. Oluklu Ray Tipi (Rİ-60) Hatlarında Yapılan Ölçümler

Tramvay hattı olarak adlandırılan oluklu ray tipinin kullanıldığı güzergahlarımız zaman zaman lastik tekerlekli araçlarının da kullandığı ve yatay dar kurpların mevcut olduğu (min: $R=30m$) bir hattır. Bu hatlarımızda Totalstation ve digital nivo ile yapılan ölçümler hat güzergahı boyunca katener direklerinin zeminden 120 cm yüksekliğindeki kısmına kaynak yapılarak tesis edilen sabit üçgen pilye poligon noktalarımıza kurularak ölçüm yapılmaktadır. (Resim.12-13) Bu tip dar yarıçaplı yatay kurplara sahip hatlarda özellikle ray aşınmaları çok sık oluşur. (Resim.15) Hatların zemin ıslahına yönelik bakım çalışmaları dışında ray değişim çalışması en sık yapılan işlerdendir.



Resim-12



Resim-13

Raylardaki yatay ve düşey eksenlerdeki deformasyonların tadilatına yönelik sağlıklı ölçüm verileri elde etmek için genel olarak aşınmamış ray eksenlerinden harita ölçümleri yapılmaktadır. Hem mini prizma hem de normal reflektörün mini jalonu ile N2 ray aparatı kullanılarak ölçümler yapılmaktadır. (Resim.16.17) Kot alımlarında oluklu raylar üzerinden alınan ölçümlerde rayın ana mantarı kenar mantarına göre tekerleğe olan temasından dolayı daha çabuk aşınır. Bu sebeple özellikle ray yüzeyinden alınan kot alımlarında miranın Rİ60 rayı küçük



Resim.14

Mantarı üzerinde tutulması gerekmektedir.Zaman zaman 3-4 cm civarı aşınmaların olduğu büyük mantar kısmında alınan kot alımları projelendirme aşamasında sıkıntılara neden olabiliyor.Resim.14 de görüldüğü gibi şekil-1 ve şekil-2 deki gibi tutulan mira okumaları en doğru yapılan seçimdir.Şekil-3 te tutulan mira ise ray yüzeyi üzerindeki reel kot değerini yansıtmamaktadır.



Resim.15. Ri.60 Oluklu Ray Profili



Resim.16. Normal reflektör N2 Ray aparatı



Resim.17. N2 Ray Reflektör Aparatı

3. HER İKİ RAY TİPİ (S-49 VE Rİ-60) HATLARINDA ORTAK KULLANILAN ÖLÇÜMLER

Deformasyonların tadilatına yönelik ray tipi özelliğine bakılmadan tüm yollarımızda ortak olarak kullandığımız bazı ölçüm donanımlarımız da mevcuttur.

3.1. GB5 Ray Gizli Boşluk Ölçüm Donanımı

Raylı sistemlerde aşırı yük nedeni ile özellikle zemin yapısından kaynaklanan derin lokal çökmeler meydana gelebilmektedir.Hem balastlı yollarda hem de balastsız yollarda 1-2 metre civarındaki uzunlukta oluşan bu çökmeler harita ölçüm donanımları ile reel olarak ölçülememektedir.Ancak üzerine yük geldiğinde rayın esnek yapısı nedeni ile çökme merkezinden 4-5 cm civarı kot farklılıklarını GB5(Resim.18) ölçüm donanımı ile tespit edebilmekteyiz.5 cm üzerindeki derin çökmelerde araçlara hız sınırlandırılması konulmaktadır.



Resim.18.GB5 Ray Gizli Boşluk Ölçüm Aparatı



Resim.19.GB5 ile oluklu rayda yapılan bir ölçüm Çalışması

GB5 Donanımının kullanımı çok basittir. Gizli boşluğun olduğu bölgede açılan bir çukura yerleştirilen bu donanımın ray alt yüzeyine temas eden kısmı araç geçişi sırasında yükün vermiş olduğu basınçla aşağı doğru inmektedir. Araç geçtikten sonra GB5 ünitesinin aşağı inen miktarı mm bazında tespit edilebilmektedir. Böylece raydaki mevcut reel kota bu miktar ilave edilerek boy kesitindeki bozuklukların tahlili daha sağlıklı yapılabilmektedir. (Resim.20.21)



Resim.20-21 GB5 ile Mantar rayda yapılan bir ölçüm çalışması

3.2. Ray Ölçüm Arabası

Hem oluklu ray hatları hem de mantar tipi ray hatlarımızdaki hat bozukluklarının yersel tespiti için kullanılan bir ölçüm aletidir. Hat boyunca işaretlenen güzergah kilometreleri baz alınarak başlangıç noktasında çalıştırılan ölçüm cihazı hat boyunca belli aralıklarla (1,2,3..metre) ekartman, ekartman değişimi, dever, dinamik dever, sağ ray nivelmanı, sol ray nivelmanı, sağ ray fleşi, sol ray fleşi, twist (Burulma) gibi değerleri ölçebilmektedir. Ölçüm arabası genel olarak iki kısımdan oluşur. Cihazın mekanik kısmı olan ve ray üzerinde hareket eden kütle (Resim 22), Mekanik kısmın hareketi ile meydana gelen geometri ölçülerini dijital olarak okuyan ve saklayan sayaç. (HASKY) (Resim 23)



