

RAY HATTI GEOMETRİSİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK ÖLÇME SİSTEMİ TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Burak Akpınar¹, Engin Gülal¹

¹YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Müh.Bölümü, Esenler, İstanbul, bakpınar@yildiz.edu.tr, egulal@yildiz.edu.tr

ÖZET

Günümüzde şehir içi raylı sistemler hızlı, ekonomik, çevre dostu, güvenli ve çağdaş sistemler olmaları dolayısıyla özellikle büyükşehirlerde gittikçe önem kazanmaktadır. Raylı sistemlerin en önemli özelliklerinden biri güvenilir ulaşım aracı olmalarıdır. Bu özelliğin devam ettirilebilmesi, bu sistemlere yapılan düzenli bakımlarla sağlanabilir. Bu bakımlar içinde de deformasyon ölçmeleri önemli yer tutmaktadır.

Günümüzde raylı sistemlerdeki üstyapı elemanlarında meydana gelen deformasyonların belirlenmesi amacıyla klasik jeodezik ölçme yöntemleri kullanılmaktadır. Mevcut ölçme yöntem ve sistemleri ile yapılan ölçme işlemi çoğu zaman uzun süreler almaktadır.

Bu çalışmada raylı sistemlerdeki jeodezik ölçmelerde hız ve güvenilirliğin sağlanabilmesi tasarımı yapılan bir Ölçme Sistemi ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Anahtar kelimeler: Ray hattı geometrisi, mühendislik ölçmeleri, GPS, Kalman Filtreleme Tekniği.

ABSTRACT

GEODETIC MEASUREMENT SYSTEM DESIGN AND APPLICATION FOR DETERMINING THE RAILWAY GEOMETRY

Urban railway systems are being developed especially in metropolises in these days because they are fast, economic, environment friendly, safe and modern transportation systems. One of the most important characteristics of Railway Systems is safety. This characteristic can be continued by only periodical maintenance. Deformation measurements are important phase of this maintenance.

Classical geodetic measurements and usually simple measurement methods are used for determining the railway deformations. Measurement process with these instruments and methods usually take long time.

A new measurement system in will be described to provide the fast and reliable measurements in this study.

Keywords: Railway geometry, engineering measurements, GPS, Kalman Filtering.

1. GİRİŞ

Günümüzde raylı sistemlerde yaşanan gelişmeler, bu sistemlerin güvenilirliğinin sürdürülebilmesi için düzenli bakım ve kontrol yapılması gereğini de beraberinde getirmektedir. Raylı sistemlerde yapılan bakım ve kontrol işlemleri içinde üstyapı kontrolü önemli bir yer tutmaktadır. Üstyapı üzerinde çeşitli etkilerden dolayı zamanla deformasyonlar meydana gelmektedir. Deformasyonların zamanında tespit edilmesi ve düzeltilmesi raylı sistemlerin güvenilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Deformasyonların tespit edilmesi aşamasında da jeodezik ölçmeler devreye girmektedir.

Günümüzde raylı sistemlerde, özellikle üstyapı bakımında klasik jeodezik ölçmeler yoğun olarak kullanılmaktadır (Ünlütepe, 2005; Tarhan ve Akpınar, 2005; Yılmaz vd, 2007). Ancak raylı sistemlerdeki deformasyonların belirlenmesinde kullanılan klasik jeodezik ölçme yöntemleri, raylı sistemlerde yaşanan gelişmelerle birlikte yetersiz kalmaya başlamıştır. Çünkü bu yöntemler ile kısa bir hattın ölçümü bile uzun süreler almaktadır.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan ölçme sistemi ile raylı sistemlerde üstyapı kontrolünde uygulanan klasik jeodezik ölçme sistem ve yöntemlerine alternatif geliştirilmiştir. Tasarlanan yeni sistem ile üstyapı kontrolünde uygulanan ölçme yöntemlerine hız ve güvenilirlik kazandırılması amaçlanmıştır. Hız ve güvenilirliğin yanında yeni ölçme sistemi ile yapılan ölçmeler sonucunda ray hattındaki deformasyon miktarlarının belirlenerek, ray hattına ait düzeltme miktarlarının buraj makinelerinde girdi olarak kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede raylı sistemlerde üstyapı bakım ve kontrolünde otomasyon sağlanması mümkün olacaktır.

