

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GPS DESTEKLİ ARAÇ NAVİGASYON SİSTEMLERİ
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Kubilay UYLU

**Anabilim Dalı : Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
Programı : Geomatik Mühendisliği**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Tefvik AYAN
Yrd.Doç.Dr. D.Uğur ŞANLI

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Bilim ve teknolojinin her geçen gün bir adım daha ilerlemesi insan hayatını daha da kolaylaştırmakta ve daha güvenli bir yaşam sürmesini sağlamaktadır. Bu gelişmelerden en çok fayda sağlayan meslek dallarından birisi de Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliğidir. Konum belirleme sistemlerindeki çeşitliliğin ve hassasiyetin artması ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin de gelişmesiyle birlikte çok çeşitli uygulama alanları ortaya çıkmıştır. İşte bu alanlardan birisi de sürücülere seyahatleri sırasında yardımcı olan Araç Navigasyon Sistemleridir.

Çalışmam sırasında bilgi ve deneyimlerini her zaman benimle paylaşan değerli hocam ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK'e sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarımın başından sonuna kadar her aşamasında çalışmalarından yararlandığım Özgür AVCI'ya ve HİMTAŞ firmasına teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve desteğini benden esirgemeyen Araş. Gör. Yük. Müh. Ahmet Özgür DOĞRU'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım boyunca her zaman yardımcı olan Araş. Gör. Özgür AVŞAR'a ve ev arkadaşlarına çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca bana desteklerini esirgemeyen Türkiye Elektrik iletim A.Ş. 3. İletim Tesis ve İşletme Grup Müdürü Sayın Ajlan KURAL'a ve İnşaat Emlak Müdürü Sayın Semih AYGÜN'e ve Elektrik Üretim A.Ş. İnşaat Emlak Müdürü Sayın Ramazan PEKER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak her konuda bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2006

Kubilay UYLU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
2. NAVİGASYON	3
2.1. Kişisel Navigasyon	4
2.2. Araç Navigasyonu	4
2.3. Navigasyonda Konum Belirleme Sistemleri	5
2.3.1. Global konum belirleme sistemi (GPS)	6
2.3.1.1. Diferansiyel GPS (DGPS)	8
2.3.2. Navigasyon amaçlı uygulamalarda GPS' in kullanımı	9
2.3.3. Radyo konum belirleme sistemleri	11
2.3.3.1. Loran-C	11
2.3.3.2. Omega	12
2.3.4. Atalet seyir sistemleri (Inertial Navigation Systems - INS)	13
2.3.4.1. Atalet seyir sistemlerinin bileşenleri	13
2.3.4.2. Atalet seyir sistemlerinin yapısı ve çalışması	14
2.3.4.3. Atalet seyir sistemlerinin çeşitleri	14
3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ	18
3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir	18
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri	18
3.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Prensipleri	21
3.4. Navigasyon Sistemleri ve CBS	22
3.5. Navigasyon Sistemlerinde Kullanılan Konuma Bağlı Analizler	23
3.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analiz Türleri	23
3.6.1. Ağ analizi	23
3.6.1.1. Optimum güzergâh belirleme	24
3.6.1.2. Adres belirleme	25
3.6.1.3. Kaynak tahsisi	25
4. NAVİGASYON SİSTEMLERİNİN JEODEZİK ALTYAPISI	27
4.1. Yersel Koordinat Sistemleri	27
4.1.1. Jeosentrik sistemler	28
4.1.1.1. Ortalama ve anlık yersel sistemler	28

4.1.1.2. Jeodezik (Elipsoidal) sistemler	29
4.2. Datum	29
4.3. Geoit ve Elipsoit	29
4.4. Projeksiyon Kavramı	30
4.5. Kullanılmakta Olan Sistemler	32
4.5.1. Ülke sistemi	32
4.5.2. Türkiye ulusal temel GPS ağı (TUTGA)	33
4.6. Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA)	35
4.7. Çalışmanın Jeodezik Olarak Değerlendirilmesi	36
5. NAVİGASYON HARİTALARININ ÜRETİMİNDE KULLANILAN STANDARTLAR ve GÖRSELLEŞTİRME	38
5.1. Spatial data transfer Standard (SDTS)	38
5.2. Geographic Data File (GDF)	39
5.2.1. GDF'in özellikleri	41
5.2.2. Kavramsal veri modeli	41
5.2.3. GDF' te yapılan tanımlamalar	45
5.3. Navigasyon Haritalarının Gereksinimleri	46
5.4. Navigasyon Haritaları ve Çoklu Gösterim (MRDB)	48
6. ARAÇ NAVİGASYON SİSTEMLERİNDE TASARIM YAKLAŞIMI	50
6.1. Tasarlanan Modelin Genel Yapısı	50
6.2. Sistem Nasıl Çalışmaktadır?	58
6.3 Araç Navigasyon Sistemlerinde Kullanılan Bazı Özellikler	59
6.4 Örnek Donanımlar ve Özellikleri	63
7. SONUÇ ve ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	71

