

# KADASTRAL ÖLÇMELERDE MOTORİZE GPSSİT (GPS SANAL İSTASYON TEKNİĞİ) YÖNTEMİNİN KULLANILABİLİRLİĞİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİNE ENTEGRASYONU

S.S. Durduran<sup>1</sup>, İ. Kalaycı<sup>1</sup>, M. Şen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SÜ, Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Bölümü, Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı Konya, [sdurduran@selcuk.edu.tr](mailto:sdurduran@selcuk.edu.tr),  
[ikalayci@selcuk.edu.tr](mailto:ikalayci@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup>TKGM, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Konya 5. Bölge Müdürlüğü Konya, [e451796@tkgm.gov.tr](mailto:e451796@tkgm.gov.tr)

## ÖZET

*Günümüzde hızla gelişen teknoloji, yeryüzünün tasvir edilmesine yönelik arazi ölçmelerine ve haklara sahiplik olgusunu veren (kadaströ, mülkiyet, arazi yönetimi vb) tüm arazi ölçme sistemlerinin belirlenmesi büyük bir önem kazanmış ve yeni arayışlara itmiştir. Kadastronun başlıca görevi olan arazi parçası üzerindeki geometrik ve hukuki durumun belirlenmesi çalışmalarında kullanılmak üzere ölçme sistemlerinde ve ölçülen arazinin kayıt altına alınmasına yönelik birçok yenilikler ve alternatif ölçme yöntemleri geliştirilmiştir. Dünyada ve ülkemizde Jeodezik amaçlı uygulamalara altlık olabilecek kadastral amaçlı sayısal harita üretimine yönelik GPS uygulamaları çok kullanılmaktadır. Kadastral çalışmalarda geometrik ve hukuki duruma ilişkin yapılan tüm uygulamalarda ulaşılmaması gereken en önemli hususlardan biri, doğru konum bilgisine ne kadar hızlı ve ne kadar hassas bir şekilde ulaşılabileceği ve güncellemelere imkân verecek bir veri altyapısının oluşturulması konusudur. Bu amaçla da, GPS uygulamalarının kullanılabilirliğinin yanında farklı metotlarla daha etkin nasıl kadaströ çalışmalarda bir uygulama gerçekleştirebiliriz, sorusu akla gelmektedir.*

Anahtar Sözcükler: GPSSİT, CBS, Kadastro, GPS.

## ABSTRACT

### USING GPS VIRTUAL STATION TECHNIQUE (GPSSİT) IN CADASTRAL SURVEYING AND INTEGRATION IN GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

*Today, rapidly evolving technology, to depict the earth, the land ownership rights measure and the phenomenon (cadastral, property, land management etc.) of all the land measurement system to identify and acquire a great importance to the quest it was new. The main task is a piece of land cadastre on the determination of geometric and legal status for use in studies of land measuring systems and measured under the records for the many innovations and alternative measurement methods were developed. The world and our country that can stand geodetic applications for digital map production for Cadastre it is used for GPS applications. Cadastral studies and legal cases related to the geometric configuration requires all applications to reach one of the most important issues, accurate position information, how quickly and how accurately you can reach and update data to allow the creation of infrastructure is. For this purpose, the GPS applications using a different method more effective how cadastral work alongside an application can perform, the question comes to mind.*

Keywords: GPSSİT, GIS, Cadastre, GPS.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda CBS amaçlı mekânsal bilgilerin toplanması faaliyetleri giderek hız kazanmış, bunun sonucu olarak da, kadaströ çalışmalarında hız, süre ve işgücü ön plana çıkmıştır. Klasik ölçme yöntemleri kadastral çalışmalarda halen kullanılmakta olup avantaj ve dezavantajları bilinmektedir. GPS uygulamalarının alternatif bir yöntemle yaklaşımı olan Motorize GPSSİT uygulamaları kadastral çalışmalarına yarar sağlayacaktır. Motorize GPSSİT yöntemi, GPSSİT'in (GPS Sanal İstasyon Tekniği) bir araç üzerine uygun aparatlar kullanılarak yerleştirilmesi ve motorize hale getirilmesi şeklindeki bir uygulamadır. GPSSİT tekniğinde mobil halde dur-ölç-git mantığıyla uygulanabilen sistem motorize yani sürekli hareket halindeyken ölçü yapma imkânı sağlamaktadır. Bu haliyle Motorize GPSSİT, diğer klasik tekniklere göre uygulama kolaylığı, zaman ve maliyet yönüyle avantajları büyük önem arz etmektedir. Motorize GPSSİT'in uygulanmasında en önemli etkenlerden biri de maliyet faktörüdür. Bu yüzden günümüz teknolojisinin getirdiği olanakları oldukça ekonomik bir şekilde bir arada kullanılması da bu çalışmanın önemini vurgulamaktadır.

