

OEM GPS ALICILARI VE BİR HARİTA-EŞLEME YÖNTEMİ (OEM GPS RECEIVER AND A MAP-MATCHING ALGORITHM)

Bahadır AKTUĞ¹, Rahmi Nurhan ÇELİK²

¹Harita Genel Komutanlığı, Ankara

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

bahadir.aktug@hgk.mil.tr

ÖZET

Endüstriyel GPS alıcıları nispeten küçük boyutları, kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak programlanabilmesi ve ekonomik olmaları nedeniyle giderek yaygınlaşmaktadır. Standart el alıcıları ile koordinat bilgileri kullanıcılar tarafından doğrudan alınmakta olup, kullanıcıya ekran üzerinde sunulmadan önce hesaplama yöntemine ilişkin çok kısıtlı müdahale olanağı sunulmaktadır. GPS alıcılarının kişisel bilgisayarlarla birlikte kullanılması ise alıcıların ihtiyaca göre programlanması ve son kullanıcıya ulaşmadan önce ham veriler ve koordinatların birtakım işlemlerden geçirilebilmesi ve alıcının komut setleri yordamıyla ihtiyaca göre programlanmasına olanak vermektedir (hücrel dönüşüm parametreleri ya da harita-eşleme gibi). Bilgisayarlarla birlikte kullanılacak GPS alıcısında ekran, tuş takımı vb. parçalara ihtiyaç olmadığından, bu amaçla daha ekonomik olan OEM (Original Engineering Manufacturing) GPS Alıcıları tercih edilmektedir. Ancak, GPS alıcısı ile bilgisayar arasındaki gerekli bağlantıların ve veri aktarımı için gerekli ayarların yapılması teknik olarak jeodezi ve fotogrametri mühendisliği alanının dışında kalmaktadır. Bu çalışmada, OEM GPS alıcılarının kişisel bilgisayarlarla kullanımı için gerekli bağlantı yapısı incelenmiş, koordinatların son kullanıcılara ulaşmadan önce işlenmesine örnek olarak ise bir harita-eşleme yöntemi geliştirilmiştir. Harita-eşleme yönteminin uygulamasını ve kişisel bilgisayar ile GPS alıcısı arasındaki veri akış kontrolünü göstermek amacıyla geliştirilen bir navigasyon yazılımı tanıtılmakta, harita eşleme yönteminin uygulanması sonucu elde edilen bulgular verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: OEM, GPS, harita-eşleme, navigasyon, araç-izleme.

ABSTRACT

Industrial GPS receivers have gained widespread use day by day due to its compact size, cost-effectiveness and programmability. While coordinate information is obtained directly from standard hand-held receivers, it does not allow process on coordinates before presenting to end-users. Use of OEM receiver together with personal computers enable to program to meet the user needs and process the coordinates (such as cellular transformation parameters, map-matching). However, the connection of OEM receiver to personal computers is beyond the realm of geodesy and photogrammetry. In this study, the connection between a personal computer and an OEM receiver was investigated and, a map-matching algorithm was developed to serve as an example of processing coordinate before reaching to end-user. To demonstrate the application of map-matching algorithm and the data link between a GPS receiver and personal computer, navigation software is introduced and results of the application in which the map-matching is tested.

Key Words: OEM, GPS, map-matching, navigation, vehicle-tracking

1. GİRİŞ

Anlık konum bilgisi üretmeye yarayan sistemler, mutlak ve göreceli sistemler olmak üzere iki bölümde incelenebilir. Seyrüsefer (navigasyon) sistemleri tarihçe olarak mutlak konum sistemlerinden önceye dayanmaktadır (Aktuğ, 2002; Aktuğ ve Çelik, 2003). Ancak günümüzde hem mutlak konumlama sistemleri hem de diferansiyel konumlama (dead-reckoning) sistemleri, navigasyon amaçlı olarak yoğun şekilde kullanılmaktadır (Parkinson ve Spilker, 1996b). Mutlak konumlama sistemlerinde anlık konumlar, temel çalışma prensibi olarak “uzaydan geriden kestirme” ile gerçekleştirilmektedir. Geriden kestirme için kullanılacak koordinatları bilinen dayanak noktaları, Doppler, GPS gibi koordinatları radyo dalgaları ile yayınlanan uydular olabileceği gibi güzergâh üzerine yerleştirilmiş referans vericileri de olabilir. Diferansiyel konumlama sistemlerinde ise, belirli bir başlangıç noktasında konum bilgisi girilen algılayıcılar mesafe ve dönüklük değişimlerini algılamakta ve anlık konum bilgilerini (koordinat, hız, azimut) başlangıç noktasına göre hesaplamaktadır (Aktuğ, 2002).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (CBS) olan gelişmeler yoğun veri toplama sürecini başlatmış ve altlık haritalar arzu edilen birçok coğrafi detay türüne sahip hale gelmiştir. Bu çalışmada; otomatik-kaydırma (auto-panning), harita-eşleme (map-matching), en yakın yolun adının bulunması gibi temel yöntemler denenmiş, göreceli olarak anakent içi gibi yüksek navigasyon doğruluğu gerektiren yerlerde araç izlemede CBS altlık haritalarının konum doğruluğunun iyileştirilmesinde nasıl kullanılabileceği araştırılmıştır. Bunun yanında, araç izleme sistemlerindeki temel kavramlar üzerinde durulmuş ve söz konusu sistemlerde bulunması gereken temel özelliklerin incelenmesi ve gösterilmesi açısından örnek bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama yazılımı SEVDA (Smart Explorer with Vector Data Aid) olarak adlandırılmış, konum bilgilerini araç üzerinde göstermesi, konum belirleme doğruluğu, gerçek-zamanlı çalışabilmesi açısından bir “navigasyon sistemi” olarak değerlendirilebilir. Diğer yandan, konum bilgilerini kaydedip saklayarak daha sonra izleme olanağı sunması, konum bilgilerinin başka amaçlarla (coğrafi analiz, sayısal harita coğrafi detay üretimi) kullanımına imkân vermesi açısından da bir “izleme sistemi” olarak düşünülebilir. Örnek uygulamada veri toplama amacıyla Ashtech G8 OEM (Original Engineering Manufacturing) Board GPS alıcısı kullanılmış olup (Magellan Corp.,1998), sayısal altlık haritaların kullanılmasını gerektiren kısımlar için ESRI MapObjects v2.0'dan faydalanılmıştır. Verilerin aktarılması, analizi ve gösterimi için Delphi v5.0 uygulama geliştirme ortamı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tüm veriler söz konusu yazılım ile toplanmış ve gerçek zamanlı olarak test edilmiştir. GPS ile navigasyonun uygulamaya konulmasında karşılaşılan güçlükler, araç takip sistemleri ile verilerin toplanması, verilerin CBS ortamına aktarılması konuları incelenmeye çalışılmıştır. Çalışmada OEM tipi alıcıların kullanılmasındaki amaç, CDU (Control Display Unit), tuş takımı, nispeten pahalı alıcı yazılımı (firmware) gibi maliyetlere sahip olmayan, ekonomik alıcılarda söz konusu çalışmayı gerçekleştirmektir. Alıcı ile yapılmak istenen temel veri gönderme alma işlemleri, port,

