

Konumsal Bilgi Sunumunda Çok Ekranlı Sistemlerin Kullanılması ve Örnek Bir Sistem Tasarımı

Mehmet Erbaş¹ Hakan Şahin² Feyzi Kantar³

Öz

Konumsal bilgiye erişimin kolaylaşmasının sonucu olarak bu bilginin kullanımı da her geçen gün artmaktadır. 1990'lı yıllara kadar yoğun olarak basılı formda sunulan coğrafi ürünler, bilişim teknolojilerindeki gelişmelerin sonucunda sayısal olarak görselleştirilmeye başlanmıştır. Bu yetenek başlangıçta pahalı olması sebebiyle sadece coğrafi bilgi üreticileri tarafından konumsal bilginin ekran üzerinden sayısallaştırılması ve sunumu maksadıyla kullanılmıştır. Fakat, görselleştirme sistemlerindeki gelişmelerin sonucu olarak ucuzlayan ve yaygınlaşan teknolojiden, günümüzde çok sayıda kullanıcı farklı maksatlarla istifade etmektedir. Bu çalışmada ilk olarak konumsal verilerin sunumunda kullanılan görselleştirme sistemleri ve bunların yetenekleri hakkında bilgi verilecektir. Daha sonraki bölümde ise muharebe sahasının canlandırılmasında komutana katkı sağlamak maksadıyla geliştirilen Çok Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi İstasyonu (ÇACBSİ) tanıtılacaktır. Geniş bir alanın yüksek çözünürlükte 3 boyutlu olarak görselleştirilebilmesi imkan ve kabiliyetini sağlayan ÇACBSİ'de veri hazırlama ve görüntüleme sürecinde yapılan işlemler ile konumsal bilginin altı ekranda sunumu hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Ekran, Üç Boyutlu Modelleme, ÇACBSİ

Using Multiple Screens in Displaying Geospatial Information and Design of a Sample System

Abstract

As a result of the easy access to geospatial information, the use of this type of data is getting wide spread every day. Geographical products which used to be distributed in printed forms till 1990's, started to be displayed digitally as a result of developments in Information Technologies (IT). Because of high cost of the technology, this capability was used by just geospatial information producers for digitizing and displaying geospatial data on screen. As a result of developments in display technologies, the cost decreased and the systems got wide spread. Therefore, many users use it for different purposes. At the first part of this study, basic information about the visualization systems used for displaying geospatial information will be given and the capabilities will be presented. At the next part, Multi Purpose Geographical Information System Station (MPGISS), which is designed to give support to the commander in visualization of battlefield, is introduced. The process of data preparation and visualization in 6 screens in MPGISS, which provides the capability of displaying the wide part of the battlefield in 3D, will be introduced respectively.

Keywords: Multiple Screen, Three Dimensional Modeling, CACBSI

¹ Yazışma adresi: Y.Müh., Kara Harp Okulu, Dekanlık, Askerî Bilimler Bölümü, Strateji ve Askerî Konular A.B.D. Bakanlıklar Ankara, merbas@kho.edu.tr

² Y.Müh., Harita Genel Komutanlığı, Askerî Coğrafya Dairesi Başkanlığı.

³ Y.Müh., Kara Harp Okulu, Dekanlık, Askerî Bilimler Bölümü, Strateji ve Askerî Konular A.B.D.

Giriş

Haritacılık alanında en çok kullanılan terim konumsal veridir. Konumsal veri konuma ait bilgileri (yeri, koordinatı) ifade eden veridir. Günümüzde konumsal veri kullanımı giderek yaygınlaşmış ve hayatımızın bir parçası olmaya başlamıştır. Bu yaygınlaşmanın nedeni ise hayatımızı şekillendiren verilerin büyük bir bölümünün konuma dayalı olmasıdır.

Özellikle 2000'li yılların başından itibaren haritaların sunulduğu Google Earth (2005) ve NASA WorldWind (2004) gibi yazılımlarının kullanıma açılmasıyla beraber konumsal verilerin kullanımı en üst düzeye ulaşmıştır.

Bu makalede konumsal verilerin ve haritaların yüksek çözünürlüklü sunumuna yönelik yapılan uygulamalar hakkında bilgi verilmiş ve bu amaçla geliştirilen çok ekranlı bir coğrafi bilgi sistemi iş istasyonunda yapılan görselleştirme adımları ile bu iş istasyonunun yetenekleri tanıtılacaktır.

Konumsal Veri Sunumunda Öne Çıkan Sistemler

Konumsal verilerin kullanımının artmasıyla beraber hemen hemen bütün bilgisayar kullanıcıları kendi bilgisayarlarında bu verilerle çalışmaya başlamıştır. Konumsal verilerin kullanımı konusundaki en önemli husus ise bu verilerin görselleştirilmesi ve sunumudur (Cartwright vd., 2001).