Klasik ölçme yöntemleri kadastral çalışmalarda halen kullanılmakta olup avantaj ve dezavantajları bilinmektedir. GPS uygulamalarının alternatif bir yöntemle yaklaşımı olan Motorize GPSSİT uygulamaları kadastral çalışmalara yarar sağlayacaktır. Motorize GPSSİT yöntemi, GPSSİT'in (GPS Sanal İstasyon Tekniği) bir araç üzerine uygun aparatlar kullanılarak yerleştirilmesi ve motorize hale getirilmesi şeklindeki bir uygulamadır. GPSSİT tekniğinde mobil halde dur-ölç-git mantığıyla uygulanabilen sistem motorize yani sürekli hareket halindeyken ölçü yapma imkânı

sağlamaktadır. Bu haliyle Motorize GPSSİT, diğer klasik tekniklere göre uygulama kolaylığı, zaman ve maliyet yönüyle avantajları büyük önem arz etmektedir. Motorize GPSSİT'in uygulanmasında en önemli etkenlerden biri de maliyet faktörüdür. Günümüz teknolojisinin getirdiği olanakları oldukça ekonomik bir şekilde bir arada kullanılması bu çalışmanın önemini vurgulamaktadır.

## 2. KADASTRAL ÖLÇMELER VE KULLANILAN YÖNTEMLER

Ülkemizde nüfus hareketleri ve ekonomik gelişmelerle birlikte sosyal ihtiyaçlar hızla değişmekte, buna bağlı olarak toprağa bağlı birçok projenin uygulamaya konulması gerekmektedir. Kadastral bilgiler de araziye ilişkin tüm yatırım ve mühendislik hizmetlerinin temel altlığını oluşturmaktadır (Durduran ve Erdi, 2006). Kadastral çalışmalarda yapılan ölçme yöntemleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### 2.1 Klasik Kutupsal Alım Yöntemi

Klasik ölçme yöntemlerinden kutupsal alım arazi noktalarının yatay koordinatları ile birlikte yüksekliklerini de tayin etmeye yarayan süratli bir ölçüm metodudur. Kutupsal alımda dayanak noktası olarak tayin edilmiş poligon ve nirengi noktalarından çıkış alınarak ölçülen noktalar için koordinatlar türetilir. Halen yaygın olarak kullanılan bu yöntemin avantajları ve dezavantajları bilinmektedir. Haritacılık tarihinde yer alan prizmatik alım ve takeometrik alıma göre avantajları büyük olan bu sistemin dezavantajları ise noktaların birbirlerini görme şartı, ölçülebilecek uzunlukların belli bir sınırı geçmemesi ve en önemlisi görüş alanının sınırlı olması, dolayısıyla sürekli yeni yer kontrol noktaları tesis etme zorunluluğu olması en büyük dezavantajlarından. Günümüzde ortaya çıkan teknolojik gelişmeler sonucunda şartlara göre giderek kullanımı azalan kutupsal yöntemin meskûn mahallerde kullanılabilecek en kullanışlı yöntem olduğu unutulmamalıdır. (Ceylan-Tombaklar, 2006)

### 2.2 Gerçek Zamanlı Kinematik (Rtk) GPS Alım Yöntemi

Santimetre altı doğruluk için radyo sinyalleri kullanılarak gezici ve sabit anlık alıcılarla konumlama yapılabilmesine imkân veren bu yöntem günümüzde yaygın kullanılan ve kabul gören bir yöntemdir. Bu yöntemde, uydulardan gelen sinyallere ek olarak sabit ve gezici anlamında kullanılan GPS alıcılarında birer radyo alıcısı ve vericisi mevcut olup, sabit GPS alıcısı düzeltme değerleri yayınlamakta ve gezici GPS alıcısı uydu sinyalleri ile birlikte bu düzeltmeleri alıp üzerindeki yazılım yardımıyla koordinat belirlemektedir.