baud rate, parite gibi veri aktarım ayarları, datum ve projeksiyon dönüşümleri yazılım içerisinde bağımsız yazılım ile gerçekleştirilmiştir.

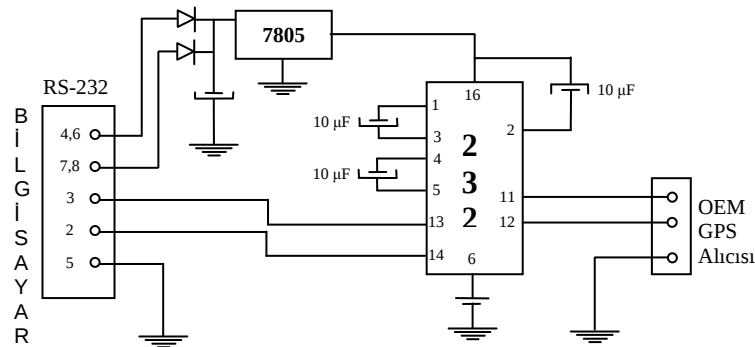
2. OEM GPS ALICILARININ KİŞİSEL BİLGİSAYARLARLA BAĞLANTISI

Test çalışmalarında Ashtech G8 OEM GPS Board (Magellan Corp., 1998) kullanılmıştır. Bir OEM GPS alıcısının kullanılmasındaki amaç, son kullanıcıya ulaşmadan önce koordinatlar üzerinde yapılabilecek herhangi bir işlemi nispeten düşük maliyetli bir sistem ile göstermektir. OEM GPS alıcıları, standart el tipi GPS alıcılarıyla aynı özelliklerde olup, kontrol gösterim ünitesi (CDU, Control Display Unit), tuş takımı, alıcı arayüz yazılımı vb. olmamasından dolayı, son kullanıcı ürünlerin yaklaşık yarı fiyatına satılmaktadır (Alkan ve diğ., 2005).

Kişisel bilgisayarla bağlantı yapılabilmesi için OEM GPS alıcıları için kullanılan mantıksal voltaj seviyelerinin birbirine dönüştürülmesi gerekmektedir. OEM GPS alıcıları güç tüketimi oldukça düşük TTL (Transistor-Transistor Logic) voltaj seviyesinde çalışmaktadır. TTL seviyesi cihazların $\pm 5V$ mantıksal çalışma aralığına karşın kişisel bilgisayarlar mantıksal çalışma seviyesi $\pm 12V$ 'dur. Bağlantı ile ilgili diğer bir konu ise konektörlerin dönüştürülmesi zorunluluğudur. Bilgisayar seri bağlantı adaptörü (RS-232) ile OEM GPS alıcısı arasında söz konusu dönüşümü yapmak amacıyla hazırlanan devre şeması Şekil 1'de gösterilmektedir.

OEM GPS alıcılarında gerekli ayarlamaların yapılabilmesi için herhangi bir tuş takımı bulunmadığından, bağlantı arabirim adı, veri aktarım hızı (baud rate), veri gönderim eşlemesi (parity) gibi ayarların veri aktarım kanalı üzerinden verilecek komutlarla yapılmaktadır. Bu amaçla, geliştirilen yazılım üzerinde bu ayarların yapılmasına olanak veren bir kullanıcı arayüzü tasarlanmıştır.

Her marka alıcının kendi veri aktarım formatı olmakla birlikte, tüm marka alıcılar NMEA 0183 formatını desteklemektedir (Parkinson and Spilker, 1996b). NMEA-0183 formatının içeriği ve ayrıntıları (Aktuğ, 2002)'de bulunabilir. NMEA formatında alıcı tarafından oluşturulan konumsal bilgiler seri bağlantı ile kişisel bilgisayarların tanımlanmış seri arabirimlerine aktarılmaktadır. Genel olarak, alıcılar NMEA formatındaki konumsal bilgileri en az saniyede bir aktarma yeteneğine sahiptir.