KISALTMALAR

ANS	: Araç Navigasyon Sistemleri
ANSI	: American National Standard Institute – amerikan Ulusal Standart Enstitüsü
BIIF	: Basic Image Interchange Format - Temel İmaj Değişim Formatı
CAD	: Computer Aided Design - Bilgisayar Destekli Tasarım
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CDU	: Control Display Unit - Kontrol Ekranı
DGPS	: Diferansyel GPS
ED 50	: European Datum 1950 - Avrupa Datumu 1950
EDRM	: European Digital Road Map - Avrupa Sayısal Yol Haritası
GDF	: Geographic Data File
GPS	: Global Positioning System - Global Konum Belirleme Sistemi
GRS 80	: Geodetic Refence System 1980 - Jeodezik Referans Sistemi - 1980
GeoTIFF	: GeoRefenced Tagged Information File Format
GiMoDig	: Geospatial Info-Mobility service by real-time Data Integration and Generalisation
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
INS	: İnersiyal Navigasyon Sistemleri - Atalet Seyir Sistemleri
ISO	: International Standardization Organization – Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu
ITRF 94	: International Terrestrial Reference Frame 1994 - Uluslararası Yersel Referans Sistemi - 1994
ITS	: Intelligent Transportation System – Akıllı Ulaşım Sistemleri
JDRM	: Japon Digital Road Map
LORAN	: Long Range Navigation
MRDB	: Multiple Representational Database - Çoklu Gösterim Veritabanı
NAVSTAR GPS	: Navigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System
PDA	: Personal Digital Assistant - Avuçiçi Bilgisayar
POI	: Point Of Interest – İlgi Noktaları
PPS	: Precise Positioning Service
SA	: Selective Availability
SDTS	: Spatial Data Transfer Standard
SPS	: Standard Positioning Service
TKGM	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
TM	: Transverse Mercator
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı
TUTGA	: Türkiye Ulusal Temel GPS Ağı
UTM	: Universal Transverse Mercator
WGS 84	: World Geodetic System 1984 - Dünya Jeodezik Sistemi 1984

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1.	Konum Belirleme Doğrulukları.....	10
Tablo 4.1.	Mevcut Sistemlerin Özellikleri.....	35

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: Araç Navigasyon Sistemi.....	6
Şekil 2.2	: GPS Sistemi.....	7
Şekil 2.3	: DGPS Temel Prensibi.....	9
Şekil 2.4	: Loran-C.....	12
Şekil 2.5	: Atalet Seyir Sistemleri.....	14
Şekil 2.6	: Gimballed INS Şematik Gösterim.....	15
Şekil 2.7	: Gimballed INS.....	16
Şekil 2.8	: Strapdown INS.....	16
Şekil 2.9	: RLG INS.....	16
Şekil 3.1	: CBS'nin Bileşenleri	19
Şekil 3.2	: Optimum Güzergâh Belirleme.....	24
Şekil 3.3	: Adres Belirleme.....	25
Şekil 4.1	: Üç Boyutlu Dik Koordinat Sistemi ve Elipsoit.....	28
Şekil 4.2	: Elipsoit, Geoit ve Yükseklikler.....	30
Şekil 4.3	: Merkator Projeksiyonu.....	31
Şekil 4.4	: TUTGA.....	34
Şekil 4.5	: Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA)....	36
Şekil 5.1	: GDF Kavramsal Veri Modeli.....	42
Şekil 5.2	: GDF in Temel Veri Model Yapısı.....	42
Şekil 5.3	: Çizgisel Objelerin Gösterimi.....	43
Şekil 5.4	: Düğüm Noktaları.....	43
Şekil 5.5	: Alt Seviyede Gösterim.....	44
Şekil 5.6	: Üst Seviyede Gösterim.....	44
Şekil 5.7	: Öznitelikler için Veri Modeli	44
Şekil 5.8	: Navigasyon Sistemleri.....	46
Şekil 5.9	: Örnek Bir Navigasyon Donanımı.....	47
Şekil 6.1	: Noel Ağacı Modeli.....	51
Şekil 6.2	: Ulusal Mekansal Veri Portalı Genel Yapısı.....	53
Şekil 6.3	: MRDB.....	55
Şekil 6.4	: Kavşaklar.....	56
Şekil 6.5	: Hedefe Ulaşmak İçin Yersel İşaret Seçimi.....	57
Şekil 6.6	: Geographic Data Files-GDF.....	57
Şekil 6.7	: Sistemin Genel Yapısı.....	59
Şekil 6.8	: Trafik Bilgi Merkezi ve RDS Sistemi.....	60
Şekil 6.9	: NAVSYS620T.....	63
Şekil 6.10	: TomtomGo 70.....	64