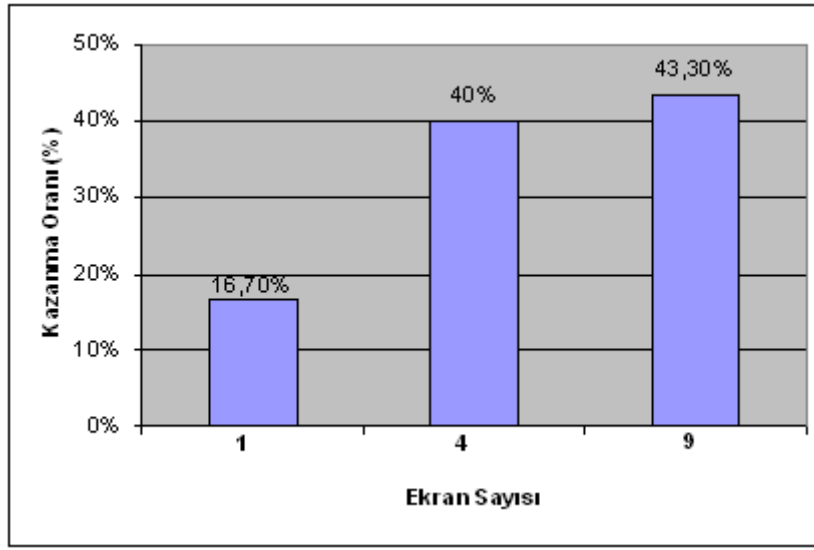


Şekil 1. Savaş Oyununun Çok Ekranlı Sistemlerde Gösterilmesi
(Sabri vd., 2007)

Yapılan araştırmalar, Orta çağda yapılan savaşları savaş alanını daha iyi analiz eden komutanların kazandığı gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Benzer şekilde bir test çalışmasına katılanlara harp oyunu oynatılmış ve oyunu çok ekranlı sistemleri kullanarak oyun alanını daha iyi görebilen kullanıcıların daha çok kazandığını ortaya çıkarmıştır (Sabri vd., 2007; Yılmaz ve Erbaş,

2008). Sabri tarafından yapılan çalışmada aynı oyuna ait bir, dört ve dokuz ekranlı görüntüsü Şekil 1’de gösterilmiştir.

Sabri tarafından yapılan harp oyunu çalışmasında oynanan 30 oyunu kazanma durumları Şekil 2’de gösterilmiştir. Tek ekranlı sistemi kullanan oyuncuların kazanma oranı %16,7, dört ekranlı sistemi kullananların %40 ve dokuz ekranlı sistemi kullananların %43,3 olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu çalışma oyun alanını daha iyi görebilen kullanıcıların oyunu kazanmaya yatkın olduklarını ortaya çıkarmıştır (Sabri vd., 2007).



Şekil 2. Çok Ekranlı Sistemlerde Harp Oyununu Kazanma Oranları

Başka bir çalışmada ise çok ekranlı sistemleri kullanan kullanıcıların işlem hızında önemli artış olduğu ve yapılan hata sayısının azaldığı görülmüştür (Colvin, Tobler ve Anderson, 2004).

Bu nedenlerle verilerin görselleştirilmesi ve sunumu çalışmalarına hız verilmiş ve günümüzde konumsal verilerin yüksek çözünürlükte sunumu için yeni teknoloji ürünü olan Full HD (Çözünürlük: 1920x1080) ekranlar ve büyük boyutlu ekranlar kullanılmaya başlanmıştır (Full HD Nedir, 2011). Ancak çözünürlükteki önemli artış konumsal veri sunumunda yeterli olamamaya başlamıştır. Bu sıkıntıların çözümü için kullanılan yöntemlerin başında birden fazla ekran kullanılarak verilerin sunumu gelmektedir (Yılmaz ve Erbaş, 2008).

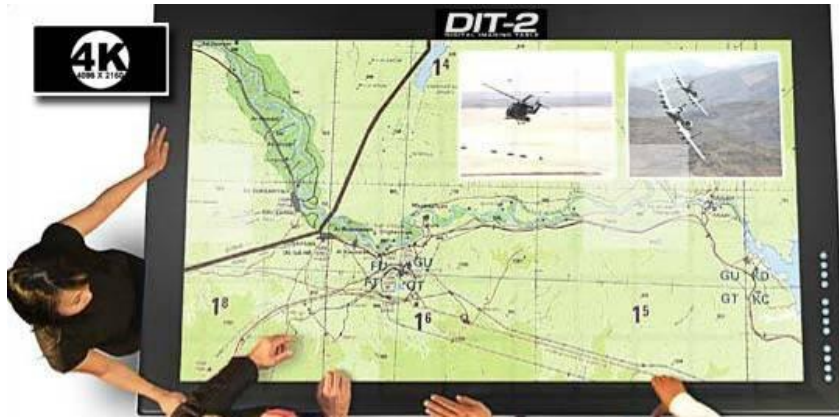
Konumsal verilerin sunumu konusunda harita ve ortofoto görüntüler ön plana çıkmaktadır. Konumsal verilerin (harita, ortofoto görüntü vb.) bilgisayar teknolojileri ile sunumu genellikle iki şekilde yapılmaktadır.