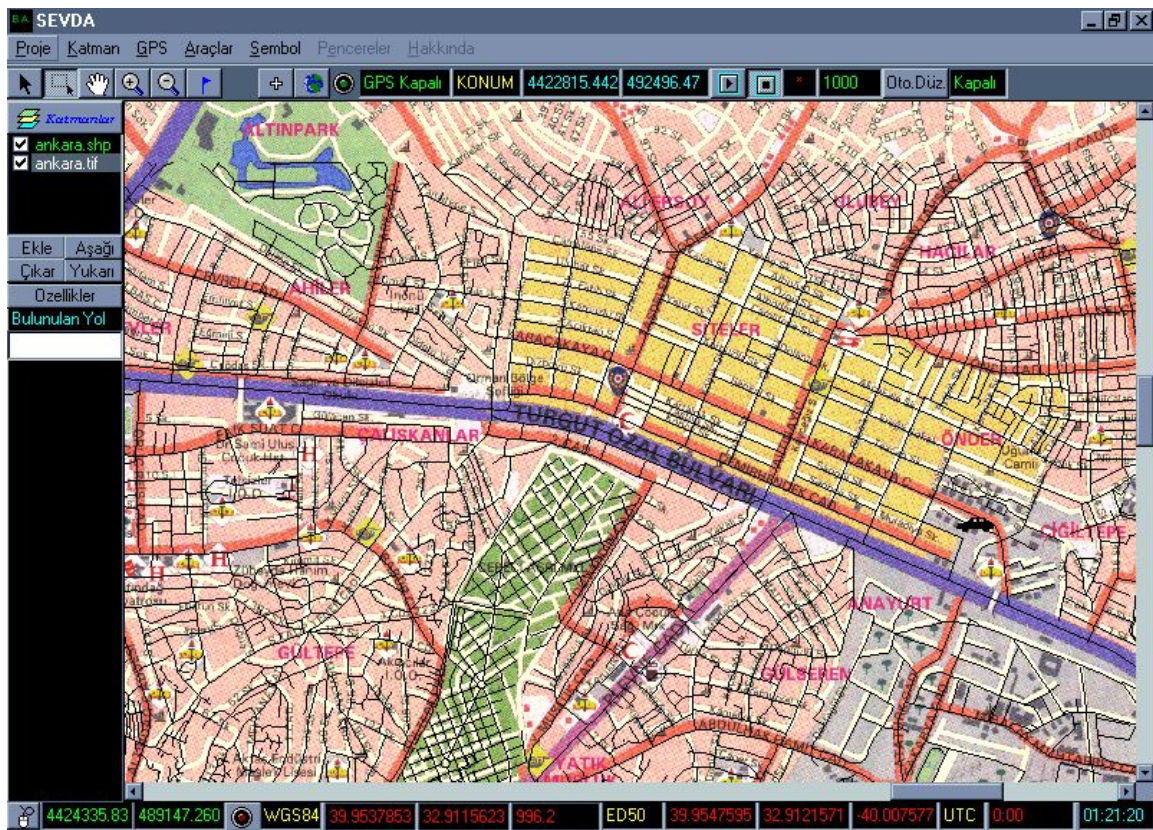


Şekil 1. TTL-RS-232 dönüşümü için devre şeması.

3. NAVİGASYON YAZILIMININ TANITILMASI

Bir araç izleme ve navigasyon sisteminde olması gereken niteliklerin tespiti, karşılaşılabilecek sorunlar ve bunlara ilişkin çözüm önerilerinin araştırılması maksadıyla SEVDA (**S**mart **E**xplorer with **V**ector **D**ata **A**id) isimli yazılım geliştirilmiştir. SEVDA yazılımının genel görünümü Şekil 2’de verilmektedir.

Navigasyon amacıyla, NMEA 0183 formatındaki (Bennet, 2000, Dana, 1999, Parkinson ve Spilker, 1996b) konum bilgileri seri arabirim üzerinden bilgisayar ortamında aktarılmakta, gerekli datum ve izdüşüm dönüşümleri yapıldıktan sonra koordinatlandırılmış ve yönlendirilmiş (register/rectify) muhtelif formattaki raster görüntüler ya da vektör katmanlar üzerinde kullanıcıya sunulmaktadır.



Şekil 2. Navigasyon yazılımının genel görünümü.

Toplanan veriler, yazılım vasıtasıyla anlık olarak kaydedilmekte ve ayrıca sonradan istenildiği an standart CBS yazılımları tarafından tanınan “shape” formatında, nokta veya çizgi detay olarak kaydedilebilmektedir. Arzu edildiğinde anlık ya da sonradan gösterim halinde iken, GPS ile yapılan her anlık konumlama, mevcut vektör katmanlar arasında yol detayı içerenler arasındaki konum bilgileri ile karşılaştırılmaktadır. Kullanıcı tarafından tanımlanan tolerans içerisine giren bir yol bilgisine rastlandığında, GPS’ten elde edilen konum bilgisi, haritada işaretlenmeden önce yeri yol üzerine gelecek şekilde değiştirilebilmektedir. Uygulama yazılımının hazırlanmasında ve işleyişinde genel olarak aşağıdaki konular ve hedefler temel alınmıştır:

a. GPS alıcısı ile uygulama yazılımı arasındaki veri iletişim (bağlantı arabirim, veri aktarım hızı, veri iletim ayarları vb.), veri toplama (veri toplama aralığı, yükseklik açısı vb.) ve alıcıya özgü ayarların (Kalman Filtering, çıktı formatı vb.) ayarların uygulama yazılımı içerisinde yapılması.

b. Alıcıdan elde edilen anlık verilerin (konum, uydu konum, hız bilgileri vb.) anlık olarak altlık harita (lar) üzerinde yaklaşık gerçek zamanlı (near real-time) gösterilmesi ve sonradan (post) izlenebilmesi açısından kaydedilmesi (logging) ve gerekli datum ve izdüşüm dönüşümlerinin uygulama yazılımı tarafından otomatik olarak yapılması.

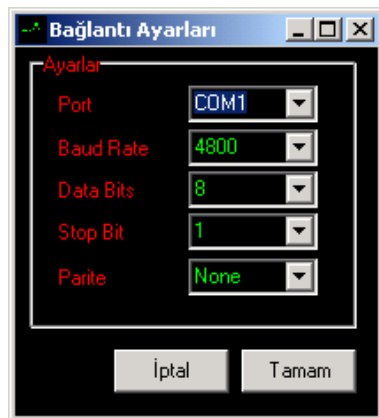
c. Uygulama yazılımı içerisinde çeşitli CBS formatlarındaki raster (register/rectify edilmiş) veya vektör haritaların katman olarak kullanılabilmesi ve altlık haritalar üzerinde temel işlemlerin (fare ile koordinat alımı, yakınlaştırma, uzaklaştırma, alan seçimi, sembol tip, büyüklük ve renk seçimi, katmanların görünüm sıralarının değiştirilmesi ve vektör katmanlar için renk seçimi vb.).

