

## NAVİGASYON AMAÇLI GEOVIDEO TABANLI REHBERLİK SİSTEMİ

T. Kurban<sup>1</sup>, E. Beşdok<sup>2</sup>, A.E. Karkınlı<sup>3</sup>

Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 38039, Melikgazi, Kayseri.  
<sup>1</sup>tubac@erciyes.edu.tr, <sup>2</sup>ebesdok@erciyes.edu.tr, <sup>3</sup>akarkinli@erciyes.edu.tr

### ÖZET

*Haberleşme teknolojilerinde yaşanan ilerlemelerin bir sonucu olarak Multimedia Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamaları yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Multimedia CBS uygulamaları arasında georeferanslanmış videoların kullanılmasına dayanan uygulamaların kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Video veritabanları doğaları gereği görsel olarak sağladıkları yüksek hacimli veri içeriği sayesinde konumsal nesnelere ve onların çevreleri hakkında son kullanıcılara şekil, doku, renk, genel görünüm gibi birçok konuda bilgi sağlar. Bu çalışmada georeferanslanmış video tabanlı bir rehberlik sistemi tanıtılmıştır. Bu sistem geleneksel coğrafi bilgi ile georeferanslanmış video ve Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve İnersiyal Navigasyon sistemi (INS) bilgilerini bütünleştirmeyi amaçlamaktadır. Sonuç olarak önerilen video tabanlı rehberlik sistemi bir uzamsal konumun daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır.*

**Anahtar Sözcükler:** Navigasyon, CBS, Video

## A GEOVIDEO BASED GUIDANCE SYSTEM FOR MOBILE NAVIGATION

### ABSTRACT

*Geographic information system (GIS) applications have been become widespread as a consequence of advances in communication technologies. Recently GIS applications that use georeferenced video are very popular. Video data can give various information like shape, texture, colour about the spatial objects and their environment to users. In this study a georeferenced video based navigation system is proposed. This system aims to integrate traditional geographic information, georeferenced video and GPS/INS data. Consequently proposed video based guidance system provide more comprehensive understanding of a spatial location.*

**Keywords:** Navigation, GIS, Video

## 1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) georeferanslanmış uzamsal nesnelere ait verilerin elde edilmesi, depolanması, analiz edilmesi ve görüntülenmesi için geliştirilen bilgisayar destekli sistemlerdir (Clarke, 1986, Abudoulikemu ve ark., 2010). CBS, çok geniş hacimli olan bu verilerin kullanıcılar tarafından algılanmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırmak için sistematik bir şekilde organize edilmesini sağlar. Diğer yandan sistematik hale getirilen CBS verilerinin görselleştirilmesi uzamsal nesnelere daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Uzamsal nesnelere ait özniteliklerinin Kartografya’da kullanılan grafik sembollere dönüştürülerek görselleştirilmesi çok bilinen bir bilimsel veri özetleme yöntemidir. Geniş hacimli anlaşılması ve yorumlanması zor olan bu veriler yerine onlara ait bilgileri taşıyan sembollerden yararlanmak kullanıcıların verileri daha hızlı algılaması sağlamaktadır. CBS uygulamalarında video, ses, grafik gibi multimedya verilerin CBS uygulamalarında kullanımı haberleşme teknolojilerin de yaygınlaşmasıyla daha da artmıştır. Multimedia verileri içeren GIS uygulamaları Multimedia-GIS olarak adlandırılırken, video içeriğine dayalı Multimedia-GIS uygulamaları VideoGIS olarak bilinmektedir (Liu ve ark, 2005, Navarrete and Blat, 2002, Shieh ve Huang, 2009, Liu ve ark, 2004). Video verisi ile coğrafi verinin bir arada kullanıldığı uygulamalarda uzaysal konum hakkında daha detaylı bilgi elde etmek için, yer referanslı video verisi ile geleneksel coğrafi veriyi birleştirmek amaçlanmaktadır. 3 boyutlu (3B) dünya koordinatlarıyla ilişkilendirilmiş, yer referanslı video verisi ve coğrafi bilginin GPS kılavuzlu araçlara aktarıldığı birçok uygulama mevcuttur (Liu ve ark., 2005). Video ve coğrafi bilgiyi içeren sayısal harita gibi bileşenlerden elde edilen veriler birbirine adapte edilmiştir. Ayrıca mobil cihazlar aracılığıyla uzak kullanıcılar da ağ yapısına dahil olup, ilgilendikleri nesne ile ilgili bilgiyi isteyebilmektedirler. Bunlar dışında video verisinin coğrafi bilgi tarafından yönetilmesi ve coğrafi içerik tarafından yönetilen dinamik videolar oluşturulması da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda coğrafi içerik, video bilgisinin indekslenmesinde ve coğrafi içeriğe dayalı sorgular yapılmasında kullanılmıştır (Navarrete ve Blat, 2002).