- Masa Yaklaşımı,
- Düşey Görüntüleme Yaklaşımı.

Konumsal Veri Sunumunda Düşey Görüntüleme Yaklaşımı

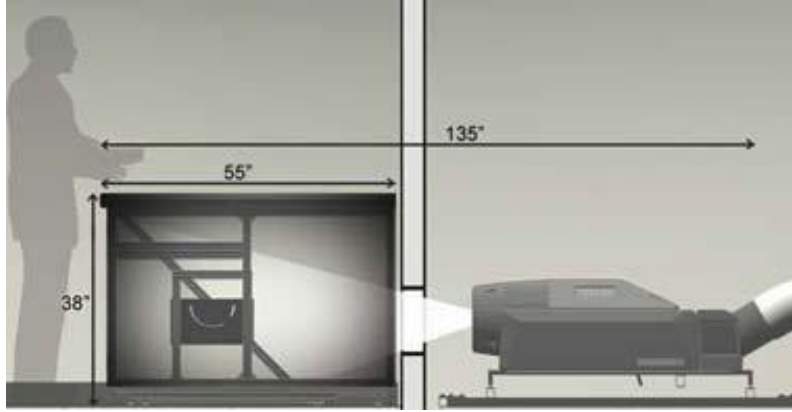
Haritaların sunumunda ilk akla gelen uygulamalar harita masalarıdır. Bu yaklaşımda kâğıt harita masa üzerine serilerek incelemeler yapılmaktadır. Günümüzde harita masası uygulamalarında daha çok bilgisayar ekranları kullanılır hâle gelmiştir.

En basit masa yaklaşımı Şekil 3'te gösterilen ve projeksiyon cihazından alınan görüntünün masa yüzeyine yansıtılmasıyla oluşturulan harita masalarıdır.



Şekil 3. Konumsal Veri Sunumunda Masa Yaklaşımı (Panoram Tech, 2011)

Masa kullanımında projeksiyon sisteminden alınan görüntünün masaya aktarılması sırasında görüntü kesilmesini önlemek için ters projeksiyon sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde masanın alt tarafında bulunan projeksiyon sisteminden gelen görüntü aynalar yardımıyla masa yüzeyine yansıtılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Masa Yaklaşımında Projeksiyon Cihazı Kullanımı

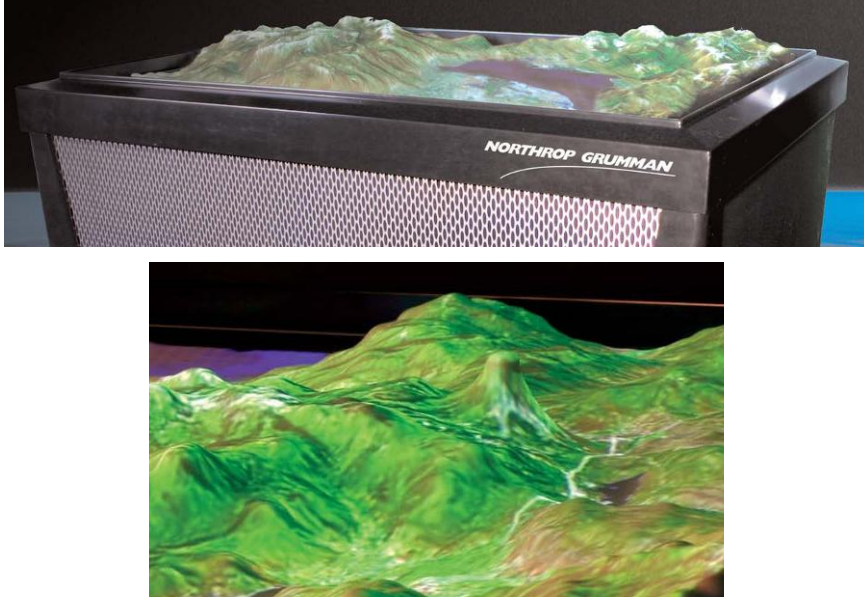
Teknolojik gelişmelere paralel olarak harita masası uygulamalarında LCD ekranlar ve dokunmatik ekranlı sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede kullanıcılar, ekranlar üzerine kendi elleriyle veya yardımcı malzemeler kullanmak suretiyle haritaları kontrol etmekte ve istedikleri bölgeleri görüntüleyebilmektedirler (Durbin vd., 1998a; Durbin vd.,1998b) (Şekil 5).



Şekil 5. Konumsal Veri Sunumunda Dokunmatik Ekranlı Sistemlerin Kullanılması (Defense Review, 2011)

Harita masası uygulamaları konusundaki bir başka örnek ise, NORTHROP GRUMMAN tarafından geliştirilen Terrain Table™ isimli üründür. Bu sistem bir çeşit kum sandığı uygulamasıdır ve içerisinde bulunan hareketli metal çubuklar sayesinde arazinin modeli

oluşturulmaktadır. Masa yüzeyi ise silikon malzeme ile kaplanmıştır. Bu sayede arazinin üç boyutlu modeli oluşturulduktan sonra arazinin görüntüsü projeksiyon sistemi ile masanın üzerine yansıtılmaktadır (Northrop Grumman, 2011) (Şekil 6).