ç. Aracın aktif alan dışına çıkması durumunda altlık haritanın otomatik olarak kaydırılması (auto-panning).

d. GPS ile elde edilen anlık konumların vektör altlık ile karşılaştırılması ve kullanıcı tarafından belirlenen tolerans içerisinde düzeltilmesi.

e. GPS ile elde edilen anlık konum bilgileri kullanılarak nokta ve çizgi detay üretimi.

Alıcı ile uygulama yazılımı arasında veri iletişimi için doğrudan kablo bağlantısı (Axelson, 1998) kullanılmakla beraber, gerekli donanım ile diğer veri aktarım sistemleri (GSM-SMS, GSM-Data, GSM-GPRS, radyo-modem vb.) de bu amaçla kullanılabilir. Şekil 3.a'da ayarların kullanıcı tarafından yapılabilmesi için hazırlanan arayüz gösterilmektedir. Alıcı ayarları kullanılan alıcı özelliklerine bağlı olduğundan sadece Astech G8 OEM board özellikleri sunulmuş diğer alıcı tiplerinin dahil edilebilmesi için gerekli altyapı oluşturulmuştur. Kullanıcı tarafından belirlenen parametreler ile hem bilgisayar hem de alıcı iç komutları kullanılarak alıcı için gerekli ayarlar yapılmaktadır. Alıcı ayarları için kullanılan arayüz Şekil 3.b'de gösterilmektedir.



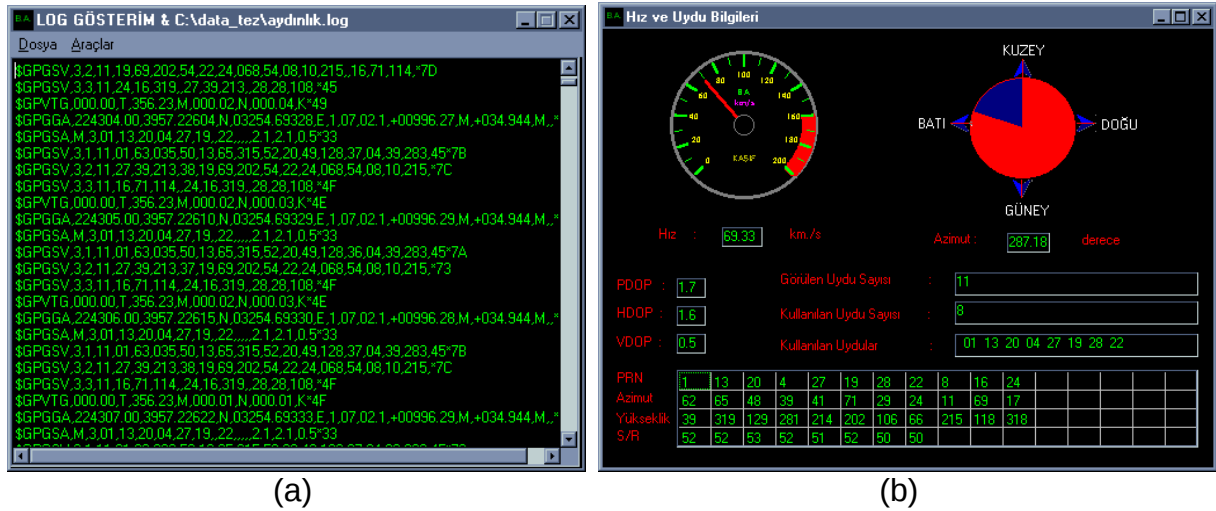
(a)



(b)

Şekil 3. (a) Veri aktarımında kullanılan kontrol penceresi; (b) Alıcı ayarları kontrol penceresi.

GPS alıcısından elde edilen verilerin uygulama içerisinde kullanıcıya gösterilmesi gerçek zamanlı olarak gösterilebilmesi ve sonradan izleme yada veri işleme amaçlı kullanımı için veri kayıt olanağı sunulmuştur. Gerçek zamanlı olarak yapılan çalışmalarda anlık olarak aktarılan bilgiler program içerisinde bir terminal şeklinde gösterilmekte ve istendiğinde, kaydedilen veriler terminal içerisinde açılarak sonradan izlenebilmektedir. Terminal arayüzü Şekil 4.a'da verilmektedir. Bunun dışında, alıcıdan elde edilen hız ve uydu bilgilerinin anlık ya da sonradan gösterim içerisinde kullanıcıya grafik ve rakamsal olarak sunulabilmesi için Şekil 4.b'de verilen 'Hız/Uydu Bilgileri' arayüzü tasarlanmıştır. Bilindiği üzere alıcılar çok kanaldan izleme yapsalar dahi, anlık konumlama için tüm uyduları kullanmamaktadırlar. Ayrıca konum bilgilerinin hassasiyetinin ve özellikle yoğun yerleşim alanlarında ortaya çıkabilecek sinyal kesikliği gibi durumları incelemek açısından gerekli olduğu değerlendirilmektedir (Herring, 1999, Kaplan, 1996, Hoffmann-Wellenhof vd., 1992, Parkinson ve Spilker, 1996a).



Şekil 4. (a) Veri toplama/kaydetme terminali; (b) Hız/Uydu bilgilerinin gösterimi.