Bugüne kadar raylı sistemlerde ray hattı geometrisinin belirlenmesinde uygulanan klasik jeodezik ölçme yöntemleri yerine geçebilecek çalışmalar olmuştur. Bu çalışmalarda ray üzerinde hareket eden bir araç ve araç üzerindeki ölçme donanımları ile ray hattı geometrisi ile ilgili parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bahntechnik firması tarafından geliştirilen Rhombert sistemi (Dünisch vd, 2000), Geo++ firması tarafından geliştirilen GnBahn sistemi (Milev ve Gruendig, 2004), Amberg firması tarafından geliştirilen GRP sistemi (Amberg Technologies, 2007) günümüzde farklı firmalar tarafından geliştirilen ölçme sistemlerine örnek olarak verilebilir.

2. ÖLÇME SİSTEMİ

Bu çalışma kapsamında tasarlanan ölçme sistemi ana gövdesinde alüminyum malzeme kullanılmıştır. Hafif, kolay işlenebilir, mukavemeti yüksek ve korozyona dayanıklı olması gibi etkenler malzeme olarak alüminyumun seçiminde seçimde etkili olmuştur. Şekil 1 de ölçme sisteminin genel görünümü verilmiştir.



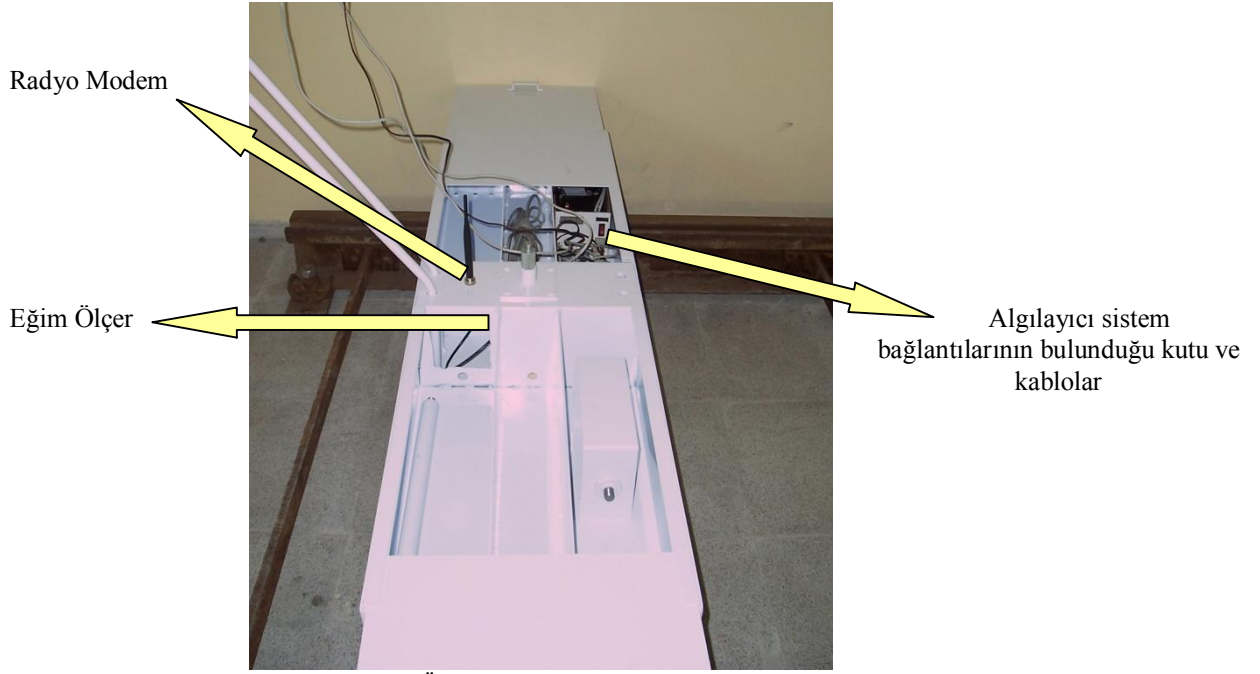
Şekil 1. Ölçme sistemi genel görünümü.