VideoGIS uygulamalarının içerdiği videolar GeoVideo olarak adlandırılmaktadır. Geovideoların içerdiği resimlerin her biri georeferanslanmıştır. Yani Geovideo'yu oluşturan her bir resimin (video-frame) yakalanması sırasında kullanılan kameranın izdüşüm merkezinin küresel koordinatları çeşitli tekniklerle anlık-olarak belirlenir ve bu bilgi ilgili resme ilişkilendirilir. VideoGIS vektör-haritalara veya raster-haritalara dayalı klasik GIS uygulamalarından nesnelere ve çevreleri hakkında georeferanslanmış görsel veri sağlaması, nongrafik verileri video verileri ile ilişkilendirebilmesi ve vektör verileri video-veri üzerinde konumlandırabilmesi gibi üstünlükleri ile ayrılır (Sourimant ve ark, 2007, Bai ve Wang, 2010, Litao ve ark, 2010).

Video donanımının kamera izdüşüm merkezinin resim alım anındaki küresel koordinatlarının belirlenmesinde genellikle bir küresel konumlandırıcı sistemden (Gps, Galileo, Glonass gibi) yararlanır (Herring, 1996). Genellikle küresel konumlandırma sistemine ait anten faz merkezi ile video-resim yakalamak için kullanılan kameraların izdüşüm merkezleri arasında geometrik bir uzaklık vardır. Dolayısıyla anılan iki merkez arasında bir dış-merkezlik söz konusu olur. Kamera izdüşüm merkezinin konumu ile küresel konumlandırma bilgisi sağlayan algılayıcının anten faz merkezi arasında oluşan bu dış-merkezliğe ait parametreler (öteleme/translation ve dönüklük/orientation değerleri) Geomatik ölçme teknikleri ile önceden belirlenebilir. Dolayısıyla küresel konumlandırıcının sağladığı anten faz merkezine ait küresel koordinatlardan yararlanılarak kameranın izdüşüm merkezine ait küresel koordinatlar kolayca hesaplanabilir. Anten yaklaşık olarak kamera üstüne yerleştirilebiliyor ise dış merkezlik parametrelerine ait değerler ihmal edilebilecek sınırlarda kalır. Bu uygulamada anten stereo kameralar arasına yerleştirildiğinden ayrıca bir dış merkezlik değeri hesaplanmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Küresel konumlandırma bilgisinin elde edilmesi gözlemler sırasında sürekli değişebilen özel bazı koşulların sağlanmasını zorunlu kıldığı (gözlemlenmesi gereken minimum uydu sayısı gibi) için istenilen herhangi bir ana ait küresel konumlandırma bilgisi ancak interpolasyon teknikleriyle elde edilebilir. Bu nedenle kameraların resim alım anlarına ait izdüşüm merkezi koordinatları zaman bilgisine sahip olarak saklanan küresel konumlandırma verileri interpolasyon teknikleri ile işlenerek elde edilmiştir.