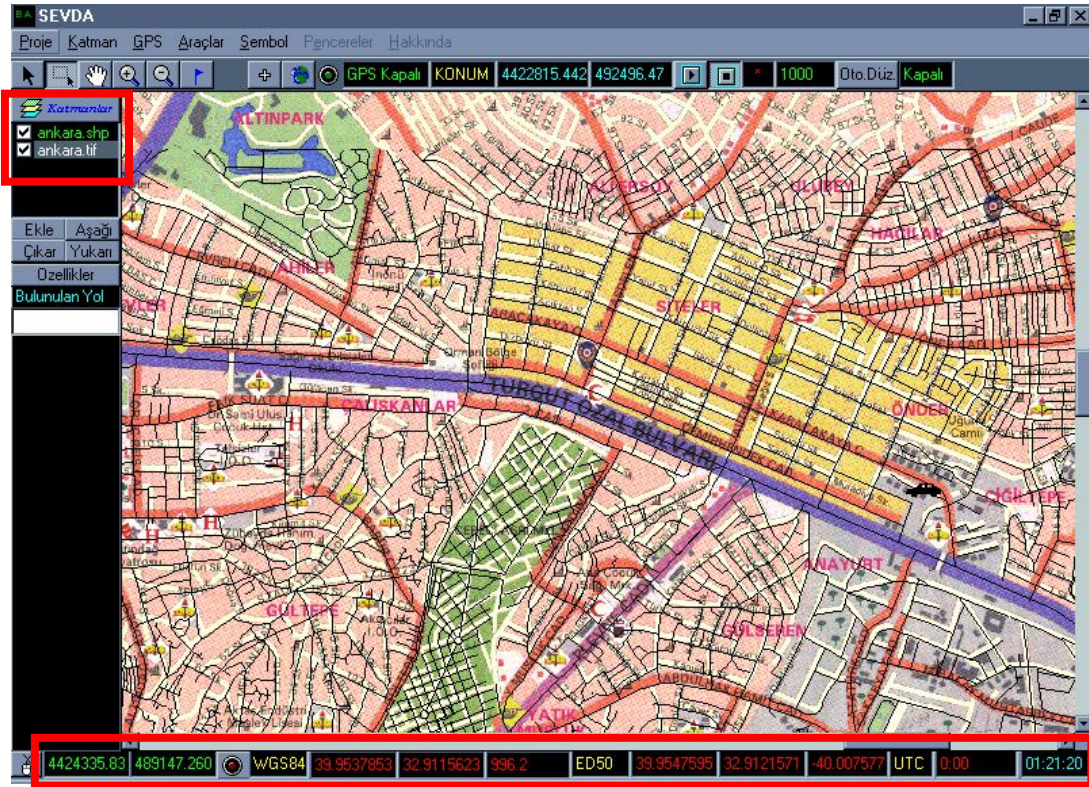
SEVDA yazılımı hazırlanırken raster ve vektör altlık haritaların bir arada kullanımı sağlanmıştır. Katman eklenmesi, çıkarılması, görünür/görünmez yapılması, vektör katmanların renk özelliklerinin değiştirilebilmesinin kullanıcı tarafından yapılabilmesi sağlanmıştır. Yazılım tarafından desteklenen raster ve vektör görüntü formatları Bitmap, JPEG, TIFF, GIF, ERDAS/Imagine, MrSid SID, ESRI Shape, ESRI Coverage ve AutoCAD DXF'dir. Çeşitli CBS veri formatlarındaki raster (register/rectify edilmiş) veya vektör haritaların katman olarak uygulama yazılımı içerisinde açılması, katmanların ekranda gösteriminde altta/üstte kalma gibi gösterim sıralarının arzu edildiği şekilde değiştirilmesi, vektör katman renklerinin ayarlanması yazılım içerisinde yapılabilir (ESRI,1992a, 1992b ve 1992c).

Eklenen katmanlar üzerinde fare ile hareket edildiğinde, fare imlecinin bulunduğu yer uygulama ana penceresi altında. GPS verilerinin gösterimi esnasında ise, WGS-84 datumunda elde edilen koordinatlar gerçek zamanlı olarak aşağıdaki işlemlere tabi tutularak pencerenin altındaki bilgi alanında gösterilmektedir:

- WGS-84 coğrafi koordinatlarının kartezyen koordinatlara dönüşümü,

- WGS-84 kartezyen koordinatlarının, ED-50 kartezyen koordinatlara dönüşümü,
- ED-50 kartezyen koordinatlarının coğrafi koordinatlara dönüşümü,
- ED-50 coğrafi koordinatlarının UTM projeksiyon koordinatlarına dönüşümü.

Yapılan dönüşümlerden elde edilen koordinatların ve katmanların uygulama içerisinde gösterimi Şekil 5'de görüldüğü gibidir. Hareketli aracın farklı büyüklük ve tipte sembollerle gösterimi ve kullanıcının sembol tipi ve büyüklüğünü ayarlayabilmesi için Şekil 6'da verilen kontrol penceresi kullanılmıştır.



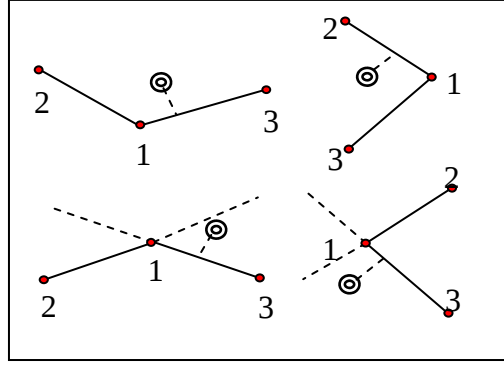
Şekil 5. Anlık konumların ve katmanların gösterimi.



Şekil 6. Sembol tip ve büyüklüklerinin ayarlanması.

4. HARİTA-EŞLEME YÖNTEMİ

GPS alıcıları ile elde edilen konumsal verilerin son kullanıcıya ulaşmadan önce işlenmesine harita-eşleme işlemi örnek olarak gösterilebilir. Bu işlem elde edilen anlık konumların vektör altlık ile karşılaştırılması ve gerektiğinde koordinatın yol bilgisi ile üst üste gelecek şekilde düzeltilerek gösterilmesini kapsar. Bu amaçla, coğrafi sorgulama ile anlık GPS konumlarına en yakın yol detayı tespit edilerek araç konumunun yol üzerinde olması durumundaki yeni koordinatları hesaplanır. GPS anlık konumunun vektör yol detayına göre olası durumları Şekil 7’de, kullanıcı tarafından koordinat birimindeki düzeltme toleranslarının yazılım içinde tanımlanması ise Şekil 8’de verilmektedir.



