

MOBİL CBS VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİNİN YERSEL FOTOGRAMETRİ İLE BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Özşen ÇORUMLUOĞLU

Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, KONYA.
ocorumlu@selcuk.edu.tr

Anahtar Kelimeler: GPS, CBS, Veri toplama, Yersel Dijital Fotogrametri.

ÖZET:

CBS amaçlı mobil veri toplama sistemleri günümüzde farklı disiplinler tarafından, farklı çalışmalar için kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Araziye envanter oluşturma çalışmaları, doğal kaynakların haritalanması, arsa-arazi değerlendirme çalışmaları, kaza ve doğal afetlerde rapor hazırlama çalışmaları, arazideki detaylarla ilgili bilgilerin toplanması veri toplama sistemlerinin kullanım alanlarını konu alan örnek çalışmalar olarak gösterilebilirler.

Bu tür mobil veri toplama sistemleri genelde, (el bilgisayarına uyumlu bir CBS yazılım desteğini de içeren) bir el bilgisayarı, en vazgeçilmez bileşen olarak bir GPS alıcısını ve bir de uzunluk ölçme sistemini (genellikle lazer mesafe ölçer gibi) içermektedirler. Bu nedenle de ölçülen tüm detaylar GPS ölçülerine dayandırılarak toplanmaktadır. Yalnız GPS ölçümleri, ya GPS alıcısının doğrudan ölçüm yapılan nokta üzerine tatbikini gerektirmekte ki, bu arazinin dolaşılması ve tüm detayların yanına gidilmesi ile sonuçlanmakta, ya da detay yoğunluğunun fazla olduğu, doğal ya da yapay engellerden dolayı ölçü yapmanın zorlaştığı durumlarda ise farklı çözümlerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu gibi durumlarda günümüzde geçerli olup uygulanan yöntem ise genellikle istenen konumsal duyarlılığa uygun entegre bir uzunluk ölçer kullanmak olmaktadır. Yalnız bu durumda da yine, her ne kadar detayın yanına gidilirse de uzun bir süre detay alım işlemlerinin arazide tek tek gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üstelik atlanan detay veya hatalı alımın ortaya çıkması durumunda da yeniden araziye çıkılması kaçınılmaz olabilmektedir. İşte bu noktada çözüm olarak yersel fotogrametrik sistemlerle bu tür veri toplama sistemlerinin bütünleşmesi düşünülebilir.

Yukarıda vurgulanan olumsuzluklara bir çözüm olması bağlamında bu çalışmada, kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilebilir ve farklı alanlarda kullanılabilir özellikte son derece esnek ve mevcut mobil CBS veri toplama sistemleri ile uyumlu çalışabilecek bütünleşik bir yersel fotogrametri sistemi tasarlanmış ve sistemin arazi testleri de ayrıca gerçekleştirilmiştir. Yersel fotogrametri destekli bütünleşik bir mobil CBS veri toplama sistemi arazi çalışmasını, görüntü içerisine giren tüm detayların alımı noktasından birkaç kontrol noktasının alınmasına çekerek ciddi bir zaman ve iş gücü kazancı sağlamış, böylece iş hızını da arttırmış olmaktadır. Ayrıca, klasik detay alım işlemlerinde detay alımlarının yapıldığı tüm noktalardan bu teknikte detay alımı yapmak yerine arazinin fotoğrafı çekildiği için, hata veya detay ekleme gereksinimi doğduğu durumlarda araziye yeniden çıkılması gibi bir gereksinim de ortadan kalmaktadır. Böylece veri toplama çalışmalarının arazi adımının çok daha hızlı, kolay, birim zamanda yapılan iş miktarını arttıracak şekilde ve ulaşılmaz bölgelere ulaşma olanağı da sağlanarak gerçekleştirilmesi mümkün olur. Ayrıca arazinin zor şartlarında çalışmak yerine, büroda fotogrametrik değerlendirme sistemleri ile çalışma olanağı da sağlanmış olur. Üstelik istenilen sayıdaki fotogrametri operatörü ile, gece ve gündüz, yağmurlu yağmursuz, tamamen arazi şartlarından bağımsız olarak.