Şekil 6. Kum Sandığı Örneği (Northrop Grumman, 2011)

Harita masası yaklaşımı klasik harita kullanıma benzemektedir. Dokunmatik ekranlı sistemlerin kullanılmasıyla etkileşime izin vermektedir. Yalnız harita masasının kullanılması için uygun bir ortama gerek duyulmakta ve uzun süreli kullanım açısından uygun olmayabilmektedir.

Konumsal Veri Sunumunda Düşey Görüntüleme Yaklaşımı

Masa şeklindeki sistemler, yüksek çözünürlük söz konusu olduğunda geniş bir alana ihtiyaç duyulması, uzun süreli kullanımlara uygun olmamaları nedeniyle sınırlı kullanım alanı bulmaktadır. Bu sıkıntının aşılması amacıyla ekranlar düşey olarak konumlandırılmaktadır. Bu tür sistemlerde kullanılan ekran sayıları değişiklik göstermektedir (Leigh vd., 2006). Şekil 7’de 24 adet ekrandan oluşan sistem, Şekil 8’de ise dairesel yapı şeklinde çoklu ekran kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 7. 24 Ekranlı Sistem



Şekil 8. 24 Ekranlı Dairesel Sistem

Düşey görüntüleme yaklaşımı sayesinde çok fazla ekran kullanılabilmekte ve görselleştirmeler yapılabilmektedir.

Çok Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi İstasyonu

Harita Genel Komutanlığının sayısal coğrafi bilgi sunumu konusundaki tecrübelerini kullanarak savunma teknolojilerinde konuyla ilgili olarak ortaya çıkan darboğazların aşılmasını amaçlayan bir iş istasyonu olarak Çok Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi İstasyonu (ÇACBSİ) geliştirilmiştir.

Savunma teknolojileri düşünüldüğünde harekât alanını en iyi temsil edecek ve harekât alanının tamamını gösterecek bir sistemin kullanılması

önem kazanmaktadır. ÇACBSİ yapılacak olan harekât alanının tamamının üç boyutlu görselleştirilmesi amacıyla altı ekrandan oluşturulmuştur.

Sistemde Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen veriler ile diğer kaynaklardan temin edilen veriler kullanılmıştır. Bu şekildeki yoğun bir veri kümesi kullanıldığından verilere hızlı bir şekilde ulaşılmasını sağlayacak ve analizleri çok kısa sürede yapacak bir sistem tasarlanmıştır.

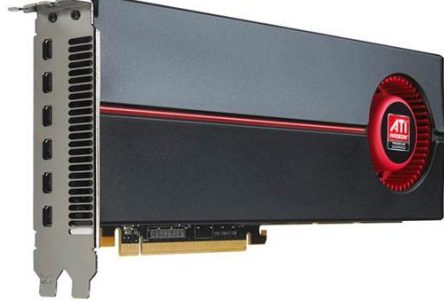
ÇACBSİ Tasarımı

Literatür taramasında çok sayıda çok ekranlı sistem incelenmiştir. Bu çalışmalar; sistem performansları, sunulan konumsal veri içeriği, sistem karmaşıklığı gibi hususlar göz önünde tutulduğunda 9 veya daha az ekrana sahip sistemlerin kullanılabilir olduğunu ve diğer sistemlerin ise özel şartlarda kullanılabileceği değerlendirilmiştir. Sistemdeki ekran sayısı arttıkça tek bir bilgisayar değil, birden fazla bilgisayarın yönetilmesi durumunun ortaya çıkması ile beraber sistem karmaşıklığın ve maliyetinin arttığı gözlenmiştir.

Tasarım aşamasında, iş istasyonunun üzerinde yüklü yazılımların telif ücreti dâhil olmak üzere en az maliyetle geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda daha önceden geliştirilen üç ekranlı helikopter simülatörü temel alınmıştır. Helikopter simülatörü çalışmasında görselleştirme için üç ekran, diğer kontrol panelleri için iki ekran olmak üzere toplam beş adet ekran kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca sistemde beş ayrı bilgisayar kullanılmış ve bu bilgisayarlar bir ağ ile birbirlerine bağlanmıştır (Karaahmetoğlu, Yılmaz, Çetin ve Köksal, 2006).

Yapılan değerlendirmeler çerçevesinde maliyet etkin ve taşınabilir bir sistem tasarlanması kapsamında tek bir bilgisayara bağlı çok ekranlı bir sistemin tasarlanması hedeflenmiştir.