Şekil 7. Anlık GPS konumlarının yol katmanına göre muhtemel durumları.

Şekil 8. En yakın yol analizi kullanıcı toleransları.

Bu amaçla aşağıdaki işlem adımları takip edilmiştir:

- Kullanıcı tarafından belirlenen tolerans içerisindeki en yakın vektör yol detayının aracın anlık konumuna olan uzaklığının bulunması,

- Anlık GPS konumuna en yakın vektör yol detayının en yakın kırıklık noktasının bulunması,
- Bu kırıklık noktasına komşu kırıklık noktalarının bulunması,
- GPS anlık koordinatlarının, en yakın kırıklık noktasını komşu kırıklık noktalarına bağlayan segmentler (iki kırıklık noktasın birbirine bağlayan doğru parçası) üzerine iz düşürülmesi,
- Düzeltilmiş yeni koordinatların kontrolü, düzeltilmiş koordinatların hangi segment üzerinde olacağının belirlenmesi ve yol üzerinde yen koordinatların bulunması.

Anlık GPS konumunun en yakın yol üzerindeki koordinatlarının hesaplanmasında aşağıdaki algoritma kullanılmış olup, en yakın çizgisel detaya izdüşüme ait geometri Şekil 8'de verilmektedir:

a. En yakın yol segmentlerine ait doğru denklemlerinin ($y = ax + c$) doğru denklemi yardımıyla bulunması,

$$m_{ij} = (y_j - y_i) / (x_j - x_i) \quad (1)$$

$$a_{ij} = -m_{ij} \quad (2)$$

$$c_{ij} = m_{ij}x_i - y_i \quad (3)$$

b. GPS anlık konumunun en yakın segmentlere olan uzaklıklarının bulunması,

$$d_{ij} = |a_{ij}x_{GPS} + y_{GPS} + c_{ij}| / \sqrt{1 + a_{ij}^2} \quad (4)$$

c. GPS anlık konumunun komşu kırıklık noktalarına olan uzaklıklarının hesaplanması,

$$r_j = \sqrt{(x_j - x_{GPS})^2 + (y_j - y_{GPS})^2} \quad (5)$$

ç. GPS anlık konumunun segmentler üzerindeki izlerinin kırıklık noktalarına olan uzaklıklarının hesaplanması,

$$D_{ij} = \sqrt{r_j^2 - d_{ij}^2} \quad (6)$$

d. GPS anlık konumunun yol segmentleri üzerindeki koordinatlarının hesaplanması,

$$X_{ij} = D_{ij} \sin(\alpha_{ij}) + x_j \quad (7)$$

$$Y_{ij} = D_{ij} \cos(\alpha_{ij}) + y_j \quad (8)$$

e. GPS anlık konumunun hangi segment üzerinde olduğunun tespit edilmesi,

$$\rho_{gj} = \sqrt{(x_j - X_{ij})^2 + (y_j - Y_{ij})^2} \quad (9)$$

$$\rho_{vj} = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \quad (10)$$

($\rho_{gj} < \rho_{vj}$) durumunda GPS anlık konumu i-j segmenti üzerine iz düşürülecek ve i-j segmenti üzerine iz düşürülmüş GPS koordinatları da (X_{ij} , Y_{ij}) olacaktır.

Bu formüllerde kullanılan parametreler:

i : GPS anlık konumuna en yakın yol kırıklık noktası,

j : 2,3 (komşu kırıklık noktaları),

x, y : Kırıklık noktalarının koordinatları,

d_{ij} : GPS anlık konumlarının segmentlere olan uzaklığı,

r_j : GPS anlık konumlarının kırıklık noktalarına uzaklığı,

D_{ij} : Segmentlere izdüşürülmüş GPS anlık konumunun kırıklık noktalarına olan uzaklığı,

X_{ij}, Y_{ij} : Segmentlere iz düşürülmüş GPS anlık konumunun segment üzerindeki koordinatları,

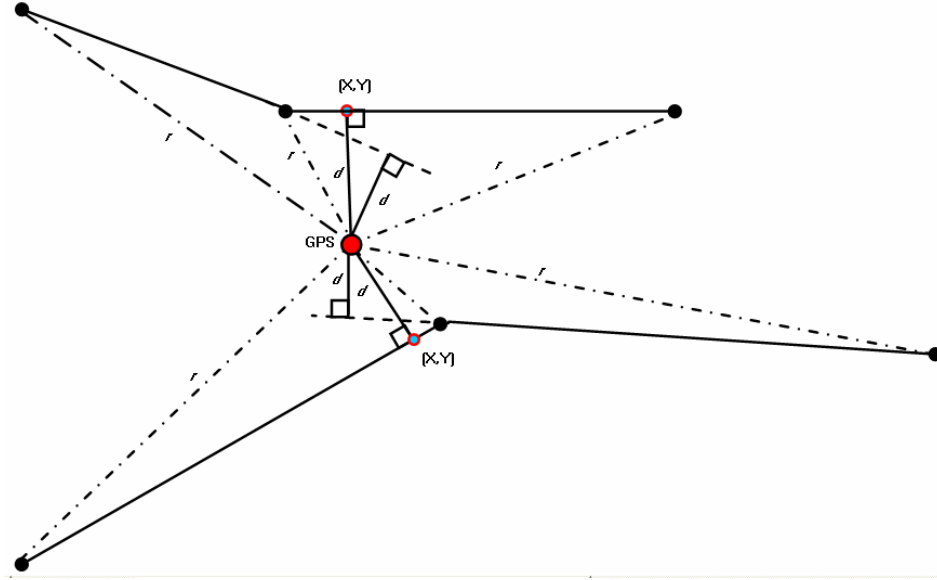
ρ_{gj} : Kırıklık noktalarının iz düşürülmüş GPS konumuna olan uzaklığı,

ρ_{vj} : En yakın kırıklık noktasının komşu kırıklık noktalarına olan uzaklığı.