Alüminyum olarak tasarlanan ana gövde, iki adet demir profil üzerinde taşınmaktadır. Sistem bu demir profillere bağlanan dört adet flanşlı tekerlek ile ray üzerinde hareket ettirilebilmektedir. Tekerlekler alüminyum üzerine poliüretan malzeme kaplanması ile özel olarak üretilmiştir. Bu sayede tekerleklerin hafif olmasının yanında dayanıklılığının artırılması sağlanmıştır. Sistem bu tekerlekler sayesinde mantar raylı hatların yanında genellikle tramvay hatlarında bulunan oluklu raya sahip hatlarda da çalışabilmektedir.

Araç üzerine, ray hattında çalışma yapıldığı zaman ray hattı orta eksenine ile çakışık olacak şekilde, 1 m uzunluğunda bir jalon yerleştirilmiştir. Bu jalon ray hattında yapılan ölçmeler sırasında total station ile kullanılan yansıtıcıyı ve özel olarak üretilen bir aparat ile de GPS alıcısı antenini taşımaktadır (Şekil 1).

Ölçme sistemi üzerinde ayrıca aracın itilerek sürülmesi amacıyla bir dümen tasarlanmıştır. Bu dümen üzerine sistemi kontrol eden yazılımın yüklü bulunduğu bir dizüstü bilgisayar bulunmaktadır.

Ölçme sistemi ana gövdesi kapaklı yapıda üç bölüme ayrılmıştır (Şekil 2). İlk bölümde algılayıcı sistem bağlantılarının bulunduğu kutu, total station tarafından radyo modem ile gönderilen verilerin bilgisayar ortamına aktarılması sağlayacak bir radyo modem ve eğim ölçer ile LVDT bağlantılarını sağlayan kablolar bulunmaktadır. Ana gövde içindeki ikinci bölümde eğim ölçer bulunmaktadır. İki eksenli eğim ölçerinin Y eksenine ray hattı gidiş doğrultusunda, X eksenine gidiş doğrultusuna dik konumda, deyer değerlerinin belirlenebilmesi için yanal doğrultuda yerleştirilmiştir. Ana gövdenin alt kısmında ise, ray açıklığının belirlenebilmesi için LVDT bulunmaktadır. Ana gövde içindeki üçüncü bölüm ise ray hattında yapılan ölçmeler sırasında boş bulunmaktadır. Ölçme işlemi bittikten sonra, GPS alıcısı anteni ve yansıtıcıyı taşıyan jalon ve aparatı bu bölüme yerleştirilmektedir.



Şekil 2. Ölçme sistemi içindeki bölümler.

2.1 Sistem Bileşenleri

2.1.1 Algılayıcı Sistemler

Bu çalışmadan kullanılan algılayıcı sistemler Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü 26-05-03-02 YTÜ BAPK numaralı “Raylı Sistemlerde Deformasyonların Belirlenmesine Yönelik Ölçme Sistemi Tasarımı” konulu araştırma projesi kapsamında temin edilmiştir.

Lineer Yer Değişimi Algılayıcısı

Ölçme Sisteminin konularından biri olan ray hatlarındaki ekartman değerlerinin Uluslararası Demiryolu Birliği standartlarına uygun olarak belirlenebilmesi için yüksek doğruluklu uzunluk ölçme sistemine gereksinim duyulmaktadır. Bu gereksinimi karşılayabilmek için, yer değişimi ölçümünde tekrarlanabilirliği 0.0006 mm olan, LVDT olarak adlandırılan Lineer Yer Değişimi Algılayıcısı tercih edilmiştir. Şekil 3 de ölçme sisteminde ekartman değerlerini belirlemek amacıyla kullanılan LVDT görülmektedir.



Şekil 3. Ekartman belirleme amacıyla kullanılan LVDT.

Eğim Ölçer

Tasarlanan ölçme sisteminin konularından biri de ray hattındaki dever ve hattın boyuna eğiminin belirlenmesidir. Dever ve boyuna eğim miktarlarının UIC standartlarına uygun olarak belirlenebilmesi için HLPlanar Teknik firması

tarafından üretilen NS-15/V2 modeli çift eksenli eğim ölçer tercih edilmiştir. Şekil 4 de ölçme sisteminde kullanılan çift eksenli eğim ölçer verilmiştir.