Geniş bir arazi kesiminin gösterilebilmesi amacıyla ilk olarak üç ekranlı sistem tasarımı yapılmıştır. Yapılan üç ekranlı sistemlerin arazi kesiminin derinlemesine görüntülenmesinde yetersiz kaldığı tespit edilmiş ve bir sonraki aşamada altı ekranlı sistemin tasarımının yapılması için çalışılmıştır. Bu amaçla ilk olarak grafik kartları üzerinde araştırmalar yapılmış ve altı ekranın kullanımına olanak sağlayan ve Türkiye’de 2010 yılı Haziran ayında piyasaya çıkan ATI Radeon™ HD 5870 Eyefinity 6 grafik kartı kullanılmıştır (AMD, 2011) (Şekil 9).



Şekil 9. ATI Radeon™ HD 5870 Eyefinity 6 Grafik Kartı (AMD, 2011)

Kullanmış olduğumuz grafik kartı sayesinde 7,8 milyon piksel bilgi sunabilen görsel bir sistem oluşturulmuştur.

Bir sonraki aşama olarak sistemde kullanılan altı adet ekranın bir arada tutulmasına olanak sağlayan sehpa tasarımları üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu kapsamda ise dünyada yapılan çalışmalar incelenmiş ve dairesel yapıli sistemlerde kullanıcıların dikkatlerini daha iyi topladıkları ve işlemleri daha hızlı yapabildikleri tespit edilmiştir (Ball, 2006; Shupp, Ball, Yost, Booker ve North, 2006). Bu amaçla kullanımı kolay ve rahat taşınabilir bir sistem olan Flexyarm firmasının ürünü olan sehpa tasarımını kullanılmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Altı Ekranlı Sistem Sehpası (Flexyarm, 2011)

Şekil 8'de gösterilen sehpa ile ekranların pozisyonları ayarlanabilmektedir. Bu sayede dairesel yapıyı sağlayan dönüklükler verilerek ekranlar tutturulmuş ve ÇACBSİ'nin tasarımı tamamlanmıştır. Bu

çalışmalar sayesinde maliyetin de düşük tutulması sağlanmıştır. Oluşturulan ÇACBSİ Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. Çok Amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi İstasyonu

ÇACBSİ’de Kullanılan Veriler ve Yazılımlar

Konumsal verilerin hızlı ve etkin olarak kullanılması amacıyla ÇACBSİ’ye Türkiye ve çevresine ait farklı ölçek ve çözünürlükteki;

- Raster haritalar (1/25.000, 1/50.000, 1/100.000 ve 1/250.000 ölçekli),
- Uydu görüntüleri,
- Yükseklik verileri ve
- Vektör veriler yüklenmiştir.

Sistemde kullanılan veriler Coğrafi Koordinat Sistemi ve WGS-84 datumundadır. ÇACBSİ üzerinde Harita Genel Komutanlığınca geliştirilen Sayısal Harita Destekli Askerî Uygulamalar (SAHADASU) yazılımı, Arazi Analiz Sistemi ile diğer Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımları kullanılabilir. Böylece kullanıcıların ihtiyaç duydukları verilere çok kısa zamanda ulaşabilmeleri ve analizleri çok kısa bir sürede yapmaları sağlanmıştır.

ÇACBSİ’de yüklenmiş olan bütün haritalar bir sanal küre uygulaması olan ArcGIS Explorer yazılımı üzerinde gösterilmektedir. Bu yazılım üzerinde haritaların kesintisiz bir şekilde üç boyutlu olarak gösterilmesi sağlanmıştır (Şekil 12).

Sistemde ArcGIS Explorer yazılımının kullanılmasının nedeni; yazılımın ücretsiz olması, uygulamada kullanılan konumsal veri formatlarını desteklemesi ve yazılım geliştirme araçlarına sahip olmasıdır (ESRI, 2010).



Şekil 12. ArcGIS Explorer yazılımı

ÇACBSİ'nin Yetenekleri

ÇACBSİ üzerindeki yazılım ve verilerin kullanılması ile kullanıcılar;

- İstedikleri konumsal verileri görüntüleyebilmekte,
- 6 ekran sayesinde harekât alanının bütünü veya bir bölümünü yüksek çözünürlükte görebilmekte,
- Bütün konumsal bilgiler sistem üzerinde gösterilmekte,
- Diğer haritacılık yazılımlarından elde ettikleri verileri ve analiz sonuçlarını üç boyutlu olarak görüntüleyebilmektedir.

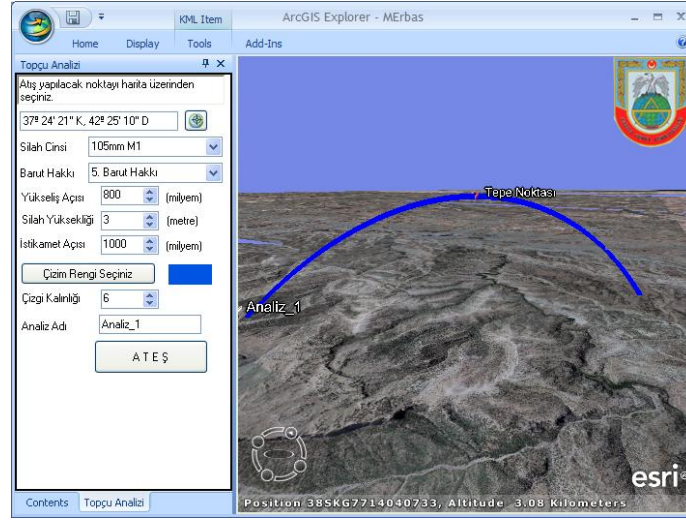
Sistemde yüklü olan yazılımların yanında kullanıcı ihtiyaçlarına göre yazılım geliştirme araçları kullanılarak yeni yeteneklerin kazandırılması sağlanmıştır. Bu yeteneklerden bazıları;