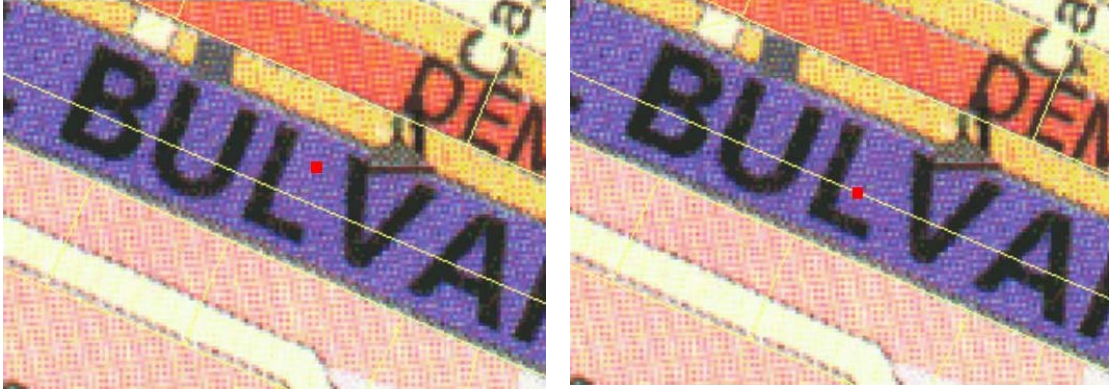
Kuşkusuz yol katmanının olabilecek binlerce karmaşık durumu için yukarıdaki algoritmanın her zaman doğru sonuçlar vereceğini söylemek mümkün değildir. Ancak her durumda (herhangi bir sebeple hatalı kırıklık noktalarının seçilmesi, yol katmanının düşük doğruluğu ya da editleme hataları) koordinatların düzeltilmesi, kullanıcı tarafından tanımlanan tolerans ile kontrol edilmekte, tolerans dışı düzeltmeler yapılmamaktadır. Dikkat edilmesi gereken en önemli husus, GPS anlık konumlarına en yakın yol detayı analizi yapılırken, araç seyir halinde iken bir önceki konumundan bağımsız bir algoritma geliştirilmiş olmasıdır. Bu şekilde pahalı veri aktarım sistemleri (GSM SMS gibi) ile azimut, hız gibi diğer bilgilere ihtiyaç duymadan sadece GPS konumlarının aktarılması ve veri aktarma aralığının kısa tutulması sağlanabilmektedir. Aracın gidiş yönü sadece düzeltmenin yapılıp yapılmamasına karar verme aşamasında bir sınır tanımlama aracı olarak kullanılmıştır. En yakın yolun tespiti aynı zamanda, kullanıcıya bulunulan sokağın isminin gösterilmesini de sağlamıştır.

Anlık konumların vektör harita ile karşılaştırılması ile GPS navigasyon çözümleri, yol katmanının doğruluğu oranında iyileştirilebilmektedir. Hesaplanan yeni koordinatlar kullanıcı tarafından belirlenmiş sınırlar dâhilinde ve düzeltme fonksiyonu aktif hale getirilmiş ise, aracın gösterimi yeni koordinatlarla altlık harita üzerine yapılacaktır. Şekil 9 ve 10'da, bir aracın sırasıyla anlık GPS koordinatlarıyla ve gerçek zamanlı düzeltilmiş koordinatlarıyla elde edilen konumu gösterilmektedir.

Uygulanan algoritmayı test amacıyla Ankara'nın doğusunda iki farklı güzergâh belirlenmiş ve bu güzergâhlarda harita eşleme algoritmasının performansı değerlendirilmiştir. Kullanılan güzergâhlar Şekil 11'de verilmektedir. Seçilen iki farklı güzergâhın farklı özelliklerde olmasına dikkat edilmiş, ilk önce düz ve geniş yollardan oluşan bir güzergâh, daha sonra ise dar ve kıvrımlı bir güzergâh üzerinde uygulama yapılmıştır.



Şekil 9. Anlık GPS konumunun en yakın yola iz düşürülmesi.



Şekil 10. Anlık GPS konumunun en yakın çizgisel katmana iz düşürülmesi



Şekil 11. Test güzergâhları: (a) geniş düz yol (b) dar kıvrımlı yol.

Uygulamada harita eşleme algoritması için üç tür ölçüt kullanılmıştır:

- Bir çizgisel detayın en yakın yol adayı olarak değerlendirilebilmesi için maksimum dik mesafe,
- Aday çizgisel detaylar arasında, bir çizgisel detayın en yakın segment olabilmesi için maksimum dik mesafe,
- Aracın güzergâh üzerindeki azimutu ile çizgisel detayın azimutu arasındaki maksimum fark.

Uygulama yapılan iki farklı güzergâh için elde edilen deneysel tolerans değerleri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Tanımlanan tolerans değerleri.