Bu amaçla, değişik durumlar için çekilen resimlerle değerlendirme yapıp, elde edilen detayların konumsal doğrulukları her durum için araştırılacaktır. Değerlendirmede el tipi GPS alıcısı ile ölçüm yapmak sureti ile kontrol noktaları ölçülecek ve elde edilen yersel görüntülerin yazılım Fotogrametrisi yöntemleri ile ortofoto görüntüleri üretilmektedir. Ortofoto görüntüden yapılacak sayısallaştırma sonucunda üretilen verilerin doğruluğu araştırılarak optimum bir çözüm yöntemi ortaya koyulacaktır.

1. GİRİŞ

1.1 Mobil CBS Veri Toplama Sistemleri:

Bir mobil Veri Toplama Sistemi en az şu üç temel teknolojiyi içerir; *Veri toplama yazılımı*, *GPS ve taşınabilir işleme-depolama araçları* (Şekil 1).



Şekil 1. Taşınabilir İşleme ve Depolama Araçları

Tüm bu teknolojilerin bütünleştirilmesiyle oluşturulan sistem sayesinde, arazideki personelin istenilen zaman ve mekânda veritabanının tamamına erişilebilmesi ve müdahale edilebilmesi sağlanmış olmaktadır.

Mobil CBS teknolojisi, veri tabanı ve uygulamalarına, analiz çalışmalarına, görüntüleme aygıtlarına ve karar verme mekanizmalarına eşzamanlı veri girişini olanaklı kılan bir sistem kurmanızı sağlamaktadır.

Son yıllarda yazılım ve donanım alanlarında yaşanan gelişmeler mobil CBS alanında da önemli ilerlemelere ön ayak olmuştur.

1.2 Mobil Veri Toplama Sistemlerinin Avantajları:

- Araziye hızlı, doğru ve ekonomik olarak her türlü verinin mobil olarak toplanmasına olanak sağlar.
- Dijital ortamdaki harita ve hava fotoğrafları gibi ürünlerin arazide kullanımını mümkün kılar.

- Arazide bir nesnenin konumu GPS ile belirlenip harita üzerinde dinamik olarak gösterilebilir.
- Arazide eşzamanlı navigasyon yapılabilir.
- Arazide CBS konum analizleri gerçekleştirilebilir.
- İnternet üzerinden on-line sunulan haritalara ulaşmak ve kullanmak olanaklıdır.
- Toplanan veriler kablosuz iletişim araçları ile uzaktaki herhangi bir adrese gönderilebilir.

2. MOBİL VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN DONANIM, YAZILIMLAR VE ÖZELLİKLERİ:

Yukarıda da değinildiği gibi veri toplama sistemleri teknolojik gelişimlere paralel olarak hızlı bir gelişim sergilemektedirler. Dolayısı ile donanım üreticileri kullanıcı ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran birçok yeni sistemi piyasaya sunmaktadır.

Yazılım üreticileri de benzer şekilde bu teknolojik gelişimlere ayak uydurarak mobil platformlarda çalışabilen yazılımlar geliştirmektedirler. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

AutoDesk	Autodesk OnSite Enterprise Autodesk OnSite View
Intergraph	IntelliWhere
ESRI	ArcPad
MapInfo	MapXtent

Bu çalışmada ArcPad yazılımı kullanıldığı için bir fikir oluşturması babından bu yazılımın bazı özelliklerinin aşağıda verilmesi uygun olacaktır.

2.1 ArcPad Yazılımı ve Temel Özellikleri:

ESRI'nin ArcPad (Şekil 2) uygulaması, ileri seviyede bir mobil (hareketli) haritalama ve Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisi sunmakta olup, veritabanı erişimi, haritalama, CBS ve GPS entegrasyonu gibi bilgileri arazi çalışmasında olan kişilere veya kurumlara PDA ya da küçük el aygıtları vasıtasıyla ulaştırabilmektedir. Veri toplama işlemi ArcPad uygulamasıyla çok kolaylaşmış ve anında geçerlilik denetimi, erişilebilirlik gibi özellikler de kullanıcılara ayrıca sunulabilmektedir.