Santimetre altı doğruluk veren bu RTK GPS yönteminin hızı, sistemin ilk kullanıma hazır hale gelmesi (initialisation) ile ilgilidir. Temelde ilk kullanıma hazır hale gelmesi için ikili farklar yöntemi kullanılmaktadır. Bu iki alıcının iki uydudan aynı anda sinyal alması esası ile açıklanır. (Şekil 1). Burada her bir uydu-alıcı mesafesi taşıyıcı faz yardımıyla çözülmeye çalışılır. Taşıyıcı Faz L1 dalga boyu 19 cm olup yalnızca faz farkları ölçülebilir bir büyüklük olarak ortaya çıkar ancak kaç adet tam dalga boyu mevcut bu bir bilinmeyen (Ambiguity) olarak karşımıza çıkar. İşte ikili farklarda bu bilinmeyen Ambiguity faz farkı yöntemi ile hesaplanır ve uydu ile alıcı mesafesi belirlenir. Bunu yapmak içinde ikili farklarda uydu-alıcı saat hataları elemine edilir.

Şekil 1: RTK sisteminin çalışma prensibi

İşte temelde Initialisation, bu başlangıç Faz Bilinmeyeninin belirli hale gelmesi, çözümlenmesidir. Modern RTK GPS uygulamalarında L1 ve L2 frekanslarına sahip alıcılar kullanılmaktadır. Yeni teknolojide bunlara ek olarak L3 ve L5

sinyallerinin kullanılması planlanmaktadır. Yalnızca L1 fazı sabit alınarak hassas olarak baz çözülebildiği halde çift frekanslı alıcılar tercih edilmesindeki en büyük neden taşıyıcı faz sinyallerinin atmosferde bazı gecikmelere uğramasıdır. Aynı atmosfer şartlarında bu sorun çözümü etkilemezken (kısa bazlarda) birbirinden uzak (15 km den fazla) olan bazlarda sonuçları olumsuz etkilemektedir. (URL 1)

### 3. MOTORİZE GPS SANAL İSTASYON (GPSSİT) TEKNİĞİ

GPSSİT (GPS Serbest İstasyon Tekniği) bir GPS alıcısı ile bir TS'nin (Total Station), zorunlu merkezleştirilerek, gezici olarak durulan ve bakılan nokta türetilmesi ve detay alımı yapılması prensibine dayanan bir sistemdir. Bu sistemde amaç GPS doğruluğunu, detay alımı yapılabilecek her noktaya saniyeler içinde aktarmak ve hızlı bir şekilde detay alımının sürdürülebilmesine olanak sağlamaktır.

GPS Destekli Motorize Detay Alım Tekniği, zeminde uygulanan GPSSİT'in (GPS Sanal İstasyon Tekniği) bir araç üzerine uygun aparatlar kullanılarak yerleştirilmesi ve motorize hale getirilmesi şeklindeki bir uygulamadır. Yöntem basit bir anlatımla şu şekilde uygulanmaktadır. Tribrach üzerinde GPS ile 3 boyutlu konum bilgisi elde edilen sanal nokta, tek tribrach kullanmak (aynı referans yüzey ve aynı merkezleştirme) suretiyle aynı tribrach üzerine Total Station yerleştirilerek, Total Station için durulan nokta, diğer tribrach üzerindeki GPS anten merkezi de Total Station için bakılan nokta ve sıfır başlangıcı olarak alınarak uygulanır (Kalaycı, 2003) (şekil 2).