- Mermi Yolu Analizi,
- Yer Arama ve Görüntüleme,
- Görüş Analizi,
- Koordinat Bulma ve

- Yürüyüş Analizidir.

Mermi Yolu Analizi

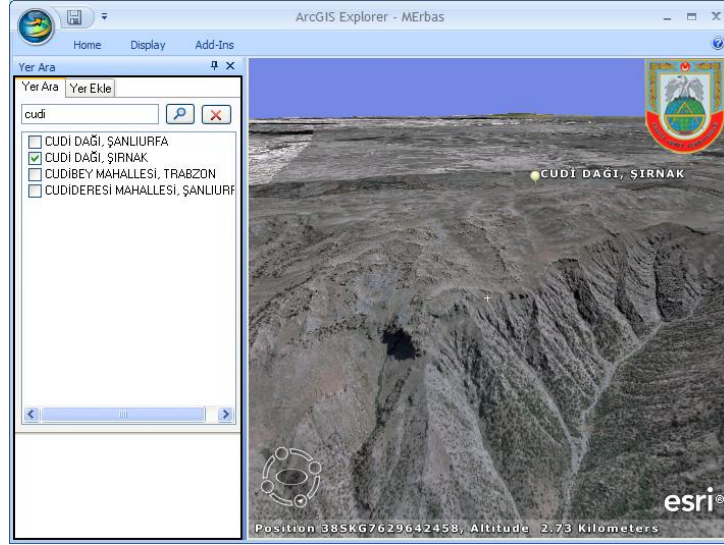
Belirtilen esaslara göre görmeyerek atış yapan bir silahtan çıkan merminin uçuş güzergâhı üç boyutlu olarak gösterilmektedir (Şekil 13). Bu sayede yapılan atışın hedefi vurup vuramayacağı hakkında ön bilgiye sahip olunabilir.



Şekil 13. Mermi yolu analizi

Yer Arama ve Görüntüleme

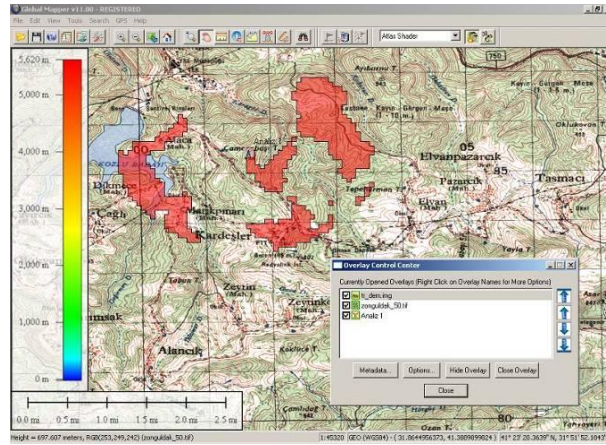
Harita Genel Komutanlığında bulunan yerleşim yeri adları veritabanından, yer adına göre sorgulanan bir bölgenin gösterilmesi sağlanmıştır. Bu sayede aranan yer bulunabilmekte, istenilen ölçekteki haritası veya ortofoto görüntüsü görüntülenmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Yer Arama ve Görüntüleme

Görüş Analizi

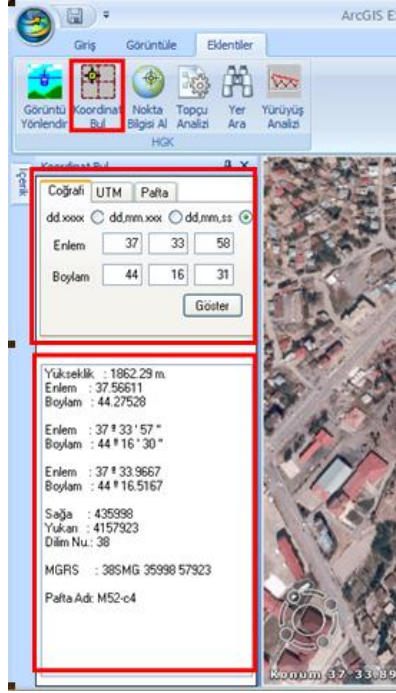
Belirlenen bir mevziden görülebilen ya da görerek atış yapan silahlarla ateş altına alınabilen bölgeler analiz edilebilmekte ve üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir (Şekil 15). Bakış hattı prensibine göre çalışan muhabere sistemlerinin sinyal kapsama diyagramlarının çıkartılması da sağlanabilmektedir.