GPS DESTEKLİ ARAÇ NAVİGASYON SİSTEMLERİ TASARIMI

ÖZET

Teknolojideki hızlı gelişim giderek insan hayatını kolaylaştırmaktadır. Her yeni buluş insanların günlük yaşantısına etki etmektedir. Bu teknolojik gelişmelerin en yoğun olduğu alanlardan birisi de Araç Navigasyon Sistemleridir.

Araç Navigasyon Sisteminin temel amacı sürücülere seyahatleri sırasında yardımcı olmak, gitmek istedikleri yere giden en uygun güzergâhları belirlemek ve diğer yol bilgilerini sürücüye sağlamaktır.

Bu çalışmada navigasyon sistemlerinde kullanılan konum belirleme sistemleri Global Positioning System-GPS, Atalet Seyir Sistemleri (Inertial Navigation System-INS) ve Loran-C sistemleri ve çalışma yapıları hakkında bilgiler,

Araç Navigasyon Sistemlerinin (ANS) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile olan ilişkisi, Sistemin temelini oluşturan jeodezik altyapı ve bileşenleri ve koordinat sistemleri hakkında temel bilgiler,

Harita ve diğer bilgilerin elde ediliş ve depolanma standartlarından ve kullanıcıya gösterim kurallarından bahsedilmiştir.

Son olarak da örnek bir sistem tasarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Navigasyon, Global Konum Belirleme Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Jeodezik Altyapı, Standartlar

GPS BASED VEHICLE NAVIGATION SYSTEM DESIGN

SUMMARY

People's daily life is being easier day by day with the rapid developments in technology. Every new invention affects people's daily life. One of the most intensive area of these technological developments is "Vehicle Navigation Systems" The main purpose of the "Vehicle Navigation systems" is to help drivers on their traveling, to determine the most optimal road and to provide other information about road.

This study gives information about the positioning systems that are used in navigation systems Global Positioning System-GPS, Inertial Navigation System-INS and Loran-C and their fundamentals,

The relations between Vehicle Navigation Systems - VNS and Geographic Information Systems – GIS,

Information about the geodetic infrastructure which is the fundamental of this system and coordinate systems,

The data data collection and storing standards and representation rules of these data, and finally the sample design is done.

Keywords: Navigation, Global Positioning Systems, Geographic Information Systems, Geodetic Infrastructure, Standards

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte konum belirleme sistemlerindeki hassasiyet artmış ve buna paralel olarak mobil uygulamalar hız kazanmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin özel bir uygulaması olarak niteleyebileceğimiz “GPS Destekli Araç Navigasyon Sistemleri” giderek artan bir ivme ile yaygınlaşmakla birlikte, yeni üretilen birçok araç için standart bir donanım haline gelmeye başlamıştır. Artan bu taleple birlikte navigasyon sistemi üreten firma sayısı da çoğalmakta ve bunun doğal bir sonucu olarak çok çeşitli özelliklere sahip ve gelişmiş sistemler ortaya çıkmaktadır. Seyahat sırasında sürücünün dikkatini dağıtmadan, kolay kullanabilen, sesle kumanda edilebilen ve kablosuz iletişim araçlarıyla çalışan, sürücüyü sesle ve görsel olarak yönlendiren sistemler bulunmaktadır.