Açık alanlarda (out-door) konumlandırma verisinin elde edilmesi sırasında problemle karşılaşılması halinde konumlandırma sisteminin kısa zaman periyotları boyunca konum verisinin üretmeyi sürdürmesini sağlamak için INS verilerinden yararlanılmaktadır. Bu uygulamada küresel koordinat verisinin sağlanmasında Xsens MTi-G GPS/INS donanımı kullanılmıştır. Tüm ölçme süreci boyunca termal ve manyetik etkilerden korunmak için algılayıcının SDK'sı tarafından sağlanan standart Kalman Filtresi kullanılarak ölçüler alınmıştır (Baker ve ark, 2006, Kim ve ark, 2009).

Bu çalışmada web tabanlı video destekli bir CBS sistemi tasarımı sunulmuştur. 2. bölümde sistem bileşenleri ve veritabanı mimarisi, 3. bölümde veri toplama modülü, 4. bölümde sunucu modülü, 5. bölümde web tabanlı kullanıcı modülü, 6. bölümde sonuçlar ve 7'de kaynaklar verilmiştir.

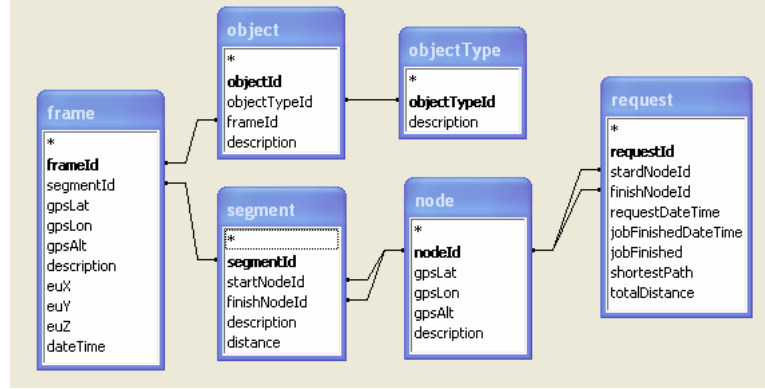
## 2. SİSTEM BİLEŞENLERİ VE VERİTABANI MİMARİSİ

Önerilen sistem veri toplama, içerik geliştirme ve son kullanıcı modüllerinde farklı donanımlar ve yazılımlar kullanılmaktadır. Uygulama tek bir veritabanı ile ortak çalışan üç alt uygulamadan meydana gelmektedir. Bunlar;

- Koordinatlı resim ve GPS/INS bilgilerinin toplanmasını ve CBS'yi oluşturan düğüm, segment ve nesnelere gibi verilerin toplanmasını sağlayan veri toplama modülü
- web uygulamasından gelen istekleri dinleyen ve gelen bir istek için en kısa yolu hesaplayıp bu güzergah üzerindeki resimlerden video sentezleyen bir sunucu uygulaması olan içerik geliştirme modülü,
- son kullanıcıların başlangıç ve hedef düğümleri seçmek/aratmak suretiyle belirlediği güzergah isteğini alan ve sunucu modülüne gönderen, elde edilen güzergahı Google Maps Api yardımı ile harita üzerinde görselleştiren ve oluşturulan güzergah videosunun indirilebilmesini sağlayan bir web uygulaması olan son kullanıcı modülüdür.

Uygulamaların üzerine bina edildiği veritabanı mimarisi Şekil 1'de verilmiştir. Veritabanı platformu olarak kullanım kolaylığı açısından Microsoft Access yazılımı kullanılmıştır. Veritabanında; object, objectType, frame, node, segment ve request olmak üzere toplam 6 adet tablo bulunmaktadır.

Tasarlanan CBS uygulamasında yolların kesiştiği her nokta *node* olarak, yolun kendisi *segment* olarak ve bu yol üzerinde veri alınan her bir nokta ise *frame* olarak tanımlanmıştır. Bu tabloların görevleri ve tablolarda bulunan alanların işlevleri detaylı olarak Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Veritabanı mimarisi.