Resim.22

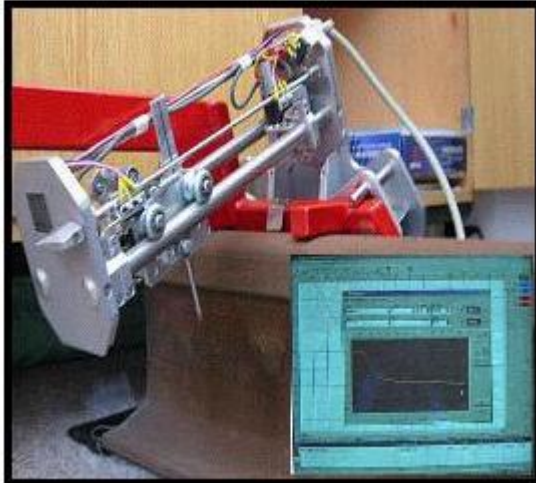


Resim.23

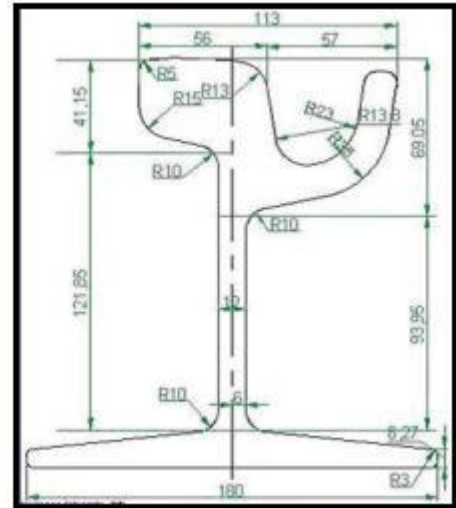
Genel olarak harita ölçümlerinden önce hattaki bozuklukların tespitine yönelik olarak yapılan bu çalışma grafik olarak rapor edilmekte ve ray deformasyonlarının şekli ile ilgili önemli veriler sunmaktadır. Mesela ray yüzeylerindeki düşey bozukluklar (ondulasyon) hassas bir şekilde tespit edilebilmektedir. Taşlama yapılacak bölgeler bu şekilde tespit edilir. Taşlama yapılmadan önce rayın mutlaka kotuna getirilmesi ve buraj yapılması gerekliliği vardır.

3.3 Ray-Tekerlek Profil Ölçüm Aleti

Ölçüm Arabasının bir ünitesi olan ray ve tekerlek profili ölçme ünitesi 0,05mm hassasiyetle ray ve tekerlek profillerini çıkarabilmektedir. PC ekranına aktarılan ölçüm profili sayesinde, teorik profile karşılaştırılarak aşınmış kısımlar tespit edilebilmektedir. Ayrıca tekerlek standartlarında kullanılan bu den genişliği, yüksekliği ve qR değerleri program tarafından hesaplanabilmektedir. (Resim24-25)



Resim-24



Resim-25

3.4 Dever ve Gabari Ölçüm Aleti

Gerek yol tadilatlarında ve gerekse yeni yolların aplikasyon çalışmalarında hat aksları baz alınarak uygulama çalışması yapılmaktadır. Kot ise yatay kurbun iç rayı baz alınarak verilmektedir. Kurp yarıçapına göre Raylı sistem kriterlerine uygun dever (cant) miktarı gabari aleti yardımı ile dış raya verilmektedir. Gabari aleti hem ray açıklıklarını hem de merkez aks noktalarını hassas bir şekilde ölçen bir cihazdır. (Resim.26-27)



Resim-26



Resim-27

4. SONUÇ

Sistemli bir şehir içi raylı taşıma işletmeciliği için hatlarda meydana gelen deformasyonların tadilatı, entegrasyon projelerinin tatbiki, hat ıslahı ve hat bakımına yönelik yapılan genel çalışmalarda harita ölçümleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu tip hatlarda, ölçümlerin hassas yapılması, projelendirme işlemlerinin ideal yapılması ve bu tür çalışmaların periyodik kontrollerinin düzenli yapılması için işletme bünyesinde mutlak suretle Harita Mühendislerinin bulunması şarttır. Bu şekilde modern donanımlar kullanılarak ve düzenli bir arşivleme ile hat işletmesinin aksamadan sistemli bir biçimde çalışması sağlanır.