Şekil 2. ArcPad Yazılımının Ekran Görüntüleri

ArcPad Yazılımı ile Neler Yapılabilir?

- Var olan verilerin kullanılması: ArcPad endüstri standardı vektör ve raster image verilerini desteklemektedir.
- İnternet üzerinden veri eklenmesi: Veriler İnternet üzerinden veya wireless (kablosuz) teknolojisi kullanılarak aktarılabilir.

- Etkileşimli Haritalar: ArcPad, haritalarınız içinde büyütme, küçültme, pan, mekânsal yer imleri ve o anki GPS pozisyonuna göre harita ortalaması gibi özellikler sunar.
- Veri sorgulamaları: Özelliklerin daha kolay görünmesi için işaretleme, kısayol gösterimi, özelliklerin yerlerinin gösterilmesi gibi özellikler
- Harita üzerinde uzaklık, alan ve kesişim hesaplamaları yapma imkânı.
- Veri düzenlemesi: fare işaretçisi, ışıklı kalem veya GPS yardımıyla mekânsal veri yaratım ve düzenlemesi olanaklar sunulmaktadır.

ArcPad uygulamaları CBS çözümlerinde kullanabilmekte olup, elde edilen verilerin ArcGIS Desktop ya da ArcView 3.x ortamına aktarılarak kullanılmalrı da imkân dahilindedir.

Desteklenen Veri Formatları

- ESRI shapefiles
- LizardTech MrSID
- JPEG
- Windows bit map (.bmp)
- İnternet üzerinden ArcIMS Image Service

Gösterim ve Sorgulama

- Özellik tespiti
- Harita navigasyonu
- Değişken zoom ve pan
- Sabit zoom
- Özel bir katmana zoom veya mekânsal işaretleme
- O anki GPS pozisyonuna harita ortalama
- Ölçek bağımlı katman gösterimi
- Dış kaynaklara kısayol oluşturabilme (fotoğraf, doküman, video)
- Uzaklık, alan ve kesişim hesaplamaları
- Özellik yer belirleme, etiketleme ve zoom

2.2 Kullanılan Farklı Donanım ve Özellikleri:

Geleneksel cihazlardan farklı olarak mobil cihazlar iki temel ayırt edici özelliğe sahiptirler. Bunlar; "taşınabilirlik ve kapasite" dir. Kullanıcılar bir yandan daha küçük ve daha hafif taşınabilir cihazlar tercih ederken, diğer yandan ise grafiksel uygulamalar için geniş ekranlar, güçlü işlemler için de yüksek işlemci kapasiteleri ön plana çıkmaktadır. İletişim teknolojisinde mobil özelliğine sahip, farklı gezici cihaz örnekleri mevcuttur (Şekil 3).



Şekil 3. Mobil CBS Sistemlerinde Kullanılan Donanımlar

Bunlar;

- Mobil telefonlar (Cep telefonları)
- PDA tabanlı akıllı telefonlar
- PDA Cep Bilgisayar (Pocket PC)
- Handheld bilgisayarlar
- Tablet Bilgisayarlar
- Notebook (Dizüstü Bilgisayarlar) olarak sayılabilirler.