Şekil 4. Ölçme sisteminde kullanılan eğim ölçer

2.1.2 Konum Belirleme Sistemleri

Tasarlanan ölçme sisteminde konum belirleme amaçlı RTK GPS alıcıları ve total station kullanılmaktadır. Konum belirleme sistemleri özellikle ray hattı geometrisinin yatay ve düşey konum bileşenlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

RTK GPS Alıcıları

Ölçme sisteminde ray geometrisinin belirlenmesi amacıyla çift frekanslı RTK GPS alıcıları kullanılmaktadır. RTK GPS yönteminde referans alıcıda, hesaplanan taşıyıcı dalga faz ölçü düzeltmelerini yayımlayan bir radyo vericisi, gezici alıcıda da referans alıcı tarafından yayımlanan düzeltmeleri alan bir radyo alıcısı kullanılır (Lemmon ve Gerdan, 1999; Hofmann-Wellenhof vd., 2001; Güral ve Akpınar, 2003) .

RTK GPS yönteminde istenilen sıklıkla koordinat bilgisi elde etmek mümkündür. Günümüzdeki RTK GPS alıcıları 10 Hz – 20 Hz' e kadar veri toplayabilmektedir. Bu da 0.1 saniyede hatta 0.05 saniyede bir koordinat bilgisi elde edilmesi anlamına gelmektedir. RTK GPS yöntemi ile toplanan koordinat verilerinin bilgisayar ortamına aktarılabilmesi için alıcıdan bağımsız bir veri formatına ihtiyaç vardır. Günümüzde her marka ve model RTK GPS alıcısı NMEA formatında veri çıkışı verebilmektedir. Ölçme sistemi ile birlikte kullanılan yazılım, GPS alıcılarından alınan NMEA formatındaki verilerle işlem yapabilmektedir. Bu sayede ölçme sisteminde hangi marka ve model GPS alıcısı kullanılırsa kullanılsın, bilgisayar ortamına veri aktarımı sırasında herhangi bir sorunla karşılaşılmamaktadır.

Total Station

Ölçme sisteminde GPS in kullanımının mümkün olmadığı bölgelerde sistem total station ile desteklenmektedir. Günümüzde ulaşılan teknoloji total station ile hareketli objelerin izlenmesine olanak vermektedir. Ölçme sisteminde GPS in kullanımının mümkün olmadığı bölgelerde kullanılacak olan total station için Leica TCRA1201 tercih edilmiştir. Ölçme sisteminin doğruluğunun test edilmesi aşamalarında da söz konusu alet kullanılmıştır. TCRA1201 total station seçilmesinde, reflektörü otomatik takip etme (ATR) özelliğinin olması ve açı ölçme doğruluğunun 0.3 mgon olması büyük etken olmuştur (Leica Geosystems AG, 2005).

Ray hattı üzerinde hareket halinde olan ölçme sistemi ATR sistemli total station tarafından sürekli izlenerek konumu belirlenmektedir. Ölçme sistemi ile toplanan verileri kullanarak anlık olarak ray geometrisinin belirlenebilmesi için total station ile toplanan verilerin ölçme sistemine kablosuz olarak aktarılması gerekmektedir. Bu amaçla, biri total stationa diğeri ise ölçme sistemi üzerindeki bilgisayara bağlanmak üzere 2 adet radyo modem söz konusu araştırma projesi kapsamında temin edilmiştir.