Tablo 1. Veritabanı tabloları ve işlevleri

Tablo Adı	İşlevi
objectType	CBS içerisinde tanımlanacak olan nesne tiplerini tutmaktadır. Ör: bina, eczane, sağlık ocağı gibi
object	Veri alınan herhangi bir pozisyondaki nesnelerin tutmaktadır.
node	Düğüm tanımlarını tutmaktadır. Yolların kesiştiği noktalar düğüm olarak tanımlanmıştır.
segment	İki düğümün birleşimi olan yolu tutmaktadır.
frame	Bir segment üzerinde bulunan güzergahtaki veri alınan pozisyonlara ait bilgileri tutmaktadır.
request	Web uygulamasından gelen istekleri ve sonuçlarını tutmaktadır.

### 3. VERİ TOPLAMA MODÜLÜ

#### 3.1. Deneysel Düzenek

Veri toplama modülü şehir bölgesine ait verilerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Uygulama aynı anda iki kameradan gelen görüntüyü yakalama ve Xsens MTi-G modülü vasıtasıyla GPS ve INS bilgilerini elde edebilme kabiliyetine sahiptir. Deneysel düzenek şekil 2'de verilmiştir. 1 nolu aygıt herhangi bir taşınabilir mobil bilgisayar, 2 ve 3 nolu aygıtlar kameraları, 4 nolu aygıt inersiyel sensörü (Xsens MTx-G) ve 5 nolu aygıt ise GPS antenini göstermektedir.



Şekil 2. Deneysel düzenek.

Yazılımın temel amacı iki adet kameradan görüntü yakalamak ve eş-zamanlı olarak inersiyal sensörden gelen verileri depolamaktır. Sistemin merkezinde veri yakalama aralığı ayarlanabilen bir zamanlayıcı bulunmaktadır. Zamanlayıcının veri yakalama aralığı milisaniye cinsinden kullanıcı tarafından belirlenebilmektedir. Böylece her aralık bitiminde kameralardan ve inersiyal sensörden veri toplama işlemi gerçekleştirilmekte ve veriler ekranda görselleştirilerek diske kaydedilmektedir.

Deneysel olarak kullanılan sensör Xsens firmasına ait MTi-g modelinde bir cihazdır (Şekil 2-4 nolu aygıt). Bu cihaz 3 boyutlu oryantasyon bilgilerini istenilen matematiksel notasyonda (Euler veya Quaternion) elde etmektedir. Diğer taraftan isteğe bağlı olarak cihaz tarafından kalibre edilmiş akselerometre, gyro ve magnetometre verileri de elde edilebilmektedir. Bu cihazın bir diğer özelliği de tümleşik GPS alıcısına sahip olmasıdır. Böylece GPS verileri de senkron olarak elde edilebilmektedir.

Cihaz ile haberleşmek için birkaç farklı yol önerilmiştir. Bunlardan en çok tercih edileni cihazın yazılım geliştirme kütüphanesi içinde bulunan COM (Common Object Model) uygulama programlama arayüzlerini (API) kullanmaktır. COM bileşenleri bilindiği üzere tüm görsel uygulamalar için çağırılabilen fonksiyonları barındırmaktadır. Temel uygulamanın geliştirilmesi için Borland Delphi 7 platformu kullanılmıştır. Xsens'e ait tip kütüphanesi Delphi ortamına ilişkilendirilerek ilgili bileşenin tüm fonksiyonları kullanılabilir hale gelmiştir.

Sistemde iki adet kamera bulunmaktadır ve bu kameralar deneysel düzende IEEE 1394 veriyolu ile sisteme bağlanmıştır. Kameralardan görüntü yakalama ve kamera özelliklerinin ayarlanması için TVideoGrabber bileşeni kullanılmıştır. Bu bileşen sistemdeki kameraları ekranda görüntüleyebilmekte ve görüntü yakalama işlemlerini gerçekleştirebilmektedir.