Şekil 15. Görüş Analizi

Koordinat Bulma

Coğrafi, UTM veya MGRS formatlarında yapılan hedef tariflerine ilişkin coğrafi bilgilerin görüntülenmesi sağlanabilir.

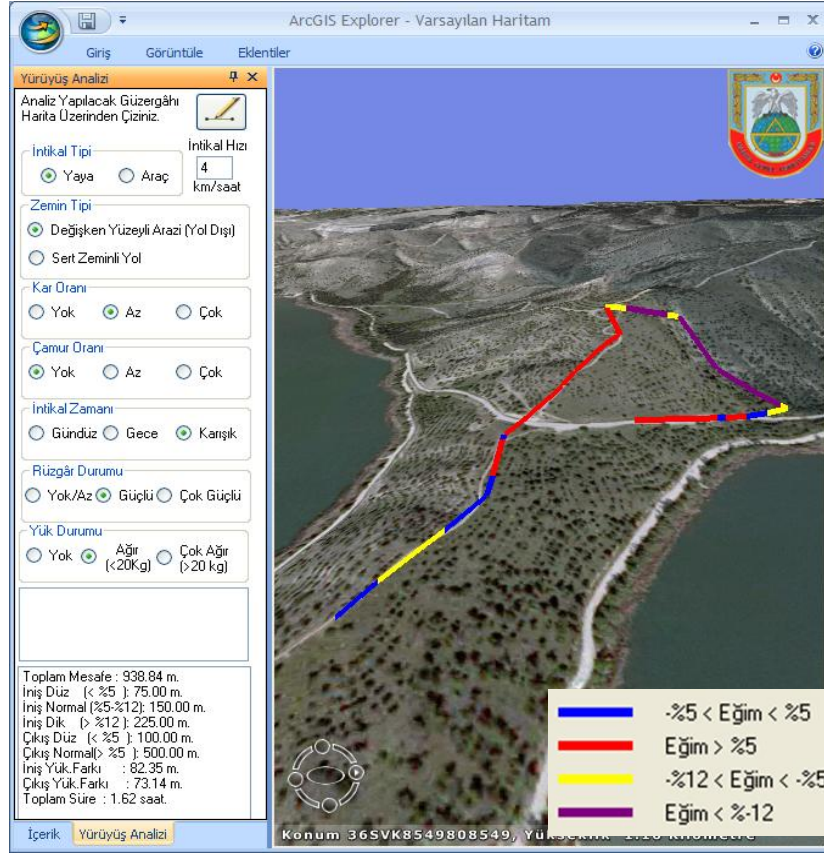


Şekil 16. Koordinat Bulma

Yürüyüş Analizi

Belirlenen bir güzergâh boyunca yürüyüş analizi yapılarak intikal süresi hesaplanabilir (Şekil 17). Analiz yapılırken arazinin eğim durumu, meteorolojik koşullar (yağış durumu), zemin bilgileri (arazi, yol) ve personel yük miktarları dikkate alınmaktadır. Analiz sonucuna toplam yürüyüş mesafesi, intikal süresi, iniş ve çıkış yükseklik farkları gösterilmektedir. Ayrıca iniş ve çıkış yapılacak bölgeler eğim kademelerine göre renklendirilerek üç boyutlu model üzerinde gösterilmektedir.

Yürüyüş analizi uygulamasında arazinin eğimi uygulamada kullanılan yükseklik verisi üzerinden hesaplanmaktadır. Hesaplanan iniş ve çıkış yükseklik farkları dikkate alınarak intikal süresine etkileri belirlenmekte ve hesaplamalar yapılmaktadır.



Şekil 17. Yürüyüş Analizi

Sonuç

Giderek yaygınlaşan konumsal veri kullanımında, özellikle askerî açıdan yapılan analiz ve planlamalarda, çözünürlüğü arttırmak suretiyle resmin daha büyük gösterilmesinin; karar verme sürecini hızlandırdığı, kararların doğruluğunu arttırdığı, hedeflerin kolay bulunabildiği ve pek çok işlemde olumlu yönde gelişme sağladığı yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Yılmaz ve Erbaş, 2008).

Sistem performansları, sunulan konumsal veri içeriği, sistem karmaşıklığı gibi hususları göz önünde tutulduğunda 9 ekranlı veya daha az konfigürasyonlara sahip sistemlerin pratikte kullanılabildiği, diğer çalışmaların günümüz şartlarında sadece laboratuvarlarda veya gösteri amaçlı kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Geliştirilen ÇACBSİ sayesinde kullanıcıların istedikleri konumsal verilere zamanında ve etkin olarak erişebilmesi ve sistemde bulunan altı ekran sayesinde geniş harekât alanının görüntülenmesi ve harekât alanının görselliğinin artırılması sağlanmıştır. Ayrıca kullanıcının ihtiyaç duyabileceği yetenekler kazandırılarak istenilen analizlerin çok kısa bir süre içerisinde yapılması sağlanmıştır. Böylece; plan, analiz ve raporlar kısa sürede hazırlanarak komutanın harekâtın sevk ve idaresine yönelik alacağı kararların desteklenmesi amaçlanmıştır.