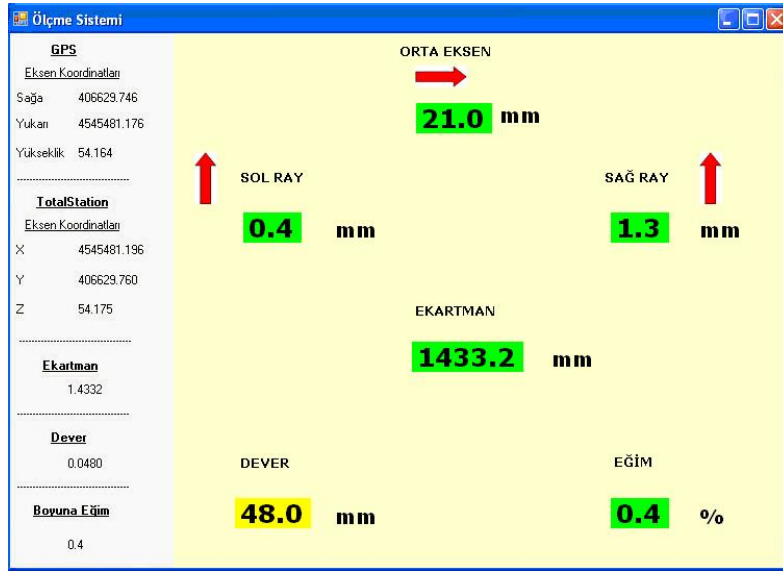
2.1.3 Ölçme Sistemi Yazılımı

Ölçme sistemi bileşenlerinden alınan verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve gerekli işlemlerden sonra ölçülen ray hattına ait geometrik parametrelerin belirlenerek, bu parametrelere ait deformasyon miktarlarının hesaplanabilmesi için, ölçme sistemi ile entegre çalışacak bir yazılım geliştirilmiştir.

Ölçme sistemi yazılımı için Microsoft Visual Studio.NET ailesinden C# programlama dili seçilmiştir. C# programlama dilinin sunduğu nesne yönelimli programlama özelliği sayesinde, karmaşık işlemlerin düzenli ve hızlı bir şekilde yapılabilmesi mümkün olmaktadır (Algan, 2007).

Ölçme sistemi yazılımı, proje verilerinin mevcut olduğu hatlarda kontrol amaçlı, proje verilerinin mevcut olmadığı hatlarda rölöve amaçlı ölçme yapabilecek kapasitede tasarlanmıştır. Ölçme işlemi sırasında ray hattı geometrik parametrelerinden, ray hattı orta eksen yatay konumu, sağ ve sol ray yükseklikleri, ekartman, dever ve boyuna eğim miktarları hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu büyüklükler, raylı sistem güzergahları ile ilgili uluslararası standartlara göre karşılaştırılmaktadır. Kullanıcıya istenildiği takdirde kendi standartlarını tanıma imkanı da sağlanmıştır. Ray hattı orta eksen yatay ve düşey konumu, ekartman, dever ve boyuna eğim miktarları ile ilgili tolerans değerler yazılıma girilebilmektedir.

Ölçme sistemi yazılımı, sistem bileşenlerinden aktarılan verileri istenilen kayıt aralıklarında aldıktan sonra, UTC zamanı ile birlikte bir dosyaya kaydetmektedir. Çalışan ray hattına ait proje bilgilerinin yazılıma yüklenmesi ile anlık olarak ölçülen hattın proje verilerinden olan sapma miktarları ya da kullanıcı tarafından tanımlanan özel tolerans değerlerinden olan sapma miktarları hesaplanıp, kullanıcıya gösterilmektedir. Şekil 5 de ölçme ekranı ile ilgili örnek verilmiştir. Bu ekrandaki yeşil renk söz konusu büyüklüğün standartları sağladığını, sarı renk sınır değerler içinde olduğunu, kırmızı renk ise standartların dışına çıktığını ve ray hattının ölçülen bölümünün tehlikeli olduğunu ifade etmektedir.



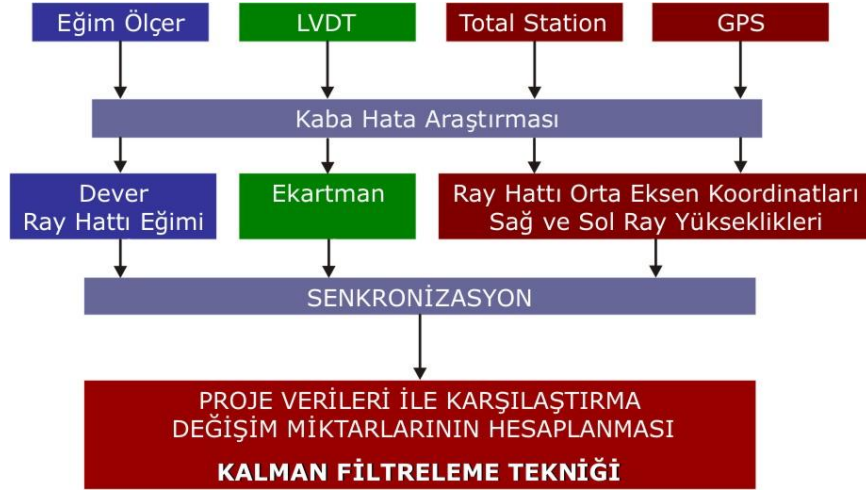
Şekil 5. Ölçme ekranı.