### 3.2. Veri Toplama Yazılımı

Veri toplamaya başlamak için öncelikle deneysel düzenek uygun bir araca monte edilmektedir. Kameraların açısı ve GPS/INS sensörünün konumu sabitlendikten sonra veri toplanacak olan şehir bölgesinde konumlanır. Her bir yolun uygulamaya bir segment olarak tanıtılması gerekmektedir. Bir segment için veri toplamaya başlamadan önce segmentin başlangıç noktasına gelinir. Burası yazılımda düğüm olarak nitelenen noktadır. Diğer bir ifadeyle veri toplanacak şehir bölgesindeki herhangi iki yolun kesiştiği bir kavşak noktasıdır. Başlangıç noktasının Şekil 3'de görülen veri toplama modülü ekranından sisteme tanıtılması ve veritabanına kaydedilmesi gerekmektedir. Sonrasında aynı işlemler bitiş düğümünün seçimi için de yapılmaktadır. Başlangıç ve bitiş düğümleri sırasıyla tanımlandıktan sonra segment'in tanımlanması gerçekleştirilir.

Segment tanımlama işlemi de yapıldıktan sonra zaman aralığı milisaniye cinsinden belirlenir ve *Start* butonu ile veri toplama işlemi başlatılır. Bu esnada düzeneğin kurulu olduğu araç ilgili güzergah doğrultusunda hareket ettirilir. Her bir zaman aralığı için bir frame kaydı oluşturulur. Bu kayıta; frame kodu, tarih zaman bilgisi, GPS ve INS bilgileri ilgili segment için depolanmaktadır. Kayıt anının ekran görüntü Şekil 3'de verilmiştir..

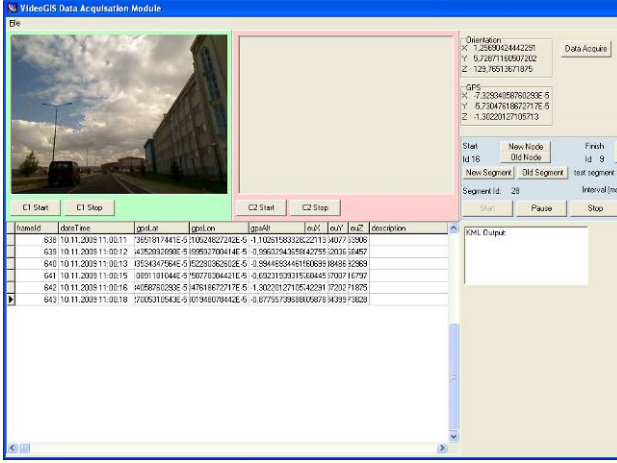
CBS oluşturulmak istenen şehir bölgesindeki tüm yollar için bu işlemler sırasıyla tekrarlanır. Bütün yollar için hem gidiş hem de geliş yönünde veri toplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Elde edilen verilerin haritada görselleştirilmesi işlemi de veri toplama modülüyle gerçekleştirilebilir ve verilere ait KML dosyası oluşturulur. Google KML dokümantasyonuna göre oluşturulan KML dosyası Google Earth uygulaması ile açılabilir. Şekil 4'de elde edilen KML dosyasının Google Earth'deki görüntüsü verilmiştir.

## 4. SUNUCU MODÜLÜ

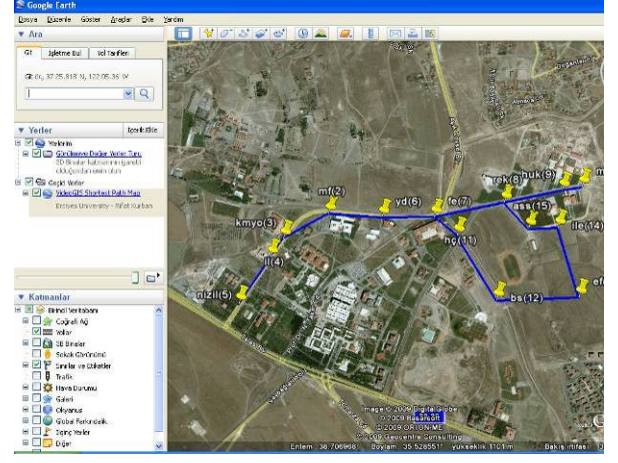
Bu uygulama, web uygulamasından gelen navigasyon isteklerine cevap vermek amacıyla oluşturulmuştur. Sistemde bulunan bir zamanlayıcı ile veritabanındaki request tablosu belli aralıklarla kontrol edilmektedir ve yeni bir istek alındığı zaman istenilen güzergaha ait en kısa yol Dijkstra algoritması yardımı ile hesaplanmakta ve ilgili framerdeki resimler bir araya getirilerek navigasyon videosu sentezlenmektedir. Sunucu modülünün pseudo kodu aşağıdaki gibidir.