Şekil 2: Motorize GPSSİT'in uygulanması

GPSSİT'in en büyük avantajı alım yapabilmek için yer kontrol noktası tesisi yapmak zorunluluğunu ortadan kaldırmasıdır. Bir başka deyişle, gezici olarak durulan ve bakılan nokta üretimi sağlayan sistem sayesinde düşük maliyetle, günümüzde hayata geçecek olan TUSAGA-AKTİF projesinin bir benzerinin çok önceden kullanılabilmesinin bir ispatıdır. Günümüzde Ülkemiz Kadastrounun tamamen bitirilmesi aşamasına gelmiştir ve artık sıra bir bilgi sistemi biçiminde tüm kadastral verilerin tek bir veri tabanında toplanması aşamasına gelmiştir. Bu bağlamda 22-a olarak anılan Kadastro Yenileme Projesi 2009 Mart ayından itibaren başlayacaktır ve mevcut kadastro bulunan sorunlu yerlerin günümüz teknolojisi sayesinde yeniden kadastro yapılacaktır. GPSSİT tekniğinin yenileme çalışmalarında kullanılması GPS doğruluğunu detay noktalarına kadar taşımak adına büyük önem arz etmektedir.

### 4. GPSSİT YÖNETİMİNİN KADASTRO ÖLÇMELERİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ VE CBS'NE ENTEGRASYONU

Kadastral sistemler, yeryüzü verisinden oluşturulmuş veritabanlarını, değişiklik işlemleri sonucunda ortaya çıkan teknik ve sözel veri işlem setlerini, güncelleme, işleme ve verinin dağıtımı ile tekil konumsal referansları içerir. Coğrafi Bilgi ve İletişim Teknolojilerindeki son gelişmeler, kadastral sistemlerde çok ciddi etkilere neden olmuştur.

Bugün GPS ulaştığı konum duyarlılığı ve sağladığı ölçü kolaylığı nedeniyle konum bilgisine ihtiyaç duyulan tüm alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. CBS ise GPS 'ten, oluşturulacak bilgi sisteminin temel ihtiyacı olan konumsal veri ve öznitelik verilerinin toplanması ve güncellenmesi aşamasında bir veri toplama aracı olarak faydalanmaktadır.

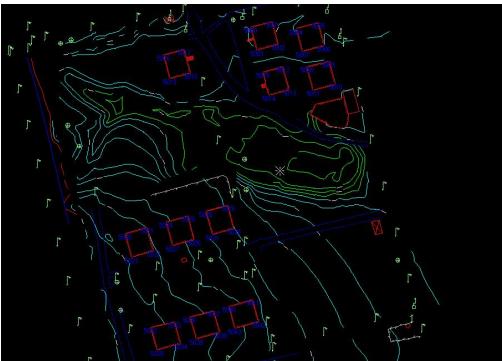
Bir Coğrafi Bilgi Sistemi oluşturmada en uzun ve pahalı aşama veri toplama aşamasıdır. Bugün Global Positioning System (GPS) , CBS oluşturmada veri toplama sürecini kısaltan, çok hızlı bir şekilde güvenilir veri toplayan bir araç olarak yerini almıştır. Bir Kent Bilgi Sisteminde değişik hassasiyette verilere ihtiyaç duyulabilir. Değişik GPS ölçme teknikleri sayesinde CBS' nin ihtiyaç duyduğu farklı hassasiyette veriler hızlı bir şekilde elde edilebilmektedir. GPS sayesinde CBS uygulamalarında çok önemli olan yükseklik boyutu, (x,y) ile aynı anda elde edilebilir. Yine CBS uygulamasında GPS kullanımının bir büyük avantajı da toplanan verinin doğrudan sayısal formda olmasıdır. Bu özellik arazide toplanan verinin herhangi bir kayıp olmaksızın kullanılabilmesine, işlenmek ve değerlendirilmek üzere bir bilgisayar ortamına transfer edilebilmesine imkân sağlamaktadır. Ayrıca CBS veri toplama sistemleri sayesinde belli bir formatta toplanan konumsal veriler ve öznitelik verileri doğrudan bir CBS yazılımı tarafından kullanılabilir. Bu sayede veri toplama hızı artmakta veri girişi sırasında yapılması muhtemel hatalar minimuma inmekte ve CBS için gerekli olan konumsal veriler ve öznitelik verileri en hızlı, en doğru ve en ekonomik bir şekilde elde edilebilmektedir.