Ölçme işlemi sırasında yapılan anlık değerlendirme işleminden başka yazılımın ölçü sonrası değerlendirme ve analiz modülü de hazırlanmıştır. Bu modülde ray hattından elde edilen verilerin ayrıntılı analizi yapıлып, grafiklerle kullanıcıya bilgi verilmekte ve söz konusu ray hattının durumu ile ilgili ayrıntılı rapor hazırlanmaktadır.

3. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Değerlendirme işleminin ilk aşamasında ölçme sistemi bileşenlerinden alınan verilerde kaba hata araştırması yer almaktadır. Bu aşamada MAD Filtreleme Tekniği kullanılmıştır (Menold vd. 1999). LVDT, eğim ölçer ve konum belirleme sistemlerinden alınan verilerdeki olası kaba hatalar giderildikten sonra ikinci aşamada ray hattındaki dever, enine ve boyuna eğim, ekartman ve yol orta eksen koordinatları hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu büyüklükler veri tabanına güzergah uzunluğu ve UTC zamanı bilgileri ile birlikte kaydedilmekte, bu sayede tüm kanallardan elde edilen verilerin senkronizasyonu mümkün olmaktadır. Zaman senkronizasyonu yapılmış veriler, ray hattına ait mevcut proje verileri ile karşılaştırılarak geometrik değişim miktarları kalman filtreleme tekniği kullanılması ile hesaplanmaktadır. (Akpinar, 2009). Şekil 6 da değerlendirme işlemi için akış diyagramı verilmiştir.

Ölçme sisteminin doğruluğunun test edilmesi amacıyla Ulaşım A.Ş. işletme sahasının içinde bulunan bir bölgede test ölçüleri yapılmıştır. Test ölçümleri yapılan bölgedeki bulunan ray hattının gerçek geometrik parametrelerinin belirlenebilmesi amacıyla 420 m uzunluğundaki, karp ve alıynmandan oluşan ray hattı hassas jeodezik yöntemlerin kullanılması ile belirlenmiştir (Akpinar, 2009). Ölçme sistemi ile yapılan ölçümler sonucu elde edilen geometrik parametreler ile gerçek geometrik parametreler arasındaki farklar, ölçme sisteminde GPS ve total station kullanılması durumlarına göre ikiye ayrılarak Tablo 1 ve Tablo 2 de verilmiştir.



Şekil 6. Verilerin değerlendirilmesi için akış diyagramı.

Tablo 1. Konum belirleme sistemi olarak GPS'in kullanılması durumunda ölçme sistemi ile belirlenen değerlerle gerçek değerler arasındaki farklara ilişkin bilgiler

Parametre	Maksimum (mm)	Minimum (mm)	Ortalama (mm)	Standart Sapma (mm)
Yatay Konum	15.1	0.5	6.8	3.1
Yükseklik	21.5	-17.3	2.2	8.5
Ekartman	1.2	-0.9	0.4	0.6
Dever	4.1	-1.6	1.0	1.4
Eğim	0.36 (derece)	-0.23 (derece)	0.12 (derece)	0.04 (derece)

Tablo 2. Konum belirleme sistemi olarak total station kullanılması durumunda ölçme sistemi ile belirlenen değerlerle gerçek değerler arasındaki farklara ilişkin bilgiler.

Parametre	Maksimum (mm)	Minimum (mm)	Ortalama (mm)	Standart Sapma (mm)
Yatay Konum	5.5	0.4	2.4	1.9
Yükseklik	3.3	-4.7	-0.3	2.9

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tasarlanan ölçme sistemi ile İstanbul Ulaşım A.Ş. işletme sahası içinde bulunan test hattında gidiş ve dönüş olmak üzere test ölçüleri gerçekleştirilmiş, ölçülerin değerlendirilmesi sonucunda da sistemin performansı değerlendirilmiştir. Konum belirleme sistemi olarak RTK GPS yönteminin kullanılması durumunda, belirlenen ray hattı geometrik parametrelerinin, raylı sistemler için geçerli olan uluslararası standartları sağladığı görülmüştür. Konum belirleme sistemi olarak ATR sistemli total station kullanılması durumunda ise, özellikle yatay ve düşey konum bileşenlerinde önemli derecede iyileşmeler olmuştur. Her iki sistemin birlikte kullanılması ile de özellikle GPS ile ölçüm yapılmasının mümkün olmadığı tünel gibi bölgelerde sistemin total station ile desteklenmesi mümkün olmaktadır.