1. createAdjacencyMatrix();

2. startTimer();
  - a. checkNewRequest();
  - b. calculateShortestPathUsingDijkstra();
  - c. createNavigationVideo();
  - d. createGoogleMapsKML();
  - e. updateRequestRecord();
  - f. Goto step a.



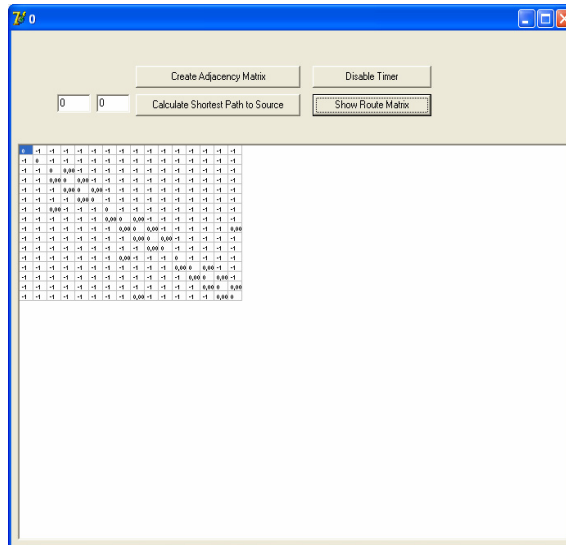
Şekil 3. Veri toplama modülünde bir segment için veri toplama anı



Şekil 4. Elde edilen düğüm ve segmentlerin Google Earth ile görselleştirilmesi

1. adımda veritabanındaki node tablosu kullanılarak bitişiklik matrisi oluşturulur. 2. adımda zamanlayıcı aktive edilir ve döngü başlar. a adımında webden yeni bir istek olup olmadığı kontrol edilir. Eğer istek varsa b adımında en kısa yol Dijkstra ile bulunur. c adımında en kısa yol üzerindeki tüm frame'lere ait resimler birleştirilerek video dosyası AVI formatında web uygulamasının olduğu dizine kaydedilir. d adımında yine web uygulamasının ihtiyaç duyduğu güzergaha ait KML dosyası xml uzantısı ile kaydedilir. e adımında webden istek kaydı güncellenir. İşlemin tamamladığı bilgisi kaydedilir. En kısa yolun geçtiği düğümler ve toplam mesafe gibi bilgilerde güncellenir. Sonrasında a adımına gidilerek döngüye devam edilir.

Sunucu modülünün arayüzü Şekil 5'de verilmiştir. Bu yazılımın asıl görevi web uygulamasından gelen istekleri değerlendirmek ve cevap vermektedir. Bu amaçla oluşturulan arayüz sadece geliştirme aşamasında kullanılmıştır. Şekilde örnek bir bitişiklik matrisi görülmektedir.