3. MOBİL CBS VERİ TOPLAMA SİSTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Günümüzde, konumsal veri kullanan birçok uygulamanın arazi çalışmaları aşamasında, Mobil CBS nin sağladığı doğruluk ve verimlilikten yararlanılmaktadır. Gezici özelliğe sahip bir coğrafi bilgi sistemi ile kullanıcı bürodaki yazılım donanım gereksinimlerine bağlı kalmaksızın, arazi de gerekli olan tüm işlemleri, tıpkı klasik CBS yaklaşımında olduğu gibi, doğrudan mobil cihazlar üzerinde gerçekleştirmektedir. Böylece CBS nin kullanıldığı uygulama alanlarında artış sağlanmakta ve CBS kullanımını her geçen gün yaygınlaştırmaktadır. Mobil CBS nin kullanıldığı bazı temel uygulama alanları ise şöyle sıralanabilir;

- Arazide envanter oluşturma çalışmaları,
- Bakım - onarım çalışmalarında tablo bilgilerinin güncellenmesi,
- Doğal kaynakların haritalanması,
- Askeri istihbarat ve hareket yönetimi çalışmaları
- Arazide denetim çalışmaları,
- Arsa-Arazi değerlendirmede çalışmaları,
- Kaza, afet gibi olayların raporlama çalışmaları,
- Arazideki doğal ve yapay detaylara ait verilerin toplanması,
- Sağlık amaçlı veri toplama, hastalıklarla mücadele, zararlı bitki/böceklerle mücadele çalışmaları,
- Orman yangınları için riskli alanların belirlenmesi, koruma altındaki canlıların yaşam alanlarının belirlenmesi gibi çevresel çalışmalar ve
- Her türlü CBS analiz ve karar verme işlemleri.

4. YERSEL DİJİTAL FOTOGRAMETRİDE KULLANILAN DONANIM VE YAZILIMLAR

4.1 Yersel Dijital Fotogrametride Kullanılan Donanımlar:

Dijital kameraların klasik kameralara oranla birçok üstün yanları vardır. Fakat bu üstünlüklerin yanı sıra bazı problemler de söz konusu olabilmektedir. Bu problemleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- Gerekenden fazla veri depolanabilmektedir.
- Resimlerin çerçeve oranı sınırlıdır.
- Pixeller çok fazla kontrastlığa sahiptir.
- Pixel boyutu maksimum 3 x 3 mikron ile sınırlıdır.

Sayısal kameralar (Şekil 4) görüntü kalitesini artırıcı bazı gelişmiş teknolojilere ve görüntü iyileştirme yazılımlarına sahip olabilmektedirler. Bu kameraların görüntü hassasiyetini etkileyen en önemli unsurlar ise pixel boyutları, mercek ayırma gücü ve doğruluk olarak ifade edilebilir.

Sayısal kameraların görüntü düzlemi, iki boyutlu bir algılayıcı piksel grubu tarafından oluşturulur. Algılayıcılar belirli aralıklarla alınan sinyalleri kaydedebildikleri gibi, kamera deklanşörüne basılarak da görüntü algılaması gerçekleştirilebilmektedir. Her bir piksel tarafından algılanan

bu sinyaller algılamanın akabinde sayısallaştırılarak sayısal görüntü verisi haline getirilirler. Dijital kameralar, klasik hava kameraları ile aynı yapıya sahip olup, optik mercekler, mekanik optüratör ve film yerine algılama pikselleri olmak üzere üç ayrı parçadan oluşmaktadırlar. Sayısal kameraların gelişim sürecine bakıldığında yapılan çalışmalarla,

- Daha iyi optik şartların elde edildiği,
- Kamera elektronığının geliştirildiği,
- Navigasyon bilgileri ile entegrasyonun sağlandığı ve
- Görüntü kalitesinin artırıldığı görülmektedir.

Günümüzde tamamen sayısal olarak çalışıp kayıt yapan kameralar bulunmakta olup, bunlar içerisinde özellikle CCD algılayıcılara sahip olan kameralar çok yüksek çözünürlük verebilmektedirler. Yalnız buna rağmen formları yine de sınırlı olup, genellikle yakın mesafe fotogrametrisinde kullanılmaktadırlar. Selçuk Üniversitesinde envanterinde OLYMPUS ve POLOROID PDC 2000 dijital kameraları bulunmaktadır.