Coğrafi Bilgi Sisteminde veri toplama yöntemleri değişen ve gelişen teknolojiye paralel olarak çeşitlilikler göstermektedir. Otomatik veri toplama sistemleri geliştirilmeden önce CBS için veriler GPS ile çok basit biçimde toplanabilmekteydi. Arazide herhangi bir coğrafik detaya ait koordinatlar alıcının ekranından okunmak suretiyle öznitelik bilgileriyle birlikte bir kâğıda yazılmakta bu konum ve öznitelik bilgileri bir CBS yazılımına teker teker elle girilmekteydi. Daha sonra konum bilgilerini hafızasında depolayabilen GPS alıcıları üretildi. Bu sayede arazide konum bilgileri kâğıda yazılırken yapılacak hatalardan kurtulmuş oldu. Fakat bu konum bilgileri bir CBS veri tabanına halen elle aktarılabilmekteydi. Bir sonraki aşamada GPS verilerini otomatik olarak CBS veri tabanına aktarabilen sistemler geliştirildi. Fakat CBS için gerekli olan öznitelik bilgileri CBS veri tabanına eskiden olduğu gibi elle aktarılabilirdi. Daha sonra her bir coğrafik detaya ait öznitelik verilerini nokta, çizgi veya alan bilgileri olarak farklı veri kütüklerinde depolayabilen sistemler geliştirildi. Fakat bu sistem kullanıcının yalnızca bir tip veri toplayabilmesine imkan sağlayabiliyordu. Bu nedenle örneğin çizgi şeklinde bir coğrafik detaya ait veri toplanırken bunun yol mu yoksa sınır bilgisi mi olduğu yine elle girilmekteydi. Daha sonra geliştirilen diğer bir CBS veri toplama şekli de bağımsız giriş notları ile nesne tanımlamadır. Bu veri toplama şekli CBS verileri yoğun ve komplike değilse kullanılır. Burada verilerin, CBS nesne ve öznitelik bilgileriyle uyumlu olması gerekmektedir çünkü bir nesne bağımsız olarak çok farklı olarak tanımlanabilir.

Bugün günümüzde GPS ulaştığı hassasiyet ve güvenilirlik derecesiyle her türlü CBS uygulamasında rahatlıkla kullanılabilir. Günümüzde GPS, farklı CBS uygulamalarının ihtiyaç duyduğu farklı hassasiyetteki konum bilgilerini, değişik alıcı türleri ve GPS ölçü teknikleri ile kullanıcılara sunmaktadır. Bu alıcılarla 100m.'den 0.5mm.'ye kadar konum bilgisi elde etmek mümkündür. Burada önemli olan husus CBS projesinin ihtiyaçları doğrultusunda en uygun GPS alıcı ve ölçü tekniğinin alıcı fiyatları ve konum hassasiyetleri de göz önünde bulundurularak seçilmesidir. Metrelerce hassasiyetin yeterli olacağı bir CBS uygulamasında mm. hassasiyetinde sonuç veren ve çok pahalı olan bir GPS alıcısı seçmek ekonomik olmayacaktır. Aynı şekilde çok hassas koordinat bilgisine ihtiyaç duyulan bir uygulamada metre seviyesinde konum bilgisi veren bir alıcı ile yapılan proje de güvenilir ve kullanılır olmayacaktır. Yine yapılan bir projede hangi GPS ölçme metodunun seçileceği de önemli bir faktördür. Çünkü farklı ölçme yöntemlerinin konum hassasiyetleri de farklıdır. Bu nedenle veri toplanırken bu kriterin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Özellikle gerçek zamanlı GPS ölçme tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte coğrafik detaylara ait konum ve öznitelik bilgileri CBS veri toplama sistemleri ile toplanıp bir CBS ortamına veri kaybı olmadan aktarılabilir.