Araç navigasyon sistemlerinin temel amacı sürücülere yolculukları sırasında güvenli ve rahat bir ulaşım sağlamak en etkin ve en optimal güzergahı seçmesinde yardımcı olmaktır. Bu sistemler genellikle GPS ya da İnertiyel Navigasyon sistemlerini ya da bu ikisini birlikte konum belirlemek için kullanırlar. İnertiyel ve GPS sistemlerinin birlikte kullanımı ile herhangi bir nedenle GPS sinyallerinde bir problem çıkması durumunda konum belirleme işleminin kesintisiz devam ettirilebilmektedir. Araç Navigasyon Sistemleri CD veya DVD ROM sürücülerini kullanarak CD ye depolanmış olan harita veri tabanlarını kullanırlar ve ekranda o an bulunan yeri gösterirler. Sürücü gitmek istediği yeri ya bu ekranda işaretleyerek ya da adres veri tabanından girerek sisteme bildirir. Sistemde sesli ve görüntülü olarak ve dinamik rota yönetimi sayesinde hızla A noktasından B noktasına ulaşımı sağlamaktadır. Bunun yanında, sürüş sırasında sürücü için önemli olan trafik bilgilerini (hız limiti, tek yön bilgisi vs.) , alternatif seyir rotalarını ve bu bilgilere ek olarak güzergâh üzerindeki turistik yerler, sosyal yaşam alanları (restoran, cafe, benzin istasyonu vb.) hakkında da sürücüyü bilgilendirmektedir.

Çalışmanın amacı güncel teknolojinin bütün imkânlarının kullanıldığı, yüksek doğruluk ve güvenilirliğe sahip bir araç navigasyon sistemi tasarımı yapmaktır.

Çalışmada araç navigasyon sistemlerine konum bilgisi sağlayan konum belirleme sistemleri; GPS, Loran-C ve şehir içi ulaşım esnasında kesintisiz konum bilgisi elde edilmesini sağlayan Atalet Seyir Sistemi (ATS) hakkında bilgi verilmiştir.

Araç Navigasyon Sistemlerinin (ANS) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile olan ilişkisi, sürüş sırasında yapılacak olan analizler, sorgulamalar ve diğer CBS analizleri açıklanmıştır.

Bir araç navigasyon sisteminin tasarımı sırasında göz önünde tutulması gereken bir diğer önemli konu ise kullanılan haritaların jeodezik altyapısıdır. Çünkü sistemin temel taşı olan harita bilgilerinin doğruluğu ve güvenilirliği jeodezik altyapının sağlam ve güvenilir olmasına bağlıdır. Jeodezik altyapıyı oluşturan unsurlar, kavramlar ve koordinat sistemleri açıklanmıştır.

Tasarlanan bir araç navigasyon sisteminin en önemli kısmını harita ve haritaya ilişkin öznitelik bilgileri, bu bilgilerin depolanması sırasında kullanılan standartlar, bu bilgilerin kullanıcıya gösterim kuralları bu çalışma kapsamında ele alınmıştır.

2. NAVİGASYON

Navigasyon, bir aracın ya da bir insanın bir yerden başka bir yere gitmek için çeşitli araçlardan yararlanarak hedefe ulaşması olarak tanımlanabilir. Yaşamımızın her anında aslında hepimiz navigasyon yapmaktayız. Gözlerimiz, kulaklarımız, hislerimiz ve elbette ki beynimiz navigasyon için kullandığımız başlıca araçlarımızdır.

Eski çağlardan günümüze kadar insanlar gitmek istedikleri hedefe ulaşabilmek ve tekrar geri dönebilmek için çok çeşitli yöntemler kullanmışlardır. İlk zamanlarda daha çok avlanmak ve yiyecek kaynaklarına ulaşabilmek için yön bulmaya ihtiyaç duymuşlardır. Yollarını ağaçlara, kayalara yapmış oldukları çeşitli işaretlerle bulabilmişlerdir.

Zamanla bu konuda çalışmalar yapılmış ve navigasyon işlemi, harita ve pusula kullanımıyla bütünleşmiştir. Günümüzde ise navigasyon, gelişmekte olan konum belirleme ve iletişim tekniklerini, sayısal haritaları, bilgisayar ve avuç içi araç teknolojilerini kullanan, özel olarak tasarlanmış navigasyon sistemleri aracılığı ile yapılmaktadır. Bu sistemler navigasyonu, daha ilgi çekici ve kolay bir hale getirmiştir. Aynı zamanda bu gelişmeler ile navigasyon, günlük hayatın parçası olan sıradan bir aktivite olmaktan çıkıp birçok teknolojiyi içinde bulunduran bir pazar haline gelmiştir [1].