Tasarlanan ölçme sisteminin ek algılayıcı sistemler ile daha da geliştirilebileceği düşünülmektedir. Örneğin ray açıklığı belirlemek için kullanılan LVDT nin sayısının ikiye çıkarılması, ray açıklığının aracın salınım ve titreşimlerinden etkilenmeden, çok daha hassas olarak belirlenmesini sağlayacaktır. Sistemde kullanılan eğim ölçer yerine INS (Inertial Navigation System) sistemlerinin kullanılması ile sistemin üç eksenle dönüklüğünün belirlenebilmesi mümkün olacak ve sistem için kurulan kinematik modelin daha da geliştirilmesi sağlanabilecektir. Bununla birlikte sisteme entegre odometrelerin kullanımı ile de ray hattındaki güzergah uzunluğu değerleri GPS ve total station ölçümlerinden bağımsız olarak belirlenebilecektir. Bunların dışında sisteme lazer tarayıcı, yer altı radarı (GPR) eklenmesi ile de raylı sistem hattı çevresinin ve altyapısının da bir ölçme sistemi ile belirlenebilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akpınar, B., (2009), *Ray Hattı Geometrik Değişimlerinin Belirlenmesine Yönelik Ölçme Sistemi Geliştirilmesi*, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Algan, S., (2007), *Her Yönüyle C#*, 7. Baskı, ISBN:975-6477-17-2, Pusula Yayıncılık, İstanbul.
- Amberg Technologies AG, (2007), *GRP1000 Brochure*, Regensdorf, Switzerland.
- Dünisch, M., Kuhlmann, H., Möhlenbrink, W., (2000), *Baubegleitendes Festpunktfeld bei der Einrichtung und Kontrolle der Festen Fahrbahn*, AVN 10/200, Wichmann, Heidelberg.
- Gülal, E., (2002), *Mühendislik Jeodezisinde Sistem Analizi*, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı, Geomatik Programı, Ders Notları, (Basılmamış).
- Gülal, E., Akpınar, B., (2003), *Applications of GPS Based Machine Guidance Systems in Open Pit Mining Operations*, International Conference of Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, 9-13 June 2003, Bulgaria.
- HLPlanar Technik, (2003), *NS-15/V2 Dual Axis Inclinator with Analog Output*, HL-Planartechnik GmbH, 28.01.03, Dortmund.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J., (2001), *GPS-Theory and Practice*, 5th Edition, Springer, Wien.
- Leica Geosystems AG, (2005), *Leica TPS1200 Series Technical Data*, Leica Geosystems AG, Switzerland.
- Lemmon, R.T., (1999), *The Influence of the Number of Satellites on the Accuracy of RTK GPS Positions*, The Australian Surveyor, Volume 44, Number, 1, pp.64-70.
- Milev, I., Gruendig, L., (2004), *Rail Track Data Base of German Rail-the Future Automated Maintenance*, INGEO 2004 and FIG Regional Central and Eastern European Conference on Engineering Surveying, 11-13 November 2004, Bratislava, Slovakia.
- Schaevitz Sensors, (2005), *GCD-Se Seris Precision Gage Heads*, Schaevitz Sensors, USA.
- Tarhan, R., Akpınar, B., (2005), *Şehiriçi Raylı Sistemlerde Deformasyon Ölçmeleri*, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İ.T.Ü., İstanbul.
- Ünlütepe, A., (2005), *Marmaray BC1 Projesi ve Ölçme Çalışmaları*, 2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 23-25 Kasım 2005, İ.T.Ü., İstanbul.
- Welsch, W.M., Heunecke, O., (2001), *Models and Terminology for the Analysis of Geodetic Monitoring Observations*, The 10th FIG International Symposium on Deformation Measurements, 19-11 March 2001, Orange, California, USA.
- Yılmaz, S., Ceylan, A., Öztürk, C., (2007), *Konya-Ankara Hızlı Tren Projesi ve Jeodezik Çalışmalar*, 3. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, 24-26 Ekim 2007, Selçuk Üniversitesi, Konya.