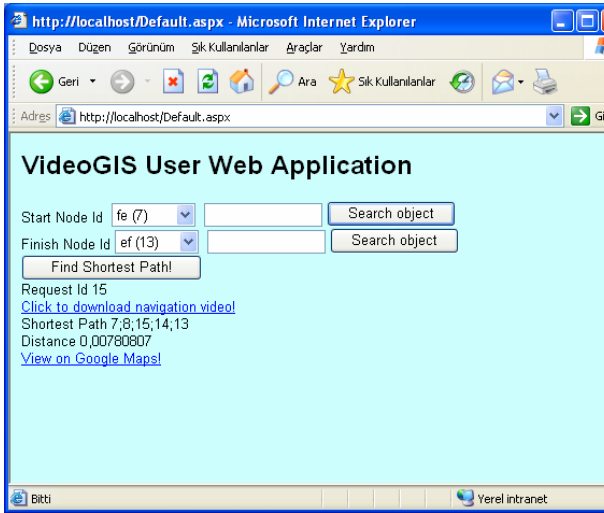


Şekil 5. Sunucu modülü

## 5. WEB TABANLI KULLANICI MODÜLÜ

Web Tabanlı Kullanıcı Modülü, Microsoft Visual Studio.NET platformu kullanılarak ASP.NET ile oluşturulmuştur. Uygulamanın ana sorgulama ekranı Şekil 6'da verilmektedir. Bu ekran üzerinde kullanıcı isterse başlangıç ve bitiş düğümlerini listeden seçebilmekte isterse düğüm, frame veya nesne tablolarından arama yaptırtarak ilgili düğümü seçebilmektedir. *Find 'shortest path'* butonu ile *request* tablosuna bir navigasyon isteği gönderilmiş olur. Sunucu modülü en kısa yolu ve video'yu hazırladıktan sonra sonuç Şekil 6'daki gibi sorgulama ekranında görünür. Bu aşamaların hiç birisinde sayfalar yeniden yüklenmemekte, arka plandaki AJAX kodları sayesinde işlemler gerçekleştirilmektedir.

Sorgulama sonucunda video'yu indirmek için bir link (Click to download navigation video!) ve en kısa yolu harita üzerinde görebilmek için bir başka link (View on Google Maps!) oluşturulur. Güzergah ile ilgili en kısa yol ve toplam mesafe gibi bilgiler de burada görüntülenmektedir.

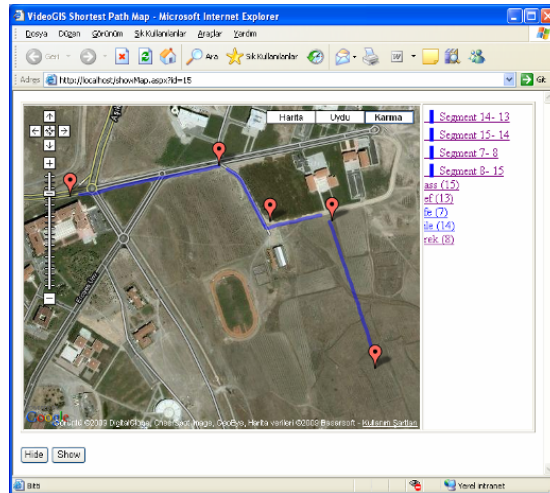


Şekil 6. Sorgulama ekranı



Şekil 7. Navigasyon videosu

Web uygulamasından indirilen video görüntüsünün video oynatıcıdaki hali Şekil 7'de verilmiştir. Görüldüğü gibi her bir frame üzerinde en yakın düğüm ve GPS bilgileri yer almaktadır. En kısa yolun görselleştirmesinde Google Maps Api kullanılmıştır. Bu uygulama JavaScript kodları ile web sayfalarında entegre edilebilen Google haritalarını içermektedir. Güzergah ve düğümlerin görselleştirilmesinde Google KML standardı kullanılmıştır. Sunucu uygulaması tarafından oluşturulan KML kodunun görselleştirilmesi ile oluşturulan en kısa yol güzergahı Şekil 8'de görüntülenmektedir.



Şekil 8. Uydu görüntüsü destekli en kısa yol güzergahı

## 6. SONUÇLAR

Bu uygulamada, web tabanlı bir video destekli CBS sistemi sunulmuştur. Video veritabanları doğaları gereği görsel olarak sağladıkları yüksek hacimli veri içeriği sayesinde konumsal nesnelere ve onların çevreleri hakkında son kullanıcılara şekil, doku, renk, genel görünüm gibi birçok konuda bilgi sağlar. Bu çalışmada geo referanslanmış video tabanlı bir rehberlik sistemi tanıtılmıştır. Bu sistem geleneksel coğrafi bilgi ile georeferanslanmış video ve Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve İnersiyal Navigasyon sistemi (INS) bilgilerini bütünleştirmektedir. Sonuç olarak önerilen video tabanlı rehberlik sistemi bir uzamsal konumun daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır.