Şekil 4. Dijital Kameralar

4.2 Dijital Fotogrametride Kullanılan Değerlendirme Yazılımları:

Sayısal görüntülerin değerlendirilmesi için gerekli olan bu yazılımlar, kullanım kolaylığı ve en son hesaplama algoritmalarını içermeleri bağlamında gerek görüntülerin yönlendirilmesinde etkin ve geçerli son geliştirilen yöntemlere uyumlu olmaları ve gerekse de ışın demetleri gibi dengeleme yöntemlerinin kullanımını sağlamaları doğru sonuçlar üretmeleri açısından oldukça önemlidir. Bu yazılımların sayısal veri işleme formatları da (BMP, TIFF, PCD- Kodak, Photo CD, EPS, GIF, PCX ...) oldukça geniştir.

Bu yazılımlardan biri olan ve bu çalışmanın elde edilen sayısal görüntülerin değerlendirilmesi aşamasında kullanılan Rollei Metrik MSR (Şekil 5) yazılımı, fotoğraflardan rödrese edilmiş, ölçeklendirilmiş sayısal görüntüleri elde etmeye yarayan bir yazılımdır. Bu programın girdi verileri bir veya birkaç sayısal fotoğraf ile obje üzerinde rödrese edilecek bölümleri belirleyen düzlem alanlarıdır.

MSR yazılımı, çizimlerin yapılmasını sağlayan geometrik bilgileri, ilgili bölümün rödrese edilmiş görüntüsünü ve uygun değerlendirme programları kullanılarak üç boyutlu model verilerini sağlayabilmektedir.

RolleiMetric MSR yazılımı mimari, yapı endüstrisi, anıtların bakımı ve korunması, küçük ölçekli kartoğrafya, trafik kazası raporları, suç teknolojisi gibi değişik alanlar için sonuçlar üretebilmektedir. Rollei Metrik CDW yazılımı ise çift resim değerlendirmesi yapan yakın mesafe (yersel) fotogrametrisindeki yeni standartlara sahip olan bir yazılımdır.



Şekil.5 RolleiMetric MSR Yazılımı

5. UYGULAMA

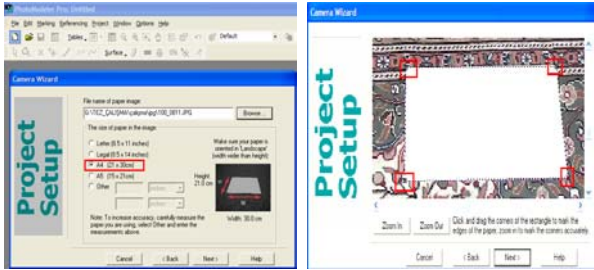
5.1 Uygulamada Kullanılan Kamera Özellikleri:

KODAK P712 Kamerasının Özellikleri;

- 1/2,5 inç CCD, 7.4 MP, 4:3 en-boy oranı
- Fotoğraf makinesi etkin pikselleri 7,1 MP (3072x2304 piksel)
- Lens; Schneider-Kreuznach Variogon objektif
f/2,8-f/8,0(geniş açı)
f/3,7-f/8,0 (tele)
- Odak Uzaklığı: 6.0-72,0 mm
(35 mm eşdeğeri: 36-432 mm)

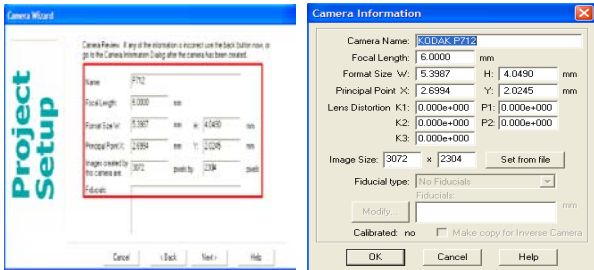
5.2 Kullanılan Kameranın Kalibrasyonu:

Kodak P712 kamerasının kalibrasyonu için 45 derecelik açı ile standart A4 kâğıdın resmi çekilmiştir (Şekil 6). Çekilen bu resim üzerinde kâğıdın köşe noktaları işaretlenmek sureti ile kameranın metrik değerleri elde edilmiştir.



Şekil.6 PhotoModeller Yazılımı ile Kamera Kalibrasyonu

PhotoModeller yazılımı ile kalibrasyon işlemi birkaç işlem adımı ile hızlı ve pratik olarak yapılabilmektedir. Standart A4 kâğıdının yardımı ile kalibrasyon değerleri bulunabilmekte (Şekil.7) ve bir dosyada saklanabilmektedir. Saklanan bu dosyadaki kalibrasyon raporu uygulamanın sonraki safhalarında ortho görüntü oluşturulurken kullanılmaktadır.



Şekil.7 Kalibrasyon Değerlerinin Bulunması

5.3 Uygulama Resimlerinin Çekilmesi:

Uygulama bölgesi (Şekil 8) olarak detay yoğunluğu çok olan yerler seçilmiştir. Böylelikle sistemin kullanım amacına maksimum hizmet sunma kapasitesinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Resimler ayrıca, doğal engellerden dolayı detaylara ulaşmanın zor olduğu durumlar da göz önüne alınarak çekilmiştir. Çekilen resimler taşınabilir depolama aracı olan tablet PC'ye aktarılarak ön izleme yapılmış ve kontrol noktaları belirlenmiştir.



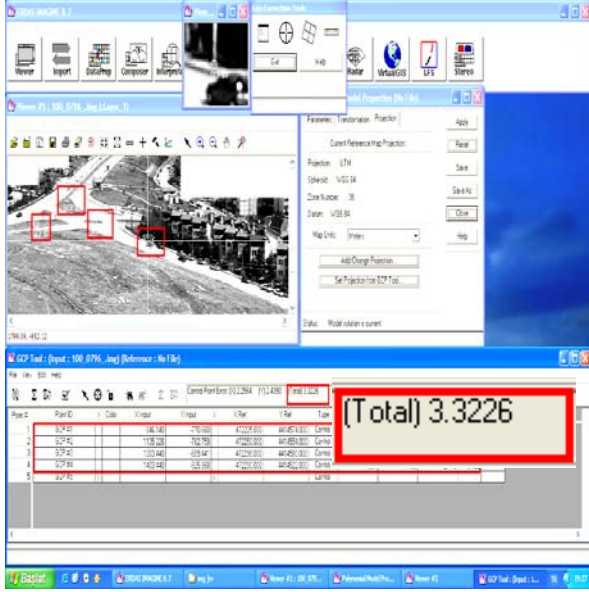
Şekil.8 Uygulama Bölgeleri

Belirlenen kontrol noktalarının koordinatları ya kontrol noktasının yanına gidilerek GPS ile doğrudan ölçülmüş yada GPS entegre bir lazer uzaklık ölçerle iki noktadan ileri kestirim yapılarak belirlenmiştir.

5.4 Ortho Görüntünün Oluşturulması:

Ortho görüntü oluşturma işlemi Erdas Imagine yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Erdal Imagine yazılımı ile ortho rektifikasyon işlem adımları ise aşağıdaki sırayla takip edilmiştir.

- Kamera bilgilerinin ve çalışma bölgesinin DEM dosyasının girilmesi,
- Çalışma bölgesini içine olacak şekilde seçilmiş 4 noktadan çerçevenin tanımlanması (Hava fotoğraflarında bulunan köşe markalarında olduğu gibi),
- Datum ve projeksiyon bilgilerinin tanımlanması,
- Bu işlemlerin ardından YKN' larının (Şekil 9) resim üzerinde işaretlenmesi ve koordinat bilgilerinin girilmesi,
- YKN yardımı ile geometrik modelin çözülmesi,
- Ekranda görülen hata değeri beklenen değerin altındaysa uygun bir Resampling yöntemi ile (Bilinear Interpolation) ortho rektifikasyon işlemi tamamlanarak görüntünün tekrar örneklenmesi şeklinde bir prosedür izlenmiştir.