Teknolojik gelişmelere paralel olarak ÇACBSİ'nin geliştirilmesine de devam edilmektedir. Gelecekte çok sayıda monitör veya projeksiyon cihazları kullanılarak, büyük boyutlu ekranlarda yüksek çözünürlüklü konumsal verilerin sunulacağı değerlendirilmektedir.

Kaynakça

- AMD (2011). 01 Ağustos 2011'de <http://www.amd.com/tr/products/desktop/graphics/ati-radeon-hd-5000/hd-5870-eyefinity-6-edition/Pages/overview.aspx> adresinden alınmıştır.
- Ball, R.G. (2006). *Effects of Large, High-Resolution Displays for Geospatial Information Visualization*, (Doktora Tezi), Virginia Polytechnic Institute and State University, ABD.
- Cartwright, W., Crampton, J., Gartner, G., Miller, S., Mitchell, K., Siekierska, E. ve Wood, J. (2001). Geospatial Information Visualization User Interface Issues. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), 1-19.
- Colvin, J., Tobler, N. ve Anderson, J.A. (2004). Productivity and Multi-Screen Computer Displays. *Rocky Mountain Communication Review*, 2(1), 31-53.
- Defense Review (2011). 10 Ocak 2012'de <http://www.defensereview.com/touchable-digital-holograms-interactive-wall-better-warfare-ops/> adresinden alınmıştır.
- Durbin, J., Swan, J.E., Colbert, B., Crowe, J., King, R., King, T., Scannell C., Wartell Z. ve Welsh T. (1998a)., *Battlefield Visualization on the Responsive Workbench. Proceedings IEEE Visualization Conference*, North Carolina, USA.
- Durbin, J., Julier, S., Colbert, B., Crowe, J., Doyle, B., King, R., King, T., Scannell, C., Wartell, Z. ve Welsh, T. (1998b)., *Making Information*

Overload Work: The Dragon Software System on a Virtual Reality Responsive Workbench. Proceedings SPIE Aerosense Conference, Orlando, USA.

ESRI (2011). 01 Ağustos 2011'de <http://www.esri.com/software/arcgis/explorer/> adresinden alınmıştır.

Flexyarm (2011). 01 Ağustos 2011'de <http://www.flexyarm.com> adresinden alınmıştır.

Full HD Nedir (2011). 01 Ağustos 2011'de <http://www.iyzi.net/teknoloji/full-hd-nedir.html> adresinden alınmıştır.

Karaahmetoğlu, C., Yılmaz, E., Çetin, Y.Y. ve Köksal, G. (2006). *Out-the-window Scene Properties in PC-based Helicopter Simulators. Proceedings of SPIE, Defense and Security Symposium, Enhanced and Synthetic Vision, 6226, 260-271.*

Leigh, J., Renmanbot, L., Johnson, A., Jeong, B., Jagodic, R., Schwarz, N., Svistula, N., Singh, R., Aquilera, J., Wang, X., Vishvanat, V., Lopez, B., Sandin, D., Peterka, T., Girado, J., Kooima, R., Ge, J., Long, L., Verlo, A., DeFanti, T.A., Brown, M., Cox, D., Patterson, R., Dorn, P., Wefel, P., Levy, S., Talandis, J., Reitzer, J., Prudhomme, T., Coffin, T., Davis, B., Wielinga, P., Stolk, B., Koo, G.B., Kim, J., Han, S., Kim, J.W., Corrie, B., Zimmerman, T., Boulanger, P. ve Garcia, M. (2006), The Global Lambda Visualization Facility: An International Ultra-High-Definition Wide-Area Visualization Collaboratory. *International Journal of Future Generation Computer Systems*, Elsevier, 22(8), 964-971.

Northrop Grumman (2011). 01 Ağustos 2011'de <http://www.is.northropgrumman.com/products/terraintable/assets/TerrainTable.pdf> adresinden alınmıştır.

Panoram Tech. (2011). 01 Ağustos 2011'de http://www.panoramtech.com/products/DIT2_brochure.pdf, adresinden alınmıştır.

Sabri, A.J., Ball, R.G., Fabian, A., Bhatia, S. ve North, C. (2007)., High-resolution Gaming: Interfaces, Notifications and the User Experience. *Interacting with Computers*, 19(2), 151-166.

Shupp, L., Ball, R., Yost, B., Booker, J. ve North, C. (2006)., *Evaluation of Viewport Size and Curvature of Large. High-Resolution Interface. Proceedings Graphics Interface*, 123-130.

Yılmaz, E. ve Erbaş, M. (2008), SAVTEK 2008 Bildiriler Kitabı. İçinde *Konumsal Bilgi Görsel Sunumu ve Örnek Bir Uygulama* (ss. 381-389). ODTÜ, Ankara.