Bu uygulamanın amacı, video ve resim destekli bir CBS tasarımıdır. Mevcut CBS uygulamalarında iki nokta arasındaki en kısa yol bulunmakta ve harita üzerinde görselleştirilmektedir. Ancak güzergaha ait resim ve videolar ile desteklenen bir CBS şüphesiz kullanıcıya daha anlaşılır bir seyrüsefer imkanı sunacaktır. Bu bağlamda, Google Streetview, herhangi bir güzergah üzerinde elde edilen yüksek çözünürlüklü panoramik resimler ile desteklenmiş bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu projede önerilen sistem, güzergaha ait resimlerden bir video sentezleyerek kullanıcıya sunmaktadır. Böylece kullanıcı daha anlaşılır bir güzergah tarifi ile hedefine ulaşabilmektedir.

Web tabanlı kullanıcı modülü sayesinde kullanıcılar mobil bir bilgisayar aracılığıyla istedikleri yerden sisteme bağlanabilmektedirler. Kullanıcının belirlediği iki nokta arasındaki en kısa yol Dijkstra algoritması yardımı ile tespit edilip veritabanındaki güzergah resimlerinden derlenen video da kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcı videoyu mobil bilgisayarına kaydedebilmektedir. Böylece kullanıcılar için daha etkili ve kullanışlı bir arabirim tasarlanmış olmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Clarke, K. C., 1986, Advances in Geographic Information Systems, *Computers, Environment and Urban Systems*, 10, 175-184.
- Abudoulikemu, Y., Yuanming, H., Changging, Y., 2010, A Scalable intelligent service model for video surveillance system based on RTCP, (*ICSPS*), *2nd International Conference on Signal Processing Systems*, 5-7 July 2010, Dalian, China, 346-349.
- Liu, Q., Yoo, J., Jang, B.T., Choi, K., Hwang, J.N., 2005, A scalable VideoGIS system for GPS-guided vehicles, *Signal Processing: Image Communication*, 20(3), 205-218
- Navarrete, T., Blat, J., 2002, VideoGIS: Segmenting and indexing video based on geographic information, *5th AGILE Conference on Geographic Information Science*, Palma de Mallorca.
- Shieh, W-Y., Huang J-C., 2009, Speedup the Multi-camera Video-Surveillance System for Elder Falling Detection, *International Conference on Embedded Software and Systems*, pp. 350-355.
- Liu, Q., Yoo, J., Jang, B-T., Choi, K., Hwang, J-N., 2004, Effective dissemination of scalable video and GIS information in an Intelligent Transportation System, *IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control*, 321-326.
- Sourimant, G., Morin, L., Bouatouch, K., 2007, GPS, GIS and Video Registration for Building Reconstruction, *IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 401-404.
- Bai L., Wang Y., 2010, A Sensor Fusion Framework Using Multiple Particle Filters for Video-Based Navigation, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 11(2), 348 – 358
- Litao, H., Binghu, H., Long, C., 2010, Integration and application of video surveillance system and 3D GIS, *18th International Conference on Geoinformatics*, 1-5
- Herring, T.A., 1996, The Global Positioning System, *Scientific American*, 44-50.
- Baker, C., Debrunner, C., Gooding, S., Hoff, W., Severson, W., 2006, Autonomous Vehicle Video Aided Navigation – Coupling INS and Video Approaches, *Advances in Visual Computing Lecture Notes in Computer Science*, 4292, 534-543.
- Kim, K-H., Lee, J-G., Park, C-G., 2009, Adaptive Two-Stage Extended Kalman Filter for a Fault-Tolerant INS-GPS Loosely Coupled System, *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 45(1), 125-137.