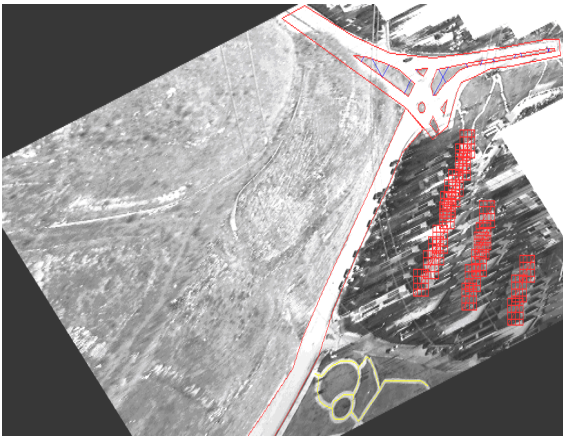
Şekil.9 Erdas Imagine Yazılımında YKN'larının Girilmesi

Örnek alanda gerçekleştirilen çalışma neticesinde, GPS ile ölçülen YKN'ları kullanılarak oluşturulan ortofoto görüntüdeki kontrol noktalarının ortalama hatası 3,3226 m olarak bulunmuştur. Buradaki hata YKN'larının resim üzerinden işaretlenmesinden dolayı oluşan hatadır ve ortofoto görüntünün kontrol noktaları bağlamında ulaşılan ortalama hatayı temsil etmektedir.

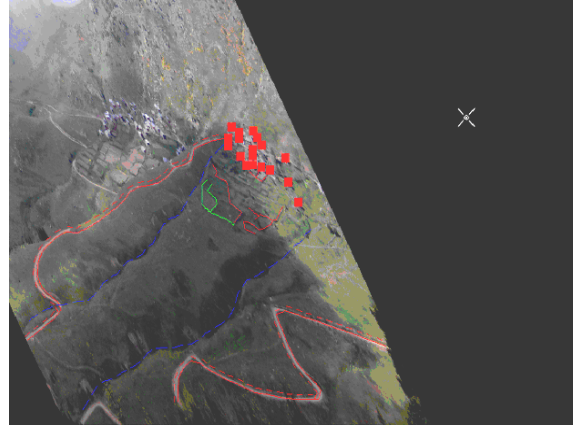
GCP No	GPS İle Ölçülmüş YKN'ları	
	Y	X
1	472225,000	4414574,000
2	472250,000	4414554,000
3	472298,000	4414580,000
4	472230,000	4414522,000
Ortalama Hata:		3,3226 m

Tablo.1 GPS ile Ölçülen YKN'ları Yardımı İle Oluşturulan Ortofoto Görüntünün Ortalama Hatası

5.5 Sayısallaştırma İşlemleri:



Şekil.10 Sayısallaştırma İşlemleri



Şekil.11 Sayısallaştırma İşlemleri

Ortofoto görüntü kullanılarak yapılan sayısallaştırma sonucunda (Şekil 10-11) detayların çizimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen detayların doğruluklarını tespit etmek içinse 20 belirgin detay noktasında el GPS'i ile arazide tekrar ölçümler yapılarak üretilen sonuçlar ortofoto görüntüden elde edilen aynı detaylara ait koordinatlar ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2).

Tablo.2 GPS Ölçülerinden ve Ortofoto Üzerinden Elde Edilen Aynı Detay Noktalarının Koordinatları

NO	Y(GPS)	X(GPS)	Y(ortofoto)	X(ortofoto)
1	472253,414	4414431,774	472250,719	4414439,850
2	472269,224	4414442,107	472263,199	4414451,900
3	472278,171	4414451,226	472268,794	4414460,938
4	472270,114	4414460,004	472273,097	4414469,114
5	472289,681	4414481,703	472280,844	4414484,177
6	472272,338	4414490,214	472282,135	4414491,493
7	472281,292	4414503,659	472288,160	4414498,809
8	472279,188	4414509,077	472292,463	4414505,694
9	472309,781	4414503,370	472299,349	4414516,883
10	472316,934	4414520,263	472300,640	4414525,060
11	472322,759	4414530,372	472305,804	4414531,946
12	472322,072	4414421,153	472307,956	4414431,674
13	472310,481	4414440,052	472311,399	4414443,293
14	472305,224	4414444,381	472319,145	4414452,761
15	472316,849	4414454,036	472321,727	4414464,811
16	472311,430	4414477,831	472323,448	4414471,696
17	472339,224	4414481,626	472327,752	4414485,037
18	472358,119	4414415,249	472362,180	4414421,345
19	472358,604	4414431,425	472365,193	4414436,838
20	472379,326	4414459,214	472375,521	4414449,318