Navigasyon işlemi denizde ve havada rota, karada ise güzergâh belirleme ve yön bulma gibi çok farklı uygulama alanında bir gereklilik olarak kendini göstermektedir. Bu sebeple uygulama alanlarına göre uçak, gemi, araç navigasyonu ya da kişisel navigasyon gibi çeşitli isimler almaktadır. Her ne kadar bu navigasyon yöntemleri, amaç ve uygulama ortamına bağlı olarak ortaya çıkan kısıtlamalar sebebiyle önemli farklılıklar içerse de yol bulma isteği tüm bu yöntemlerin temelini oluşturmaktadır. Navigasyon, hangi uygulama alanında kullanılırsa kullanılsın temel bazı gereksinimleri olan bir işlemdir. Bu gereksinimler genel olarak;

- işlem başlangıç noktasının konumu,

- kullanıcının anlık konumu,
- varış noktasının konumu,
- işlem sırasında kullanılacak yöntem(ler) ve
- kullanılacak yönteme göre yapılacak hesaplar şeklinde belirlenmiştir.

Bu gereksinimlerden anlaşılacağı gibi konum verisi ve bu veriyi elde etmede kullanılan teknolojiler navigasyon işleminin ve bu amaçla tasarlanmış sistemlerin temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Günümüzde bu amaçla farklı uygulamalarda Global Konum Belirleme Sistemleri (GPS) ve Atalet Seyir Sistemleri (INS), OMEGA, Loran C gibi yersel radyo konum belirleme teknolojileri kullanılmaktadır. Navigasyon sistemlerinin diğer bileşenleri ise haritalar, iletişim sistemleri ve tüm bileşenleri bir araya getiren bilgisayar ve elektronik teknolojileri olarak özetlenebilir [1].

2.1. Kişisel Navigasyon

Kişisel Navigasyon Sistemi, insanların, günlük yaşamlarında o an bulundukları konumu belirlemesini ve gitmek istedikleri yere ulaşmasını sağlayan sistemlerdir. Ulaşılmak istenen hedefe giderken kullanıcının istekleri doğrultusunda seçilen bir restoranı, kafeteryayı ya da diğer turizm ve kültür alanlarına ulaşımı sağlar. İstenilen hedefin bulunamaması durumunda kullanıcıya yeni seçenekler sunabilmektedir. Acil bir durumda o anki konuma bağlı olarak en yakın eczane veya hastaneyi gösterebilmekte, buraya ulaşmada en kısa yol seçeneklerini sunabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bir mobil uygulaması diyebileceğimiz navigasyon sistemidir.

2.2. Araç Navigasyonu

Araç navigasyonunun temel amacı, araç kullanıcısının özellikle yabancı bir ortamda yapacağı hareketlerin, bir sistem dâhilinde, gerekli yönlendirmeler yapılarak desteklenmesidir [2]. Bir yol ağında navigasyon düşünüldüğü zaman öncelikle o ağın fiziksel özellikleri tanımlanmalıdır. Daha sonra bu tanımlara göre navigasyon şartları ortaya konulmalı ve ilerleme, durma, duraklama, dönme gibi navigasyon işlemleri formalize edilmelidir. Böylelikle oluşturulacak model tamamlanmış olacaktır. Ağın fiziksel özellikleri tanımlanırken ağı oluşturan yolların türleri (otoyol, anayol, ara yol vb.), yönelimleri (doğu-batı, kuzey-güney vb.), isimleri, ara yolların ana yollarla

bağlantıları, şehir içinden ya da dışından geçen yollar vb. özellikler kavramsal ve matematiksel olarak tanımlanmalıdır [1].

Araç navigasyon sistemleri, özellikle Japonya, Avrupa ve Amerika'da, son yıllarda yapılan çalışmalarla, otomobil endüstrisinin önemli bileşenlerinden biri olmuştur. Önceleri lüks otomobillere standart bileşen olarak eklenen bu sistemler, şimdilerde her sınıf otomobil için kullanılmaya başlanmıştır. Dahası, bu alanda Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) kapsamında yapılan çalışmalar sürücüsüz araç (otomatik sürüş) modellerinin geliştirilmesine kadar ilerlemiştir. Günümüzde Japonya'da 10 Avrupa'da ise 2 milyon araç navigasyon sistemi kullanılmaktadır ve her yıl tüm dünyada 2 milyon sistem özellikle yeni araçlarda kullanıma sunulmaktadır [3].

Araç navigasyon sistemlerinde kullanılan yöntemler; en kısa ya da en uygun yoldan ya da amaca yönelik uğrak noktaları üzerinden ulaşım olarak üçe ayrılmaktadır. