

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GPS (Global Positioning System) ile
ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ**

106429

Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Hüseyin PEHLİVAN

**FBE Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ömer AYDIN

6.07.2001

[Signature]

Prof. Dr. Ferit Hekimoğlu

6.07.2001

[Signature]

İSTANBUL, 2001

Prof. Dr. Ferit Hekimoğlu

09.07.2001

[Signature]

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1 GİRİŞ.....	1
1.2 Küresel (Global) Konum Belirleme Sistemleri.....	3
1.2.1 Navstar GPS (Global Positioning System).....	5
1.2.2 Glonass (Global Navigation Satellite System).....	6
1.2.3 Galileo.....	7
2 GPS ile ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ.....	9
2.1 Sistem Özellikleri.....	9
2.2 Çok Merkezden Araç İzleme Çözümü.....	11
2.3 GPS'le Araç Takip Sisteminin Kullanım Alanları.....	14
2.4 Gerçek Zamanlı (Real Time) Araç Takibi Genel Özellikleri.....	14
2.5 Araç Konum Bilgilerinin Depolanması.....	15
2.6 Araç Takip Sisteminin Faydaları.....	15
2.7 Güncel Uygulamalar.....	16
3. ARAÇ (HAREKETLİ NESNE) BİLEŞENİ.....	18
3.1 GPS'in Genel Özellikleri.....	19
3.1.1 GPS Uydu Sinyal Yapısı.....	19
3.1.2 GPS Konumlama Servisleri.....	20
3.2 Konum Belirlemenin Temel İlkesi.....	21
3.2.1 PRN (Pseudorandom Noise) Kodları İle Konum Belirleme.....	23
3.2.2 Navigasyon Mesajı.....	23
3.2.3 Navigasyon Amaçlı Konum Belirleme	24
3.2.4 Uydu Kullanıcı Mesafesinin Belirlenmesi.....	25
3.2.5 Hız Ölçümü.....	29
3.3 Konum Belirleme Hata Kaynakları.....	30
3.4 DGPS.....	31
3.5 Kinematik GPS.....	35
4. İZLEME (KONTROL) İSTASYONU.....	36
4.1 Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Bileşeni.....	36
4.1.1 Sayısal Haritalar ve Özellikleri.....	38
4.1.2 CBS ve GPS'in Birlikte Kullanımı.....	39

4.1.3	CBS’de Gösterim ve Kavramlar.....	40
4.1.4	Koordinat Sistemleri ve Dönüşümler.....	44
4.1.4.1	Ortalama Dünya Dik Koordinat Sistemi.....	44
4.1.4.2	Jeodezik Elipsoidal Dik Koordinat Sistemi.....	45
4.1.4.2.1	Ülke Koordinat Sistemleri.....	47
4.1.4.3	GPS Koordinatlarından Ülke Koordinatlarına Dönüşüm.....	48
4.1.4.3.1	Gauss Krüger Projeksiyon Sistemine Dönüşüm	49
4.1.4.3.2	İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü Temel Eşitlikler.....	51
4.1.5	CBS Verileri ve Verilerin Saklanması.....	53
4.1.6	CBS’nin İşlevleri.....	54
5.	KABLOSUZ VERİ AKTARIM ÇÖZÜMLERİ.....	56
5.1	Telsiz Haberleşme Sistemleri.....	57
5.1.1	Telsizle Sistemleri ile Veri İletiminde Önemli Konular.....	57
5.1.2	Birinci Nesil Telsiz Sistemleri.....	59
5.1.2.1	Konvansiyonel Telsiz Sistemleri.....	59
5.1.2.2	Trunk Telsiz Sistemleri.....	61
5.1.2.3	Trunk Telsiz Sistemi Uygulamaları.....	62
5.1.2.4	Telsizle Araç Takibinde Bir Uygulama.....	64
5.1.2.4.1	Taksi GPS Sistemi.....	65
5.1.2.4.2	Taksi GPS Sisteminin Çalışması.....	67
6	UYGULAMA.....	69
6.1	Veri Protokolü NMEA-0183 İfadesi.....	69
6.2	Mobil GPS ile Verilerin Toplanması.....	70
6.3	Çalışmanın İçeriği.....	71
6.4	Uygulamada Kullanılan Yazılım ve Donanımlar.....	71
6.5	Gerçek Zamanlı (Real Time) Araç Takip Uygulaması.....	75
6.6	Uygulama Sonuçlarına İlişkin Bazı Saptamalar.....	77
7	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	80
	KAYNAKLAR.....	82
	EKLER	85
Ek 1	Uygulama güzergahına ait kartezyen koordinatlar.....	85
Ek 2	Uygulama güzergahına ait Coğrafi koordinatlar.....	88
ÖZGEÇMİŞ		91

KISALTMA LİSTESİ

C/A	code - Coarse/Acquisition-Code
DGPS	Differential GPS
DOP	Dilution of Precision
ECEF	Earth-Centered-Earth-Fixed
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
ESA	Avrupa Uzay Ajansı
GDOP	Geometric Dilution of Precision
GLONASS	Global Navigation Satellite System
GMT	Greenwich Mean Time
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HDOP	Horizontal Dilution of Precision
HOW	Hand Over Word
INS	Inertial Navigation System
L1	GPS primary frequency, 1575.42 MHz
L2	GPS secondary frequency, 1227.6 MHz
MHz	Megahertz
NAV-msg	Navigation Message
NMEA	National Marine Electronics Association
PC	Personal Computer
P-Code	Precise Code
PDOP	Position Dilution of Precision
PPM	Parts Per Million
PPS	Precise Positioning Service
PRN	Pseudo Random Noise
PVT	Position Velocity and Time
RAM	Reliability and Maintainability
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RF	Radio Frequency
RTCA	Radio Technical Commission for Aeronautics
RTCM	Ratio Technical Commission for Maritime Services
S/A	Selective Availability
SPS	Standard Positioning Service
TDOP	Time Dilution of Precision
UERE	User Equivalent Range Error
USA	United States of America
UT	Universal Time
UTC	Universal Time Coordinated
VDOP	Vertical Dilution of Precision
WAAS	Wide Area Augmentation System
WGS-84	World Geodetic System - 1984
1 PPM	1 Pulse Per Minute
1 PPS	1 Pulse Per Second

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Uydu yörüngeleri.....	4
Şekil 1.2.	Navstar GPS arması.....	5
Şekil 1.3	Glonass arması.....	6
Şekil 2.1	Araç takip sistemi bileşenleri.....	10
Şekil 2.2	Araç görüntüleri ve izlenen yol.....	12
Şekil 2.3	Kullanıcının il, ilçe, sokak, sorgulaması yapabilmesi.....	13
Şekil 2.4	Araçlara mesaj gönderilebilir.....	13
Şekil 2.5	Sorgulama sonucunda bulunan yer veya aracın yaklaşması.....	13
Şekil 3.1	GPS uyduları.....	19
Şekil 3.2	Bir noktadan konum belirleme.....	21
Şekil 3.3	İki noktadan konum belirleme.....	22
Şekil 3.4	Üç noktadan konum belirleme.....	22
Şekil 3.5	Belirsizlik alanı.....	23
Şekil 3.6	Uydu Kullanıcı Mesafesinin Belirlenmesi.....	25
Şekil 3.7	Alıcı hareketsizken alınan Doppler frekans grafiği.....	30
Şekil 3.8	DGPS sisteminin genel yapısı.....	32
Şekil 3.9	Geniş alanda DGPS uygulaması.....	34
Şekil 4.1	UTM (Universal Transverse Mercator) Koordinat Sistemi.....	42
Şekil 4.2	Universal Transverse Mercator Sistemde Zone Numaraları.....	43
Şekil 4.3	WGS-84 Elipsoidi.....	44
Şekil 4.4	Jeodezik Elipsoidal Dik Koordinat Sistemi (ED-50 Elipsoidi).....	46
Şekil 5.1	Dağıtım Araçları Haberleşme Sistemi.....	63
Şekil 5.2	Taksi GPS sisteminin Genel Yapısı.....	65
Şekil 5.3	Taksi Konfigürasyonu.....	66
Şekil 5.4	Taksi GPS sistemi Merkez Konfigürasyonu.....	68
Şekil 6.1	Araç Takibinin görsel ifadesi.....	71
Şekil 6.2	Magellan GPS 315.....	72
Şekil 6.3	Uygulamada Kullanılan Mobil GPS.....	72
Şekil 6.4	İletişim Kablosu.....	73
Şekil 6.5	GPS TrackMaker Yazılımının genel Görüntüsü.....	74
Şekil 6.6	Dizüstü bilgisayar (Note_Book).....	74
Şekil 6.7	Araç Takibinde kullanılan haritanın ArcWiew'de görüntüsü.....	76
Şekil 6.8	Bir Mobil GPS kullanılarak Üsküdar-Beşiktaş arasındaki real time takip görüntüsü.....	79

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1	Bir GPS sinyalinde bulunan kodlar ve navigasyon mesajının, frekans ve dalga boyuna göre karşılaştırmaları.....	20
Çizelge 3.2.	Hata kaynakları ve dağılımı	30
Çizelge 3.3	GPS ve DGPS’de hata kaynakları.....	33
Çizelge 4.1	GPS ölçülerinin koordinat sistemleri arasında ki akış diyagramı.....	48



ÖNSÖZ

İnsan hayatını kolaylaştırıcı teknolojik yenilikler, yeni ihtiyaçlara karşı yeni ve daha kullanışlı çözümler üretilmesini gerektirir. Bu durumda mühendisler, her tip probleme karşı bir yaklaşım ve çözüm üretmek konumundadır. Bu anlamda bilim ve teknolojiyi sınıflandırabilmek, doğruluğunu değerlendirebilmek ve gerektiğinde kategorilerini değiştirebilmek gerekir. Günümüzde yeni çözümler üretmek için farklı disiplinlerdeki insanların ortak çalışması zorunlu hale gelmiştir.

GPS, Harita mühendisliği için son yıllarda vazgeçilmez durumdadır. GPS'in gelişimi farklı amaçlar için kullanımında beraberinde getirmiştir. Navigasyon amaçlı konum belirleme ve yönlendirme sistemleri GPS'in gelişimine paralel olarak üretilmiş yeni bir çözümdür. Bu sistemde konum belirleme ve bu konumun uygun projeksiyonda üretilmiş bir haritada görsel olarak sorgulanabilmesi kısmı tamamen harita mühendislerinin ilgi alanıdır. Son yıllarda kullanılması ihtiyaç halini alan bu sistemi analiz etmek ve uygulanabilirliğini göstermek amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmam süresince değerli katkıları ile destek olan, yardım ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Ömer AYDIN'a , araştırma ve uygulama aşamasında yardımcı olan Y. Doç. Dr. M. Halis SAKA ve Dr. Müh. Halit ÖZEN'e teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Günümüzde kullanılan; uydu bazlı konum belirleme sistemleri, halen gelişme aşamasında olup birçok uygulamaya esin kaynağı olmuştur. Bu sistemlerin öncüsü ABD'nin geliştirdiği GPS (Global Positioning System) sistemidir ve 1 Mayıs 2000 tarihi itibarı ile 20m doğruluğu sivil kullanıcıların hizmetine sunmuştur.

Bu teknoloji kullanılarak değişik uygulamalar geliştirilmiştir. Hareket eden kara, hava ve deniz araçlarının anlık konumlarının, hız ve zaman etkenleri ile birlikte belirlenebilmesi, GPS kullanılarak araç takip (vehicle tracking) sistemlerinin geliştirilmesine sebep olmuştur. İletişim ve bilgisayar teknolojilerinin de gelişmesi bu sistemlerin entegrasyonunu gündeme getirmiştir. Sürekli hareket etmek zorunda olan insanların, anlık navigasyon ve konumlama ihtiyacının bir sistem olarak çözülmesi, özellikle Harita Mühendislerine yeni bir uğraş alanı olmuştur.

Standart bir araç takip sistemi; GPS ünitesi (araç kısmı), CBS bileşeni (izleme istasyonu), ve iletişim altyapısı olarak üç ana başlık altında analiz edilebilir. Bu bileşenler; takip ve yönlendirme sisteminden beklenen amaçlara göre değişiklik gösterebilir. Hareket eden aracın konumu ve hızı; sefer anında anlık olarak bir harita üzerinden, bilgisayar ekranında izlenebilir veya sefer sonrası kayıt edilen konum ve hız bilgileri zamana bağlı olarak değerlendirilebilir.

Araç takibinden beklenen konum doğruluğuna göre uygun bir GPS konumlama yöntemi seçilebilir. Araç konumları, DGPS kullanılarak cm-dm düzeyinde konum doğruluğu ile de belirlenebilir. Seçilen yöntemle belirlenen koordinat bilgileri radyo frekansları, uydu haberleşme altyapısı, veya telsiz sistemleri ile izleme istasyonuna aktarılır ve bir altlık harita üzerinde, uygun bir yazılım kullanılarak izlenebilir. Bu izleme tek merkezde yapılabileceği gibi internet ağı kullanılarak çok merkezden de gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmada GPS ile araç takip sistemleri araştırılmış ve sistemi oluşturan bileşenler ayrı ayrı incelenmiştir. Bu sistemi uygulama amacıyla; Beşiktaş-Üsküdar arasında bir bölge haritası hazırlanıp, datum ve koordinat dönüşümleri yapılmıştır. Bu harita, yazılım ve bir mobil GPS kullanılarak; kullanıcının kendi kendini izlemesi ve yönlendirebilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: GPS, araç takip sistemi, anlık navigasyon, CBS, veri iletişimi.

ABSTRACT

At present time, satellite based positioning systems are still in development phase and they cause inspiration of many applications. The leading one of these applications is GPS (Global Positioning System) that were developed in USA and it have been used with 20 metre accuracy for civil users since beginning of May 2000.

Different applications have been developed by using this technology. Finding instantaneous position of moving land, air and sea vehicles and their velocity and time variables causes development of vehicle tracking system with GPS. The recent developments in communication and computer technologies (Information Technology) have brought integration issue of these systems. The necessity of instantenous navigation and positioning for some people who always moves, created new field for surveying engineers.

The standard vehichle following system can be anlysed three main components: GPS unit(vehicle side), GIS component, and communication infrastructure. The components can be change with depends on following and direction system's signals. The position and velocity of moving vehicle can be following in a map at computer screen during the journey instantenously or

after journey it can be evaluated with depends on its position and location informations.

According to accuracy of position of vehicle following, the suitable GPS positioning methods can be choose. By using DGPS, positioning accuracy can be find with cm / dm error. The coordinates are transmitted with radio frequency, satellite communication infrastructure, or wireless system to

following stations and it can be followed with a special software. The following can be realised either one center or multicenter by use internet network system.

In this thesis, GPS, the vehicle folowing system an their components are anlysed one by one. In order to realise an application with that system, an area dedicated between Besiktas and Uskudar and its map and their datum and data converstaions were prepared. At this thesis, the user can follow and direct himself/herself by use the map, special software and mobil GPS.

Keywords: GPS, road vehicle system, real time navigation, GIS, data communication.

1 GİRİŞ

Bilim ve teknolojinin hızlı gelişimi, toplum hayatına ve ihtiyaçların çözümüne de yansımaktadır. Artık işlenmesi ve planlanması gereken bilgiler hareketli ortamlarda üretilmektedir. Anlık olarak elde edilen verinin, yine anlık olarak işlenmesi, değerlendirilmesi ve planlanması gerekmektedir. Araç takip sistemi olarak tanımladığımız, hareketli nesneleri anlık izleme ve yönlendirme ihtiyacı, gelişen, kentleşen dünyada giderek yaygınlaşmaktadır.

Sadece; herhangi bir GPS alıcısı olan herkesin, global koordinatlarını anlık ve 24 saat boyunca, ücretsiz belirleyebilme imkanı vardır. Bu imkan, beraberinde birçok ihtiyaca çözüm getirmiştir. Hareketli bir aracın koordinatları GPS ile istenilen doğrulukta belirlenebilir ve uygun bir iletişim ağı ile bir CBS yazılımında açılan sayısal harita üzerinde, bu aracı takip edebilme imkanı vardır. Bir merkez istasyon ile, hareketli nesne (araç) arasında, herhangi bir iletişim altyapısı kurulduğunda, aracın bu merkezden izlenmesi ve yönlendirilmesi sağlanabilir. Bu anlamda takip sistemlerinde izleme istasyonu ile gezen araç arasında, yazılı veya sözlü bir iletişim de kullanılarak takip sistemi tam anlamıyla işlerlik kazanabilir. Bu anlamda uygulamaları kullanılmaktadır.

Nüfusun artması, haberleşme ve ulaşım imkanlarının gelişmesi; sosyal hareketliliğin artmasına neden olmaktadır. Toplum hayatında ki hareketlilik ve hızlı büyüme kamu hizmetlerinin (belediye, ambulans, itfaiye, altyapı v.b. hizmetlerin) sunulmasını ve yönetimini güçleştirmektedir. Bu tür kamu işlerinin güvenli ve ekonomik olarak sağlanması araç takip sistemleri ile yeni bir çözüme kavuşmuştur. Ayrıca ticari kuruluşlarında; inşaat, kurye, güvenlik v.b. gibi hizmetleri yerine getirmede, izleme ve yönlendirme ihtiyacı vardır. Ferdi olarak doğa gezileri ve navigasyon ihtiyacı da vardır. Askeri anlamda bu sistem tam anlamıyla bir zorunluluktur. İyi bir araç takip sistemi kullanıcıların ihtiyacını karşılayan, bazı ekleme ve çıkartmalarla özel çözümler geliştirilebilen gelişmeye açık sistemlerdir.

Araç takip sistemlerinde araç konumunun, istenilen zaman aralıklarında belirlenebilmesi küresel (Global) konum belirleme sistemi olan GPS ile sağlanabilir. Bu çalışmada da GPS tabanlı bir takip sistemi üzerinde durulmuştur. Hareketli aracın enlem, boylam ve yükseklik değerleri belirlenir. Bu bilgilerle hareketli alıcı programı aracın hızını da belirleyebilir. Elde edilen konum verilerinin anlık olarak değerlendirilebilmesi, istenilen koordinat sistemine dönüşümü ve grafiksel gösterim için analizi, Coğrafi Bilgi Sisteminin bir özelliğidir. Sistemin

anlık olarak işlemesi için verinin izleme yapılacak PC'ye iletimi ancak bir veri iletişim altyapısı ile sağlanabilir. Hareketli nesne içinde kendi kendine bir yönlendirme söz konusu ise GPS alıcısı ile verinin değerlendirildiği PC arasındaki iletişim bir bağlantı kablosu ile sağlanabilir. Böylece anlık veri toplanıp depolanabilir. Bu yöntemle daha ekonomik olarak, Trafik akışının ve trafik akış yoğunluğunun tespiti, ulaşım planlaması için veri toplanması ve her tip analiz için veri tabanı oluşturmak mümkündür.

Gelişmekte olan GPS , CBS ve İletişim sistemleri; araç takip çözümlerinin de gelişmesini ve daha karmaşık çözümlerin üretilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada Günümüzde kullanılan Araç takip sistemlerinde kullanılan teknikler, yazılım ve donanımlar ele alınmış ve sınıflandırılarak teknik özellikleri anlatılmıştır. Bu sistemin uygulanabilirliğini göstermek için bir uygulama yapıp sonuçları değerlendirilmiştir. Uygulamada; Navigasyonel çözümlemeye imkan veren bir mobil GPS alıcısı, bir dizüstü bilgisayar ve görsel bir yazılım kullanılmıştır..



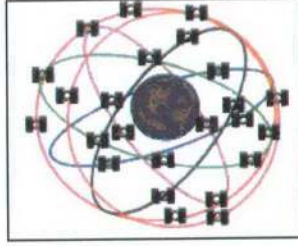
1.2 Küresel (Global) Konum Belirleme Sistemleri

İnsan hayatını kolaylaştırmaya yönelik bütün teknolojik gelişmeler, bir başka gelişmenin ilham kaynağı olmaktadır. Uydu teknolojisindeki gelişmeler, ilk baştaki amacının çok dışında kullanılmaya başlamıştır .

Yaşamak için sürekli hareket etmek zorunda olan insanlarda, navigasyon (yöngüdümnavigation) ihtiyaçlarını çözmek durumunda kalmışlardır. Navigasyon, bir aracı veya insanı bir yerden başka bir yere ulaştırma olarak tanımlanmaktadır. Her insan günlük hayatta aslında bir tür navigasyon yapmaktadır. Radyonavigasyon araçları ile yayılan elektronik sinyallerin değerlendirilmesi ile kullanıcı konumu belirlenir, bu yöntemlede navigasyon sağlanabilir.

Radyonavigasyon imkanları yer tabanlı ve uzay tabanlı olarak sınıflandırılabilir. Yer tabanlı sistemlerin doğruluğu büyük ölçüde çalışma frekansı ile orantılıdır. Yüksek doğruluklu sistemler genellikle kısa dalgaboylarında yayın yaptıkları için, kullanıcı görüş hattı (line of sight) içinde kalmak zorundadır. Düşük frekanslı sistemler görüş hattı ile sınırlı değilse de daha az doğruluk sınırlarına sahiptirler .

Uzay tabanlı sistemlerin öncüleri sayılan Transit (U.S. Navy Navigation Satellite System) ve Rus Tsikada sistemleri yüksek doğrulukta iki boyutlu konum bilgisi sağlayan sistemlerdir. Fakat bu konum belirleme sıklığı enleme göre değişmektedir. Teorik olarak ekvator üzerindeki bir kullanıcı için bu sıklık 110 dakikada bir iken 80° enlemde 30 dakikada bir olabilmektedir. Bu olanaklar görece düşük hızlarından dolayı gemiler için uygun iken hava araçları ve daha dinamik kullanımlar için uygun olmamaktaydı. Bu gereksinimlerden yola çıkılarak Amerika Birleşik Devletleri NavStar GPS (NavStar Global Positioning System) ve Rusya da GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) sistemlerini geliştirmişlerdir. Bunların yanısıra jeodezik ve jeodinamik amaçlı başka uydu sistemleri de mevcuttur. Bunlar; GALİLEO, DORIS, PRARE, TOPEX/POSEIDON olarak sayılabilir. Bunlardan başka özellikle bilimsel amaçlı araştırmalarda kullanılan SLR ve VLBI sistemleri de mevcuttur.



Şekil 1.1 Uydu yörüngeleri.

Bu bölümde GPS'in detaylı teknik özellikleri yerine şu anda dünyada mevcut ve geliştirilmekte olan küresel konumlama sistemlerinin tanıtımı ve karşılaştırılması yapılacaktır. Mevcut küresel konumlama sistemlerinin birçok uygulamada tek başlarına, desteksiz kullanımları olanaklı olamamaktadır. Bu zorluğun çözümü için kullanılan iyileştirme (augmentation) sistemlerinin en bilinenleri, ABD'de kullanılan WAAS, Japonya'daki MSAS ve Avrupa için EGNOS dur. Bu destek sistemlerinin sunduğu hizmetin kullanımı için de alıcıların uygun ara uyumlarının olması gerekmektedir (Örneğin, RTCM SC-104). Ayrıca GPS ve GLONASS gibi iki sistemi birlikte kullanarak daha iyi bir çözüm sağlayan alıcılar da kullanıma girmiştir. Tasarım aşamasında olan Galileo ise mevcut tüm sistemleri de değerlendirerek yapılandırılması düşünülen bir sistemdir. Herhangi bir konumlama sisteminin başarılı sayılabilmesi için; doğruluk, kullanılabilirlik, süreklilik ve bütünlük olarak ele alınması gerekir. Bunları kısaca şöyle açıklayabiliriz. GSM sistemi ile benzeşimleri parantez içinde verilecektir.

Doğruluk : Bir referans değere olan yakınlık. Örneğin daha önce koordinatı bilinen bir yerin, ölçüldüğünde bu referansa göre doğruluğu veya bir saatin, referans bir istasyonda kullanılan atomik saate göre doğruluğudur.

Kullanılabilirlik (Kapsama alanı içinde olmak): Tanımlanan işlevlerinin belirtilen kapsama alanı içinde sağlanması. Birçok durumda bu terim bir yerde sinyalin varlığı anlamına gelmektedir. Bu sinyalleri yayan göndermecin kapasitesi yanında sinyalin yayıldığı ortamdaki atmosferik olaylar veya diğer sinyallerle olan girişim gibi etkiler kapsama alanı içinde kalma oranı cinsinden ifade edilen kullanılabilirlik değerini etkilemektedir. Örneğin GPS için

(standart servis) bu oran en az zamanın %99.85'inde küresel kaplama olarak verilmektedir . Diğer bir deyişle bir yılda en fazla 788.4 dakikalık bir kullanılamama söz konusudur.

Süreklilik (Servis sağlayıcının sistemi sürekli çalıştırması): İdeal olarak herhangi bir konumlama sistemi sürekli olarak kullanılabilir olmalıdır. Fakat planlı veya öngörülemeyen kesintiler sistemin belirli bir süre kullanılamamasına neden olabilir. Süreklilik, sistemin kesintisiz olarak öngörülen kalitede işlevini yerine getirmesidir.

Bütünlük: Sistemin hizmet kalitesini etkileyen bir sorun oluştuğunda bu sorunun algılanması ve kullanıcının uyarılarak ürettiği çözümün hatalı olabileceğinin belirtilmesi gerekmektedir. Bazı uygulamalar için bu durum çok önemli olabilmektedir. GPS'te olası sistem anormalliklerine karşı çeşitli önlemler alınmıştır. Bunlar; uyduların kendi kendilerini kontrolleri (otokontrol), yeryüzündeki ana kontrol merkezinden sistemin izlenmesi ve kullanıcıların bizzat kendi alıcılarında bulunan RAIM algoritmaları ile yapılmaktadır. Alıcılarda kullanılan bu RAIM kavramı herhangi bir GPS uydusunda arıza olup olmadığını ve varsa hangisinin arızalı olduğunu belirler (1987 de Rudy Kalafus tarafından önerilmiştir).

1.2.1 Navstar GPS (Global Positioning System)



Şekil 1.2 Navstar GPS Arması.

GPS (Navstar GPS) Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından işletilen askeri bir sistemdir. Uzak kısmı, hassas zaman sinyalleri yayan 24 adet uydudan oluşmaktadır. 20 yılı alan bu sistemin kurulması 10 milyar doları aşan bir maliyete neden olmuştur. Ayrıca yıllık işletme masrafı vardır. Amerikan Silahlı Kuvvetleri navigasyondan, akıllı bombaya kadar bir çok amaç için artan bir oranda kullanmaktadır. Bununla beraber bu olanağın sivil amaçlı kullanımı hem çeşit hem de mali tutar olarak askeri uygulamaların çok ötesinde olmuştur. Uydularca sağlanan bu hizmet dünyanın her tarafına ücretsiz olarak günde 24 saat süresince sunulmaktadır. Bu

olanağın sivil kullanıma açık olan kısmı, şifreli olan askeri kullanım hassasiyetinde olmasa bile, kötü kullanımına karşı tedbirler düşündürecek ölçüde dikkat gerektirmektedir. Sivil amaçlı kullanım için sinyal kalitesi SA (Selective Availability) yöntemi ile yapay olarak bozulmaktaydı. Fakat yakın zaman önce kullanım gerekçesi tartışılan bu bozucu SA etkisi de kaldırılarak sivil kullanım için yaklaşık 10 katlık bir duyarlılıkta iyileşme sağlanmıştır. Ayrıca bu durum dünya üzerindeki GPS kullanımında da bir artışa yol açabilecektir. Çünkü DGPS yöntemi kullanılarak bu etkiden kurtulunabiliyor ayrıca bunun yanında izin verilenden daha iyi bir hassasiyet elde edilebiliyor. Bu nedenle askeri açıdan; DGPS istasyonlarının yok edilmeleri, kötü kullanıma karşı alınması gerekli tedbirler arasında sayılmaktadır. SA'nın kaldırılması ile güvenlik açısından oluşabilecek risk durumunda, yeni teknolojiler sayesinde GPS sinyalinin yerel olarak bozulabilme imkanı da vardır. Yani istenilen bölgenin sinyali istenildiği sürece bozulabilmektedir. GPS teknolojisi çok çeşitli projelerde kullanım alanı bulmuştur. Bunlardan Araç Takip Sistemleri, içinde GPS'in de yer aldığı bir uygulamadır. Bu sistemin olası bir uygulaması acil durumda olan ticari taksinin yerinin merkezde bulunan sayısal harita üzerinde görülerek en yakındaki emniyet birimince müdahale olanağının sağlanmasıdır. Dikkat çeken en son sivil kullanım yerlerinden biri de şehir içi otobüs ulaşımında hangi otobüsün durağa ne zaman geleceğini durak panolarında gösteren bir sistemdir. Burada ayrıca otobüslerin şehir içindeki işleyişleri de merkezden izlenebilmektedir.

GPS'in yalnızca ABD'nin denetiminde bir sistem olması diğer devletlerin de kendi benzer sistemlerini geliştirip kullanmasına neden olmuştur

1.2.2 GLONASS (Global Navigation Satellite System)



Şekil 1.3 GLONASS Arması.

Hemen hemen GPS'le aynı zamanda, eski adıyla SSCB'nin geliştirdiği benzer amaçlı diğer bir sistem de GLONASS'tır. Mali imkansızlıklar yüzünden GPS kadar sağlıklı işletilmese de halen kullanılan bir sistemdir. Aktif olarak çalışması amaçlanan 24 adet uydudan ancak 9

adeti hizmet verebilmektedir. Bu sistemde yörünge düzlemi üç tane olup her yörünge düzleminde sekiz uydudur planlanmıştır. Bir uydunun yörüngesini tam dolanım süresi 11 saat 16 dakikadır. GLONASS sisteminde de iki frekans bandında yayın yapılmakta olup bunlar, L1 (1602-1615,5 MHz) ve L2 (1246-1256,5 MHz)'dir.

Günümüzde GPS ve GLONASS alıcıları ile yaklaşık 48 uyduya erişim olanağı mevcuttur. Bu ise uyduların sistemlerinin konum belirleme ve navigasyon amaçlı uygulamalarında önemli bir özelliktir. Görüş alanının kısıtlı olduğu yerlerde önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu sayede navigasyon doğruluklarında da önemli iyileşmeler olacağı beklenmektedir. Bu amaçla GPS+GLONASS özellikli alıcılar üretilmeye şimdiden başlanmıştır.

1.2.3.GALİLEO

Henüz tamamlanmayan , ancak karar verilirse 2008 yılında bitmesi amaçlanan , Avrupa'nın küresel yerbulum sistemi de Galileo'dur. Büyük bir yatırım olan bu sistemin, geniş bir kullanıcı kitlesine hitap edeceği beklenilmektedir .

EGNOS , GNSS-1 , GNSS-2 olmak üzere 3 evrede tamamlanması planlanmaktadır . Ayrıca EGNOS'un da kendi içinde , ilk aşaması tamamlanan , 3 aşamada ve 3 konuda hizmet vermesi planlanmaktadır. İlk aşaması konumlama amaçlı olarak, GPS benzeri sinyaller gönderecek, Inmarsat'tan kiralanan 2 uydudur ile kullanıcılara iki ek uydudur imkanı vererek, hava araçlarının navigasyonu gibi kritik uygulamalar için en az 6 adet uydudur görülebilirliğini garanti etmektedir. (GPS'te bu sayı 4'tür). Bütünlük (integrity) sağlama amaçlı ikinci aşamasında GPS, GLONASS ve EGNOS uydularının yerdeki gözlem istasyonlarından hata tahminlerinin yapılarak, bir uyduda sorun yaşandığında, kullanıcılar 10sn içinde bilgilendirilecektir. Bu servis olmasaydı bu süre en az 15 dakika olacaktı. Üçüncü ve son aşamada da, GPS'in standart sağladığı hizmette elde edilebilir konumlama hatasını 5-10 metre kadar iyileştireceği belirtilen, geniş alan sinyal düzeltme hizmeti amaçlanmaktadır. Avrupa kıtasında yere göre durgun erim (geostationary ranging), bütünlük izlenmesi (integrity monitoring) ve geniş alan farksal iyileştirme (wide area differential augmentation) sağlanacaktır. Bu evrenin 2002 tarihinde bitirilmesi amaçlanmaktadır. GNSS-1'de küresel olarak EGNOS, WAAS ve MSAS'nin birleştirilerek hizmet sağlanması ve son evre olacak olan GNSS-2'de de 2.nesil uydudur tabanlı bir konumlama sisteminin tamamlanması amaçlanmaktadır. Avrupa'nın bu sistemi tamamlamak için gerekli teknik ve mali kaynaklar ile gerekli politik istegin var olup

olmadığının ortaya çıkması beklenmektedir. Bazı kaynaklara göre böyle bir sistemin tanımlanma aşamasında alt yüklenicilik yapacak, bu konularda deneyimli, 350-400 mühendislik bir insan gücüne gerek duyulacağı ve bu sayının da Avrupa'da bu konuda şu anda mevcut insan kaynağının sınırlarında olduğu tahmin edilmektedir.

Avrupa Komisyonu (EC) ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından tamamlanması düşünülen Avrupa'nın gereksinimlerini karşılayacak Galileo'nun tanımlanma evresi için iki seçeneğe odaklanıldığı bildirilmektedir: Bunlardan birincisi 21 MEO uydusu ile geniş alan iyileştirme sistemleriyle (WAAS, EGNOS ve MSAS gibi) birlikte çalışabilecek üç GEO uydusundan oluşmasıdır. Diğeri ise 36 MEO ve 9 GEO uydusundan oluşacak tamamen bağımsız bir sistemdir. Burada Galileo'nun avantajı daha önceki sistemlerde elde edilen bilgilerin kullanılması imkanıdır. Örneğin böylece yeni uydu yörüngeleri de GPS'inkine çok benzer olarak seçilmiştir .

Galileo'nun geliştirilmek istenmesinin gerekçeleri şöyle açıklanmaktadır :

- 1-) GPS'in tek başına mevcut hassasiyeti, sağlanması gereken sivil havayolu standartlarını karşılamamaktadır.
- 2-) GPS uydularında oluşabilecek arızaların saptanması ve bu bilginin kullanıcılara bildirilmesi.
- 3-)GPS gibi bir sisteme tek bir devletçe sahip olunması nedeniyle, bu tek başlılığın yaratacağı düşünülen "çeşitli sorunlar".
- 4-)Alternatif bir sistemin mevcudiyetinin ileride oluşabilecek sınırlamaları azaltma ihtimali ve iyi yönde rekabeti geliştireceğinin düşünülmesi. Bu sınırlamalar kapsamında düşünülebilecek olan SA'nın 1 Mayıs 2000 tarihinden itibaren kaldırıldığı bildirilmiştir.

2 GPS ile ARAÇ TAKİP SİSTEMLERİ

Genel olarak, kara, hava ve deniz araçlarında (hareketli ortamlarda) üretilmiş, konum verisinin (GPS verisi); işlenip, depolanarak ya da anlık (Real Time) olarak, uygun bir althık harita üzerinde, zamana bağlı olarak izlenmesidir.

Araç takibinde,sadece araç içinde seyir halinde bulunan kişinin kendi kendisini takip etmesi değil, bir merkezden izlenebilmesi ve yönlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Bunun en önemli faktörü kablosuz veri aktarma sistemidir. Bu çalışmada sistem:

- 1-) Araç (hareketli nesne) Bileşeni .
- 2-) İzleme İstasyonu (Operasyon merkezi).
- 3-) Kablosuz İletişim Ağı olmak üzere üç kısımda incelenmiştir.

2.1 Sistem Özellikleri

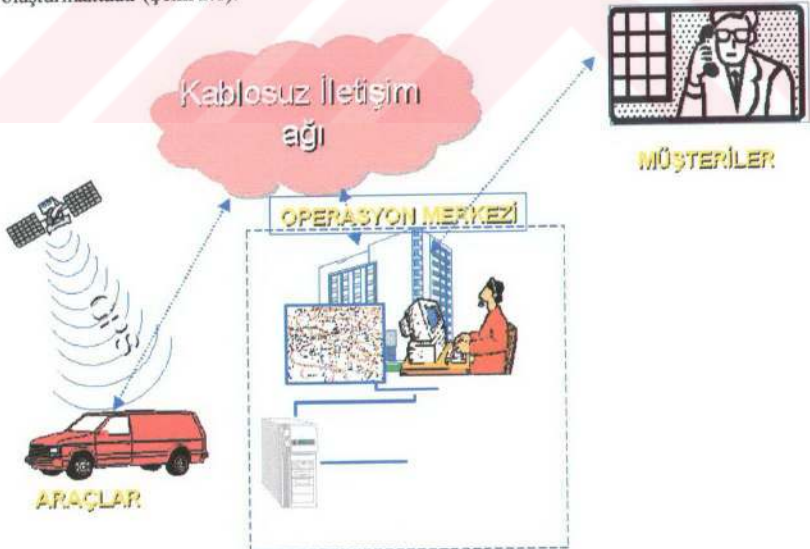
Araç takip sistemlerinin en önemli kısımlarından biri Dünya'ya tek yönlü olarak koordinat bilgisi gönderen GPS Uydularıdır. Her uydu yeryüzüne sabit bir noktanın üzerinde kalacak şekilde dünya ile aynı hızda döner. Üzerindeki atomik saat ile senkronize olan sinyaller gönderir. İkinci bir bileşen ise GPS uydularının göndermiş olduğu sinyalleri algılayabilecek ve koordinat bilgisi olarak çevirebilecek GPS alıcıları veya terminalleridir. GPS alıcıları bir çok tip ve şekilde olabilirler. Alıcıları aynı anda minimum üç GPS uydusundan sinyal alabildiklerinde koordinat bilgisini hesaplayabilirler. Bu hesaplama sonunda enlem (latitude),boylam (longitude) ve yükseklik (altitude) değerleri elde edilir. (+/- 20) metreye varan hassasiyetle yatay konum tespiti yapılabilmektedir. GPS uydularının yaydığı sinyallerin GPS alıcıları veya terminallerince alınması ve koordinat bilgisine dönüştürülmesinden sonra, anlık (online) bir takip sistemi için bu koordinat bilgilerinin izleme merkezine, bir kablosuz iletişim altyapısı kullanılarak aktarılması gerekmektedir. Bu aktarım için günümüzde mevcut uygulamalarda:

- GSM/SMS (Kısa mesaj servisleri)
- Araç telefonları.
- Uydu iletişimi.
- Özel telsiz sistemleri (Trunk telsiz , Sayısal telsiz, Mobitex telsiz gibi).

İletişim altyapıları kullanılmaktadır.

Uygulamanın niteliğine göre, yani takibin yapılacağı coğrafya, araç sayısı, konum bilgisinin aktarım sıklığı ve gönderilecek bilgi yoğunluğu gibi hususlar dikkate alınarak, oluşturulacak çözüm için altyapı seçimi yapılmaktadır.

Araçlarda oluşan koordinat bilgileri, iletişim altyapılarından biri kullanılarak aktarıldığı merkezde ise, ana sunucu üzerinde bulunan bir yazılıma aktarılır. Bu yazılım yine aynı sunucu üzerinde bulunan sayısal haritalar üzerinde, araçtan aldığı koordinat bilgisine göre ilgili noktayı işaretleyerek, mesajın gönderildiği andaki aracın konumunu belirler. İstenildiği takdirde, alınan koordinat bilgileri, zaman, hız, araç plakası, sürücü adı gibi değişkenleri de ihtiva edecek şekilde belirli bir veritabanında saklanabilir ve geriye dönük analiz yapmak veya rota planlaması yapmak için kullanılabilir. Bu veritabanında bulunan verilere göre bir araç rotasında seyrederken ne kadar hız yapmış, nerelerde ne kadar süre duraklamış, belirlenen rotaya sadık kalmış mı ve belirlenen süre aralığında ne kadar yol katetmiş, gibi raporlar çıkarmaya imkan tanıyabilir. Araçlardan alınan verilerin bu şekilde saklanmaması halinde sadece anlık olarak araçların konum ve hızları tespit edilebilir ancak geriye dönük inceleme yapılması mümkün olamaz. Kısaca özetlemek gerekirse, Araçlar üzerinde bulunan GPS alıcıları, GPS uydularından aldıkları koordinat bilgilerini yine araçlar üzerinde bulunan bir kablosuz iletişim modem'i aracılığı ile üzerinde sayısal haritaların ve özel yazılımların bulunduğu bir merkez bilgisayara göndermeleri işlemi, araç takip sistemlerinin temelini oluşturmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Araç Takip sistemi bileşenleri.

Böyle bir sistemin kurgulanmasından sonra, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak için sisteme ilave özellikler kazandırmak mümkündür. Örneğin müşterilerden gelen talepleri anlık olarak belirli araçlara iletme ihtiyacı duyan kurumlar için, merkez ve araçlar arasında mesajlaşmaya imkan tanıyan ilave terminaller ve yazılımlar sisteme eklenebilir. Araçların konumlarının dışında araç üzerinde taşınmakta olan meta ile ilgili değişen bilgilerinde merkeze aktarılmasına ihtiyaç duyan bir izleme için operasyon merkezi yazılımlarında özel uygulamalar yapılabilir.

Takip sisteminde kullanılan sayısal harita, Coğrafi Bilgi Sistemi'nin bir parçasıdır ve takip sistemlerinin amacına göre yapılandırılabilir. Bu kullanılan CBS yazılım paket programının da çeşitli özelliklerde olmasına neden olur. Zamana bağlı konum bilgilerini sabit konum verileriyle karşılaştırma ve yorum yapma imkanı veren CBS yazılımı ve sayısal harita, gün geçtikçe daha da gelişmektedir. Artık veri tabanı ile birlikte çalışan, sorgulanabilir ve en uygun planlama için yorum yapabilme özellikleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu sistemde; araçlar ve harita üzerindeki özelliklerle ilgili sorgulama ve kimi analizler yapılabilmekte ve haritada ki katmanlar isteğe göre tamamen yada sorgulama sonucuna göre kısmen kapatılıp açılabilir.

Araçların güvenliği, sistem kalitesinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi gibi birçok konuda karar verme mekanizmalarına direkt faydası olan bu uygulamanın kullanımı, gelişen GPS ve iletişim sistemleri sayesinde hızla artmaktadır.

2.2 Çok Merkezden Araç İzleme Çözümü

Araç takip uygulamalarında; GPS, çoklu iletişim sistemi, CBS (GIS) yazılımı ve veri tabanı modülleri kullanıldığında izleme merkezinden anlık (real time) takip ve yönlendirme yapmak mümkün olur.

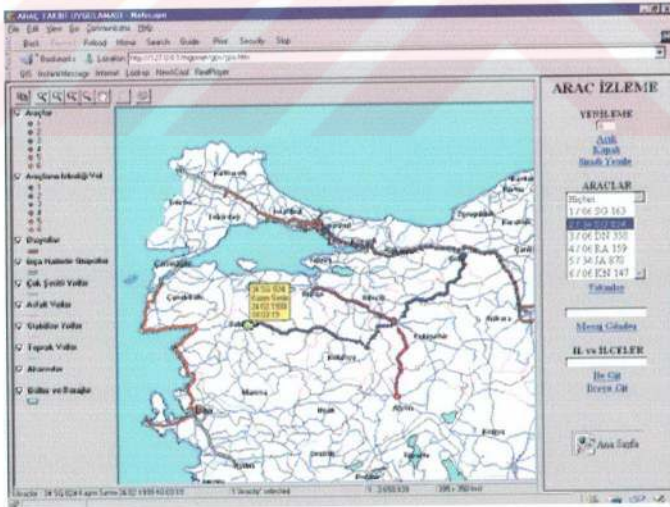
Bu sistemde, CBS yazılım özelliklerine de bağlı olarak ekran karşısında şu işlemler gerçekleştirilebilir.

- Araçların izledikleri yollar ve o anda bulundukları yerleri il, ilçe, sokak bazında belirlenebilir. Belirlenen konum; kullanılan GPS teknolojinin hassasiyetinde olacaktır. Ayrıca araçlar hakkında temel bilgilerde sorgulanabilir.

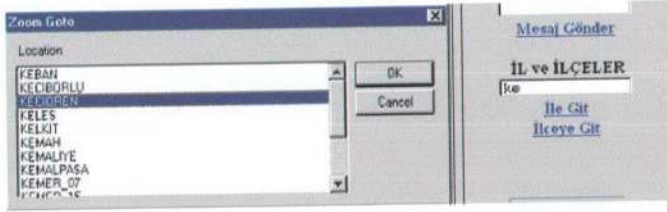
- Bir ilçeye veya acil yardım gereken bir bölgeye, en yakın aracın belirlenmesi ve en çabuk hangi yoldan ulaşılabilceği belirlenebilir.
- Araç konumları istenilen sıklıkta ekran üzerinde yenilenebilmektedir. Listedeki araçlar harita üzerinde bulunabilir. Herhangi bir araca mesajla ulaşılabilir. Trafığe, diğer takip edilen araçlar ve başka etkenlere göre sürücü yönlendirilebilir.

Araç takibi ve yönlendirilmesi sadece CBS yazılımının kurulu olduğu merkezlerde yapılmıyordu. Autodesk firmasının Autodesk MapGuide yazılımı sayesinde, araçların takibi tek merkez yerine, internet bağlantısı olan her yerden yapılabilir hale gelmiştir. Böylece izleme ağının herhangi bir noktasından tüm araçlar kontrol edilebilir. Bu çözümde kimin hangi veriyeye ulaşabileceği, kullanıcı adı ve parola ile sınırlandırılmıştır.

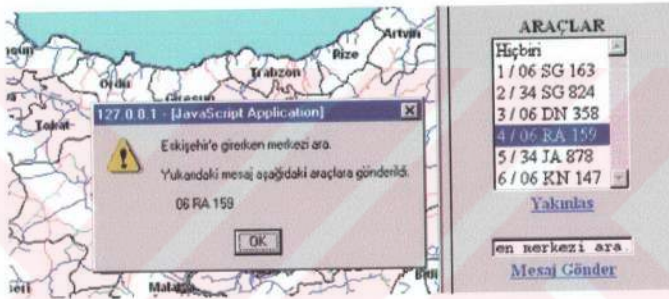
Bu çözümde farklı ihtiyaçlara göre özelleştirmeler yapılabilir. Şekil 2.2’de araç konumları ve o ana kadar izlenen yolun istenilen sıklıkta belirlenebildiği, listeden seçilen araçların haritadan bulunabildiği, herhangi bir araca mesaj gönderilebildiği, seçilen il veya ilçenin görüntülenebildiği bir uygulamanın ekran görüntüleri yer almaktadır.



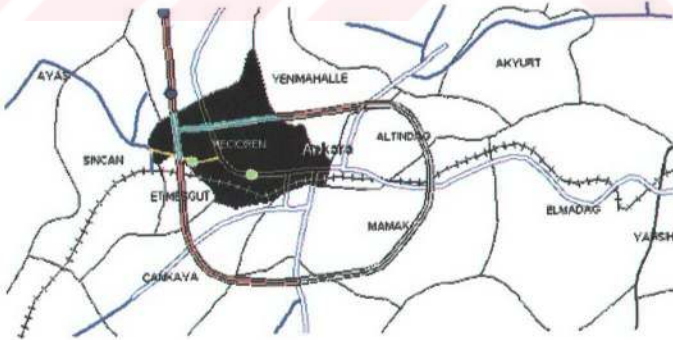
Şekil 2.2 Araç görüntüleri ve izlenen yol .



Şekil 2.3 Kullanıcının il, ilçe, sokak sorgulaması yapabildiği ekran görüntüsü..



Şekil 2.4 Araçlara mesaj gönderilen görüntü.



Şekil 2.5 Sorgulama sonucunda bulunan yer veya aracın yaklaşması.

2.3 GPS'le Araç Takip Sisteminin Kullanım Alanları

- Belediyeler : Toplu taşıma araçları , çöp kamyonları , fen işleri araçları , zabıta , ambulans.
- Acil durum araçları : Sıhhi imdat araçları , yangın söndürme araçları , kurtarma araçları.
- Güvenlik birimleri : Devriye araçları, para ve değerli mal nakil araçları, ceza ve tutuklu taşıma araçları, koruma amaçlı izlenecek araçlar.
- Nakliye araçları : Uluslar arası lojistik hizmet araçları, şehirlerarası ve şehiriçi nakliye kargo ve kurye araçları.
- Kıraya verilen her türlü kara, deniz ve hava araçları.
- Acil durum zamanında merkezi uyarması gerekebilecek her türlü araç: Taksiler, koruma isteyen araçlar.
- İnsan takibi : Arama kurtarma ekipleri, dağcılar ve doğa gezginleri. Bu sistemin uygulama alanları olarak sayılabilir.

2.4 Gerçek Zamanlı (Real Time) Araç Takibi Genel Özellikleri

- Her tip harita üzerinde çalışılabilir.
- Raster ve vektör harita kullanılabilir.
- Harita koordinat sistemi coğrafi,UTM veya yerel sistemde olabilir.
- Araç takibi; bölgesel, şehirlerarası ve ülkeler arası yapılabilir.
- Birden çok aracın takibi aynı anda yapılabilir.
- Araçların hangi adresten geçtikleri görülebilir ve raporlanabilir.
- Aracın bulunduğu yerden, göstereceğiniz adrese en kolay yolun analizini yapıp ekranda göstererek adrese ulaşım bilgisinin alınabilmesi.
- İstenilen araçlara önceden tanımlanan görevlerin atanabilmesi ve araçların bu görevlere uygun olarak gidip gitmediğinin gerçek zamanlı kontrolü yapılabilir.
- Araç belirlenen rotanın dışına çıktı ise belirlenebilir.
- Aracın belirlenen hedef noktalara ulaştığı veya ulaşmadığı belirlenir.
- Aracın belirlenen alan içerisine girip girmediği belirlenir.
- Belirtilen adrese en yakın araç tespit edilebilir ve bu araç hakkında bilgi alınabilir.
- Aracın sinyal gönderme aralıkları merkez tarafından kontrol edilebilir.
- Merkez tarafından önceden belirlenen alanlarda sinyal gönderme aralığı otomatik olarak ayarlanabilir.
- Sinyal gönderip göndermeme, isteğe göre merkez ve/veya araç içerisinden kontrol edilebilir.

2.5 Araç Konum Bilgilerinin Depolanması

Genel Özellikleri

- Sürekli olarak izlenmesine gerek duyulmayan araçlarda, konum bilgilerinin depolanması ve bilgilerin bir bilgisayara aktarılaraq Araç Takip Programı ile sayısal harita üzerinde gösterimi mümkündür.
- Depolanan araç konum bilgilerinin seçilen görevlere göre analizinin yapılması ve raporlanması yapılabilir.
- Kayıtlı araç konum bilgileri analiz edilip, raporlanabilir.
- Belirtilen tarihler arasında seçilen sürücülerin veya araçların konum bilgileri sorgulanabilir (hangi zamanda hangi adreste v.s.).

2.6 Araç Takip Sisteminin Faydaları

Araç takip sistemleri kişi ve kuruluşların özel ihtiyaçlarını karşılamasının yanısıra belirli temel faydaları da bulunmaktadır. Bunlar arasında araç ve sürücü açısından değerlendirildiğinde gelişmiş güvenlik ön plana çıkabilir, herhangi bir problem anında, araçlarda merkezle mesajlaşmaya imkan veren terminaller yok ise, araçlara monte edilecek bir alarm düğmesi ile sürücüler merkeze bilgi aktarabilir, ve aracın konumu tam olarak bilindiğinden yardım gönderilmesi söz konusu olabilmektedir. Ayrıca araçların çalınması halinde de süratle bulunmaları mümkün olabilir. Kurumlar açısından ise etkin bir planlama yapılabilmesi ve araçların bu plan dahilinde yönlendirilmesi ile araçların daha etkin bir rotada seyretmeleri sağlanmakta, bu yolla aynı miktarda araçla daha fazla alana hizmet götürülmesine imkan tanınmaktadır. Bu yolla azalan operasyon maliyetleri gözlemlenmekte, gelen taleplere hızlı reaksiyon vermek mümkün olmaktadır. Sistemin kullanımı ile daha gelişmiş bir planlama ve filo yönetimi sağlanmaktadır. Bunun yanı sıra yazılı bir platforma taşınan iletişim ise sözlü iletişim esnasında yaşanan yanlış anlamaları ortadan kaldırmakta ve gerektiğinde hangi iş emrinin hangi tarih ve saatte kime verildiğinin takibi için kullanılabilir. Bütün bu faydaların sonucunda artan bir müşteri memnuniyetine ulaşılmaktadır.

Araç takip sisteminde bulunan fonksiyon ve özellikleri şöylece sıralayabiliriz:

- Güvenlik, optimizasyon, kontrol ve yönlendirme, veriye anında erişim.

- Araçlar her an şirket merkezi veya dağıtım merkezlerindeki sayısal harita üzerinden semt, cadde, sokak bazında takip edilir.
- Harita üzerindeki takibin, sürekli yapılması sayesinde trafikten kaynaklanan gecikmelerle, sebepsiz gecikmeler kolaylıkla ayırt edilir.
- Her bir araç için iş emri hazırlanıp araçtaki terminale veya yazıcıya gönderilir. Ayrıca iş emirlerinin tamamlandığı otomatik olarak takip edilmiş olur.
- Araçın çeşitli merkezlere uğrama anında, GPS' ten konum bilgisi ve aracın durduğu sinyali alınarak izleme merkezine gönderilir. Böylece anlık olarak araçların doğru adreste, doğru işi yapıp yapmadıkları, izleme merkezinden takip edilmiş olur.
- Her an toplanan veriler bir veri tabanı yönetim sisteminde depolanabilir.
- Araçların günlük katettikleri mesafeler raporlanabilir.
- Araçların iş emirlerine uyumları raporlanabilir.
- Araçların iş emirlerini gerçekleştirme süreleri raporlanabilir.
- Araçların çalışma süreleri raporlanabilir.
- Araçların günlük hareketlerinin banttan izlenebilmesi gibi; yönetimi kolaylaştıracak işlemler yapılabilir.

2.7 Güncel Uygulamalar

Uzun bir süredir uydu altyapıları kullanılarak gerçekleştirilebilen ve özellikle uluslararası nakliye firmalarının kullanmakta olduğu araç takip sistemleri, öncelikle ilk yatırım maliyetleri bakımından daha ucuz ve operasyonel maliyetler bakımından da kullanıma bağlı olarak belirli avantajlar sağlayan GSM ve Mobitex altyapıları üzerinde çalışan çözümlerin yaygınlaşması ile son yıllarda daha fazla talep görür hale gelmişlerdir. Araç takip sistemlerinin özellikle bankacılık sektöründe yaygın bir biçimde kullanımı söz konusudur. Türkiye'nin önde gelen bankaları zırhlı para taşıma araçlarını takip etmekte, şubelerden gelen nakit taleplerini anında en yakın araca yazılı olarak iletebilmektedirler. Aracın şubeye saat kaçta vardığını, ne miktarda nakit bıraktığını, neler aldığını, bu işlemleri ne sürede gerçekleştirdiğinin takip edilmesi söz konusudur. Bu yolla daha önce özellikle cep telefonu kullanılarak sağlanan sözlü iletişimin %90 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Bankacılık sektörünün dışında bir kaç yıl önce teknik servis araçlarının takibi ve yönlendirilmesi için benzer bir uygulamaya IGDAŞ geçmiştir. Müşterilerden gelen şikayetleri, müşterilerine en yakın olan araca iletmekte ve ilgili probleme çok kısa bir sürede müdahale edebilmektedir. Bu yolla çağrı merkezince alınan şikayetlerin hangi bölgelerde yoğunlaştığı, bu problemlere ne kadar zaman içinde müdahale

edildiği, giderilmesinin ne kadar sürdüğü ve hangi malzemelerin kullanıldığı takip edilebilmekte, stok kontrol programları ile eşlenerek ikinci bir kontrol yapılması söz konusu olmaktadır. Ayrıca istatistiki analizlerle olası problemlere karşı daha etkin planlama ve koordinasyon sağlanabilmektedir. Bu tip sık konum bilgisi gönderiminin ve merkez-araç arası yoğun mesajlaşmanın söz konusu olduğu şehir içi uygulamalarda çoğunlukla GSM altyapıları kullanılmaktadır.



3 ARAÇ (HAREKETLİ NESNE) BİLEŞENİ

Anlık takip sistemlerinden beklenenlere göre, araçtaki donanımlar değişiklik gösterebilir. Genel olarak araçta şu donanımlar bulunur.

- Uydulardan gerçek zamanlı enlem, boylam ve elipsoid yüksekliği bilgilerini alan GPS alıcı ünitesi. Konum belirlemede değişik ölçme metodları ve alıcıları kullanılabilir. Çoğu takip işlerinde bir Mobil GPS alıcısı yeterli olmaktadır.
- Veri iletişimi ve haberleşmeyi sağlayan kısım: İletişimde GSM şebekesi üzerinden SMS alıp vermek için GSM radyo modemler kullanılır. Telsiz veya uydu iletişim altyapıları kullanılacaksa yine bu sistemlere ait radyo modemler kullanılmaktadır.
- Araçta bulunan veri tabanı kısmı (Bu kısma araç konum denetçisi de denilmektedir): Araca monte edilen bütün ünitelerin koordinasyonunu sağlayan, gerekli dönüşümleri yapan, ayrıca araçtan otomatik olarak toplanacak çeşitli sinyalleri alan ve araçtaki bazı noktaları merkezden kumanda etme imkanı sağlayan programlanabilir özellikte bir ünitedir. VLC kutusu içindedir ve bir mikroişlemci bulundurulur. Ayrıca VLC ana kartına çeşitli sensör ve kontrol kartları takılarak birçok uygulamada kullanılabilir olması sağlanmıştır. Bu kutu dışarıya RS232 seri portları ile bağlıdır. Bu portlardan birisi genelde radyo modeme bağlıdır. Diğer yazılım güncelleme ve özel amaçlı uygulamalarda kullanılabilir.
- Ekran ve yazıcı: İzleme merkezi ile araç arasında iki yönlü mesaj alış verişini sağlayan ve gerektiğinde mesajların yazıcıdan basılmasını sağlayan kısımdır. Çoğunlukla gerçek zamanlı izlemelerde; merkez istasyonla hareketli araç arasındaki bilgi alışverişini sağlamak için sisteme eklenir.
- Antenler: GPS anteni, seçilen radyo modem cinsine göre telsiz veya uydu antenleri aracın dışına monte edilmektedir.

Araç takip sisteminin en önemli ünitesi uydu bazlı konum belirleme sistemidir. Günümüzde gelişimini tamamlamış ve navigasyonel çözümlemede en uygun doğruluğu veren uydu bazlı konumlama sistemi GPS'dir. Bu nedenle GPS'in özellikleri aşağıda belirtilmektedir.

3.1. GPS (Global Positioning System)' in Genel Özellikler

Askeri amaçlı kullanılmak amacıyla geliştirilen GPS 'in sivil amaçlı kullanımı daha büyük boyutlara ulaşmıştır (%90). Ücretsiz sivil kullanımın da 2005 yılına kadar garanti edildiği belirtilmektedir. En fazla ve gelişmekte olan kullanım alanı kara, deniz ve hava araçlarının navigasyon sistemleridir. Bunun dışında kritik uygulamalarda GPS tek başına kullanılamamakta fakat bir destek aracı olarak hizmet vermektedir (GPS-INS gibi).

GPS sistemi konum, hız ve zaman bilgisini (UTC, Universal Time Coordinated) doğru, sürekli, küresel ve üç boyutlu olarak uygun alıcı donanımına sahip kullanıcılara sunmaktadır. GPS sistemi Uzay Bölümü, Kontrol Bölümü ve Kullanıcı Bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Uzay Bölümü, dünya yüzeyinden yaklaşık 20 200 km yükseklikte 6 yörüngede, her birinde 4 adet olmak üzere 24 adet uydudan oluşmaktadır (Şekil 3.1). Her uydudan dünya etrafındaki bir turu 11 saat 58 dakikada tamamlamaktadır.



Şekil 3.1 GPS uyduları

Kontrol Bölümü, ana denetim istasyonu ve dünya üzerinde dağılmış uyduların sağlıklı çalışmasını izleyen gözlem istasyonlarından oluşur. Ana denetim istasyonu izleme ve uyduların yerleşimini yönetme ile navigasyon verisinin güncellenmesinden sorumludur. Kullanıcı Bölümü GPS uydularının kodlarını çözebilecek özel alıcılardan oluşmaktadır. GPS sınırsız sayıda kullanıcıya hizmet verebilir. GPS alıcıları pusulaya benzer şekilde pasif olarak çalışan L-band radyo alıcılarıdır. GPS sistemi tek yönlü olarak ulaşma zamanının ölçümü ve uyduların uzaklıklarının belirlenmesi ilkesine göre çalışır.

3.1.1 GPS Uydusu Sinyal Yapısı

Uydular, yayınlarında üzerlerinde bulunan çok yüksek doğruluklu ve GPS zamanıyla senkron olan atomik saati referans alırlar. Uydular kod bölümleri çoklu erişim (code division multiple access) tekniğini kullanarak L1(1575,42 MHz frekansta ve 0.190m dalga boyunda) ve L2(1227,6 MHz frekansta ve 0.244m dalga boyunda) olmak üzere iki frekansta mesafe kodu

ve navigasyon verisi yayınlar. L1 (Link1) ve L2 (Link 2) bantları, bir radyo sinyali olan L bandı üzerinden yayınlanır. Bu nedenle GPS alıcıları tek frekanslı (sadece L1 frekansını alan) alıcılar ve çift frekanslı (L1 ve L2 frekansını alabilen) alıcılar olmak üzere iki çeşittir. L1 ve L2 sinyalleri de özel kodlarla modüle edilirler. Bu kodlara PRN (Pseudo Random Noise) denir. PRN kodları C/A kod ve P kodlarıdır. L1 taşıyıcısı C/A kod ve P kodu ile , L2 taşıyıcısı P kodu ile modüle edilir. Çift frekans sayesinde İyonosferik kırılma gibi ana hata kaynakları etkisiz hale getirilmiş olur.

Çizelge 3.1 Bir GPS sinyalinde bulunan kodlar ve navigasyon mesajının, frekans ve dalga boyuna göre karşılaştırmaları.

	Frekans	Dalga Boyu
Temel Frekans (L)	10.23 MHz	30 m
L1 Taşıyıcısı	1575.42	19 cm
L2 Taşıyıcısı	1227.60	24 cm
P-Kodu	10.23	30 m
C/A Kodu	1.023	300 m
Navigasyon Mesajı	50 Hz	

Navigasyon verisi, alıcının, uydunun yerini yayını anında belirlemek için gerekli bilgiyi içerir. Bununla birlikte uzunluk kodları da uydunun yayımının kullanıcıya geliş süresini belirlemede kullanılır. Böylece uydu-kullanıcı arası uzaklık belirlenmiş olur. Alıcılarda; fiyat ve diğer etkenler dikkate alındığında, uydularda kullanılan yüksek doğruluklu, pahalı saatler yerine kristal saatler kullanılır. Bu durumda kullanıcının enlem, boylam, yükseklik ve saatinin offseti bilinmeyenleri için dört uyduya gerek duyulur (dört bilinmeyenli dört denklem). Bu bilinmeyenlerden kaç tanesi önceden biliniyorsa dört uydudan o kadar eksik uyduya gerek var demektir.

3.1.2 GPS Konumlama Servisleri

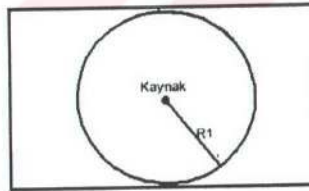
GPS iki farklı kalitede hizmet sunmaktadır: Standart Yerbulum Servisi (SPS) ve Hassas Yerbulum Servisi (PPS). Bunlardan SPS sivil kullanım için belirlenmişken, PPS askeri amaçlı olarak kullanılmaktadır. PPS' ye erişim çeşitli özelliklerle denetlenerek, kullanımına sınırlama getirilmektedir.

PPS(Precise Positioning Service) de yatay düzleminde 22m (%95) ve düşeyde 27,7m (%95)'lik bir doğruluk değeri belirlenmiştir. Bu değerler bir noktada yapılan tüm konum belirlemelerin %95'inin o noktayı merkez alan 22m yarıçaplı dairenin belirlediği alanın içinde olacağını göstermektedir. PPS'in sağladığı zaman transfer doğruluğu 200nsn (%95) ve hız ölçüm doğruluğu da 0,2m/sn dir.

SPS (Standard Positioning Service) de yatay düzlemde 100m (2drms,%95) ve düşeyde 156m (%95) duyarlılıklarında hizmet vermekteydi. SPS' in düşük doğruluğunun en başta gelen nedeni A.B.D. Savunma Bakanlığı'nın SPS verisine uyguladığı SA (Selective Availability) yönteminden kaynaklanıyordu. Bundan amaçlanan SPS 'in konum belirleme doğruluğunun PPS'le aynı düzeye gelmesini önlemektir. Fakat ABD ,1 Mayıs 2001 tarihi itibarı ile SPS'de SA bozucu etkisini kaldırmıştır. Böylece SPS' le (sivil kullanıcılarda) yaklaşık on kat daha hassas çalışma imkanı doğmuştur.

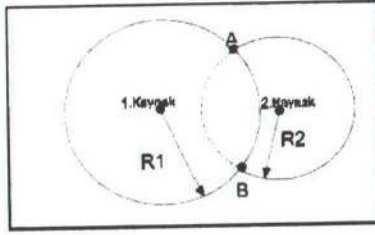
3.2 Konum Belirlemenin Temel İlkesi

İki boyutlu olarak düşünersek, bir sinyal kaynağının saati ile saatimiz senkron ise ve sinyal kaynağının konumunu önceden biliyor isek kaynağın yaydığı sinyalin bize geliş süresini ölçüp bu değeri bulunduğu ortamdaki yayılma hızı ile çarptığımızda kaynağa olan uzaklığımızı bulabiliriz. Bu sinyal havada yayılan bir elektromanyetik dalga olduğundan, hızı ışık hızına eşit olmaktadır.

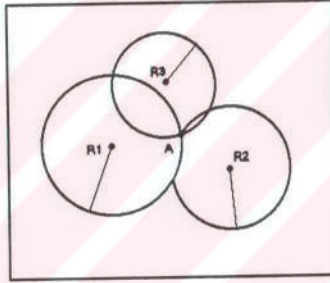


Şekil 3.2 Bir noktadan konum belirleme.

Bu durumda ortaya çıkan konumumuz tek bir nokta değil, merkezi ilgili sinyalin kaynağı olan ve çapı daha önce hesaplanan uzaklık olmak üzere bir daire olacaktır (Şekil 3.2). Eğer ikinci bir sinyal kaynağı varsa aşağıdaki durum söz konusudur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 İki noktadan konum belirleme.



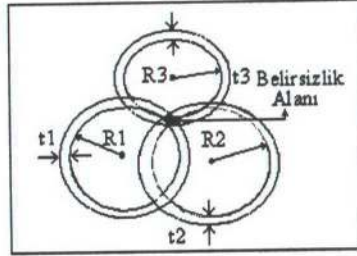
Şekil 3.4 Üç noktadan konum belirleme.

Eğer üçüncü bir kaynak daha kullanılırsa çözüm bir nokta (A noktası) olacaktır (Şekil 3.4). Yukarıda belirtilen örneği üç boyutta ele alırsak, tek sinyal kaynağının oluşturduğu çözüm kümesi kürenin yüzeyi, iki sinyal kaynağının oluşturduğu çözüm kümesi bir daire, üç sinyal kaynağının oluşturduğu çözüm kümesi de iki nokta olacaktır. Dünya üzerinde bir kullanıcı içinde bu iki noktadan en yakın olanı çözüm olarak alınmaktadır.

Yukarıda belirtilen konumlama yöntemi ideal bir duruma karşılık gelmektedir; sinyal kaynağı ile kullanıcı saatleri tam anlamıyla senkrondur, sinyal kaynaklarının yeri hassas olarak bilinmektedir ve sinyalin yayıldığı ortamdaki hızı değişmemektedir.

Eğer bu varsayımlardan yalnızca birisinin, sinyal kaynakları ve kullanıcı saatleri arasındaki senkronizasyon bozukluğu (offset) dikkate alınıp sırasıyla t_1 , t_2 ve t_3 ile belirtilir ise bunlara

karşılık gelen uzaklıklar $t1xc$, $t2xc$, $t3xc$ (c : ışık hızı) olacaklardır (örneğin 1 mikrosaniyelik bir fark 300m'lik bir hataya neden olabilmektedir). Bu durum da bir belirsizlik alanı ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Belirsizlik alanı.

3.2.1 PRN (Pseudo Random Noise) Kodları İle Konum Belirleme

GPS uydusu yayınlarında DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) modülasyonu kullanılmaktadır. DSSS, uzunluk sinyalleri ve navigasyon verisinin yayımı için bir yapı oluşturmaktadır. Mesafe sinyalleri uydusu taşıyıcı frekansını BPSK (Binary Phase Shift Key) olarak modüle eden PRN kodlarıdır.

Her GPS uydusu; C/A-kod ve P-kod olmak üzere iki tür PRN kodu yaymaktadır. C/A (coarse/acquisition) kodu 1-msn periyotlu 1023 chip'ten (bu kodlar veri taşımadıklarından 'bit'ten farklı olması için literatürde 'bit' yerine 'chip' kavramı kullanılmaktadır) oluşan chip frekansı 1.023MHz olan ve sürekli olarak tekrarlayan bir koddur, bununla birlikte P-kod chip frekansı 10,23MHz olan 7 gün uzunluğunda ve her Cumartesi'yi Pazar'a bağlayan gece yarısı tekrarlayan bir koddur.

3.2.2 Navigasyon Mesajı

Her bir GPS uydusunun sürekli olarak yayınladığı navigasyon mesajı (Nav-msg) hem P kodunda hem de C/A kodunda bulunan 50 bps (bit/sn, bit per second) hızında bir iletidir. Nav-msg her biri 1500 bit'ten oluşan 25 veri çerçevesinden oluşmaktadır. Dolayısıyla bir

alıcının bir veri çerçevesini alması 30 sn, tüm mesajı alması da 12,5 dk sürmektedir. Her bir veri çerçevesi 5 alt çerçeveden oluşur.

Bu alt çerçeveler;

- Saat düzeltmeleri
- Efemeris düzeltmeleri
- Efemeris bilgileri
- Almanak bilgisi
- Mesajlar, mesaj kontrol bilgileri, iyonosfer, UTC 'dir

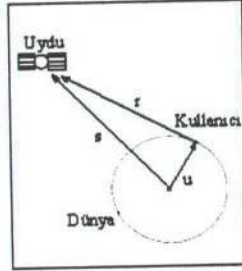
Bu beş veri 1., 2. ve 3. Alt çerçevelerdeki 900 bit'lik veri her 25 veri çerçevesinde de yinelenmektedir. Böylece alıcının navigasyon iletisini 30sn içinde alabilmesi sağlanmaktadır. Navigasyon iletisi; yayımın GPS sistem zamanı, C/A koddan P koda geçmek için kullanılan HOW verisi, yörünge ve saat düzeltme verisi ile almanaktan oluşmaktadır.

3.2.3 Navigasyon Amaçlı Konum Belirleme

Navigasyonun amacı anlık konum ve hızın belirlenmesidir. Hareket eden bir aracın konum ve hızının belirlenmesi GPS sinyallerini alıp değerlendiren alıcılarla mümkündür. GPS sistemi: uyduların bilinen konumlarından kara, hava ve deniz araçlarına olan uzaklıklarının ölçülmesi esası ile çalışır. Navigasyon amaçlı konum belirleme, C/A ve P kodları yardımıyla, uydu-alıcı uzaklıklarının hesaplanmasıyla belirlenir.

GPS ile iki ana konum belirleme yöntemi vardır. Bunlar mutlak konumlama (absolute / point positioning) ve bağıl (relative positioning) konumlandırma. Tek alıcı ile dört yada daha fazla uydudan kod ölçüleri yapılarak, uzay geriden kestirme yöntemi ile koordinat hesaplanır. Hesaplanan koordinatlar istenilen sisteme dönüştürülebilir. Bu yöntemle SPP ile 20m doğruluğa ulaşmak mümkündür ve buda navigasyon amaçlı ölçmelerde yeterli olur. Bağıl konum belirlemelerde, koordinatları bilinen noktadaki alıcıdan faydalanarak koordinatları bilinmeyen bir noktadaki alıcının konumu belirlenir. Aynı uyduları gören alıcılarda 10 km'ye kadar bağıl konumlandırma mümkündür.

3.2.4 Uydu Kullanıcı Mesafesinin Belirlenmesi



Şekil 3.6 Uydu kullanıcı mesafesinin belirlenmesi.

Kullanıcının konumunu ECEF (Yer merkezli) koordinat sistemi orijinine göre belirleyen $\underline{u}$ vektörünü bulmak istiyoruz (Şekil 3.6). Burada $\underline{r}$ vektörü kullanıcıdan uyduya olan vektör, $\underline{s}$ de uydunun konumunu yine ECEF orijinine göre tanımlayan vektördür. $\underline{s}$ vektörü uydunun gönderdiği kendi yörüngesine ilişkin veriden belirlenebilmektedir. $\underline{r}$ mesafesi uydunun oluşturup gönderdiği PRN kodun yayılım süresi hesaplanarak bulunabilir. Örneğin t_1 anında uydunun gönderdiği kodun t_2 anında kullanıcıya ulaştığı varsayılırsa yayılım süresi $t_2 - t_1$ olacaktır. Üç boyutta kullanıcı konumu ve saat kayması belirlenmesi için dört uydudan alınan ölçümler yeterli olmaktadır.

Saat hatasının ve atmosferik etkilerin olmadığı bir ortamda uydu alıcı arasında sinyalin katettiği zaman farkı yaklaşık uzunluk (Pseudorange) olarak tanımlanır. Uydu ile alıcı arasında ki gerçek uzunluk (true range) saat senkronizasyonu, atmosferik düzeltmeler getirilerek hesaplanır.

Pseudorange uzunluk:

$$\rho_{R-S} = c (t_R - t_S) \quad (3.1)$$

eşitliği ile elde edilmektedir. Gerçekte ise yukarda bahsedilen iki varsayım sağlanmadığından Pseudorange için genel eşitlik ;

$$c [(t_R + \Delta t_R) - (t_S + \Delta t_S)] = \rho_{R-S} + I_{R-S} + T_{R-S} \quad (3.2)$$

ile verilmektedir. Tekrar düzenlenirse;

$$c (t_R - t_S) = \rho_{R-S} + (\Delta T_R) c + I_{R-S} + T_{R-S} \quad (3.3)$$

eşitliği elde edilir.

Burada;

t_s ; uydu saati zamanı

t_R ; alıcı saati zamanı

I_{R-S} ; iyonosferik etki

T_{R-S} ; troposferik etki

Δt_S ; S_i uydu saatinin GPS zaman sisteminden olan farkı

Δt_R ; R_i alıcı saatinin GPS zaman sisteminden olan farkı

c ; ışık hızı $c=299\,792\,458$ m/sn

ρ_{R-S} ; uydu ile alıcı arasındaki t_i epoch 'undaki toposentrik uzaklığı gösterir.

$$\rho_{R-S} = |S - R|$$

$R = (X_R, Y_R, Z_R)$ alıcı koordinatları

$S = (X_S, Y_S, Z_S)$ uydu koordinatları olmak üzere;

$$\rho_{R-S} = |S - R| = \sqrt{[(X_S - X_R)^2 + (Y_S - Y_R)^2 + (Z_S - Z_R)^2]} \quad (3.4)$$

$$c (t_R - t_S) = |S - R| + c (\Delta t_S - \Delta t_R) + I_{R-S} + T_{R-S}$$

şeklini alır.

Uydu konumunun yörünge bilgilerinden belli olduğu kabul edilirse;

$$c (t_R - t_S) = |S - R| + c (\Delta t_S - \Delta t_R) + I_{R-S} + T_{R-S} \quad (3.5)$$

eşitliğinde 7 bilinmeyen kalır bu bilinmeyenler;

- uydu ve alıcı saat hataları (2 bilinmeyen)
- alıcı anteni koordinatları (3 bilinmeyen)
- iyonosferik etki (1 bilinmeyen)
- troposferik etkidir (1 bilinmeyen).

Uydu saatleri sürekli olarak kontrol altındadır ve uydu saati hataları kontrol bölümü tarafından hesaplanarak düzenli bir şekilde uydu mesajlarına yüklenir, böylece bu hata bilinmeyen olmaktan çıkar. Ancak alıcı saatleri (kuartz saatler) için anlık hatalar belirsizdir. Dolayısıyla ölçülen uzunluk gerçekte saat senkronizasyon hatasını (clock bias) da bilinmeyen olarak içermektedir. Düşük doğruluk isteyen çalışmalar için bu saat hataları ihmal edilebilir veya genellikle hesap sırasında, saat kayıklığı parametreleri koordinatlarla birlikte bilinmeyen olarak alınıp çözülmektedir.

İyonosferik ve troposferik etkiler atmosferik modellerle elimine edebilir. Böylece geriye 4 bilinmeyen kalmaktadır. Söz konusu bu 4 bilinmeyenin çözülmesi için ise 4 uyduya eş zamanlı olarak yapılmış 4 pseudorange ölçüsüne gerek vardır.

Böylece sonuç eşitlikleri ;

$$\begin{aligned}
 \rho_{R-S1} &= |S_1 - R| = \sqrt{[(X_{S1} - X_R)^2 + (Y_{S1} - Y_R)^2 + (Z_{S1} - Z_R)^2]} + c\Delta t_R \\
 \rho_{R-S2} &= |S_2 - R| = \sqrt{[(X_{S2} - X_R)^2 + (Y_{S2} - Y_R)^2 + (Z_{S2} - Z_R)^2]} + c\Delta t_R \quad (3.6) \\
 \rho_{R-S3} &= |S_3 - R| = \sqrt{[(X_{S3} - X_R)^2 + (Y_{S3} - Y_R)^2 + (Z_{S3} - Z_R)^2]} + c\Delta t_R \\
 \rho_{R-S4} &= |S_4 - R| = \sqrt{[(X_{S4} - X_R)^2 + (Y_{S4} - Y_R)^2 + (Z_{S4} - Z_R)^2]} + c\Delta t_R
 \end{aligned}$$

olup matris şeklinde gösterimi;

$$A * x = L$$

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial p_{R-S1}}{\partial X_R} & \frac{\partial p_{R-S1}}{\partial Y_R} & \frac{\partial p_{R-S1}}{\partial Z_R} & 1 \\ \frac{\partial p_{R-S2}}{\partial X_R} & \frac{\partial p_{R-S2}}{\partial Y_R} & \frac{\partial p_{R-S2}}{\partial Z_R} & 1 \\ \frac{\partial p_{R-S3}}{\partial X_R} & \frac{\partial p_{R-S3}}{\partial Y_R} & \frac{\partial p_{R-S3}}{\partial Z_R} & 1 \\ \frac{\partial p_{R-S4}}{\partial X_R} & \frac{\partial p_{R-S4}}{\partial Y_R} & \frac{\partial p_{R-S4}}{\partial Z_R} & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \partial X_R \\ \partial Y_R \\ \partial Z_R \\ \partial \Delta t_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_{R1-S} - (\rho_{R1-S})_0 \\ \rho_{R2-S} - (\rho_{R2-S})_0 \\ \rho_{R3-S} - (\rho_{R3-S})_0 \\ \rho_{R4-S} - (\rho_{R4-S})_0 \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

$$\frac{\partial p_{R-S}}{\partial X_R} = \frac{X_S - X_{R0}}{\rho_{R0-S}}$$

$$\frac{\partial p_{R-S}}{\partial Y_R} = \frac{Y_S - Y_{R0}}{\rho_{R0-S}} \quad (3.8)$$

$$\frac{\partial p_{R-S}}{\partial Z_R} = \frac{Z_S - Z_{R0}}{\rho_{R0-S}}$$

ile verilmektedir.

Söz konusu 4 eşitlikten yararlanarak alıcı saati hatası da alıcı koordinatları ile birlikte hesaplanmaktadır. Bu yöntemle alıcılarda pahalı otomatik saatler yerine daha ucuz olan kuartz kristali saatlerinde kullanılabilme olanağı sağlanmış olmaktadır.

Gönderici saat ile alıcı saatin kusursuz olarak eş zamanlı çalışması mümkün değildir. Her bir uydudan yüksek presizyonlu, stabil ve yüksek maliyetli atomik saat içerirken alıcılarda bu özellikteki saatler bulunamaz. Bundan dolayı da zaman aralığının buna bağlı olarak da uzunluğun hesaplanmasında hata olur ve bu hatayı içeren uzunluğa “Yaklaşık Uzaklık” (Pseudo Distance) denir. Uydudan alıcı arasındaki 1 mikrosaniyelik bir senkronizasyon hatası uydudan alıcı uzaklığında yaklaşık olarak 300 m'lik bir sapmaya neden olmaktadır. GPS uyduları arasındaki senkronizasyon 20 nanosaniye, GPS zamanı ile UTC (universal time coordinated) zamanı arasındaki senkronizasyon 100 nanosaniye mertebesinde.

Multipath, adından da anlaşılacağı gibi uydudan çıkan sinyalin (yansımadan dolayı) birden fazla yol izleyerek alıcıya ulaşmasını ifade eder. Bu gelen dolaylı sinyaller bozucu etki yaparlar. Yerdeki alıcı civarındaki yansıtıcılar yeryüzünün kendisi (kara veya deniz), binalar,

ağaçlar olabilir. Yansıma etkisi ölçülerde çok sayıda faz sıçramasına (cycle slips) neden olur. Işınlardan uydudan çıkarken aynı çıkış zamanına sahip iken, yansımadan ötürü farklı uzunluklarda yol izleyerek alıcıya ulaşacakları için alıcıya bir miktar kod ve taşıyıcı faz kayıklıkları ile ulaşırlar. Multipath etkisindeki sinyal yolu, direk alıcıya gelmiş sinyal yoluna göre genellikle daha uzun olur. Yansıyan sinyalin gücü, yansıtıcının zayıflatma özelliğinden ötürü orijinalinden daha zayıftır. Yansıma yüzeyine geliş açısı ne kadar küçükse zayıflatma gücünde o kadar fazla olur. Bu sebeptendir; yükseklik açısı küçük olan uyduların alıcıya gelen sinyallerindeki multipath etkisi daha fazladır.

Multipath, pseudorange kod ölçülerini daha fazla etkilemekte olup bu etkilemenin büyüklüğü Pseudorange gözlemleri için 10 m, faz gözlemleri için genel olarak birkaç cm yi geçmez ve uygun anten düzenleri ile bu değer birkaç mm ye düşürülebilmektedir.

Yansıma etkisi, alıcı antenin teknik özelliğine, anten çevresinin elektromanyetik dalga için yansıma katsayısına ve çevresinin geometrik karakterine bağlıdır. Yansıma etkisini önlemek için üretilen jeodezik amaçlı antenler, zeminden yansıyarak gelen sinyallere karşı duyarlıdır (choke ring) ayrıca alıcının çok yakınında yansıtıcı yüzeylerin olmamasına dikkat edilmelidir.

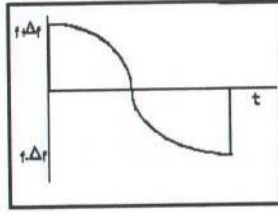
3.2.5 Hız Ölçümü

GPS, kullanıcı hızının üç boyutlu olarak belirlenebilmesini olanaklı kılmaktadır. Bu amaçla birkaç yöntem kullanılmaktadır. Bazı alıcılarda hız, kullanıcı konumunun yaklaşık bir türevi alınarak saptanmaktadır.

$$du/dt \sim [u(t_2) - u(t_1)] / (t_2 - t_1) \quad (3.9)$$

Bu yaklaşım kullanıcı hızının seçilen bir zaman aralığında sabit ve $u(t_2)$ ve $u(t_1)$ konumlarındaki hataların $u(t_2) - u(t_1)$ farkı ile kıyaslandığında görece olarak küçük olabildiği koşullarda geçerlidir .

Bir çok modern GPS alıcısında hız ölçümleri taşıyıcı fazı ölçümlerinin işlenmesi ile yapılmaktadır. Böylece uydudan alınan sinyalin kullanıcıya göre Doppler kayması hesaplanmaktadır. Kullanıcı hareketsizken alınan bir Doppler frekansının durumu (Şekil 3.7)'de görülmektedir.



Şekil 3.7 Alıcı hareketsizken alınan Doppler frekans grafiği.

3.3 Konum Belirlemede Hata Kaynakları

GPS ile yapılan pseudorange ölçümlerinde karşılaşılan başlıca hata kaynakları: uydu saati hataları, uydu yörünge tayini (ephemeris) hataları, rölativistik etkiler, atmosferik etkiler (İyonosferik ve troposferik gecikme), almanca gürültüsü, yansıma ve gölgeleme etkileridir. Tüm bu hataların kullanıcı eşdeğer mesafe hatasına (UERE) göre 1σ standart sapmaları PPS ve SPS alıcıları için Çizelge 3.2'de görülmektedir.

Çizelge 3.2 GPS hata kaynakları ve dağılımı.

Hatanın Kaynaklandığı Bölüm	Hata Kaynağı	PPS 1σ hata (m)	SPS 1σ hata (m)
Uzay	Uydu saati	3.0	3.0
	Yörünge sapması	1.0	1.0
	SA	0.0	32.3
	Diğer	0.5	0.5
Denetim	Yörünge tayini	4.2	4.2
	Diğer	0.9	0.9
Kullanıcı	İyonosferik gecikme	2.3	5
	Troposferik gecikme	2.0	1.5
	Almanca gürültüsü	1.5	1.5
	Çokyolluluk (Multipath)	1.2	2.5
	Diğer	0.5	0.5
UERE ⁽¹⁾	Toplam (rss ⁽²⁾)	8.8	33.3

(1) User Equivalent Range Error (2) Rootsum square

Çizelge 3.2'de verilen tüm bu etkilerin yanında kullanıcının konum belirleme için kullandığı uyduların oluşturduğu geometriden kaynaklanan (DOP: Dilution of Precission) parametresi de etkilidir. Uygun seçilmiş bir uydu geometrisi için PDOP parametresinin genellikle 2-6 değerleri arasında olması istenir. Kısaca bir alıcıdan itibaren izlenen uydu yolu üzerinde birim kürenin oluşturduğu çokgenin hacmi ne kadar büyüksse konum belirleme doğruluğu o kadar artacaktır. Bu bilgi navigasyon çözümünde, normal denklemler matrisine dayalı olarak GDOP (Geometric Dilution of Precision) adıyla elde edilir.

Sonuç olarak (GPS konumlama hatası)= (Geometri faktörü) X (Pseudorange hata faktörü) olarak ifade edilebilmektedir.

3.4 DGPS

DGPS (Differential GPS) adıyla bilinen bir teknik kullanılarak SA' sız bir SPS' ten daha iyi doğruluk değerleri elde etmek mümkün olmaktadır.

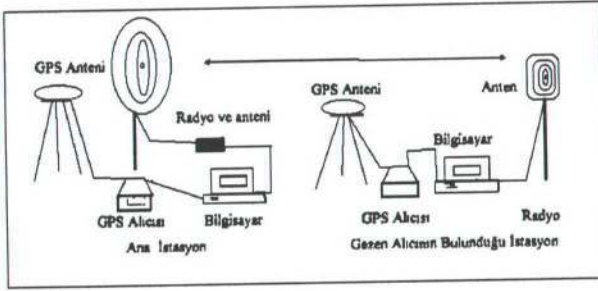
En son geliştirilen ölçme yöntemlerinden birisi Diferansiyel GPS olup; yine klasik GPS esasları üzerine oturtulmuş bir ölçme tekniğidir. Klasik GPS'ten daha hızlı ve doğru sonuçlar sağlayabilen, yeni teknik ve yöntemlerle desteklenmiş, daha geniş uygulama alanı olan bir ölçme tekniğidir.

Uyduların yerin merkezine olan uzaklıkları dikkate alındığında, yeryüzünde birbirine yakın noktalarındaki hata değerlerinin yaklaşık aynı olacağı söylenebilir. Bu varsayım ışığında DGPS, GPS uydu sinyallerinden yararlanarak konumu daha önceden yermerkezcil bir sistemde (WGS-84) yüksek doğrulukta belirlenmiş bir ana noktadaki alıcıda hesaplanan düzeltme değerlerinin kullanılarak, 0-500 km uzaklıktaki, diğer alıcıların hatalı konumlarının da aynı düzeltme değerinin eklenmesi suretiyle iyileştirilmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir, (Kınık ve diğerleri, 1995).

Düzeltilme değerleri etki alanındaki GPS alıcılarına; RTCM SC-104 formatında iletilir.

DGPS düzeltme mesajları, Denizcilik Hizmetleri Radyo Teknik Kurulu (Radio Technical Commission for Maritime Services) tarafından görevlendirilmiş 104 sayılı özel bir komitenin (SC-104), belirlemiş olduğu standartlar (RTCM SC-104) çerçevesinde tanımlanmış olup bu standartlar, büyük çoğunlukta, uydular gibi ve fakat yerden C/A kodu sinyali yayınlayan taklit uydu (Pseudolite) yayınları için belirlenen standartlar ile aynı standartlardır. Veri transfer hızı,

mesaj tiplerinin değişme oranı ile bu mesajların g¼ncelleřtirilme (update) buna bağlıdır, (Wells,1987).



şekil 3.7 DGPS sisteminin genel yapısı.

DGPS'de doğruluğu etkileyen fakt¼rler şöyle sıralanabilir;

- Sabit alıcı-gezen alıcı arası uzaklık,
- Kullanılan ¼l¼ t¼r¼ ve d¼zeltme tekniği,
- Gezen alıcının hareketlilik derecesi,
- Yazılımlarda kullanılan z¼m algoritmaları,
- Veri transferi için kullanılan donanım ve protokolun hızı,
- Kullanılan ana istasyon sayısı.

Bununla birlikte kullanıcı ile referans istasyon arasındaki mesafe arttıkça doğruluk değeri d¼řmektedir.

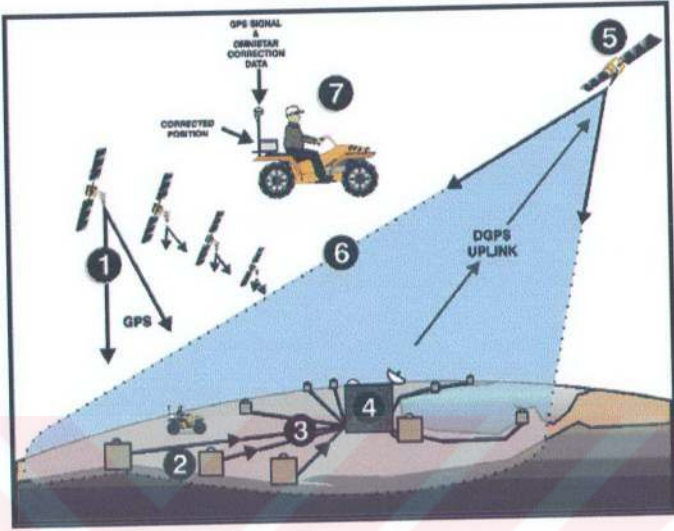
Çizelge 3.3 GPS ve DGPS 'de hata kaynakları.

Hatanın Kaynaklandığı Bölüm	Hata Kaynağı	GPS 1'e hata (m)	DGPS 1'e hata (m)
Uzay	Uydu saati	3.0	0
	Yörünge sapması	1.0	0
	SA	32.3	0
	Diğer	0.5	0
Denetim	Yörünge tayını	4.2	0
	Diğer	0.9	0
Kullanıcı	İyonosferik gecikme	5.0	0
	Troposferik gecikme	1.5	0
	Almaç girişitüsü	1.5	2.1
	Çokyolluluk (Multipath)	2.5	2.5
	Diğer	0.5	0.5
UERE	Toplam (rss)	33.3	3.3

Gezen alıcıdaki tüm uydulara ilişkin gözlemler ile gözlem zamanı ve sabit alıcılarda hesaplanan düzeltmeler ile ait olduğu zamanların arazide iken manyetik ortamlarda depolanır. Hesaplanan düzeltmeler gezen alıcıdaki hesaplanan koordinat veya ham ölçülere getirilebilir. Eğer sözkonusu düzeltme işlemleri sonradan büroda getiriliyorsa buna "Gözlem sonrası (Post-processing) DGPS" adı verilmekte, hesaplandıktan hemen sonra istasyonlara yayınlanarak hemen getirilirse buna da "Anında (Real Time) DGPS" adı verilir.

Ayrıca eğer gezen alıcı hiç yer değiştirmeden bir noktada ölçü yapıyorsa "Durağan (statik) DGPS", birden fazla noktada geziyorsa da "Hareketli (Dinamik) DGPS" olarak isimlendirilirler.

100km'yi aşan uzaklıklarda DGPS'in beklenen doğruluğu veremediği belirtilmektedir. Ülke genelinde standart DGPS katkısını sağlamak için çok fazla referans istasyona gerek duyulmaktadır. Bu pratik zorluğu yenmek için bir ana istasyon, yeterince yerel istasyon ve aralarındaki haberleşme ağından oluşan WADGPS (Wide Area DGPS) teknikleri ortaya atılmaktadır. Bu sistemde her yerel istasyon yüksek kaliteli rubidyum saatlerle donatılmış olarak görüş alanındaki uyduları izlemekte ve bilgileri ana istasyona gönderilmektedir. Ana istasyon da bu verileri uygun bir formata sokarak uydu, telefon veya telsiz gibi hatlar aracılığıyla kullanıcılara ulaştırmaktadır (Şekil 3.8). Şu anda A.B.D.' de özel WADGPS servisleri vardır.



Şekil 3.8 Geniş alanda DGPS.

DGPS sisteminin uygulama alanlarını şöyle sıralayabiliriz.

Askeri Uygulamalar

- Kara, deniz, hava yöngüdümlü sistemleri
- Acil kurtarma
- Surveying, haritacılık, GIS (Geographical Information System)
- GAM (GPS Aided Munition)
- COMPUSEC
- Sivil Uygulamalar:
- Nakliye Filo Yönetimi
- Otoyol Ücretlendirme Sistemi
- Atmosferik Ölçüm
- Araç Yöngüdümlü

Araç Takibinde DGPS'in Uygulanması: GPS ile elde edilen anlık konum doğruluğu birçok amaç için yeterli olmaktadır. Bazı navigasyon uygulamalarında (örneğin deniz ve hava araçlarının navigasyonu) daha yüksek doğruluk gerekir. Bu ise mevcut GPS sisteminden anlık

konum belirlemede yararlanabilme olanaklarını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte, istenen navigasyon amaçlı doğruluklara DGPS gibi bazı özel teknikler kullanılarak erişilebilmektedir.

DGPS 'in araç takibinde uygulanma prensibi olarak referans noktasından yayınlanan uzunluk ölçüsü (C/A code pseudo range) düzeltmelerinin hareket halindeki araçta bulunan alıcı tarafından algılanması ve bu alıcının uydulardan aldığı uzunluk değerine düzeltme getirerek bulunduğu konumu hesaplamasıdır. Bu yöntemle bir aracın gerçek zamandaki konumu metre seviyesinde bir doğrulukla bulunabilir. Genellikle açık deniz ölçmelerinde navigasyon amaçlı DGPS kullanılır. Sabit nokta ile gezen alıcı arasında bağlantı bir radyo alıcısı ve vericisi ile sağlanır. Bu haberleşme uzunluğu kullanılan radyo dalgasının gücüyle sınırlıdır ve yaklaşık 100 km' dir.

3.5 Kinematik GPS

Özellikle hareket halinde ve hidrografik amaçlı ölçmelerde kullanılan hızlı, ekonomik bir ölçme tekniğidir. Gerçek zamanlı Kinematik GPS daha çok, yüksek doğruluklu konum belirlemelerde kullanılır. Bu yöntemde bir güzergah tespit edilmekte ve belirli zaman aralıkları ile nokta konumları belirlenmektedir. Ölçüme başlamadan önce faz belirsizliği (ambiguity parametreleri) çözümü yapılır. Kinematik yöntemde konum belirleme için uzunluk ölçüleri yerine doğruluğu daha çok olan faz ölçümleri kullanılır. Referans istasyonda alınan faz ölçüleri, gezen alıcıya radyo dalgaları ile gönderilir. Gezen alıcı uyduları ve bu bilgileri değerlendirerek konumu hesaplar. Kullanım alanı radyo vericisinin etki alanı ile sınırlıdır (Yaklaşık 15-20 km kadar). Gezici alıcı hareket halinde iken en az dört uyduyu sürekli izlemesi gerekir. Uydu sayısı dördün altına düştüğünde faz belirsizliği yeniden hesaplanmalıdır.

4 İZLEME (KONTROL) İSTASYONU

Araç takibinin; izleme ve değerlendirme işlevinin yapıldığı kısımdır. Bu kısım bir haberleşme ağı ile verilerin aktarıldığı, sistemin merkezidir. Bu merkezde;

- Veri tabanı
- Takip ve yönlendirmenin yapılacağı yazılım ve bir sayısal (digital) harita
- Veri iletişiminin yapılacağı bir haberleşme modemi mevcuttur.

Araçlardan kablosuz haberleşme yolu ile gelen GPS verisini sayısal harita üzerinde görmemizi sağlayan yazılım CBS 'nin bir özelliği ve parçasıdır. Sayısal harita ve koordinat sistemleri CBS bölümünde incelenmiştir.

Araç konum izleme sistemlerinin önemli bir bileşeni veri tabanı kısmıdır. GPS alıcısından çıkan verilerin izleme istasyonuna hiç gönderilmeden direkt olarak araç üzerinde bulunan bir bilgi kayıt cihazına yazdırmak, araç merkeze döndüğünde nasıl bir rota izlediğini ve hangi saatte nerede bulunduğunu belirleyip, planlama ve yönlendirme yapılmasına katkı sağlar. Veri tabanı kısmı izleme istasyonunda da bulunabilir ve araç hakkında bilgilerin arşivlenmesi işlevini yerine getirir.

İzleme (yönetim) istasyonu, hareketli birimlerden gelen verilerin depolanıp işlendiği, araç pozisyonlarının harita üzerinde gösterildiği ve araç hareketlerinin analiz edildiği servistir. Araç bilgileri, plaka numaraları, araç gruplandırma bilgileri bu istasyonda bulunan veri tabanı üzerinde depolanır ve bu veri tabanı uygulamasının CBS (GIS) bileşeni sayesinde araçlara ait veriler ile araçların harita üzerinde gerçek zamandaki konumları görsel olarak takip edilmiş olur. Araçların geçmiş hareket bilgilerini veri tabanında tutulması ile gösterime yardımcı birçok bilginin elde edilmesi, araç hareketlerinin daha sonradan da incelenerek analiz edilebilmesi mümkün olmaktadır.

4.1 Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Bileşeni

CBS (GIS, Geographic Information Systems) dünya coğrafyasının bilgisayar tabanlı bir sistemde izlenmesi düşüncesinden doğmuştur. Teknoloji Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bir yandan teknik olarak gelişmesine diğer yandan da değişik disiplinlerde kullanımının

yaygınlaşmasına neden olmaktadır. CBS tanımında genel olarak iki yaklaşım vardır. Teknolojik açıdan CBS tanımı; gerçek dünya konumsal verisini toplayan, depolayan, işleyen, dönüştüren ve gösteren oldukça güçlü araçlar bütünü olarak yapılmaktadır. Araç takip sistemlerinin de önemli bir bileşenidir. Hareket halinde ki araçların anlık konumlarının, iletişim donanımı ile veri tabanına ulaşmasından sonra konuma bağlı bilgileri grafik ortamda gösterir ve araç hakkında bilgi verir. Bu sistemde araçlar ve harita üzerindeki özelliklerle ilgili sorgulama ve kimi analizler yapılabilmekte ve haritadaki katmanlar isteğe göre tamamen ya da sorgulama sonucuna göre kısmen kapatılıp açılabilir.

Teknoloji ve bilişim dünyasındaki hızlı gelişmeye paralel olarak CBS de çok hızlı bir gelişme yaşamış ve hayatımızın hemen her alanında yer almaya başlamıştır. CBS, özellikle uydu teknolojisi ile yaşamımıza girmiştir.

CBS konumsal verilerin değerlendirilmesini sağlayan bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemidir. Sorgulama ve istatistiksel analiz gibi bilinen veri tabanı işlemlerine ek olarak, haritaların sağladığı görsellik ve coğrafi analiz olanaklarını da kullanır. Bu yeteneği ile değişik düzeylerdeki izleme ve yönlendirme süreçlerinin hızlanmasına ve daha doğru kararların üretilmesine yardımcı olur .

Genel olarak Coğrafi Bilgi Sistemi; grafik ve grafik olmayan bilgilerin ve bu bilgilere bağlı diğer verilerin, bir sistem içerisinde ele alınıp sınıflanması, düzenlenmesi, saklanması ve sistemdeki bu bilgilerin istenilen amaca uygun sorgulanarak analiz edilmesi yoluyla gerekli detay bilgiye ve buradan da sonuca en hızlı biçimde ulaşabilmenin bir yoludur .

Bu bilgi sisteminin veri oluşturan bilgilerin coğrafi bilgi olma özelliğini taşıması gerekmektedir. Coğrafi veriler örneklenirse, ormanlar, akarsular, binalar, yollar, topğrafik, hidrografik , kadastral bilgiler, bitkiler, hayvanlar, nüfus dağılımları, sosyoekonomik bilgiler sayılabilir ve bu veri örnekleri artırılabilir .

Grafik verilerin temelini oluşturan haritaların doğruluk ve güncellik problemleri Araç takip sistemi çalışmalarının doğruluğunu ve güncelliğini doğrudan etkilemektedir

4.1.1 Sayısal Haritalar ve Özellikleri

Sayısal haritaları en basit şekilde bilgisayar ortamına aktarılmış haritalar olarak tanımlayabiliriz. Sayısal haritanın temel niteliği, eleme, sınıflandırma, öteleme, işaret oluşturma, kavramsal birleştirme ve grafik abartma gibi uygulamaları içeren bir iletişim aracı olmasıdır.

Sayısal haritalarda üç tip bilgi vardır :

- 1)- Coğrafi bilgi, nokta, çizgi, yay, çember, çokgen ve blok gibi harita elemanlarının şekil ve pozisyonlarını tutmaya yarar. Örneğin eş yükseklik eğrileri, parsel sınırları, yol çizgileri, vb.
- 2)-Nitelik bilgisi, bu elemanlara ilişkin grafik olmayan verileri tutmaya yarar. Grafik olmayan veriler, ya elemanların kendisinde tutulurlar, ya da daha önce belirtildiği gibi harici bir veri tabanında tutulurlar ve grafik elemanlar ile aralarında bağlantı kurulur. Örneğin parsel sahibi bilgisi, il nüfus bilgileri vb.
- 3)-Görüntüleme bilgisi, sözü edilen elemanların ekranda veya paftada ne şekilde görüneceğini belirler. Örneğin çizgi kalınlığı, rengi vb.

Tüm bunlara dayanarak sayısal haritaların sağladığı avantajları şu şekilde sıralayabiliriz:

- CAD (Computer Aided Design-Bilgisayar Destekli Tasarım) yazılımının gücünden ve hassasiyetinden yararlanılır.
- Haritaları işleme, arşivleme, katalog oluşturma ve yeniden kullanmada kolaylık sağlar.
- Verilerin sayısal formatta tutulması, haritalara, tutuldukları yerden bağımsız olarak sistemdeki tüm kullanıcılar tarafından ulaşılabilmesini sağlar. Aynı haritaya birden fazla kişi farklı yerlerden eş zamanlı olarak ulaşabilir.
- Haritaların tümü üzerinde değil de, sadece istenilen katmanları veya detayları üzerinde çalışılabilir ve istenmeyen detaylar görüntülenmez.
- Harita elemanları ile harici veri tabanı arasında bağlantı yapılabilir, sorgulamalar yapılabilir ve alınabilir.
- Karar verme mekanizmalarına yardımcı olacak şekilde, değişik haritalardan veriler birleştirilip analiz edilebilir.
- Sayısal haritaların yönetimi kağıt üzerindeki haritalara göre çok daha kolaydır.
- Network ortamında haritaların kullanımı otomatiktir.
- Verilerin paylaşımı ve transferi çok daha kolaydır.
- Veriler değişik formatlara dönüştürülebilir.

- Sayısal harita üretiminde kullanılan semboller, yapılan haritanın ölçeğine ve kullanım amaçlarına göre kolayca değiştirilebilir.
- Sayısal haritalar üzerindeki keskin detaylardan okunan koordinatlar en az poligon hassasiyetinde olup, uygulama noktası olarak ayrıca bir poligonlamaya ihtiyaç duyulmadan kullanılabilirler.
- Sayısal üretilen bilgilerin değişik katmanlarda saklanması, kullanıcıların, istenen bilgi veya grafik grubunu sayısal haritalardan ayırıp, ayrıca işlenmesini ve kullanılmasını sağlayabilmektedir.
- Sayısal haritaların manyetik ortamda saklanması paftaların arşivlenmesini kolaylaştırdığı gibi, boyut değiştirme, yıpranma gibi sorunları da ortadan kaldırmaktadır.

4.1.2 CBS ve GPS' in Birlikte Kullanımı

CBS'de toplanan verilerin konum bilgileriyle sisteme aktarılması, CBS yapısının bir özelliğidir. Bu yolla bilgilerin değerlendirilmesi ve kullanımı etkinleştirilmekte, verilerin yer yuvarlağı ile olan ilişkisinde direkt olarak sağlanabilmektedir. CBS için konum bilgisinin elde edilmesi, varolan konum belirleme sistemlerinin herhangi birinin istenilen konum doğruluğuna bağlı olarak seçilmesiyle mümkündür. Önemli olan, sisteme, elde edilen konum verisinin hangi yolla ve ne doğrulukla belirlendiği bilgisinin aktarılmasıdır. GPS' de bir konum belirleme sistemi olup, CBS'e aktarılabilecek verinin konumunu global anlamda ve en hızlı belirleyebilecek bir yapıya sahiptir. CBS'ye konum bilgisi üretmede, tüm GPS ile konum belirleme yöntemleri kullanılabilir. Bununla beraber en yaygın kullanılabilecek olan RTK (Real Time Kinematic) ve DGPS yöntemleridir. Fakat bunların etkin kullanılmasının sağlanmasında statik ve hızlı statik yöntemlerinin kullanılmasıyla konumları belirlenmiş olan ve ülke genelini kapsayan jeodezik ağların oluşturulmasıyla olasıdır .

Dönüşüm parametrelerinin elde edilmesiyle, GPS ve GIS tam ve etkin bir biçimde entegre edilebilir ve GPS 'den elde edilen konum bilgileri, veri toplama anında, ülke koordinat sistemine çevrilerek, ülke sisteminde varolan diğer bilgilerle ve altlıklarla kullanılabilir duruma getirilir. Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde, GPS günlük yaşamın parçası durumuna gelmekte, kullandığımız arabadan fotoğraf makinasına kadar GPS ile entegre sistemler kişilerin kullanımına sunulmaktadır. Bu gelişmelerin doğal sonucu olarak GPS alıcılarının kontrol üniteleri CBS verilerini kolay ve hızlı toplayabilecek biçimde geliştirilmiş yazılımlarla donatılmaktadır. CBS standart veri formatlarını kullanan GPS veri toplama

üniteleri sayesinde, CBS amaçlı yapılan GPS uygulamalarında toplanan verilerin CBS yazılımlarıyla direkt bağlantı kurabilmesi kolaylıkla sağlanabilmektedir .

Sistemin esası, coğrafi bölgenin istenen bilgileriyle birlikte bilgisayarlarda modellenmesine dayanmaktadır. Bir taraftan bölgenin sayısal haritaları temin edilip, harita üzerinde bulunan nesnelerin birbirleriyle olan ilişkileri (Topoloji) tanımlanırken, diğer taraftan her nesnenin açıklayıcı bilgisi grafik ile de ilişkilendirilmektedir. Kullanıcı, bölgeye ilişkin analizlerini model üzerinde düzenleyebilmektedir.

4.1.3 CBS'de Gösterim ve Kavramlar

CBS uygulamalarından en etkin şekilde yararlanabilmek için öncelikle bu uygulamalarından beklentilerin ne olduğunun belirlenmesi gereklidir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, konumsal verinin işlenmesi, analizi ve sonuçlarının sunumunu içerir. Yalnızca metinlerle yeterli olarak açıklanamayan konumsal bilginin gösterimi için haritalar gereklidir. Harita, yeryüzüne ait bir bölgenin belirli bir ölçek dahilinde küçültülmüş grafik bir modeldir.

Haritalar; üç boyutlu ve düzgün olmayan bir geometrik şeklin (dünyamızın) iki boyutlu bir düzlem (kağıt) üzerine aktarılmış durumu olduğu için, harita projeksiyonlarının kullanılması gereği vardır. Ancak kullanılan her projeksiyonun kendi avantaj ve dezavantajları vardır ve hiçbir projeksiyon sistemi mükemmel değildir. Bilinen yaygın harita projeksiyonları arasında Mercator, Transverse Mercator, Miller Cylindrical, Sinusoidal Equal Area, Albers Equal Area Conic ve Lambert Conformal Conic'i sayabiliriz .

Farklı projeksiyonlarla üretilen aynı bölgeye ait haritalar birbirinden sapmalar gösterir . Konumsal verilerin kullandığı CBS uygulamalarında da ister istemez projeksiyonların kullanımı ile ilgili sorunlar yaşanabilecektir. Yan yana iki bölgenin farklı projeksiyonlarda üretilmiş haritalarının, uygun dönüşümler yapılmadan aynı anda kullanılmaya çalışılması durumunda kesinlikle yanlış sonuçlara ulaşılacaktır.

Bu nedenle, araç takip uygulamalarında kullanıcı gereksinimleri önceden ve çok iyi tanımlanmış olmalıdır. Ayrıca, bu isteklerin karşılanmasında kullanılacak haritaların uygun şekilde üretilip temin edilmesi de planlanmalıdır .

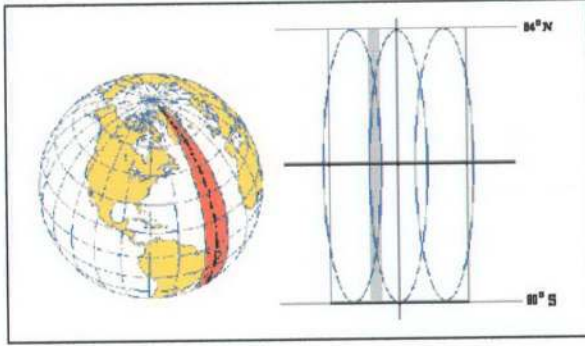
Harita projeksiyonunun yanı sıra bir diğer kavram datum'un da doğru kullanılıyor olması gerekir. Bilindiği gibi yeryüzü , geometrik açıdan düzgün olmayan bir yapıdadır. Bu durumda harita üretmek için haritanın üretilmesine yönelik referans noktalarının belirlenmesi gereklidir. Belirlenen referans noktalarından geçen ve yeryüzü noktalarının yükseklik bilgilerinin toplanmasında kullanılan bu yapı, bir elipsoid şeklindedir ve Geodetic (horizontal) datum diye bilinir.

Referans olarak küre, elipsoid, geoid veya deniz seviyesi seçilmesi durumunda farklı yükseklik verileri elde edilir. Enlem ve boylam olarak verilen konum bilgileri de bir şekilde değişecektir. Bu durumda hangi referans sisteminin kullanıldığının bilinmesini çok önemlidir.

Değişik ülkelerde değişik gereksinimlerin karşılanması için üretilen haritalar için haritanın üretildiği bölgeyi esas alan farklı datum'lar kullanılmaktadır. Bunlar arasında en yaygın olarak kullanılanlar GRS 80, WGS 84, Bessel 1841, International 1924 ve Clarke 1866'dır. Ülkemiz ihtiyaçları için üretilen haritalarda European 1950 (ED-50) adı verilen bir datum kullanılmaktadır .

Haritalar iki boyutlu bir düzlem oldukları için, kullanılan projeksiyona bağlı olarak dünyamızın eğriliği burada kaybolmaktadır. Dolaylı olarak herhangi bir harita üzerindeki noktanın koordinatları, o haritanın oluşturulmasında kullanılan projeksiyon sistemi dikkate alınarak kullanılmalıdır. Bilinen yaygın koordinat sistemlerinden biri Coğrafi Koordinatlar (Geographic Coordinates). Bu koordinat sisteminde konumlar enlem ve boylamlarla verilir. Pek çok CBS' de kullanılan bu yapıda enlem ve boylam değerleri derece, dakika ve saniye formatına karşı gelen DD.MM.SS.XX şeklinde verilir. Bu formatta yer alan XX'ler saniyenin ondalık kesrini ifade eder. Zaman ölçeğinde olduğu gibi bu yapıda bir derece 60 dakika ve bir dakika 60 saniyedir. Coğrafi koordinat sisteminde enlem değerleri +90°den (kuzey) -90°ye (güney) göre, boylamlar -180°den (batı) +180°ye (doğu) kadar işaretlenmişlerdir.

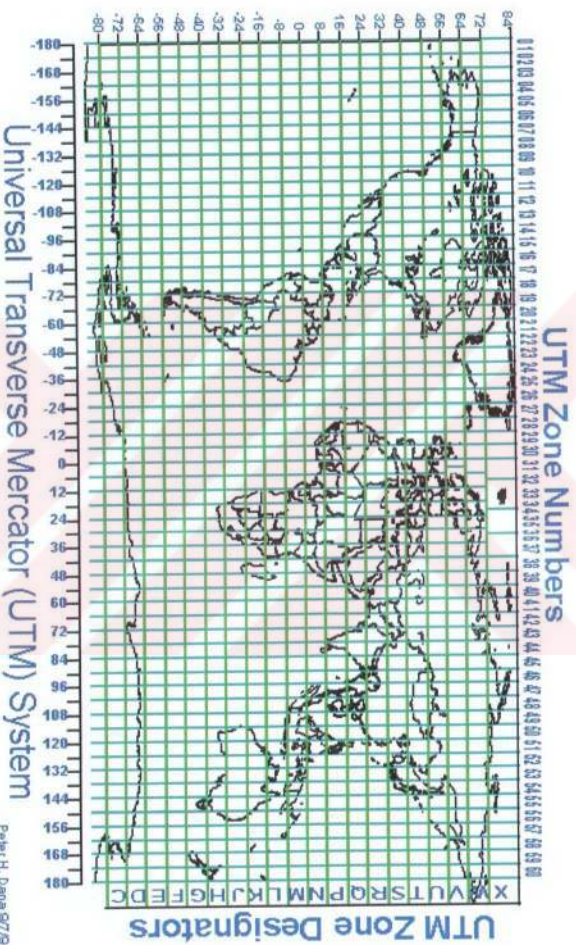
UTM koordinat sistemi:



Şekil 4.1 UTM (Universal Transverse Mercator) Koordinat Sistemi.

Bilinen ve çok yaygın olarak kullanılan bir diğer koordinat sistemi de, kısaca UTM olarak tanımlanan Universal Transverse Mercator koordinat sistemidir. Bu koordinat sisteminde dünya bir kutuptan diğerine her birinde 6 meridyen bulunan ve zone olarak adlandırılan dilimlere bölünmüştür. 180° batı meridyeninden başlayarak doğuya doğru yapılan bu bölümlenmede toplam 60 zone mevcuttur. UTM koordinat sisteminde ekvatorдан kutuplara doğru ilerledikçe bozulmalar artar. Bu nedenle bozulmanın kabul edilebileceği üst sınırlar olarak kabul edilen 84° kuzey ve 80° güney paralellerinin ötesinde UTM koordinatlar kullanılmamaktadır. Yine negatif sayılar kullanmamak amacı ile başlangıç meridyeni sıfır noktası 500.000 metre doğu ve ekvator başlangıç noktası 0 metre kuzey veya 10.000.000 metre güney değeri ile tanımlanmaktadır. Şekil 4.1 UTM koordinat sistemini göstermektedir. Her zone içinde ortada yer alan meridyene dilim orta meridyeni denir. Bu meridyenden sola ve sağa zone sınırlarına doğru gidildikçe bozulmalar başlar. Zone sınırları bozulmanın kabul edilebilir boyutta olduğu uç noktalardır. UTM projeksiyon sisteminde Türkiye, dilim orta meridyenleri 27°, 33°, 39° ve 45° olan dört dilimde yer almaktadır.

Günümüzde kullanılan hemen her CBS yazılımı, farklı koordinat sistemleri arasında dönüşüm yapabilecek yeteneklere sahiptir. Ayrıca farklı projeksiyonlarda üretilmiş sayısal haritaları, ilgili uygulamada temel sayılan projeksiyon sistemine çevirebilme yetenekleri kazandırılmaktadır. Uygulamada bu olay "on the fly projection" olarak isimlendirilmektedir.



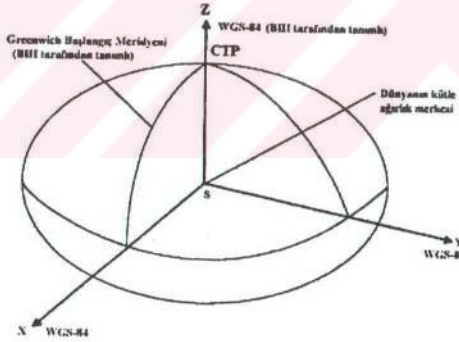
Sehli 4.2 Universal Transverse Mercator sistende Zone Numaraları .

4.1.4 Koordinat Sistemleri Ve Dönüşümler

Yeryüzünde ki noktaların koordinatlarını belirlemek için, yersel (yer-sabit) koordinat sistemleri kullanılır. Dünyanın sabit alındığı bu sistemleri global dik koordinat sistemi ve jeodezik elipsoidal dik koordinat sistemleri olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür .

4.1.4.1 Ortalama Dünya Dik Koordinat Sistemi

Bu sistemde yeryüzündeki nokta konumları; X,Y,Z dik koordinatları ile tanımlanabileceği gibi, bu noktaların uzaydaki konumlarının belirlenebileceği astronomik koordinatlar ile de tanımlanabilir. Bu özelliğinden dolayı en ideal koordinat sistemidir. Bu koordinat sisteminden yararlanarak yeryüzünde yapılan uydu gözlemlerinin tanımlandığı ve daha ileri ölçme uygulamalarına cevap verecek Dünya Dik Koordinat sisteminin özel hali olan WGS-84 koordinat sistemine dayalı, uydu gözlemlerinin hesabı için, WGS-84 datumunu oluşturan yer merkezli bir döne elipsoid olan WGS-84 elipsoidi tanımlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil.4.3 WGS-84 Elipsoidi, (Ersoy 97)

Bu elipsoidi oluşturan WGS-84 datumunun başlangıcı , yaklaşık 10 cm doğrulukla dünyanın kütleinin ağırlık merkezi olup aynı zamanda WGS-84 elipsoidinin geometrik merkezidir. Z eksen, dünyanın dönme eksenine paraleldir. Aynı zamanda WGS-84 elipsoidinin dönme eksenidir. X eksen, Greenwich meridyenine paralel WGS-84 referans meridyen düzlemi ile

ekvator düzleminin kesiştiği noktadan itibaren arakesiti boyunca uzanır. Y eksen, X ve Z eksenlerine dik olarak alınır (Arnold, Şimşek, 94).

WGS-84 Datumunu oluşturan WGS-84 Elipsoidini tanımlayan parametreler:

Elipsoidin büyük yarı eksen	: a = 6378137.000 m
Elipsoidin basıklığı	: f = 1 / 298.257223563
Kutup eğrilik yarıçapı	: c = 6399593.6258 m

WGS-84 datumunda uydu gözlemleri, global dik koordinatlar (X,Y,Z) ile belirlendiği gibi aynı datumda, elipsoidal eğri koordinatlar (B, L, h) ile de belirlenebilir. WGS-84 datumunda belirlenen bu koordinatlar arasında,

$$\begin{aligned} X &= (N+h) \cos B \cos L \\ Y &= (N+h) \cos B \sin L \\ Z &= [N(1-e^2)+h] \sin B \end{aligned} \quad (4.1)$$

İlişkisi vardır. Bu eşitlikleri elipsoidal eğri koordinatlar cinsinden ifade edersek,

$$\text{tg}B = \frac{Z(N+h)}{(X^2 + Y^2)^{1/2} [N(1-e^2) + h]} \text{ iteratif olarak çözülebilir.} \quad (4.2)$$

$$\text{tg}L = \frac{Y}{X} \quad (4.3)$$

eşitlikleri ile ilişki kurularak dönüşüm yapılır. Bu eşitliklerde,

$$\begin{aligned} c &= a^2/b \\ f &= (a-b)/a \\ N &= a / (1-e^2 \sin^2 B)^{1/2} \\ e^2 &= (a^2-b^2) / a^2 = 2f \cdot f^2 \\ e'^2 &= (a^2-b^2) / b^2 \\ p &= (x^2+y^2)^{1/2} = (N+h) \cos B \end{aligned} \quad (4.4)$$

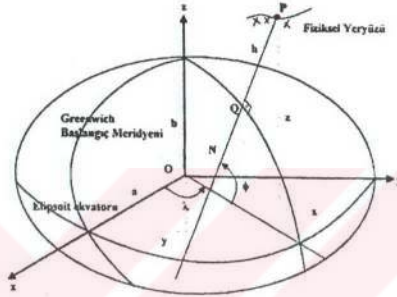
parametreleri kullanılır.

4.1.4.2 Jeodezik Elipsoidal Dik Koordinat Sistemi

Bu sistemde yeryüzündeki noktaların konumları, bu sistemin genel halini oluşturan u,v,w koordinatları ile belirlenir. Uygulamada ise, bu sistemin özel halini oluşturan x,y,z elipsoidal

(jeodezik) dik koordinatları ile tanımlanabildiği gibi elipsoidal eğri koordinatları ile de tanımlanabilir .

Jeodezik elipsoidal dik koordinat sisteminin ülkemizdeki hali ED-50 'dır.Bu koordinat sistemine dayalı, uydu gözlemlerinin hesaplarının daha kolay yapılabilirdiği referans yüzeyi olarak seçilen, ED-50 datumunu oluşturan uluslararası bir elipsoid olan ED-50 elipsoidi (Hayford elipsoidi) tanımlanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Jeodezik Elipsoidal Dik Koordinat Sistemi (ED-50 Elipsoidi) (Ersoy, 97)

Eksenleri x, y, z olan bu koordinat sisteminin başlangıcı, hesap yüzeyi olarak alınan elipsoidin şekil merkezi (O) alınmıştır. Bu başlangıç noktası, yer merkezli global korodinat sisteminin başlangıç noktası 8S) ile çakışmaz. z -ekseni; elipsoidin küçük yarı eksenidir. x -ekseni; Greenwich jeodezik meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin kesiştiği noktadan itibaren arakesit boyunca uzanır ve artı yönü 0° jeodezik boylama yöneldir. y -ekseni, bir sağ el oluşturacak biçimde doğruya yönelmiştir.

ED-50 Datumunu oluşturan ED-50 Elipsoidini tanımlayan parametreler:

Elipsoidin basıklığı	: $f = 1/297$
Elipsoidin büyük yarı eksen	: $a = 6378388.000$ m.
Kutup eğrilik yarıçapı	: $c = 6399936.608$ m.

jeodezik amaçlı uyduların uzaya fırlatılmasından sonra uygulamaya konulan GPS sisteminin günümüzde yaygın olarak kullanılması ile ED-50 datumunda uydu gözlemleri, (2.11) eşitliği ile verilen jeodezik dik koordinatlar (x, y, z) ile belirlendiği gibi, aynı datumda (2.12) eşitliği ile verilen jeodezik eğri koordinatlar (ϕ, λ, h) ile de belirlenebilir.

4.1.4.2.1. Ülke Koordinat Sistemleri

Uydu teknikleri ile yapılan gözlemler sonucu elde edilen koordinatlar WGS-84 elipsoidinde hesaplanan WGS-84 datumunda belirlenirler. Bu belirlenen koordinatlar, ED-50 datumuna dönüştürülür. Bu dönüşüm sonucu elde edilen jeodezik koordinatları, ülke içinde bölgesel haritaların üretiminde ve pratik uygulamalarda kullanmak için, düzlemsel dik koordinatlara dönüştürmek gerekir. Bu şekilde dönüştürülen düzlemsel dik koordinatların projeksiyon koordinatları da denir. Jeodezik koordinatların hesaplandığı Hayford elipsoidinin yüzeyi, meridyen elipslerinin sınırladığı dilimlere ayrılır. Bu dilimlerin her birine karşılık, ayrı bir düzlemsel dik koordinat sistemi oluşturulur. (Lamber ve diğ).

Ülkemizde uygulamada kullanılan dilim genişliğine göre, düzlemsel dik koordinat sistemleri, ülke datumunu oluşturan iki ayrı projeksiyon düzlemine ayrılır.

1- UTM Projeksiyon Düzlemi: Dilim genişliği 6° olan 1/25000 ve daha küçük ölçekli haritaları üretmek için kullanılır. Genellikle haritalar üretilirken sağa ve yukarı değeri olarak bilinen çizim koordinatları kullanılır. Bu projeksiyon düzleminde kullanılan çizim koordinatları:

$$\text{Yukarı değer} = x.k_0$$

$$\text{Sağa değer} = y.k_0 + 500.000 \quad \text{eşitlikleri ile belirlenir.}$$

2) Gaus-Kruger Projeksiyon Düzlemi : Dilim genişliği 3° olan 1/5000 ve daha büyük ölçekli haritaları üretmek için kullanılır. Bu projeksiyon düzleminde kullanılan düzlem dik koordinatları:

$$x = \text{Yukarı değer}$$

$$y = \text{Sağa değer} - 500.000$$

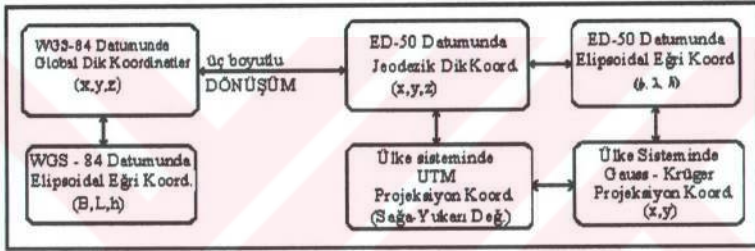
eşitlikleri ile bulunur. Her iki projeksiyon düzleminde de, bir dilimin orta meridyeni x-eksenini, elipsoid ekvatoru ise y-eksenini oluşturur.

Projeksiyon Adı	Dilim Genişliği	Kuzey (Orijin)	Doğu (Orijin)	Ölçek Faktörü (k_0)
UTM	6°	$=0^\circ$	500 00 m	0.9996
Gauss-Kruger	3°	$=0^\circ$	500 000 m	1.0000

Sonuç olarak, Türkiye’de uygulamalarda kullanılan uydu tekniklerinden GPS yöntemi ile elde edilen koordinatların, datumlar arasında dönüşümünü sağlayan koordinat sistemleri açıklanarak, GPS koordinatlarının ülke koordinatlarına dönüşürken izlediği yol Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

GPS ölçtleri ile WGS-84 datumunda elde edilen koordinatlar, ED-50 datumunu oluşturan ülke koordinatlarına, buradan da projeksiyon koordinatlara ilişki kurmak suretiyle dönüştürmek mümkündür. Aynı şekilde bu dönüşümün terside mümkün olabilmektedir.

Çizelge 4.1. GPS Ölçtlerinin Koordinat Sistemleri Arasındaki Akış Diyagramı



4.1.4.3 GPS Koordinatlarından Ülke Koordinatlarına Dönüşüm

GPS ile ölçme yapılan noktaların WGS84 sisteminde xyz dik koordinatları ve WGS84 elipsoidine göre, enlem, boylam ve yükseklikleri elde edilir. GPS ölçmeleri ile bulunan bu koordinatların ülke koordinat sistemine dönüştürülebilmesi için yani WGS-84 elipsoid koordinatlarından ED-50 elipsoid koordinatlarına geçiş için başlıca üç yol vardır.

1-Üç boyutlu uzayda WGS-84 koordinat sistemi ile ED-50 koordinat sistemi arasında her iki sistemdeki eşlenik noktalar yardımıyla bir dönüşüm (benzerlik veya afin) gerçekleştirilerek sistemler arasındaki dönüşüm parametrelerini belirlemek ve bu parametrelerle eşlenik olmayan noktaların WGS-84 koordinatlarını ED-50 sistemine dönüştürmek.

2-WGS-84 koordinatlarının ED-50 sistemindeki karşılıkların iki sistem arasındaki dönüşüm parametreleri ile birlikte hesaplamak.

3-Noktaların WGS-84 baz bileşenlerini (baz: İki nokta arasında ki uzunluk ; baz bileşeni: Bu uzunluğa ait Dx, Dy, Dz koordinat farkları) ölçü olarak kullanmak ve ED-50 koordinatlarını hesaplamak şeklinde özetlenebilir.

İki boyutlu benzerlik dönüşümü için; çalışma alanı içerisine ve çevresine homojen olarak dağılmış, ülke sisteminde koordinatları bilinen yeterli sayıda noktada GPS ölçmeleri yapıp, bu noktaların WGS-84 sisteminde ki koordinatlarının bulunması gerekir. Her iki sistemde bilinen bu koordinatlarla WGS-84 sisteminden ülke sistemine dönüşüm parametreleri hesaplanır. Bu parametreler yardımıyla yeni noktaların GPS'den bulunan koordinatları ülke sistemine dönüştürülür.

GPS sisteminden ülke sistemine dönüşüm iki boyutlu Helmert benzerlik dönüşümü ile veya üç boyutlu benzerlik dönüşümü ile yapılır. Bu çalışmada iki boyutlu benzerlik dönüşümü kullanılacaktır .

4.1.4.3.1 Gauss Krüger Projeksiyon Sistemine Dönüşüm

GPS sisteminden ülke sistemine iki boyutlu dönüşümü gerçekleştirebilmek için önce, GPS ölçüleri değerlendirilerek WGS84 elipsoidine göre elde edilen elipsoidal enlem ve boylam değerlerinden, WGS84 elipsoidinin parametreleri ile Gauss-Krüger projeksiyonunda noktaların sağa ve yukarı değerleri hesaplanır. Eşlenik noktaların WGS84 elipsoidine göre bulunan bu koordinatları ve ülke sisteminde verilen sağa-yurayı değerleri ile dönüşüm yapılır. Burada iki boyutlu Helmert benzerlik dönüşümüne ilişkin temel eşitlikler ve yapılan işlemler kısaca açıklanacaktır.

Sağa ve Yukarı Değerlerinin Hesaplanması

WGS84 elipsoidinin parametreleri

$$a = 6378137.0000 \text{ m}$$

$$b = 6356752.3141 \text{ m}$$

$$c = 6399593.6258 \text{ m}$$

$$1/f = 1/298.257223563 = 0.00335281066474$$

$$e^2 = 0.00669437999013$$

$$e^{12} = 0.000673949674227 \text{ olarak verilmektedir. (DMA, 1987)}$$

WGS84 elipsoidine göre enlemi B ve boylamı L olan noktanın Gauss-Krüger projeksiyonunda sağa ve yukarı değerlerini hesaplamak için, WGS84 elipsoidinin yukarıda verilen parametreler ile ilgili B enlemi için

$$\begin{aligned} f &= (a-b)/a, & e &= 2.f - f^2 \\ \eta^2 &= e^2.Cos^2 B/(1-e^2), & n &= f/(2-f) \\ t &= \tan B, & N &= a/\sqrt{(1-e^2.Sin^2 B)} \end{aligned} \quad (4.5)$$

ile

$$a_0 = 1 + n^2/4 + n^4/64 \quad (4.6a)$$

$$a_2 = 3/2(n - n^3/8) \quad (4.6b)$$

$$a_4 = 15/16.(n^2 - n^4/4) \quad (4.6c)$$

$$a_6 = (35/48)n^3 \quad (4.6d)$$

$$a_8 = (315/512)n^4 \quad (4.6e)$$

a_i ($i = 0, \dots, 8$) katsayıları hesaplanır. (Aksoy, 1990 b)

WGS84 elipsoidi üzerinde enlemi B olan bir noktaya kadar ekvatoradan itibaren meridyen yayı uzunluğu yukarıda verilen parametrelerle

$$G = (a_0 B - a_2 \sin 2B + a_4 \sin 4B - a_6 \sin 6B + a_8 \sin 8B)/(1+n) \quad (4.7)$$

eşitliği ile hesaplanır. Eşitlikte birinci terimde B enlemi derece biriminde alınacaktır. (Aksoy, 1990 a; Ayan v.d. 1996)

L noktanın boylamı, L_0 Gauss – Krüger projeksiyonunda adilim orta meridyeni boylamı olmak üzere

$$\lambda = L - L_0 \quad (4.8)$$

denilirse

$$x = m_0.G + m_0.N \left\{ \begin{aligned} &(\lambda^2/2).SinB.CosB + (\lambda^4/24).SinB.Cos^3 B.(5-t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) \\ &+ (\lambda^6/720).SinB.Cos^5 B.(61-58t^2 + t^4 + 27\eta^2 - 330t^2.\eta^2) \end{aligned} \right\} \quad (4.9)$$

$$y = m_0.N \left\{ \begin{aligned} &\lambda CosB + (\lambda^3/6).Cos^3 B.(1-t^2 + \eta^2) + (\lambda^5/120).Cos^5 B. \\ &((5-18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2.\eta^2) \end{aligned} \right\} \quad (4.10)$$

elde edilir.

Noktanın sağa ve yukarı değerleri,

$$\text{Sağa} = 500.000.000+y \quad (4.11)$$

$$\text{Yukarı} = x \quad (4.12)$$

eşitlikleri ile bulunur. 3 derecelik dilim için $m_0=1,6$ derecelik dilim için $m_0 = 0.9996$ alınacaktır (Aksoy, 1990 b).

4.1.4.3.2 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşümü Temel Eşitlikleri

Birinci sistem koordinatlarına x', y' ve ikinci sistem koordinatlarına x, y denilirse λ ölçek katsayısı ve γ dönüklük olmak üzere dönüşüm eşitlikleri

$$\begin{aligned} x &= x'o' + \lambda x' \cos \gamma - \lambda y' \sin \gamma \\ y &= y'o' + \lambda x' \sin \gamma - \lambda y' \cos \gamma \end{aligned} \quad (4.13)$$

şeklinde verilmektedir. Eşitlikte

$$x'o' = k_{o1}, \quad y'o' = k_{o2}, \quad \lambda \cos \gamma = k_{11}, \quad \lambda \sin \gamma = k_{12} \quad (4.14)$$

denirse,

$$\begin{aligned} x &= k_{o1} + x'k_{11} - y'k_{12} & y &= k_{o2} + y'k_{12} + x'k_{11} \\ \lambda &= \sqrt{k_{11}^2 + k_{12}^2} & \tan \gamma &= \frac{k_{12}}{k_{11}} \end{aligned} \quad (4.15)$$

olur. Burada k_{o1} , k_{o2} , k_{11} , k_{12} belirlenmek istenilen dönüşüm parametreleridir. Bu parametrelerin belirlenmesi için 2 eşlenik nokta gerekir. İki den fazla eşlenik nokta varsa, 2.sistem koordinatların ölçü varsayılarak “dengeleme” yapılır. Bu durumda $i=1,2,3,\dots,n$ sayıda eşlenik nokta olmak üzere düzeltme denklemleri

$$v_{xi} = k_{o1} + x'_i k_{11} - y'_i k_{12} - x_i \quad (4.16)$$

$$v_{yi} = k_{o2} + y'_i k_{12} - x'_i k_{11} - y_i$$

olur. Kolaylık sağlamak için

$$x_s = \frac{[x]}{n}, \quad y_s = \frac{[y]}{n}, \quad x'_s = \frac{[x']}{n}, \quad y'_s = \frac{[y']}{n} \quad (4.17)$$

ağırlık merkezinin koordinatları ile

$$\Delta x_i = x_i - x_s, \quad \Delta y_i = y_i - y_s, \quad s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 \quad (4.18)$$

$$\Delta x'_i = x'_i - x'_s, \quad \Delta y'_i = y'_i - y'_s, \quad s'^2 = \Delta x'^2 + \Delta y'^2 \quad (4.19)$$

denirse dönüşüm katsayıları

$$k_{11} = \frac{[\Delta x \Delta x'] + [\Delta y \Delta y']}{[s'^2]} \quad (4.20)$$

$$k_{12} = \frac{|\Delta y \Delta x^1| + |\Delta x \Delta y^1|}{[s^{12}]} \quad (4.21)$$

$$k_{o1} = x_s - x_s^1 k_{11} + y_s^1 k_{12} \quad (4.22)$$

$$k_{o2} = y_s - y_s^1 k_{11} + x_s^1 k_{12} \quad (4.23)$$

elde edilir.

Kontrol için

$$\begin{aligned} [v_x] &= 0, \quad [v_y] = 0, \quad [x^1 v_x + y^1 v_y] = 0, \quad [-y^1 v_x + x^1 v_y] = 0 \\ [vv] &= [v_x^2] + [v_y^2] = [s^2] - [s^{12}] (k_{11}^2 + k_{12}^2) = [s^2] - [s^{12}] \lambda^2 \end{aligned} \quad (4.24)$$

olmalıdır. Birim ölçünün karesel ortalama hatası

$$m_o = \mu \sqrt{\frac{[vv]}{2n-4}} \quad (4.25)$$

eşitliği ile hesaplanır.

Eşlenik noktalar dışında, yalnız 1.sistemde x_k^1, y_k^1 koordinatları verilen bir P_k noktasının 2.sistemde ki koordinatları, dengelemeli olarak bulunan dönüşüm katsayıları ile,

$$\begin{aligned} x_k &= k_{o1} + x_k^1 k_{11} - y_k^1 k_{12} \\ y_k &= k_{o2} + y_k^1 k_{11} - x_k^1 k_{12} \end{aligned} \quad (4.26)$$

eşitlikleri ile hesaplanır. Dönüşümle bulunan bu koordinatların karesel ortalama hataları,

$$m_{xk} = m_{yk} = \mu m_o \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{s_k^{12}}{[s^{12}]}} \quad (4.27)$$

ve ortalama konum hataları

$$m_p = \mu \sqrt{m_{xk}^2 + m_{yk}^2} = \mu m_o \sqrt{2 \left(\frac{1}{n} + \frac{s_k^{12}}{[s^{12}]} \right)} \quad (4.28)$$

eşitlikleri ile bulunur. Eşitliklerde, $[s^{12}]$ eşlenik noktaların ağırlık merkezine uzaklıkların kareleri toplamı, s_k^1 ise eşlenik olmayan P_x noktasının ağırlık merkezine olan uzaklığıdır.

Verilen Koordinatlar İçin Uyuşum Testi

Her iki sistemde koordinatları, verilen noktalar kümesi için uyum testi yapılmalı ve sonuçta uyumlu çıkan noktalar kullanılarak dönüşüm gerçekleştirilmelidir.

Verilen nokta koordinatları arasında uyuşumuna (x,y) ölçü çiftlerini saptamak için her noktaya ilişkin

$$q_i = 1 - \frac{1}{p} - \frac{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}{[s^2]} \quad (4.29)$$

değeri hesaplanır.

$$T_i = \sqrt{\frac{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}{2m_o^2 q_i}} \quad (4.30)$$

test büyüklüğü $\alpha = 0.05$ yanılma olasılığı ile

$$c = \sqrt{(p-2) \left(1 - \left(\frac{\alpha}{p}\right)^{1/(p-3)}\right)} \quad (4.31)$$

kritik değerinden büyük çıkıyorsa, yani $T_i > c$ için ilgili koordinat çifti uyumsuz sayılır. Sıra ile uyumsuz koordinat çiftlerinin atılması ile dönüşüm ve test işlemleri tekrarlanır. (4.31) nolu eşitlikte geçen P dönüşümde kullanılan ortak nokta sayısıdır. (Ayan v.d. 1996)

4.1.5 CBS Verileri ve Verilerin Saklanması

CBS'de coğrafi verilerin gösterimi vektörel ve raster olmak üzere başlıca iki şekildedir. Vektörel gösterimde veriler, nokta, doğru ve çokgenler olarak sınıflandırılır ve x,y gibi koordinatlar (bazı sistemlerde bu gösterim üç boyutludur) ile kaydedilir. Örneğin, Bursa şehir merkezi coğrafi koordinatlarla bir nokta olarak gösterilirken Bursa il sınırları çokgenle gösterilir.

Raster gösterimde ise veriler, bir resmin bilgisayara taranarak aktarılmış haline benzer iki boyutlu hücresel yapılar kullanılarak kaydedilir. Bu hücresel yapılar, genellikle kare ve üçgen gibi düzgün geometrik şekillerdir. Kullanılan birim şeklin boyutları, gösterimin gerçeğe yakınlığını etkilediği gibi bilgisayarda tutulması gereken birim sayısını da etkiler. Düzgün ve belirli geometrik şekilde olmayan yersel alanlar, seçilen hücresel yapı birimi dizilerine aktararak yaklaşık olarak gösterilir. Bir yersel alanın kapsamını (alanı oluşturan diziyi) bulmak için birim şekillerin komşuluk ilişkileri kullanılır. Öte yandan, yersel alanın nitelikleri alan boyunca her bir birim şekil için tanımlandığından, düzenli bir dağılım izlemeyen, yer yer değişiklik gösteren nitelikler kolaylıkla aynı sınırlar içine kaydedilebilir.

CBS'de coğrafi bilgilerin saklanması, genelde haritacılıkta olduğu gibi her konunun ayrı bir katmanda gösterilmesi şeklindedir. Bu yöntem basit, fakat uygulamaların hazırlanmasında oldukça etkilidir. Katman gösterimi yanında değişik verilerin bir arada tutulduğu CBS'ler de vardır.

Sonuç olarak, vektörel gösterim daha çok şehir merkezleri, sınırları belli komuta alanları gibi ayrı ayrı, süreksiz olarak belirtilebilen niteliklerin tanımı ve sorgulanmasında kullanışlı iken, raster gösterim daha çok arazi tipi, toprak çeşidi gibi yersel süreklilik ve çeşitlilik gösteren niteliklerin gösteriminde daha kullanışlıdır. Günümüz CBS'leri her iki veri gösterimini de destekleyebilmektedir.

4.1.6 CBS'nin İşlevleri

Genel amaçlı coğrafi bilgi sistemleri, temelde veri girişi, düzenlenmesi, yönetimi, sorgulanması ve analizi ile görselleştirilmesi gibi işlevlerle donatılmıştır.

Veri Girişi: CBS'de kullanılacak coğrafi verilerin öncelikle sayısal hale getirilmesi gerekir. Bu işlem, CBS'nin kağıt haritaları otomatik olarak tarama ve sayısallaştırma teknolojileri ile yapılabilir.

Veri Düzenlenmesi: Bir CBS uygulaması için gerekli olan verilerin, çoğu zaman, sistemin kullandığı veri tiplerine, ölçeklerine ve kullanılan harita projeksiyonuna uygun hale getirilmesi gerekir. CBS, uygulamanın gereklerine göre bu tür ayarlamaların yapılabilmesine olanak sağlar.

Veri Yönetimi: Dar kapsamlı CBS uygulamalarında coğrafi bilgilerin basit dosyalarda tutulması yeterli olurken birçok kullanıcıya hizmet veren uygulamalarda verilerin saklanması, düzenlenmesi ve yönetimi için Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS) kullanılmaktadır.

Veri Sorgulanması ve Analizi: Coğrafi bilginin yüklenmiş olduğu bir CBS uygulaması, "İki yer arasındaki uzaklık ", "İki nokta arasında görüş olanağı ", "Organize sanayi için ayrılmış bölge " gibi basit sorgulamaların yanı sıra daha karmaşık ve analiz gerektiren sorgulamalara da olanak sağlayabilir.

Günümüz CBS'leri birçok güçlü yersel analiz olanakları sağlayabilmekle birlikte yersel birleme (spatial join ya da overlay), yakınlık (proximity) ve komşuluk (neighborhood) işlemleri bunların temellerini oluşturur. Yersel birleme işlemleri, değişik veri katmanlarındaki verilerin (bir katmanda şehir merkezleri, bir başka katmanda yollar vb.) bir araya getirilerek sorgulamaların yapılabilmesidir. Yakınlık işlemleri, genel olarak, verilen bir kritere göre bir yerin yakınında bulunan yerlerin belirlenmesi olarak tanımlanırken komşuluk işlemleri, belli bir yerin ya da noktanın özelliklerinin (eğim, cephe yönü, görüş alanı gibi) coğrafi olarak komşu olan yerlerdeki özelliklerin de etkileşimiyle hesaplanması gibi işlemler olarak tanımlanabilir.

Veri Görselleştirilmesi: Birçok coğrafi işlemin sonucu, bir harita ya da grafik ile görselleştirildiğinde kullanışlı hale gelir. Bunun dışında haritalar, coğrafi bilginin saklanması ve iletişimde en etkin araçlardır. Haritalar, raporlar, üç boyutlu görüntüler, fotoğrafik görüntüler ya da diğer çoklu-ortam (multimedia) öğeleriyle desteklenerek elde edilen sonuçların etkinliği artırılabilir.

5 KABLOSUZ VERİ AKTARIM ÇÖZÜMLERİ

Sayısal ortamın gelişmesi ile, iletişim şebekelerinde veri iletişimi ses iletişiminin önüne geçmiştir.Önceleri sadece ses haberleşmesi ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanan haberleşme şebekeleri, artık kullanıcıların ses ve veri ihtiyacını birlikte çözümlmek üzere tasarlanmaktadır.

Navigasyon amaçlı araç takibinde, real time ölçme (anlık takip) için kablosuz veri aktarma sistemlerinden birine ihtiyaç vardır. Bir araç takip sisteminde; öncelikle izleme istasyonu ile hareketli araç arasında veri iletişimini sağlayan altyapıyı seçmek gerekir. Bir araç takip sisteminde, veri aktarma sistemleri belirlenirken; takip yapılacak bölgenin büyüklüğü, takibin amacı ve öncelikleri, arazi yapısı, maliyet gibi parametreler dikkate alınmalıdır. Ayrıca veri iletişim hızı anlık takip ve yönlendirmede çok önemlidir. Veri iletişim hızını etkileyen parametreleri şöyle sıralayabiliriz:

- Veri ömrü
- Güncelleştirme hızı
- Gönderilen frekans
- Veri uzunluğu
- Kapsama alanı olarak sıralanabilir.

Günümüzde uygulanan araç takip sistemlerinde, haberleşme ağı olarak aşağıdaki çözümler uygulanmaktadır.

- Yakın mesafeler için, özel amaçlı telsizler.
- Uzak mesafeler ve dağlık bölgelerde radyo frekansı .
- Global uygulamalarda haberleşme uyduları ,kullanılır. Her sistemin özelliklerine göre bu altyapılardan biri tercih edilir.

Bu çalışmada telsiz sistemleri ve uygulamaları üzerinde duracağız.Telsiz haberleşmesinde, haberleşme kanallarındaki kaynak kıtlığı, bu amaçla ayrılan frekans bantlarının yoğun talep karşısında ihtiyacı karşılayamaması gibi olumsuzluklar, bu kaynakların ses haberleşmesine göre daha verimli bir şekilde kullanılmasına olanak veren veri haberleşmesinin tercih edilmesine neden olmaktadır. (Örnek verilecek olursa; A4 boyutundaki bir sayfa sadece yazı ise yaklaşık 16 kilobit bir veri demektir. Ses ile "on" kelimesinin söylenmesi için geçen sürede (yaklaşık bir saniye) PCM sistemlerinde 4 adet A4 sayfası, GSM sistemlerinde

yaklaşık bir A4 sayfası, 4,8 kilobit/sn hızındaki CELP sistemlerinde ise dörtte bir A4 sayfası büyüklüğünde bilgi akatarımı mümkündür). Veri haberleşmesi sayesinde kullanıcılar bilgi aktarımını en kısa sürede ve en ekonomik şekilde gerçekleştirebilmektedir.

5.1 Telsiz Haberleşme Sistemleri

Ticari ve sosyal hayatın gelişmesi, özellikle şehirlerdeki nüfus yoğunluğunun artması ile güvenli ve etkin bir haberleşmenin önemi her geçen gün artmaya başlamıştır. Haberleşme, ticaret, sağlık, eğitim, genel hizmetler ve güvenlik gibi alanlarda vazgeçilmez bir şekilde yerini almaya başlamıştır. Telsiz Haberleşmesi, yalnızca haberleşme gereksiniminin artmasına paralel olarak değil aynı zamanda gezginlik özelliğinden ötürü tercih edilmekte ve hızla gelişmektedir. Bu gelişme telsiz kullanıcı sayısının artmasının ya da frekans spektrumunun kullanımının gözlenmesiyle anlaşılabilir. Bu bölümde dünyada telsiz sistemlerindeki gelişmeler, geçmiş, mevcut ve gelecekteki sistemler anlatılmıştır.

Telsiz haberleşme sistemlerinde iletilmek istenen mesaj (ses veya veri), taşıyıcı görevi yapan elektromanyetik bir dalga sayesinde iletilir. Belli bir frekanstan göndermeç ile yayınlanan bu dalga, bir anten vasıtasıyla alıcıya aktarılır. Alıcıda elde edilen mesaj, ses ise bir hoparlöre, veri ise başka bir dış birime gönderilir ve bu yolla iletişim gerçekleşir.

Telsiz sistemleri kullanım yerine ve amacına göre çeşitli şekillerde isimlendirilmiştir. Bu isimler Avrupada PMR (Private Mobile Radio) ve PAMR (Public Access Mobile Radio) olarak sayılabilir. PMR kullanıcı gruplarına özel tahsisli kanal kullanımı ve sistemin kullanıcı grubu tarafından işletilmesi ya da işletiminin kontrol edilmesi anlamına gelirken, PAMR da konuşma kanallarının birden fazla kullanıcı grubu tarafından ortak kullanımı ve sistemin bir operatör tarafından işletilmesi anlamına gelmektedir.

5.1.1 Telsiz Sistemleri ile Veri İletiminde Önemli Konular

Veri Hızı : Telsiz haberleşme sistemlerinde sınırlı band genişliği içinde, şu anki teknolojilerin imkan verdiği veri hızları kullandıkları modülasyon teknikleriyle sınırlıdır. Burada, "havadaki hız" ile "net veri hızı" kavramlarını ayırmak gerekir . Havada taşınan verinin içerisinde kullanıcı veri bitlerine ek olarak hatalara karşı koruma bitleri, gönderen ve alıcı kimlik bilgi

bitleri ve sisteme ait bilgilerin taşındığı veri bitleri bulunmaktadır. Aktarılan verinin hepsi kullanıcı tarafından kullanılamamakta, net veri hızı havadaki hızdan daha az olmaktadır.

Veri Güvenliği : Veri, kaynağından (veri terminali, PC, GPS alıcısı, SCADA terminali vb.) alındıktan sonra bir telsiz kanalı üzerinden sisteme gönderilir. Bu bilgi; sistem tarafından, istenilen adrese teslim edilir. Veri bütünlüğü bu trafik içerisinde bozulmamalı, beklememeli ve kaybolmamalıdır. Sistem, hatalara karşı koruma ve düzeltme tekniklerini içermelidir. Ayrıca RF ortamının herkese açık olduğu düşünüldüğünde, önemli ve gizli bilgilerin şifrelenerek gönderilmesi gerektiği de açıktır.

Gerçek Zamanlı Veri Aktarımı : Veri uygulamalarında en önemli noktalardan birisi, bilginin gerçek zamanda istenilen yere ulaşmasıdır. Telsiz üzerinden bir veri tabanına erişilerek yapılacak sorgulamada veya GPS koordinat bilgilerinin bir merkeze aktarılacağı uygulamalarda veri aktarımını gerçek zamanda tamamlamak hedeflenebilir. Gerçek zamanda veri aktarımından kastedilen bilginin sakla-gönder gibi bir ara işlemciden geçmemesidir. Birçok kısa mesaj sistemi ve Mobitex sistemi bu tarzda çalışır. Veri yoğunluğuna göre; aktarılan verinin karşı taraftan alınmasında saniye, saat hatta gün farkı olabilir.

Kullanıcı Sayısı : Sistemin belirli bir trafik yükünden sonra tıkanmaması gerekmektedir. Kullanıcıların minimum zamanda maksimum bilgiyi yollaması, sistemden hizmet alacak kullanıcı sayısını artıracaktır.

Değişik Uygulamalara İmkan Sağlaması : Sistemlerin; GPS ile Araç Takibinde kullanılabilir olmasının yanında, SCADA, Veritabanı erişimleri gibi uygulamalarının olması tercih edilecek özelliklerdir.

Telsiz haberleşme sistemleri, diğer tüm haberleşme sistemlerinde olduğu gibi teknolojinin gelişimine bağlı olarak gelişmelerini sürdürmüşlerdir. Bu anlamda analog teknolojilerin kullanıldığı aralıkta tasarlanan telsizler birinci nesil, sayısal teknolojilerin kullanıldığı aralıkta tasarlanan telsizler ise ikinci nesil telsizler olarak adlandırılmışlardır. İkinci nesil telsiz sistemleri gelişme aşamasında olup; SAGE (Sayısal Geniş Alan) telsizleri Acropol, Tetra, Apco25 adları ile kullanıma sunulmuştur. Bu bölümde Birinci nesil telsizler ve çözümlerine değinilmiştir.

5.1.2 Birinci Nesil Telsiz Sistemleri

Bu telsiz sistemleri Konvansiyonel (sayısal veya analog) sistemler ve Trunk sistemler adıyla geliştirilmiştir. Bu sistemlerin kullanıldığı araç takip sistemi çözümleri vardır..

5.1.2.1 Konvansiyonel Telsiz Sistemler

Konvansiyonel sistemler, bir çevrim içindeki bütün kullanıcıların aynı kanalda beklediği ve bu kanaldan alma gönderme yaptığı sistemlerdir. Telsizlerin, alma ve göndermede aynı frekansı kullanarak çalışmasına simpleks çalışma; farklı frekanslar üzerinden çalışmasına ise dupleks çalışma adı verilir.

Simpleks çalışmada sistemdeki tüm birimler alma ve gönderme işlemlerini tek bir frekans üzerinden yaparlar. Telsizin alma sırasında göndermeci, gönderme sırasında ise almacı pasif konuma geçer

Dupleks çalışmada ise telsizler alma ve gönderme işlemlerini farklı frekanslar üzerinden yaptıklarından sistemde iki taraflı telefon görüşmesi şeklinde görüşme gerçekleşebilir. Tam dupleks ve yarı dupleks olmak üzere iki çeşit dupleks çalışma metodu vardır. Tam dupleks çalışan bir sistemde, sistemdeki tüm birimler aynı anda alma ve gönderme yapma özelliğine sahiptirler. Yarı dupleks çalışan bir sistemde ise yalnızca tekrarlayıcı telsiz bu özelliğe sahiptir; diğer telsizler aynı anda alma ve gönderme yapamaz.

Klasik Telsiz Sisteminde haberleşme, aldığı gönderen bir aktarıcı (repeater) aracılığıyla olur. Sistemde birden fazla kanal olabilir. Telsiz kullanıcıları hangi kanalda görüşmek isterlerse telsizlerini o kanala getirirler.

Konvansiyonel Telsiz Sistemlerinde Kullanılan Özellikler: Konvansiyonel telsizlerde telsizlerin daha verimli kullanılabilmesi ve konvansiyonel telsiz ve tekrarlayıcılardan birçok kullanıcı grubunun sistem olarak yararlanabilmesi için sistemlere çeşitli ilave özellikler kazandırılmaktadır. Bu özellikler aşağıda anlatılmıştır:

1-Ton Kodlu Susturma

2-Seçmeli Çağrı

3-Kimlik Tanıtma

4-Kanal Tarama

5-Gönderme Zamanını Sınırlama

6-Meşgul Kanalda Yayın Kilidi

1-Ton Kodlu Susturma (TKS): Susturma tekniklerinden olan TKS, sistemdeki telsizlere yazılım ile kazandırılabilen bir özelliktir. TKS özelliğine sahip bir sistemde, telsizlerin gönderdiği mesajlara özel bir ton eklenir. Gönderilen mesajı etkilememesi için ses işaret bandının altında (300Hz-3kHz) yer alan bu ton, telsiz göndermeye geçtiğinde üretilerek gönderilen mesaja eklenir. TKS özelliğine sahip telsizler bu özel tonu tanıyarak almaç devrelerinin açılmasını sağlarlar. Böylelikle telsizler yalnızca doğru tonu içeren mesajlara tepki verirler; diğer mesajları dikkate almazlar. TKS özelliği sayesinde sisteme aşağıda anlatılan nitelikleri kazandırmak mümkün olmaktadır.

2-Seçmeli Çağrı: Seçmeli Çağrı özelliği olan sistemlerde her telsize ve/veya gruba birer "çağrı numarası" verilmektedir. İstenen telsiz veya gruba bu numara vasıtasıyla çağrı yapılır. Böylece yapılan çağrı sadece ilgili telsize adreslenmiş olur ve kullanıcılar, kendileri çağrılmadıkça kanaldaki diğer konuşmaları dinlemek zorunda kalmazlar.

Seçmeli Çağrı sistemlerinde kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Yaygın olarak kullanılan yöntemler 2-ton ve 5-ton Seçmeli Çağrı sistemleridir. Günümüzde 2-ton sisteminin gelişmiş şekli olan 5-ton sistemler tercih edilmektedir. Bu sistemde her "adres" 5 rakamdan oluşur. 0-9 arası rakamların her birini temsil eden birer ton seçilir. İki aynı rakamın yan yana geldiği durumlar için bir tekrar tonu üretilir. Her bir "5 ton dizisi" bir adresi temsil eder.

3-Kimlik Tanıtma: Seçmeli Çağrı sistemlerinin bir yan özelliği olan "kimlik gönderme" telsize programlanmış olan kimliğin (ANI) bas-konuş mandalına basılmasıyla gönderilmesidir. Bu özellik sayesinde kanalda sürdürülmekte olan konuşmalar kontrol edilebilmektedir. Bu özelliğin bir başka kullanımı, telsizin bir çağrı aldığı anda kimliğini yollamasıdır (auto acknowledge). Böylece yapılan bir çağrının istenen telsize ulaştığı anlaşılmış olur.

4-Kanal Tarama: Kanal Tarama özelliği telsizin yayın olan kanalı bulup, o kanalı izlemesi işlevidir. Bu özellik, birden fazla kanalı izlemek ve izlediği kanallardan herhangi birinden çağrı aldığı anda, o kanaldan çağrıya cevap vermek isteyen kullanıcılar için tasarlanmıştır.

5-Gönderme Zamanını Sınırlama: Bu özellik telsizin göndermede kalma süresini sınırlayarak bas-konuş mandalının sürekli basılı kalması halinde kanalın meşgul edilmesini önler.

6-Meşgul Kanal Kilidi: Meşgul Kanal Kilidi olan bir telsizin, kanalda yayın varken gönderme yapması engellenebilir. Böylece kanalda yayın varsa, bas-konuş mandalına basılsa bile bir anda birden fazla telsiz gönderme yapamaz.

5.1.2.2 Trunk Telsiz Sistemleri

Klasik Telsiz Sistemlerinde kanallar sürekli olarak kullanılmamaktadır. Bundan ötürü farklı kullanıcılar yeni kanallar verilmeksizin var olan kanalları zaman paylaşımıyla kullanarak frekans spektrumu daha verimli kullanılabilir. Bu çözüm Trunk Telsiz Sistemidir. Trunk Telsiz Sistemi bir akül etrafında toplanmış birden fazla kanallı klasik telsiz sistemi olarak düşünülebilir. Kanallardan birisi sistem ve telsizler arasında işaretleşme için kullanılır ve Kontrol Kanalı olarak adlandırılır. Diğer kanallar ses veya data haberleşmesi için kullanılır ve Trafik Kanalı olarak adlandırılır.

Trunk Telsiz Sisteminde telsiz kullanıcıları görüşmek istedikleri telsiz kullanıcıyı ya da grubu sisteme bildirir. Kontrol kanalından gelen istekleri değerlendiren Trunk Telsiz Sistemi ses veya data haberleşme isteğine boş olan trafik kanallarından birisini atar. Görüşme bitimine kadar kanal görüşme isteğinde bulunan telsiz ve görüşülmek istenen telsiz veya grup tarafından kullanılır. Kullanılan trafik kanalı görüşme bitimi sonunda boş trafik kanalı listesine dahil edilir ve yeni bir istek için kullanılabilir. Trunk Telsiz Sistemi içindeki trafik kanallarının tümü kullanımdayken gelen data veya ses haberleşme istekleri Kanal Sırası'na alınır. Trafik kanallarından biri boşaldığında, sırada bekleyen isteklerden birisi için kullanılır.

1979'da ABD'de tanıtılan Trunk Telsiz Sistemi üzerinde çalışmalar 1980'lerde hızlandı. ABD'de bazı büyük telsiz firmaları tarafından geliştirilen Trunk Telsiz Sistemleri ortak bir standarda sahip değildir. Buna karşın İngiltere'de DTI (Department of Trade and Industry) telsiz ve sistem arasında işleyecek olan açık işaretleşme standardı olan MPT 1327'nin

geliştirilmesini sağladı. Aynı zamanda, bu standarda uygun olarak çalışacak telsizler için de MPT 1343 standardını geliştirdi.

Telsizlerin içerisinde standart olarak 1200bps hızında modemler vardır. Trunk telsiz sistemindeki sinyalleşmeler kontrol kanalı üzerinden bu modemler ile yapılmaktadır. Trunk Telsiz Sisteminde kısa veri iletimi de kontrol kanalı üzerinden yapılmaktadır. Veri iletimi Tek segmentli aktarım (SST) ve çok segmentli aktarım (MST) olmak üzere iki şekilde sağlanabilir. Bir adet tek segmentli aktarım ile 25, bir adet çok segmentli aktarım ile toplam 100 karakterlik veri aktarmak mümkündür.

Trunk Telsiz sistemlerinde uzunluğu 780 biti geçen verilerin aktarılması tanımlı değildir. Bu nedenle, örneğin sıkıştırılmış bir resim dosyasının (20-30 kbyte civarı varsayalım) aktarılması için verinin paketlere bölünmesi ve bunların alıcı tarafında birleştirilmesi gerekir. Her bir paket için ses talepleri ile beraber sisteme erişim yapılması gerekecektir. Sinyalleşme için harcanan zaman da göz önüne alındığında trunk telsiz sisteminin büyük veri aktarımları için uygun olmadığı ortaya çıkacaktır.

Trunk sisteminde ses haberleşmelerinin sinyalleşmeleri de kontrol kanalı üzerinden yürütüldüğü için, yoğun trafik olan şebekelerde tek kontrol kanalı hem veri haberleşmesini hem de ses trafiğini yönetme işini kaldıramayacak, bu durumda çoklu kontrol kanalına geçilmesi gerekecektir. Çoklu kontrol kanalı uygulamasında, kontrol kanallarının biri ses çağrılarının kurulumu esnasındaki sinyalleşmeleri taşıırken diğer kontrol kanalları sadece kısa veri aktarımına hizmet vermektedir. Yine de bir Trunk sistemi oluşturulması esnasında; gecikmeye toleransı olmaması dolayısıyla, ses haberleşmesinin öncelikli olduğu bir yapı kurmak hedeflenmelidir.

5.1.2.3 Trunk Telsiz Sistemi Uygulamaları

a) Dağıtım Araçları Haberleşme Sistemi

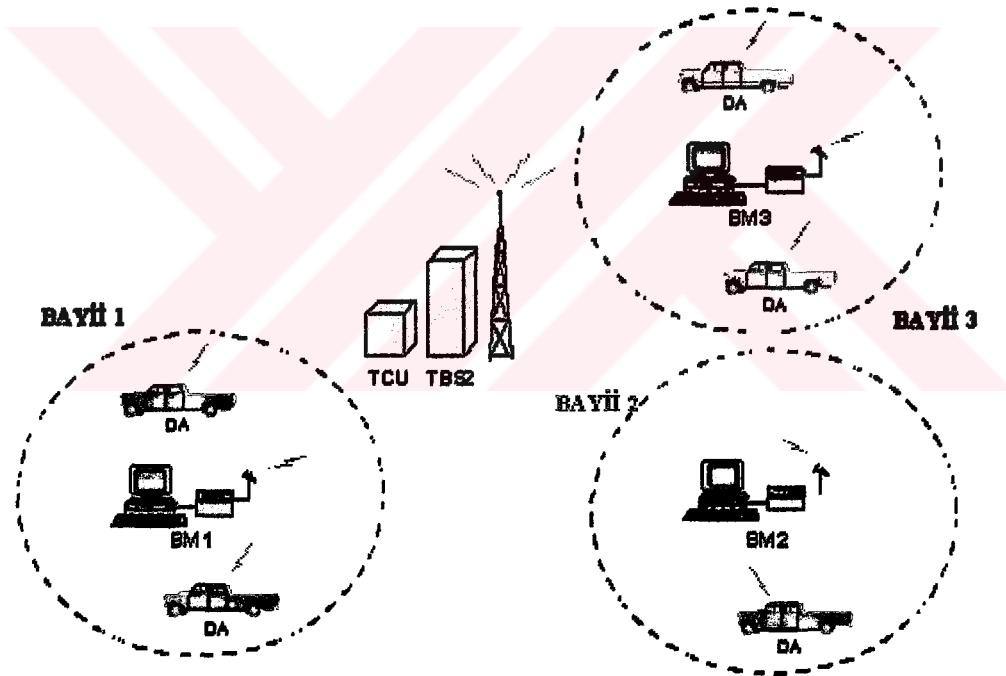
Dağıtım Araçları Haberleşme Sistemi, dağıtım şirketlerinin daha esnek ve verimli şekilde çalışmalarına yardımcı olmayı hedefleyen bir trunk haberleşme sistemidir. Trunk telsiz sisteminin avantajlarından yararlanan sistem, dağıtım şirketlerine güvenilir bir haberleşme sistemi sunmanın yanında, özellikle çok kullanıcıya hizmet verebilme, genişleyebilme kolaylığı, sistem güvenilirliği gibi önemli özellikleri de beraberinde getirmektedir.

Bu sistemde temel amaç dağıtım şirketlerinin, gelen sipariş bilgilerini dağıtım araçlarına telsiz şebekesi üzerinden iletmesidir. Bu nedenle sistemdeki haberleşme genel olarak veri haberleşmesi ağırlıklıdır.

Sistemin konfigürasyonunu incelediğimizde; her dağıtım şirketi merkezinde bilgisayara bağlı bir sabit merkez telsizi bulunmaktadır. Bilgisayara girilen sipariş bilgileri RS232 seri port'a bağlı bu telsiz üzerinden, ilgili dağıtım aracına aktarılmaktadır. İlgili dağıtım aracında da bulunan trunk telsizine bağlı bir seri yazıcıdan bu sipariş bilgileri alınabilmektedir.

Ses haberleşmesine de imkan sağlayan sistem, dağıtım şirketlerinin iş dağıtımı ve haberleşme ihtiyaçlarını verimli bir şekilde karşılamaktadır.

Sistem temel olarak 2 kanallı SITE Merkezi (Tekrarlayıcı Birimler, Trunk Kontrol Birimi vb.), Dağıtım Merkezi Telsizleri ve Araç Telsizlerinden oluşmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 Dağıtım araçları haberleşme sistemi.

b) Trunk Taksi Sistemi

Trunk Taksi Sistemi, temel olarak taksi sürücüsünün can güvenliğinin sağlanması için tasarlanmış bir trunk telsiz sistemidir. Teknolojik gelişmelere uygun olarak ve sistemdeki kullanıcı sayısının fazlalığı ve kanal sayısının fazla olmaması sebebiyle genellikle sistemde veri haberleşmesi ile iletişim gerçekleştirilmektedir. Ses haberleşmesi normal telsiz sistemlerine göre daha az tercih edilmelidir. Trunk Telsiz Sisteminin ikinci temel tasarım

hedefi, taksilere iş dağıtımının daha sağlıklı yapılmasına olanak sağlamak ve taksilerin duraklarda beklemesini özendirmektir. Taksi duraklarının veya şirketlerinin, yapısına göre değişik konfigürasyonlarda işletme merkezlerine sahip olmaları ile, telefonla alınan iş isteklerinin kayıtları tutulabilecek, gerekli olduğu zamanlarda ise bunlar müşteri veya işletmeci yararına kullanılabilir (müşteri şikayetleri, iş tahsisi miktarı vb.). Aselsan tarafından geliştirilen Trunk Taksi Sistemi'nde Trunk Telsiz Sistemi'ne ek olarak Bilgisayarsız Taksi Merkezi, Bilgisayarlı Taksi Merkezi, Emniyet Merkezi gibi konfigürasyonlar eklenmiştir.

Trunk Taksi Sistemlerinde kullanıcıya gerekli hizmetin verilmesi için bireysel, grup, tüm sisteme çağrı gibi çağrı tipleri kullanılmalıdır.

Trunk Taksi Sisteminde telsiz kullanıcıları başka bir telsiz kullanıcıya veya bir gruba 30 değişik durum bilgisini gönderebilir. Trunk Taksi Sistemlerinde aşağıdaki mesajlar için durum bildirme çağrısı kullanılır:

- Taksi Merkezine konuşma isteğini bildirme (MERKEZ).
- Taksi Merkezine iş isteğini bildirme (İŞ İSTEK).
- Emniyet Merkezine ihbarda bulunma (İHBAR).
- Emniyet Merkezine acil durum mesajı iletme (ACİL).

c) Trunk Sistemi Üzerinden Telsizlere Bağlı Ekranlara Reklam ya da Veri (haber/bilgi) Aktarımı

Sistem kısaca, belirli bir kaplama alanındaki Trunk telsizlerinin seri çıkışına bağlanarak bir ekrana mesaj göndermek şeklinde tanımlanabilir. Sistemdeki yönetim merkezine bilgisayar vb. kaynaktan aktarılan bilgiler adreslenmiş bir veya birden fazla telsize aktarılır ve bilgi bu telsizlere bağlı ekranlarda görünür. Aktarılabilecek bilgiler genel haber bilgileri olabileceği gibi (hava durumu, finans bilgileri vb.), yerel haberler (nöbetçi eczaneler, otobüs tarifeleri vb.) veya reklamlar da olabilir.

5.1.2.4 Telsizle Araç Takibinde Bir Uygulama

Araç konum izleme sistemlerine örnek olarak, taksi trunk sistemi üzerinde gerçekleştirilen "Acil Çağrı Taksi İzleme Sistemi" tanıtılmıştır. Trunk telsiz sistemleri belirli sayıdaki radyo kanallarını kullanıcılara sıra ile tahsis ederek, kanalların daha verimli kullanılmasını sağlarlar. Türkiye'nin büyük şehirlerinde taksilerin kullanılmasına yönelik olarak işletilen trunk telsiz

sistemleri Aselsan tarafından geliştirilmiştir. Taksi izleme sistemi, trunk telsiz sistemlerinde var olan kısa mesaj aktarma opsiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Taksi sürücöleri, gasp olaylarına karşı veya kuşulu bir durumda acil çağrılarını trunk telsiz sistemi üzerinden yapabilmektedirler. Ancak gerekli müdahalenin zamanında yapılabilmesi için yer bilgisinin de bilinmesi çok önemlidir. Trunk telsiz araç konum belirleme sistemi ile acil durumda olan taksinin yeri merkezde bulunan sayısal harita üzerinde görölebilir ve en yakın emniyet birimi ile irtibat sağlanarak en kısa zamanda müdahale yapılması sağlanır.

5.1.2.4.1 Taksi GPS Sistemi



Şekil 5.2 Taksi GPS sisteminin genel yapısı.

Taksi GPS yer belirleme sistemi üç kısımdan oluşmaktadır: Taksi: Taksi trunk telsizi ve GPS alıcı, bilgi gönderme ortamı: Trunk telsiz sistemi, merkez: Trunk sabit merkez telsizi ve buna bağlı bilgisayar (Şekil 5.2.).

Taksi telsizine bağlı GPS alıcısı, dünya üzerinde bulunan GPS uydularından gelen sinyalleri değerlendirerek, taksinin yerini enlem ve boylam olarak belirler. Taksi GPS konfigürasyonunda gösterilen acil çağrı düğmesine basıldığında, telsiz acil durum çağrısına başlar (Şekil 5.3). GPS alıcısından alınan yer bilgisi ve alarm durumu belirlenen periyotta taksi GPS sistemi merkez telsizine gönderilir.



Şekil 5.3 Taksi Konfigürasyonu.



Şekil 5.4. Taksi GPS Sistemi Merkez Konfigürasyonu

Sistemde taksi ve merkez telsizleri arasında iletişimi sağlayan trunk telsiz sistemidir.

Trunk telsiz sistemi radyo kanallarını kullanıcılara sıra ile tahsis ederek, kanal kullanımındaki verimliliği artırır. Bu sistemde telsizlerin kanal kullanımını kontrol eden kontrol kanalı ve ses iletiminin yapıldığı trafik kanalları mevcuttur. Taksi telsizlerine GPS alıcısından gelen yer bilgisinin merkez telsizine iletilmesinde trunk telsiz sisteminde var olan alt yapı kullanılmaktadır. Bu yapıda GPS bilgisi kısa mesaj olarak kontrol kanalı üzerinden sabit merkez telsizine ulaştırılmaktadır. Taksi ve merkez telsizleri arasındaki data iletişiminde uluslararası telekomünikasyon kurumları tarafından kabul edilmiş MPT 1327 standardı kullanılmaktadır.

Merkez telsizi acil çağrı yapan araçtan ulaşan yer bilgilerini, ona bağlı olan bilgisayara iletir. Bu bilgiler bilgisayar hafızasında bulunan sayısal harita ile karşılaştırılarak, ekranda cadde ve sokakların da belirtildiği haritada gösterilir. İstenildiğinde çağrı yapan aracın plaka v.b. kimlik bilgileri belirlenebilmektedir .

5.1.2.4.2 Taksi GPS Sisteminin Çalışması

Taksi GPS sisteminde acil çağrının başlatılması ile gelişen olaylar aşağıda sıralı olarak anlatılmaktadır.

1) Takside bulunan acil butonuna basılarak acil çağrı durumu başlatılır. Takside bulunan telsiz otomatik olarak kendisini kapatır. Ancak alarm ve GPS bilgisini göndermeye devam eder. Telsiz ön panosunda bulunan aç/kapa düğmesinden telsiz kapatılsa dahi alarm ve GPS bilgilerini göndermeye devam eder.

2) Acil durum çağrısını alan merkez telsizi, sesli ve görüntülü olarak uyarı verir. Çağrı yapan taksinin konumunu ekranda kırmızı renkli işaret ile belirtir ve dakikada bir olmak üzere yer bilgisini yeniler. Haritanın istenilen kısmı büyütülerek, hassas adres okunması sağlanabilir. Bilgisayar ekranında yer bilgisi ile beraber zaman da gösterilerek, taksinin zamana bağlı olarak yer değişimi izlenebilir. "Mouse" ile taksi işaretinin üzerine dokunulduğunda aracın plakası, sorumlusu gibi kimlik bilgileri sorgulanabilir

3) Emniyet güçleri ile irtibata geçilerek, taksinin bulunduğu adres ve plakası bildirilir. Böylelikle zaman kaybı olmaksızın en hızlı şekilde, en yakın olan emniyet birimleri harekete geçerek olaya müdahale eder.

4) Acil çağrının sonlandırılması ancak GPS merkezinden gönderilen bilgi göndermeyi durdur komutu ile olmaktadır. Merkez ve acil çağrı yapan araç, sesle haberleşme yaparak, karşılıklı anlaşma ile acil duruma son verebilirler.

Acil durumun dışında, GPS sistemine kayıtlı bir taksinin yer bilgisi istendiğinde; kimlik bilgisi (plaka) girilerek, ekrandaki harita üzerinde görülebilir. Bu bilginin diğer acil çağrı gönderen araçlarla karışmaması için, sorgulanan aracın yeri haritada farklı bir işaret ile belirtilir.

Taksi GPS sistemine kayıtlı bulunan araçlar, istendiğinde bilgisayarda bulunan kara listeye alınabilmektedir. Kara listeye giren taksilerin acil durum çağrıları konum izleme sistemi tarafından dikkate alınmayacak ve yer bilgileri bilgisayar ekranında belirtmeyecektir.

Kurulu bulunan sistemde acil çağrı yapıldığında bilgisayar sesli uyarı vererek, taksiye ait kimlik bilgilerini ekranda göstermektedir. İstenildiği takdirde, çağrı yapan telsiz dinlenebilir ve konuşma telsizinden emniyet güçleri ile irtibat sağlanabilir.

Kurulacak taksi GPS sistemi bu sistemle paralel çalışır ve acil çağrı alındığında her iki sistem de uyarı verir. Takside GPS alicisi bulunuyorsa, GPS merkez telsizine bağlı bilgisayar ekranında taksinin yeri belirir. Taksi dinlenmek isteniyorsa, yine dinleme telsizi ile bu sağlanabilir ve konuşma telsizi ile yardım istenebilir. Dinleme telsizi bir trafik kanalından dinleme yaparken, taksi telsizi o kanaldan göndermede olur ve bir dakika sonra zaman aşımından dolayı kontrol kanalına döner. Dinleme süresi içerisinde taksi telsizi kontrol kanalını terkettiğinden, GPS bilgisi alınamaz ve süre sonunda taksi telsizi kontrol kanalına dönerek, alarm durumu ile GPS bilgisini göndermeye devam eder.

Taksi GPS sisteminde kara listeye alınan Araçların GPS bilgileri dikkate alınmayacak, ancak bu taksiler acil çağrı ve taksi trunk telsiz sisteminde bulunan diğer özelliklerden yararlanacaklardır.

Taksi sisteminde Kullanılan Sayısal Harita ve Yazılım Özellikleri: Sayısal Harita ; Şehrin en yeni halini kapsamaktadır. Bu harita sadece sokak, cadde, bulvar adlarından oluşmamaktadır. Hem güvenlik hem de izlenmek istenen aracın cadde, sokak ve bulvar üzerinde kolayca bulunmasını sağlamak için sokak ve caddedeki: Karakolları, Taksi Duraklarını, Hastaneleri , Camileri, Okulları, Akaryakıt İstasyonlarını, Oto Satış Bayilerini, PTT merkezleri, Muhtarlıkları, Kamu Binalarını vb. göstermektedir.

Sayısal Haritanın Kullanımı: Kullanıcı programı açtığında ilk ekranda ilçeler, otobanlar, bulvarlar ve mahalle adlarını görür. Cadde ve sokak bilgileri, ihtiyaç duyuldukça büyütülerek bu bilgilerin anlam taşıdığı ayrıntıya inildiğinde, kademeler halinde ekrana gelir. İki nokta arasındaki mesafeyi metre ve cm cinsinden ölçebilir.

Harita Yazılımının Özellikleri: Sistemde kullanılan yazılım yerlidir. Şoförler Odası'nın amacına yönelik ihtiyaçları karşılayacak her tür değişiklik anında yapılabilir. Yazılımda bulunan bazı özellikler aşağıda sıralanmıştır:

-Geniş sorgulama tablosu (Plaka no, araç sahibi, şoförlerin isimleri, bağlı olduğu taksi durağı, aracın modeli, v.b.)

-Seçerek izleme: Takip edilen araç yer değiştirdikçe, harita otomatik kayarak, sürekli izleme sağlanır. Kara liste tutulabilir, Bilgileri yedekleme, Araç konum sorgulama -v.b

6. UYGULAMA

6.1 Veri Protokolü NMEA-0183 İfadesi

Uygulamada; alıcıdan alınan veri protokolü NMEA-0183 standardındadır. Magellan GPS 315 alıcısından, bilgisayara gelen veri örnek olarak şöyledir.

```
$GPGSV,3,2,09,13,26,241,,07,17,280,53,04,09,320,40,29,03,056,*7E
$GPGSV,3,3,09,22,01,118,,,,,,,,,,,,,*49
$GPGLL,4101.5038,N,02900.8790,E,153026.906,A*3F
$GPGGA,153026.91,4101.5038,N,02900.8790,E,1,05,2.4,00011,M,,,*,2E
$GPRMB,A,0.12,R,B01P02,B01P03,4059.2086,N,02905.2689,E,004.0,125.,000.0,V*17
$GPRMC,153026.91,A,4101.5038,N,02900.8790,E,00.0,000.0,250501,04.,E*63
$GPAPB,A,A,0.1,R,N,,,119.0,M,B01P03,120.7,M,,,*,46
$GPGSA,A,3,20,25,04,07,01,,,,,,,,,3.8,2.4,2.9*33
```

Bu gelen verinin standart formattaki NMEA-0183 ifadesi ;

\$<adres kısmı> , <veri kısmı>...(<*<checksum kısım>) <CR> <LF>
şeklinde ifade edilir.

'\$': ifadenin başlangıcını , <CR><LF> ifadenin sonunu belirtir. '\$' ile <CR><LF> arasındaki maksimum uzunluk '\$' ve <CR><LF> 'yi de içine alacak şekilde 82 byte 'tır.

<adres kısmı> : Sabitlenmiş 5byte uzunluğunda bir bilgidir. İlk 2 byte ifadeyi kimin gönderdiğini tanımlar (talker ID), sonraki 3byte ise ifadenin formatını tanımlar (sentence formatter).

GPS alıcısından gelen verinin <adres kısmı> şöyledir.

\$GPGSV : Uydu bilgileri.
\$GPGLL : Koordinatlar.
\$GPGGA : Konum, zaman v.d.
\$GPRMB : Zaman v.d.
\$GPRMC : Konum, zaman, hız, yön.
\$GPAPB : Hız ve yön.
\$GPGSA : DOP, Durum.

Burada talker ID; GPS alıcısı anlamında 'GP' olarak ifade edilir. Eğer veri alıcıdan değilse bir PC den geliyorsa o zaman; verinin geldiği yer bilinmiyor manasında 'XX' şeklinde gelir.

<veri kısmı>... : Belirlenmiş uzunluklar yada değişkenler virgül (,) ayırıcı ile ayrılırlar. Verinin normal alınmadığı durumlarda geçersiz kısım anlamında ',,,,,' şeklinde kullanılır. Uzunluğu sabitlenmiş sayısal veri kısmında, kullanılmayan sayı yerlerine sıfır kullanılır.

Navigasyon amaçlı kullanımlarda, NMEA-0183 protokolünde <veri kısmı > kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Diğer format yapıları değiştirilemez.

Eğer kullanılan mobil GPS ile DGPS tekniği uygulanırken RTCM SC,104 veri iletişim standardı kullanılır. Bu alıcılar tek iletişim portlu olduğundan, veriler aynı portu kullanarak iletilir. Bir NMEA-0183 ifadesi içine, RTCM SC 104 verisi yerleştirilmez. Aksi halde alıcı her iki veriyi de tanımaz.

<checksum kısmı> :Sadece 'RMC' ifadesi checksum ile kullanılır.Diğer ifadeler (checksum) içermez, iki altı ondalıklı kısım '**' ile ayrılır.\$ ve * dahil olmak üzere yer alan 8 bitlik verinin sonuç değeri 6 ondalıklı kısmın 2 baytına dönüştürülür.

6.2 Mobil GPS ile Verilerin Toplanması

Araç Takip için gerekli verinin harita kullanılmadan toplanması ve daha sonra değerlendirilmesi amacıyla

-Bir Mobil GPS.

-Bir notebook (dizüstü bilgisayar) veya bir PC.

-Alıcı ile PC arasında bilgi akışını sağlayacak bir bağlantı kablosu, gerekir.

Bağlantı kablosu, GPS'e ve notebook'a COM1 seri portu üzerinden bağlanır. Alıcı çalıştırdıktan sonra bilgisayarda WINDOWS altında çalışan Hyper Terminal üzerinden veri alımı başlar.

Uydudan gelen ve bilgisayarda devamlı olarak akan NMEA_0183 Output ifadeleri; yukarıda görüldüğü gibidir. Bu ifadelerdeki koordinat bilgileri

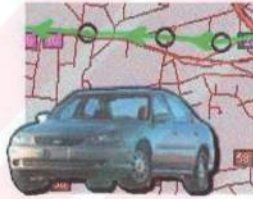
\$GPGLL,4101.5038,N,02900.8790,E,153026.906,A*3F şeklindedir.

Bu ifadenin veri kısmını okuyacak olursak: '41' derece-'01' dakika-'5038' dakika ,kuzey,'29' derece – '00' dakika, '.8790' dakika , şeklindedir.

Böylece nokta koordinatları: 41 dakika 1.5038 derece kuzey enlemi ile 29 dakika 0.8790 derece doğu boylamıdır.

6.3 Çalışmanın İçeriği

Bu tez çalışmasında hızla gelişen ve gün geçtikçe kullanım alanı artan GPS ile araç takip sistemlerinin, mevcut uygulamaları araştırılıp, sistemi oluşturan parçalar hakkında detaylı bilgiler düzenlenmiştir. Bu doğrultuda bir mobil GPS alıcısı kullanılarak araç takibinin en yalın hali ile uygulama ve değerlendirmesi yapılmıştır. Kablosuz veri iletişim altyapısı kullanılmadan, kendi kendini takip ve yönlendirme olarak yapılmıştır.



Şekil 6.1 Araç Takibinin Görsel ifadesi.

6.4 Uygulamada kullanılan Yazılım ve Donanımlar :

Bu çalışmada araçta bulunan kişinin kendisinin; nerede ve hangi hızda olduğunu, bir diz üstü veya özel bir bilgisayar ekranından harita üzerinde anında izleyebildiği bir uygulama (Self Tracking) yapılmıştır.

Uygulamada kullanılan donanımlar: Magellan GPS 315 , bir bağlantı kablosu ve bir dizüstü bilgisayar.

Uygulamada kullanılan yazılım:GPS TrackMaker isimli program



Şekil 6.2 Magellan GPS 315

Mobil GPS :

Cep boyutundadır, Navigasyon amaçlı global koordinat verir, 12 paralel kanalı sayesinde kısa sürede uydu yakalayabilir. 2 Amper'lik bataryası vardır. Alıcı içinde 72 adet harita datumu tanımlıdır ve 12 koordinat sistemi, biri kullanıcı tanımlı olmak üzere vardır. İletişim kablosu sayesinde PC ile birlikte kullanılabilir ve DGPS verilerini okuyabilir.



Şekil 6.3 Uygulamada kullanılan Mobil GPS

İletişim Kablosu: GPS alıcısının uydulardan aldığı sinyaller TTL seviyesindedir. Bu verinin PC'ye aktarılabilmesi için RS-232 C seviyesinde olması gerekir. Bu dönüşüm ve aktarma işi Şekilde 6.4 'teki bağlantı kablosu ile yapılır.



Şekil 6.4 İletişim Kablosu

Uygulamada kullanılan CBS Yazılımı:

Yazılım olarak GPS TrackMaker (11.3 sürümü) programı kullanılmıştır.

-Bu program Microsoft Windows 95/98 kurulu olan her bilgisayarda çalışır.

-PC ve GPS 'in birlikte kullanımında görsel bir sunum verir.

-Real Time navigasyon uygulamalarında NMEA-0183 veri protokolünü tanır.

-Temel veri olarak 200 farklı datum tanımlıdır . Böylece değişik projeksiyonlarda üretilmiş haritaların takip amaçlı kullanımına imkan verir. Ayrıca bu datumlar arası dönüşüm imkanı da vardır.

-Ekran görüntüsünü; Coğrafi Koordinatlarından, UTM koordinatlarına çevirmek mümkündür.

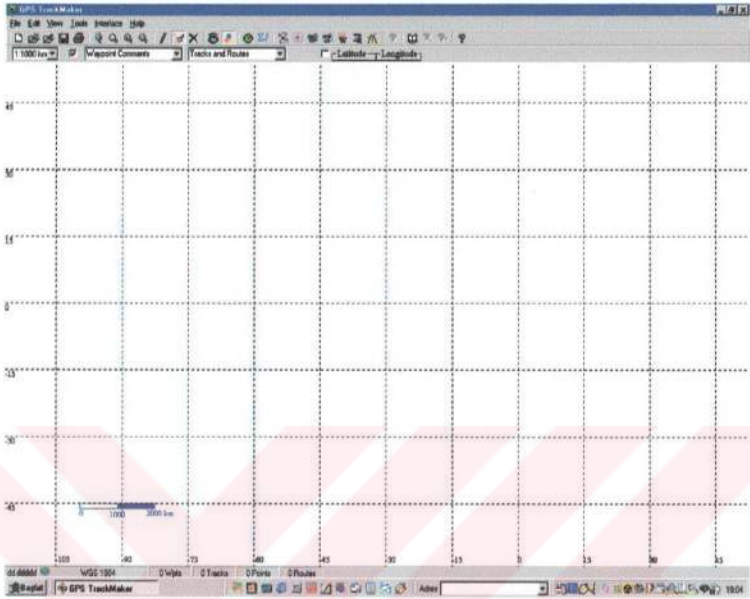
-Program çalışılan haritayı ve konum bilgilerini; .txt, .gtm, .grm formatlarında kayıt etme imkanı verir. Ayrıca bu formatların dışında Map/Info ve Arc/Info dosyalarının formatlarını (*.E00) tanır.

-Ekrandaki görüntünün ölçeği ayarlanabilir, görüntü üzerinde kaydırma , kesme, yapıştırma gibi edit komutları vardır. Çalışılan harita renklendirilebilir.

-Navigasyon anında;yenilenen anlık konum bilgilerini, seçilen bir simge şeklinde kullanılan harita üzerinde, hareket halinde gösterir. Bu bilgiler anlık olarak izlenebildiği gibi bilgisayarın HDD' kine kayıt edilip daha sonrada incelenebilir.

-Program harita olmadan da çalışma imkanı verir. Alıcıdan gelen anlık konum bilgilerini istenilen koordinat sisteminde gösterir ve kayıt eder.

-Hareketli obje sürekli ekranın ortasındadır.



Şekil 6.5 GPS Track Maker Yazılımının genel görüntüsü.

Dizüstü Bilgisayar (Note_Book)



Şekil 6.6 Dizüstü Bilgisayar (Note_Book)

6.5 Gerçek zamanlı (Real Time) Araç Takip Uygulaması

Uygulama Haritasının Hazırlanması

Uygulama için yukarıdaki donanımlar ve yazılım temin edildikten sonra, görsel takibin yapılacağı sayısal haritanın hazırlanmasına geçildi. Sayısal harita: 1/1000 ölçekli fotogrametrik haritalar kullanılarak Beşiktaş-Üsküdar bölgesinde bir uygulama alanı seçildi. Bu seçilen bölge haritasında; ArcView GIS 3.1 programı kullanılarak yol orta noktaları polyline (çoklu doğru) olarak çizgiselleştirildi. Bu yol orta çizgileri, CBS (GIS)'nin bir özelliği olarak, yol ve cadde isimleri ile sorgulanabilir hale getirildi.

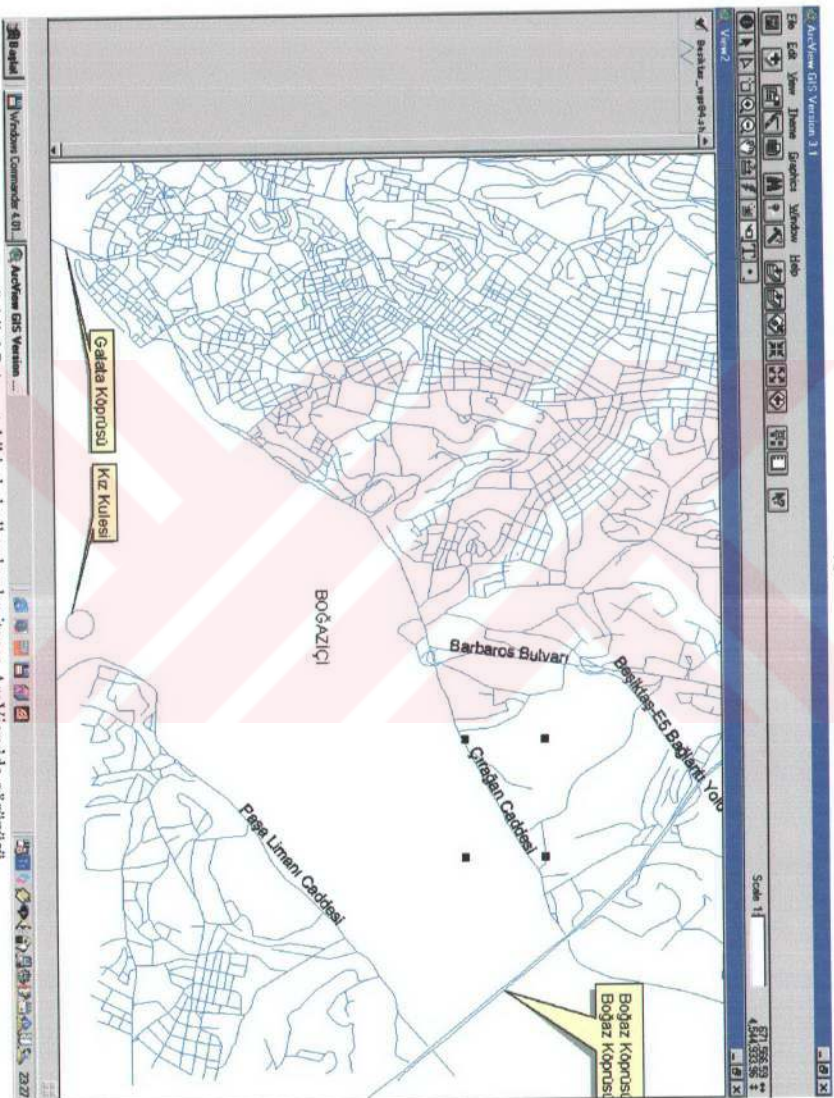
Harita; Hayford Elipsoidi (ED-50 Datumu)'nde memleket koordinat sisteminde tanımlı olarak elde edildi. Araç takibinde kullanılması için WGS-84 Elipsoid'ine datum dönüşümü yapıldı.

ArcView programı kullanılarak; WGS-84 elipsoidinde UTM (35 zone) projeksiyonunda koordinatlar elde edildi.

Hayford Elipsoidi'nden WGS-84 elipsoidine dönüşümde kullanılan parametreler.

	ED-50	WGS-84	ED-50>WGS-84
X _o	-84.058m	0.055m	DX=-84.003m
Y _o	-101.774m	-0.541m	DY=-102.319m
Z _o	-129.694m	-0.185m	DZ=-129.827m
W _x	0	0".0183	-0".0183
W _y	0	0".0003	0".0003
W _z	-0".4668-+0".1120	-0".0070	-0".4738
K	1.0487ppm	-0.014ppm	1.0347

(Ayhan M.E., Turkish National Raports)



Şekil 6.7 Arç takibinde kullanılan haritanın ArcView’de görünüşü

Eşzamanlı Takip Uygulaması

Datum dönüşümü yapılan harita '*.shp' formatında GPS TrackMaker programında açıldı. Açılan haritanın Datum ve projeksiyon çeşidi Takip programında belirlendi. GPS alıcısında da aynı seçimler yapıldı. Sonra takip yazılımında NMEA-0183 veri iletişim protokolü kullanılarak, COM1 seri portundan GPS/PC bağlantısı bağlantı kablosu ile yapıldı. GPS alıcısı çalıştırılıp yeterli uydu sinyali alındığında, yazılım ile bağlantısı (connection) yapıldı. GPS 'ten gelen anlık veriler harita üzerinde görüldü. Bulduğumuz aracın hareket etmesi ile ekrandaki anlık görüntüler yenilenerek ve bir çoklu doğru ile birleştirilerek takip ettiğimiz güzergah harita üzerinde görüldü. Alıcıda veri gönderme sıklığı 1sn olarak belirlendi. Böylece anlık hızımız, hareket yönümüz, bulduğumuz mevkii anlık olarak araç içinde görünmüş oldu.

Ekranda görülen anlık görüntüler bir veri tabanı oluşturmak üzere kayıt edilebilmektedir. Uygulama bölgesinde yaptığımız Anlık izlemenin görüntüleri Şekil 6.8'de görülmektedir. Takip edilen güzergaha ait koordinat listeleri EK 1-2'dedir.

6.6 Uygulama Sonuçlarına İlişkin Bazı Saptamalar

Bu uygulama ile, kullanıcının herhangi bir araç içinde seyir halinde iken kendi konumunu global koordinatlarla belirleyip, hareket süresince izlediği rotayı takip edebilmesi ve ulaşmak istediği hedefe kendini harita üzerinden yönlendirebilmesi sağlanmıştır.

Bu takipte doğruluğu etkileyen faktörler kullanılan haritanın üretiminden kaynaklanan hataya ve mobil GPS alıcısından alınan verinin doğruluğuna bağlıdır. Bu sonuçlara göre uygulamada çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sadece ağaçlık bölgelerde ve tünel geçişinde GPS uydu sinyallerini kayıp ettiğinden sistem çözümsüz kalmıştır.

Bu çalışmada mobil GPS kullanıldığından 20m'lik bir hata zaten bekleniyordu. Bunun yanında yol orta çizgilerinden, yaklaşık 50m'lik kayıklığın olduğu görülmüştür. Bunun sebebi kullanılan harita datumunu, takip programında tam olarak tanıtamamış olmamızdan kaynaklanmaktadır. Daha hassas sonuç gereken işlerde bu takip sistemi DGPS tekniği kullanılarak da yapılabilir.

Bu tür uygulamalarda; kullanılan yazılımın fonksiyonlarına ve sayısal haritanın özelliklerine göre daha verimli ve kullanışlı bir takip sistemi kurulabilir. Bu sistemle elde edilen veriler bazı çalışmalarda kullanılabilir. Zamana bağlı olarak konum ve hız bilgileri kaydedilebildiğinden Şehir içi trafik akış yoğunluğunun tespiti, Ulaşım planlaması için veri tabanı oluşturmak ve her tip analiz için veri tabanı oluşturmada kullanılabilir.

Bu çalışmada; temel donanımlar ve yazılım temin edildikten sonra, kullanım alanının uygun projeksiyonda, kullanım amacına göre üretilmiş haritası ile birlikte, dünyanın her tarafında uygulanabilecek bir takip sistemi kurulabilir. Temel sistem yatırımlarına kablosuz veri iletişim altyapısı da eklendikten sonra izleme istasyonlarından da araç takibi yapmak mümkündür. Sadece iletişim için bir maliyet getiren çok kullanışlı ve uzun ömürlü bir sistem olduğu ortaya çıkmaktadır.



7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Dünyada aynı amaç için kullanılan birisi geliştirilme aşamasında, 3 adet küresel konumlama sistemi mevcuttur. Bunlardan Amerika Birleşik Devletleri'nin geliştirdiği GPS isimli olan hem öncülük yapmış (dolayısıyla standartları belirlemiş ve önemli bir pazar payı elde etmiştir) hem de tam olarak (son olarak SA'nın kaldırılması ile) artan bir kalitede hizmet vermektedir.

Rusya Federasyonu'nun GLONASS sistemi de kısıtlı sayıda uydu ile hizmet vermektedir. Fakat gelecekte bunun tamamlanabileceği düşünülebilir.

En son olarak da Galileo'nun sonradan gelme avantajını iyi değerlendirerek mevcutlardan daha düşük bir maliyetle ve daha yüksek bir güvenilirlikle GPS'e ciddi bir rakip olabileceği söylenebilir. Galileo'nun gerçekleşme sürecinde çeşitli aşamalar geçildikçe oluşan imkanlar hizmete sunulurken, kullanım güvenliği ve kalitesi artırılmaktadır.

CBS'nin, dünya coğrafyasının bilgisayar tabanlı bir sistemde izlenmesi düşüncesinden doğmuştur. Teknoloji ve bilişim dünyasındaki hızlı gelişmeye paralel olarak CBS de çok hızlı bir gelişme yaşamış ve hayatımızın hemen her alanında yer almaya başlamıştır. Bir çok alanın yanında araç takibi uygulamalarında da kullanılmaktadır. CBS, özellikle uydu bazlı konum belirleme ve iletişim teknolojisi vb. gibi yaşamımıza girmiş bulunmaktadır. Bunun yanında diğer pek çok teknolojiyi de kullanarak, araç takip ve yönlendirme sistemlerinde anlık durum değerlendirmeleri ile bir karar destek unsuru olarak yararlanılması CBS'nin kullanım alanlarından biridir.

Veri aktarımında sunulan çözümler; kullanıcının özellikleri, öncelikleri ve iletişim sistemlerinin yetenekleriyle belirlenmektedir. Her sistem, kullandığı teknikler ve sahip olduğu yaklaşımlar ile birtakım avantajlara sahiptir. Dolayısıyla kullanıcı ihtiyaçları belirlenerek en uygun çözüm seçilmelidir. Şehir içi ve küçük bölgelerde ki uygulamalarda telsiz sistemleri tercih edilebilir.

Araç takibinde doğruluğu etkileyen faktörler, kullanılan haritanın üretiminden kaynaklanan hataya ve mobil GPS alıcısından alınan verinin doğruluğuna bağlıdır. Bu sonuçlara göre

uygulamada çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Sadece ağaçlık bölgelerde ve tünel geçişinde, GPS alıcısı uydru sinyallerini alamadığından sistem çözümsüz kalmıştır.

Bu tür uygulamalarda; kullanılan yazılımın fonksiyonlarına ve sayısal haritanın özelliklerine göre daha verimli ve kullanışlı bir takip sistemi kurmak mümkündür. Temel donanımlar ve yazılım temin edildikten sonra, kullanım alanının uygun projeksiyonda, kullanım amacına göre üretilmiş haritası ile birlikte, dünyanın her tarafında uygulanabilecek bir navigasyon sistemi kurmak çoğu işi kolaylaştıracaktır. Temel sistem yatırımlarına kablosuz veri iletişim altyapısı da eklendikten sonra izleme istasyonlarından da araç takibi yapmak mümkündür. Takip ve yönlendirme sistemlerinin, bu temel sistem yatırımlarından sonra, sadece iletişim için bir maliyet getiren çok kullanışlı ve uzun ömürlü bir yapıda olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada; yol orta çizgilerinden 50m'yi aşan kayıklıklar olduğu görülmüştür. Bunun sebebi kullanılan harita datumunu, takip programında tam olarak tanıtamamış olmamızdır. Daha hassas sonuç gereken işlerde bu takip sistemi DGPS tekniği kullanılarak da yapılabilir.

GPS'in çözümsüz kaldığı durumlarda; GPS ve diğer ölçme aletlerinin birlikte kullanımı bir çözüm olarak verilmektedir. GPS ile hız ve uzunluk ölçme aletleri birlikte kullanılabilir. GPS'in , INS (Intertial Navigation System) ile birlikte kullanımı, eşzamanlı kullanımda GPS'ten kaynaklanan kesilmelere karşı bir önlem olarak düşünülmektedir. GPS , INS interpolasyonu ya da ekstrapolasyonu, gemi ve uçaklarda iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca giroskop tabanlı INS'den farklı olarak hız ölçme tabanlı bir INS mobil GPS alıcısına entegre edilebilmektedir. Araç takip sistemlerinde doğruluğun ve devamlılığın sağlanması veri iletişim altyapısının da gelişmesine paralel olarak değişecek ve gelişecektir

KAYNAKLAR

Aksoy, A. Ve Güneş, İ.H., (1990) Jeodezi II, İTÜ Matbaası, İstanbul

Ashkenazi, V., Hill, C.J., Nagle, J., (1997), "Wide Area Differential GPS: A Performance Study "Institute of Engineering Surveying and Space Geodesy, University of Nottingham, United Kingdom.

Basker, S., Casewell, I., (1993). "Time and Clock Issues in WADGPS "ION'93 UTAH Conf. 2/2, pp.1509-1518.

Clarke K.C., (1997), Prentice Hal Getting Started with Geographic Information Systems, I Cellular&Mobile International, Temmuz/Ağustos, 1997

Çelik, R.N., Şeker, D.Z.,(1995), "Integration of Positioning Sensors Used in Offshore Surveying " , First Turkish-German Joint Geodetic Days, İstanbul, pp.47-65.

Eren, K., Uzel, T.,1995, GPS Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Ersoy A. ve Güneş İ.H., (1990) Jeodezi II, İTÜ Matbaası, İstanbul

Goad, Cc.c., (1990), "Optimal Filtering of Pseudoranges and Phases from Single Frequency GPS Receivers, NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation, Vol. 37, No. 2, U.S.A.

George B. Korte, P.E., The GIS Book, Onword Press.

Gouzhva, Y., (1994), Glonass Receivers An Outline, et al. GPS World, January 1994

Grelot, J.-P., (1994), "Cartography in the GIS Age", The Cartographic Journal, , Vol.31, No.1, Sayfa 56-60.

Groten, E., Leinen, S., Mathes, A., (1995), "About the Possibility of Monitoring Deformations By a Real-time DGPS Network " , Institute of Physical Geodesy Darmstadt, Germany.

Herman, B., Evans, A., Law, C., Remondi, B., (1993), "Kinematic On-The-Fly GPS Positioning Relative to a Moving Reference. " , NOAA.

Hofman-Wellenhof B., Lichtenegger H., Springer-Verlag., (1994), GPS Theory and Practice, Third Edition, 1994

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Collins, J., (1992), "Global Positioning System Theory and Practice " Springer-Verlag Wien New York, PP. 3

Hwang, P.Y.C., Brown, R.G., (1990), "GPS Navigation: Combining Pseudorange with Continuous Carrier Phase Using a Kalman Filter. " , Navigation: Journal of the Institute of Navigation, Vol. 37, No. 2, U.S.A.

İzbrak, R., (1992), Cografya Terimleri Sözlüğü, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul.

Johnson N. L., (1994), "GLONASS Spacecraft" GPS World ,November 1994
 Kahveci M., Yıldız F., (2001), GPS Global Konum Belirleme Sistemi, Ankara

Kaplan, E.D., (1996), "Understanding GPS Principles and Applications", Artech House, Boston, London.

Kartal, F., (1998), Havada Kinematik GPS ve Bir Uygulama, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul

Kınık, İ., Kahveci, M., Ocak, M., (1995), "Diferansiyel GPS (DGPS) ve Uygulama Alanları", Harita Dergisi, Sayı 115, s. 44-64.

Koşaroğlu M., (1998), 'Trunk Telsiz Araç Konum İzleme Sistemi', Aselsan Dergisi sayı 44

Kraak, M.J.; Ormeling, F.J. (1996) "Cartography: Visualization of Spatial Data", Longman, Londra 222 Sayfa

Kremer G.T., Kalafus R.M., Loomis P.V.M., Reynolds J.C., (1990), "The Effect of Selective Availability on Differential GPS Corrections", NAVIGATION: Journal of The Institute of Navigation Vol 37, No: 1, U.S.A.

Kurt M., (1997), Diferansiyel GPS (DGPS), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Leick, A., (1990), "GPS Satellite Surveying", Department of Surveying Engineering University of Maine Orono, Maine.

Leick, A., (1995), "GPS Satellite Surveying", Second Edition.

Loomis, P., Kremer, G., Reynolds, J., (1989), "Correction Algorithms for Differential GPS Reference Stations", Navigation: Journal of the Institute of Navigation, Vol. 36.

MacEachren, A.M., Taylor, D.R.F., (1994), "Modern Cartography II: Visualization in Modern Cartography", Pergamon, New York, 345 Sayfa.

MacEachren, A.M., (1994), "Visualization in Modern Cartography: Setting the Agenda", Modern Cartography II: Visualization in Modern Cartography, Ed. by MacEachren, A.M.; Taylor, D.R.F., Sayfa 1-12

Özgen M.G. ve Deniz R., (1986), Elektromagnetik Dalgalarla Jeodezik Ölçmeler, İTÜ Matbaası, İstanbul

Parkinson B.W., (1994), "GPS Eyewitness: The Early Years", GPS World September

Pietraszewski, D., Spalding, J., Viehweg, C., Luft, L., (1988), "U.S. Coast Guard Differential GPS Navigation Field Test Findings", Papers published in NAVIGATION, Volume IV, The Institute of Navigation.

Rossbach, U., Hein G.W., Eissfeller, B., (1995), "Experiences in DGPS/DGLONASS Combination", Institute of Geodesy and Navigation (IFEN), University FAF Munich, D-85577 Neubiberg, Germany.

Saka M.H., Oral H. A., Diken H., (1996), Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyum, GPS ile Trafik Akışının İzlenmesi, 6-7 Mayıs, İstanbul

Sankur B., İstefanopulos Y., (1997), Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Terimleri Sözlüğü, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, Mart, İstanbul

Schwarz K.P., Liu, Z., Zhang, J.Q., 1993, "Testing A Radio Link System for Real Time DGPS Velocity Determination", The University of Calgary.

Seeber, G., (1993), "Satellite Geodesy", Walter de Gruyter, Berlin-New York.

Sennott, J.W., Pietraszewski, D., (1987), "Experimental Measurement and Characterization of Ionospheric and Multipath Errors in Differential GPS", NAVIGATION : Journal of the Institute of Navigation Vol 34, No. 2 Summer.

Soycan M., (1999), GPS Tekniği ve Matematiksel Modellerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

Stone, A.W., (1995), "An Overview of Global Positioning System Continuously Operating Reference Stations", New Mexico State Geodetic Advisor / National Geodetic Survey Albuquerque, New Mexico U.S.A.

Stratton, D.A., Electronics, P.G., (1993), "A Differential Global Positioning System for Flight Inspection of Radio Navigation Aids", ION'93 UTAH Conf. 2/2, pp.1559-1566.

Şimşek M., Demirel H., (1997) 'Ağ Sıklaştırma Modern Teknikleri', 6.Harita Kurultayı, Ankara

Talbot, N.C., (1991), "High-Precision Real-Time GPS Positioning Concepts: Modeling and Results", Royal Melbourne Institute of Technology, Melbourne, Australia.

TUJJB., (1993), Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofiz Birliği Genel Kurulu (TUJJB) Bildiri Kitabı, s.145, Ankara.

Ünver, M., (1996), "Kalman Filtreleme Yöntemi ile Kinematik Düşey Hareketlerin Belirlenmesi", Harita Dergisi, Sayı 116, s. 14-31.

Wells, D., Beck, N., delikaraoğlu, D., Kleusberg, A., Krakiwsky, E.J., Lachapelle G., Langly, R.B., Nakiboğlu M., Schwarz, K.P., Tranquilla, J.M., Vanicek, P., (1987), "Guide to GPS Positioning", Canadian GPS Associates.

Wübbena, G., Seeber, G., (1995), "Development in Real - Time Precise DGPS Application: Concepts and Status", International Association of Geodesy Symposia, Symposium No. 115, pp.212-226.

EK 1: Uygulama güzergahına ait Kartezyen Koordinatlar.

Datum,WGS84,WGS84,0,0,0,0,0

TP, UTM, 35T, 670238.81, 4544580.086, 05.25.2001, 12:13:06, 1
 TP, UTM, 35T, 670295.237, 4544643.604, 05.25.2001, 12:13:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670348.176, 4544694.267, 05.25.2001, 12:13:50, 0
 TP, UTM, 35T, 670386.864, 4544730.713, 05.25.2001, 12:13:50, 0
 TP, UTM, 35T, 670403.011, 4544747.751, 05.25.2001, 12:13:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670416.241, 4544763.611, 05.25.2001, 12:13:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670426.682, 4544778.85, 05.25.2001, 12:13:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670437.539, 4544794.284, 05.25.2001, 12:13:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670452.625, 4544808.706, 05.25.2001, 12:13:50, 0
 TP, UTM, 35T, 670503.735, 4544847.478, 05.25.2001, 12:13:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670515.303, 4544856.449, 05.25.2001, 12:13:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670532.954, 4544869.079, 05.25.2001, 12:13:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670541.117, 4544873.712, 05.25.2001, 12:13:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670548.729, 4544877.962, 05.25.2001, 12:13:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670722.234, 4545048.814, 05.25.2001, 12:14:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670739.904, 4545066.629, 05.25.2001, 12:14:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670756.504, 4545082.198, 05.25.2001, 12:14:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670795.001, 4545108.644, 05.25.2001, 12:14:56, 0
 TP, UTM, 35T, 670817.386, 4545116.571, 05.25.2001, 12:14:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670852.787, 4545131.467, 05.25.2001, 12:14:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670865.453, 4545141.39, 05.25.2001, 12:14:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670987.906, 4545234.595, 05.25.2001, 12:15:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671013.21, 4545237.592, 05.25.2001, 12:15:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671102.128, 4545241.888, 05.25.2001, 12:15:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671185.173, 4545227.534, 05.25.2001, 12:15:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671236.259, 4545237.059, 05.25.2001, 12:15:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671310.106, 4545226.38, 05.25.2001, 12:15:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671321.792, 4545224.246, 05.25.2001, 12:15:56, 0
 TP, UTM, 35T, 671356.037, 4545228.564, 05.25.2001, 12:15:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671375.757, 4545242.54, 05.25.2001, 12:15:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671390.57, 4545262.512, 05.25.2001, 12:15:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671400.883, 4545283.119, 05.25.2001, 12:15:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671428.991, 4545328.026, 05.25.2001, 12:15:56, 0
 TP, UTM, 35T, 671439.638, 4545340.309, 05.25.2001, 12:15:56, 0
 TP, UTM, 35T, 671439.638, 4545340.309, 05.25.2001, 12:15:56, 0
 TP, UTM, 35T, 671598.917, 4545249.241, 05.25.2001, 12:15:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671608.573, 4545237.989, 05.25.2001, 12:16:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671636.812, 4545211.433, 05.25.2001, 12:16:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671673.872, 4545179.345, 05.25.2001, 12:16:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671732.098, 4545129.424, 05.25.2001, 12:16:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671763.957, 4545097.955, 05.25.2001, 12:16:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671738.282, 4545009.039, 05.25.2001, 12:16:00, 0
 TP, UTM, 35T, 671684.347, 4545043.324, 05.25.2001, 12:16:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671654.153, 4545081.497, 05.25.2001, 12:16:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671601.862, 4545153.405, 05.25.2001, 12:16:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671515.276, 4545247.099, 05.25.2001, 12:16:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671415.047, 4545360.84, 05.25.2001, 12:17:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671357.448, 4545432.07, 05.25.2001, 12:17:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671318.911, 4545479.492, 05.25.2001, 12:17:06, 0
 TP, UTM, 35T, 671259.309, 4545552.528, 05.25.2001, 12:17:13, 0
 TP, UTM, 35T, 671065.939, 4545789.44, 05.25.2001, 12:17:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670991.056, 4545880.821, 05.25.2001, 12:17:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670913.58, 4545975.288, 05.25.2001, 12:17:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670861.351, 4546039.056, 05.25.2001, 12:18:00, 0
 TP, UTM, 35T, 670808.826, 4546103.558, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670732.212, 4546197.307, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670681.001, 4546259.618, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670630.085, 4546321.382, 05.25.2001, 12:18:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670456.548, 4546532.85, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670456.548, 4546532.85, 05.25.2001, 12:18:13, 0

TP, UTM, 35T, 670276.568, 4546744.543, 05.25.2001, 12:18:13, 0
 TP, UTM, 35T, 670214.788, 4546803.65, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 670045.073, 4546935.974, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, UTM, 35T, 669979.657, 4546982.779, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, UTM, 35T, 669917.358, 4547028.175, 05.25.2001, 12:19:06, 0
 TP, UTM, 35T, 669775.541, 4547142.453, 05.25.2001, 12:19:00, 0
 TP, UTM, 35T, 669763.729, 4547156.25, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, UTM, 35T, 669327.726, 4547095.802, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, UTM, 35T, 669218.004, 4547022.358, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, UTM, 35T, 669104.287, 4546945.861, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668995.945, 4546867.083, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668890.014, 4546811.32, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668787.079, 4546753.221, 05.25.2001, 12:20:50, 0
 TP, UTM, 35T, 668771.945, 4546710.475, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668785.11, 4546656.161, 05.25.2001, 12:20:50, 0
 TP, UTM, 35T, 668792.235, 4546632.812, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668794.396, 4546624.161, 05.25.2001, 12:20:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668795.191, 4546613.996, 05.25.2001, 12:20:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668795.128, 4546604.552, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668795.039, 4546602.329, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668794.895, 4546602.511, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668793.147, 4546587.104, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668791.141, 4546570.765, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668789.847, 4546559.997, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668789.02, 4546553.313, 05.25.2001, 12:21:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668784.053, 4546519.503, 05.25.2001, 12:21:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668780.57, 4546494.243, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668780.974, 4546482.774, 05.25.2001, 12:21:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668778.277, 4546447.72, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668778.15, 4546447.162, 05.25.2001, 12:22:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668777.883, 4546446.6, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668777.768, 4546445.487, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668776.669, 4546444.536, 05.25.2001, 12:22:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668773.662, 4546416.88, 05.25.2001, 12:22:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668765.678, 4546355.785, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668752.484, 4546259.208, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668752.356, 4546258.649, 05.25.2001, 12:23:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668751.797, 4546252.527, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668750.851, 4546244.914, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668749.298, 4546233.215, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668746.872, 4546210.757, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668745.736, 4546187.033, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668743.25, 4546167.165, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668737.2, 4546119.445, 05.25.2001, 12:24:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668729.05, 4546059.457, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668727.985, 4546050.916, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668725.588, 4546033.272, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668723.449, 4546016.56, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668723.038, 4546016.18, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668720.369, 4545998.16, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668719.507, 4545992.956, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668716.823, 4545957.348, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668713.03, 4545927.267, 05.25.2001, 12:25:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.801, 4545925.04, 05.25.2001, 12:25:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.669, 4545924.667, 05.25.2001, 12:25:13, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.538, 4545924.294, 05.25.2001, 12:25:56, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.415, 4545923.55, 05.25.2001, 12:25:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.139, 4545923.359, 05.25.2001, 12:25:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668712.011, 4545922.801, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668711.88, 4545922.427, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668711.88, 4545922.427, 05.25.2001, 12:26:00, 0
 TP, UTM, 35T, 668711.752, 4545921.869, 05.25.2001, 12:26:06, 0
 TP, UTM, 35T, 668710.904, 4545916.11, 05.25.2001, 12:26:06, 0

TP, UTM, 35T, 668717.833, 4545901.273, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, UTM, 35T, 668735.85, 4546019.808, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, UTM, 35T, 668742.439, 4546068.466, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, UTM, 35T, 668744.224, 4546094.427, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, UTM, 35T, 668748.986, 4546149.339, 05.25.2001, 12:26:13, 0
TP, UTM, 35T, 668772.974, 4546325.034, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, UTM, 35T, 668780.561, 4546360.756, 05.25.2001, 12:26:56, 0
TP, UTM, 35T, 668811.192, 4546375.718, 05.25.2001, 12:26:00, 0
TP, UTM, 35T, 668837.261, 4546375.763, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, UTM, 35T, 668893.261, 4546384.644, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, UTM, 35T, 668894.975, 4546389.312, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, UTM, 35T, 668897.089, 4546467.861, 05.25.2001, 12:27:06, 0
TP, UTM, 35T, 668894.867, 4546491.322, 05.25.2001, 12:27:06, 0
TP, UTM, 35T, 668892.629, 4546533.668, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, UTM, 35T, 668894.38, 4546591.473, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, UTM, 35T, 668890.842, 4546617.311, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, UTM, 35T, 668880.865, 4546624.487, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, UTM, 35T, 668875.491, 4546626.584, 05.25.2001, 12:27:56, 0

EK 2: Uygulama güzergahına ait Coğrafi Koordinatlar.

Datum,WGS84,WGS84,0,0,0,0,0

TP,D,41.0346576371063,29.0252080326468,05.25.2001,12:13:06,1
TP,D,41.0352176655356,29.0258964407109,05.25.2001,12:13:13,0
TP,D,41.0356626914025,29.026539839776,05.25.2001,12:13:50,0
TP,D,41.0359827056979,29.0270098835807,05.25.2001,12:13:50,0
TP,D,41.036132712927,29.027206569269,05.25.2001,12:13:13,0
TP,D,41.0362727251322,29.0273682488108,05.25.2001,12:13:06,0
TP,D,41.0364077300954,29.0274965976872,05.25.2001,12:13:06,0
TP,D,41.0365444033439,29.027629947015,05.25.2001,12:13:06,0
TP,D,41.0366710808554,29.0278132979851,05.25.2001,12:13:50,0
TP,D,41.0370094291485,29.0284316904786,05.25.2001,12:13:06,0
TP,D,41.0370877690695,29.0285717094951,05.25.2001,12:13:13,0
TP,D,41.0371977754278,29.028785065084,05.25.2001,12:13:00,0
TP,D,41.0372377749299,29.0288834011364,05.25.2001,12:13:00,0
TP,D,41.0372744417571,29.0289750802064,05.25.2001,12:13:00,0
TP,D,41.0387761885083,29.0310852855781,05.25.2001,12:14:00,0
TP,D,41.0389328639609,29.0313003122764,05.25.2001,12:14:06,0
TP,D,41.0390695437024,29.0315019958287,05.25.2001,12:14:13,0
TP,D,41.0392995514891,29.0319670470251,05.25.2001,12:14:56,0
TP,D,41.0393662195627,29.0322353996796,05.25.2001,12:14:06,0
TP,D,41.0394928949376,29.0326604437686,05.25.2001,12:14:06,0
TP,D,41.0395795694601,29.0328137919991,05.25.2001,12:14:06,0
TP,D,41.0403929461979,29.034295603618,05.25.2001,12:15:06,0
TP,D,41.0404146134729,29.0345973029271,05.25.2001,12:15:00,0
TP,D,41.04043461145,29.0356557422907,05.25.2001,12:15:06,0
TP,D,41.0402879380925,29.0366391734457,05.25.2001,12:15:13,0
TP,D,41.0403629467713,29.0372492363584,05.25.2001,12:15:06,0
TP,D,41.040251278843,29.0381243183947,05.25.2001,12:15:13,0
TP,D,41.0402296093222,29.0382626730342,05.25.2001,12:15:56,0
TP,D,41.0402612772287,29.0386710488186,05.25.2001,12:15:00,0
TP,D,41.0403829461134,29.0389094056637,05.25.2001,12:15:00,0
TP,D,41.0405596259342,29.039091085171,05.25.2001,12:15:00,0
TP,D,41.0407429691172,29.0392194364239,05.25.2001,12:15:00,0
TP,D,41.0411413260939,29.0395661305919,05.25.2001,12:15:56,0
TP,D,41.0412496619285,29.0396961412062,05.25.2001,12:15:56,0
TP,D,41.0412496619285,29.0396961412062,05.25.2001,12:15:56,0
TP,D,41.04039628053,29.0415646633726,05.25.2001,12:15:13,0
TP,D,41.0402929503677,29.0416763425165,05.25.2001,12:16:13,0
TP,D,41.040047930501,29.0420047141745,05.25.2001,12:16:00,0
TP,D,41.0397512488594,29.0424364247147,05.25.2001,12:16:06,0
TP,D,41.0392895623125,29.0431148267257,05.25.2001,12:16:06,0
TP,D,41.0389995461231,29.0434848607444,05.25.2001,12:16:13,0
TP,D,41.0382044997012,29.0431548267593,05.25.2001,12:16:00,0
TP,D,41.03852451957,29.0425231016866,05.25.2001,12:16:13,0
TP,D,41.0388745341949,29.0421747285546,05.25.2001,12:16:13,0
TP,D,41.0395329015829,29.0415730091155,05.25.2001,12:16:06,0
TP,D,41.0403946168181,29.0405695682258,05.25.2001,12:16:13,0
TP,D,41.0414396678488,29.0394094557164,05.25.2001,12:17:13,0
TP,D,41.0420930349889,29.0387443830173,05.25.2001,12:17:13,0
TP,D,41.0425280578843,29.0382993390699,05.25.2001,12:17:06,0
TP,D,41.0431980987165,29.0376109293647,05.25.2001,12:17:13,0
TP,D,41.0453715379324,29.0353773771343,05.25.2001,12:17:06,0
TP,D,41.0462099220004,29.0345122885353,05.25.2001,12:17:06,0
TP,D,41.0470766259357,29.0336171995509,05.25.2001,12:17:00,0
TP,D,41.0476616582588,29.0330138023644,05.25.2001,12:18:00,0
TP,D,41.0482533575372,29.0324070780682,05.25.2001,12:18:06,0
TP,D,41.0491134015581,29.0315219859346,05.25.2001,12:18:06,0
TP,D,41.049685093525,29.0309302542422,05.25.2001,12:18:06,0
TP,D,41.0502517964442,29.030341869057,05.25.2001,12:18:13,0
TP,D,41.052191891018,29.0283366654444,05.25.2001,12:18:06,0
TP,D,41.052191891018,29.0283366654444,05.25.2001,12:18:13,0

TC ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE KLİMA BAKANLIĞI
MÜHÜR
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TP, D, 41.0541353261783, 29.0262547825082, 05.25.2001, 12:18:13, 0
 TP, D, 41.0546803588645, 29.0255363808972, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, D, 41.0559070807601, 29.0235545154373, 05.25.2001, 12:18:06, 0
 TP, D, 41.0563421076875, 29.0227894347413, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, D, 41.0567637944614, 29.0220610263176, 05.25.2001, 12:19:06, 0
 TP, D, 41.0578221803098, 29.0204058620969, 05.25.2001, 12:19:00, 0
 TP, D, 41.0579488521771, 29.0202691793989, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, D, 41.0574954916205, 29.0150669925957, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, D, 41.0568571262945, 29.0137418556684, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, D, 41.0561920901914, 29.0123683929181, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, D, 41.0555053861285, 29.0110582568948, 05.25.2001, 12:19:13, 0
 TP, D, 41.0550253610356, 29.0097831301628, 05.25.2001, 12:19:56, 0
 TP, D, 41.0545236700251, 29.0085430127142, 05.25.2001, 12:20:50, 0
 TP, D, 41.0541419825633, 29.0083513176099, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, D, 41.0536502851835, 29.0084930087234, 05.25.2001, 12:20:50, 0
 TP, D, 41.0534386058741, 29.0085713484221, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, D, 41.0533602762042, 29.0085946787491, 05.25.2001, 12:20:00, 0
 TP, D, 41.0532685998357, 29.0086013489372, 05.25.2001, 12:20:00, 0
 TP, D, 41.0531835922618, 29.0085980127346, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, D, 41.0531635979172, 29.0085963453527, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, D, 41.0531652662518, 29.0085946826686, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, D, 41.0530269255144, 29.008569674037, 05.25.2001, 12:20:13, 0
 TP, D, 41.0528802478308, 29.0085413419466, 05.25.2001, 12:20:06, 0
 TP, D, 41.0527835760411, 29.0085230034554, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, D, 41.0527235740739, 29.0085113374894, 05.25.2001, 12:21:56, 0
 TP, D, 41.0524202256932, 29.0084430066318, 05.25.2001, 12:21:06, 0
 TP, D, 41.0521935418897, 29.0083946665882, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, D, 41.0520902071738, 29.0083963299075, 05.25.2001, 12:21:56, 0
 TP, D, 41.0517751887832, 29.0083546553523, 05.25.2001, 12:21:00, 0
 TP, D, 41.0517701916562, 29.0083529921953, 05.25.2001, 12:22:00, 0
 TP, D, 41.0517651875447, 29.0083496630098, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, D, 41.0517551914797, 29.0083479905594, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, D, 41.0517468578478, 29.0083346603798, 05.25.2001, 12:22:00, 0
 TP, D, 41.0514985050079, 29.0082913258557, 05.25.2001, 12:22:56, 0
 TP, D, 41.0509501455042, 29.0081796465144, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, D, 41.0500834349338, 29.0079962956167, 05.25.2001, 12:22:06, 0
 TP, D, 41.0500784290033, 29.0079946203684, 05.25.2001, 12:23:13, 0
 TP, D, 41.0500234308529, 29.0079862964144, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, D, 41.0499550900168, 29.0079729619985, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, D, 41.0498500903008, 29.0079512903698, 05.25.2001, 12:23:06, 0
 TP, D, 41.0496484123611, 29.0079162912701, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, D, 41.0494350697044, 29.0078962864197, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, D, 41.0492567209449, 29.0078612833535, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, D, 41.04882836987, 29.0077762726099, 05.25.2001, 12:24:13, 0
 TP, D, 41.0482900097296, 29.0076629319491, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, D, 41.0482133390494, 29.007647929132, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, D, 41.0480549935365, 29.0076145946808, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, D, 41.0479049849844, 29.0075845835831, 05.25.2001, 12:24:06, 0
 TP, D, 41.0479016491606, 29.0075795920787, 05.25.2001, 12:24:00, 0
 TP, D, 41.0477399749922, 29.0075429205238, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, D, 41.0476933039708, 29.0075312454301, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, D, 41.0473732947341, 29.0074895815615, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, D, 41.0471032727654, 29.0074362432333, 05.25.2001, 12:25:13, 0
 TP, D, 41.047083271372, 29.0074329105194, 05.25.2001, 12:25:56, 0
 TP, D, 41.0470799407452, 29.0074312387425, 05.25.2001, 12:25:13, 0
 TP, D, 41.0470766099111, 29.0074295788572, 05.25.2001, 12:25:56, 0
 TP, D, 41.0470699374455, 29.0074279125588, 05.25.2001, 12:25:00, 0
 TP, D, 41.0470682751351, 29.0074245782155, 05.25.2001, 12:25:00, 0
 TP, D, 41.0470632781937, 29.0074229033697, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, D, 41.0470599383568, 29.0074212432116, 05.25.2001, 12:25:06, 0
 TP, D, 41.0470599383568, 29.0074212432116, 05.25.2001, 12:26:00, 0
 TP, D, 41.0470549414153, 29.0074195683663, 05.25.2001, 12:26:06, 0
 TP, D, 41.0470032710134, 29.0074079080754, 05.25.2001, 12:26:06, 0

TP, D, 41.0468682632725, 29.0074862433681, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, D, 41.0479316555062, 29.0077329415841, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, D, 41.0483683394543, 29.0078246171233, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, D, 41.0486016865209, 29.007852951512, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, D, 41.049095051355, 29.0079246147771, 05.25.2001, 12:26:13, 0
TP, D, 41.050671793561, 29.0082579908515, 05.25.2001, 12:26:06, 0
TP, D, 41.0509918120076, 29.0083580000347, 05.25.2001, 12:26:56, 0
TP, D, 41.0511201579095, 29.0087263696155, 05.25.2001, 12:26:00, 0
TP, D, 41.0511151568293, 29.0090364012384, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, D, 41.0511834928567, 29.0097048013531, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, D, 41.0512251614225, 29.0097264640112, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, D, 41.0519318684499, 29.0097731321644, 05.25.2001, 12:27:06, 0
TP, D, 41.0521435395577, 29.009753137264, 05.25.2001, 12:27:06, 0
TP, D, 41.0525252281493, 29.0097381278745, 05.25.2001, 12:27:56, 0
TP, D, 41.0530452603288, 29.0097747949519, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, D, 41.0532786036337, 29.0097398006465, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, D, 41.0533452762581, 29.0096231144602, 05.25.2001, 12:27:13, 0
TP, D, 41.053365269622, 29.0095597780347, 05.25.2001, 12:27:56, 0

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 03.03.1974

Doğum yeri Kırıkkale

Lise 1988-1991 Kırıkkale Lisesi.

Önlisans 1991-1993 Selçuk Üniversitesi Gülnar Meslek Yüksek Okulu
Harita-Kadastro Programı.

Lisans 1994-1998 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü.

Yüksek Lisans 1998-2001 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı.

Çalıştığı Kurumlar

1993-1994 Pehlivan Mühendislik Ltd. Şti.

1999-Devam ediyor Çizgi Mühendislik Ltd. Şti.