	Aday Çizgisel Detay için Maksimum Uzaklık	En Yakın Çizgisel Detay için Maksimum Uzaklık	Maksimum Azimut Farkı
Düz-Geniş Yol	30 m	20 m	30°
Kıvrımlı-Dar Yol	20 m	10 m	30°

Dosya yapısında saklanabilen anlık GPS koordinatları arzu edildiğinde nokta ve çizgi tipinde coğrafi detayların üretiminde kullanılabilir. Anlık koordinatlar nokta detayların koordinatları ve çizgi detaylarda kırıklık noktalarının koordinatları olarak işlev görmektedir. Anlık GPS koordinatlarıyla nokta ve çizgisel coğrafi detay üretiminde, GPS konumlarının nispeten kısa zaman aralıklı olması nedeniyle gereğinden çok kırıklık noktası olacağı açıktır. Vektör formatta kaydedilmeden önce yumuşatma (spline) ve seyreltme (generalization) gibi CBS fonksiyonlarına tabi tutulmalarının faydalı olacağı değerlendirilmektedir (Şehsüvaroğlu, 2000; Maraş, 1998). Çalışmanın kapsamı nedeniyle bu tip fonksiyonlar kullanılmamış, müteakip çalışmalarda ele alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Çizgi detay üretiminde ise, çok kısıtlı olarak kullanıcı tarafından öznitelik girilmesine imkan tanınarak sadece yol adının girilmesine izin verilmiştir. Girilebilecek öznitelik sayısının ihtiyaca göre

arttırılabileceği değerlendirilmektedir. Verilerin kayıt formatı olarak ESRI Shape ve ARC Generate formatları (ESRI,1992a, 1992b, ve 1992c) desteklenmiş, diğer veri formatlarında kayıt imkanı müteakip çalışmalarda ele alınacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu yazıda temel olarak bir navigasyon ve araç izleme sisteminde olması gereken niteliklerin tespiti, karşılaşılan sorunlar ile bunlara ilişkin çözümler amaç olarak alınsa da çalışma kapsamında aynı zamanda GPS verilerinin CBS ortamına aktarılması ve navigasyon çözümlerinin sayısal iyileştirilmesi de incelenmiştir.

Navigasyon ve araç takip sistemlerinde karşılan en büyük sorunun donanım sorunu olduğu değerlendirilmektedir. Navigasyon sistemlerinde kullanılan sistemler belirli ölçüde kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayabilmekte, ancak geliştirilebilmeleri ya da sistemlerle entegrasyonlarında sorunlar yaşanmaktadır. İzleme sistemlerinde ise en büyük sorun kuşkusuz hareketli araçlardan koordinat verilerinin belirli bir merkeze aktarılmasıdır. Bu amaçla kullanılan veri aktarım sistemlerinin yüksek maliyetleri veya kapsama alanlarındaki problemler nedeniyle, araç izleme sistemlerinin yeterince yaygınlaşmadığı değerlendirilmektedir.

Navigasyon sistemleri artık bulunan koordinatları üreten ve kullanıcıya gösteren basit sistemler olmaktan çıkmış, şehirleşme, karayolu altyapısı ve trafik koşullarını dikkate almak zorunda kalan akıllı sistemler haline gelmiştir. Güvenlik, afet ve asayiş yönetiminden, uluslararası kara taşımacılığı, denizcilik ve turizme kadar birçok alanda araç izleme sistemlerine olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Artan uygulama alanları izleme sistemlerine karmaşık CBS analizlerinin dâhil edilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmış ve araç izleme sistemlerini bütünsel izleme, erken uyarı ve kontrol sistemleri haline gelmeye zorlamıştır. Bu anlamda araç izleme sistemlerini CBS sistemlerinden bağımsız olarak düşünmek mümkün değildir. Uygulama kapsamında açıklanan temel navigasyon fonksiyonları dışında, müteakip çalışmalarda konuma bağlı akıllı karar verme sistemlerinin, en kısa yol, şebeke analizi (network-analysis) ileri boyutlu analizlerin hayata geçirilmesinde bir altyapı oluşturma amacı güdülmüştür.

Navigasyon çözümlerinin iyileştirilmesi için kullanılan fonksiyonlar, GPS anlık koordinatları ile sayısal çizgi coğrafi detayların kırıklık noktalarını karşılaştırmakta ve vektör harita verilerine göre GPS koordinatlarını düzeltmektedir. Aynı işlem farklı ölçekteki iki vektörel harita arasında yapılarak büyük ölçekli vektörel harita verilerine göre küçük ölçekli vektörel harita konum doğruluklarının araştırılması ve gerekli görüldüğü takdirde tanımlanan toleranslar dâhilinde referans sayısal haritaya göre farkları minimize edecek şekilde hedef vektör haritadaki çizgisel detayların kırıklık noktalarının düzeltilebileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aktuğ, B.**, 2002, Kinematik Objelerin GPS ile İzlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aktuğ, B., Çelik, N.R.**, 2003, Kinematik Nesnelerin GPS İle İzlenmesi: Sayısal Harita Destekli Bir Navigasyon Sistemi, *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi*, **88**, s.31-38.
- Alkan, R.M., Kalkan, Y., Aktuğ, B., Palancıoğlu, H.M.**, 2005, Düşük Maliyetli OEM Tipi GPS Alıcılarının Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışmalarında Kullanılabilirliği, *2. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul.
- Axelson, J.**, 1998, Serial Port Complete, Lakeview Research, Madison, WI, USA.
- ESRI**, 1992a, Understanding GIS, The ARC/INFO Method, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA.
- ESRI**, 1992b, ARC/INFO Data Model, Concepts, Key Terms, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA.
- ESRI**, 1992c, Image Integration, Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA.
- Herring, T. A.**, 1999, Global Positioning System and its Applications, Graduate Course, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Hoffmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J.**, 1992, Global Positioning System, Theory and Practice, Springer-Verlag, Wien, New York.
- Kaplan, E.D.**, 1996, Understanding GPS Principles and Applications, Artech House Inc., Northwood, MA, USA.
- Magellan Corp.**, 1998, G8 GPS OEM Board Reference Manual, 1170 Kifer Road, Sunnyvale, CA, USA.
- Maraş, H.**, 1998, Coğrafi Veri Tabanı Güncelleştirmesine Yönelik Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Parkinson, B.W., Spilker, J.J.Jr.**, 1996a, Global Positioning System: Theory and Applications, Vol.I, American Institute of Aeronautics and Astronautics, ABD.
- Parkinson, B.W., Spilker, J.J.Jr.**, 1996b, Global Positioning System: Theory and Applications, Vol.II, American Institute of Aeronautics and Astronautics, ABD.
- Şehsüvaroğlu M.S.**, 2000, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Renkli Raster Görüntülerden Otomatik Vektör Veri Üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.