## 5. UYGULAMA VE SONUÇ

Çalışma alanı olarak; Konya İli Selçuklu İlçesine bağlı Bosna Hersek Mahallesi seçilmiştir. Çalışma alanında farklı ölçme teknikleri ile yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve arasındaki farklar tespit edilmiştir. Ayrıca bölgenin kadastral durumunu gösteren haritalarla karşılaştırılması ile ortaya çıkan sonuçlarda irdelenmiştir.



Şekil 3: Motorize GPSSİT tekniği ile üretilen harita



Şekil 4: Çalışma bölgesinin kadastral durumu.

Motorize GPSSİT yönteminin uygulanabilirliğini test etmek amacıyla Konya İli Selçuklu İlçesi Bosna Hersek Mahallesiindeki test alanında Motorize GPSSİT ve klasik kutusal alım yöntemleriyle detay alımı gerçekleştirilmiştir. Alım işlemlerinde 95 adet detay noktası üzerinde yapılan detay alımlarından;

- 58 adet detay noktası 3 boyutlu (X, Y, H),
- 37 adet detay noktası da 2 boyutlu (X, Y) olarak GPSSİT referans alınarak karşılaştırılmış ve  $m_p = \pm 3,57$  cm konum hatası ve  $m_h = \pm 2,83$  cm yükseklik hatası elde edilmiştir.

Çalışma alanına ait Selçuklu Müdürlüğünden alınan kadastral durumunun, Konya ili için Tapu ve Kadastro Konya 5. Bölge Müdürlüğü tarafından onaylanan dönüşüm parametreleri aracılığıyla ITRF96 datumuna dönüştürülmesi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda toplam 70 adet detay noktasının 2 boyutlu olarak koordinatları karşılaştırılmış ve  $m_p = \pm 33,2$  cm konum hatası elde edilmiştir. Bu değer ilk bakışta çok büyük olduğu akla gelse de aslında bu hata kaynağının ölçü yönteminden değil mevcut kadastral durumun bir sonucu olabileceği düşünülmüştür.

Klasik kutupsal yöntem yardımıyla elde edilen sonuçlar ile Motorize GPSSİT yöntemiyle elde edilen sonuçlar arasında yapılan irdeleme sonucunda elde edilen  $m_p = \pm 3,57$  cm konum hatası bu yöntemin doğru ve güvenilir olabileceği hakkında bilgi vermektedir.

Sonuç olarak; Motorize GPSSİT yönteminin ilk tesis kadastrosu çalışmalarında ve bu günlerde ihaleleri yapılacak olan kadastro yenileme çalışmalarında kullanılabilir bir yöntemdir. Mevcut kadastral durumunun sıkıntıları sebebiyle yapılmak zorunda olan kadastro yenileme çalışmalarında, hız ve doğruluk kazandıran önemli bir yöntemdir.

## KAYNAKLAR

Ceylan, A., Tombaklar, Ö.H. 2006, Ölçme Bilgisi (Topoğrafya), Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Ders Notları Yayın No: 56, Konya

Durduran S., Erdi A., (2006). Kent Bilgi Sisteminde Kadastral Altlık ve Karşılaşılan Sorunlar, TMMOB, Harita Kadastro Mühendisleri Odası, Kadastro Kongresi, Ankara

Kalaycı, İ, 2003, GPS Destekli Detay Alımında Yeni Bir Teknik (GPSSİT)'in Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Ens., 2003, Konya

URL 1,

[http://www.survey.ntua.gr/main/labs/photo/research/wg\\_33/wpla/papers/TS5.1.Arvanitis%20Arostolos,%20Koukopoulou%20Tina%20\(Soultana\)\(abstract\).doc](http://www.survey.ntua.gr/main/labs/photo/research/wg_33/wpla/papers/TS5.1.Arvanitis%20Arostolos,%20Koukopoulou%20Tina%20(Soultana)(abstract).doc)

URL 2, [http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/roberts\\_2005a.pdf](http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/roberts_2005a.pdf)