6. SONUÇ VE YORUMLAR:

GPS ile ölçülen detay noktalarının koordinatları ile ortofoto görüntüden yapılan sayısallaştırma ile elde edilen aynı detayların koordinatları arasındaki fark hataları Tablo 4'te verildiği şekilde bulunmuştur. Sonuç olarak da her detay için belirlenen bu hata değerleri yardımıyla çalışma alanının tamamı için ortalama bir hata değeri belirlenebilmiştir.

Hatanın belirlenmesinde koordinatların farkları alınarak ΔY ve ΔX değerleri hesaplanmış ve bu değerlerin karesel ortalamaları alınarak her noktaya ait karesel ortalama hatalar belirlenmiştir.

Buradan da, karesel ortalama hatalarında ortalaması alınarak detayların tamamı için bir ortalama hata değeri belirlenmiştir.

Tablo.4 Detayların Tamamı İçin Hata Değerleri

NO	ΔY	ΔX	Toplam Hata (m)
1	2,695	-8,076	8,5138
2	6,025	-9,793	11,4980
3	9,377	-9,712	13,5000
4	-2,983	-9,110	9,5859
5	8,837	-2,474	9,1768
6	-9,797	-1,279	9,8801
7	-6,868	4,850	8,4078
8	-13,275	3,383	13,6993
9	10,432	-13,513	17,0713
10	16,294	-4,797	16,9855
11	16,955	-1,574	17,0279
12	14,116	-10,521	17,6055
13	-0,918	-3,241	3,3685
14	-13,921	-8,380	16,2487
15	-4,878	-10,775	11,8277
16	-12,018	6,135	13,4934
17	11,472	-3,411	11,9684
18	-4,061	-6,096	7,3248
19	-6,589	-5,413	8,5273
20	3,805	9,896	10,6023
ORTALAMA HATA			11,8156

Tablo incelendiğinde 20 detay için 3,3685–17,6055 m arasında değişen hatalarla koordinatların belirlendiği görülmektedir. Çalışma bölgesinin tamamı için ise 11,8156 m ortalama hata belirlenmiştir.

Mobil CBS sistemlerinin kullanım alanları göz önüne alındığında elde edilen ortalama hata değeri ile detay toplanmasının mümkün olduğu görülmektedir.

Mobil CBS sistemlerinin yersel bir dijital fotogrametri sistemi ile bütünleştirilmesinin, bu bütünleştirmenin temel amaçlarını oluşturan yanına gidilemeyen detayların ölçülebilmesinin ve arazide daha az zamanda daha çok iş yapılabilmesinin mümkün olduğu, ayrıca detay üretim işlemlerinin tamamen büroda ve birden fazla operatör ile yukarıda verilen ortalama doğruluk bağlamında yeterli olduğu uygulamalar için yürütülebileceği bu çalışma ile gösterilmiş olmaktadır.

KAYNAKLAR

URL1

<http://www.esri.com/software/arcgis/about/mobile.html>

URL 2

http://www.trimble.com/mgis_mobilegis.html

URL 3

<http://www.rolleimetrik.de>

YOMRALIOĞLU T.

Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, ISBN 975-97369-0-X, İstanbul, 2000

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada verilerin toplanması aşamasından, görüntülerin alınmasına ve değerlendirilmesine kadar tüm aşamalarda katkısı esirgemeyen Mustafa CANIBERK'e teşekkür ederim.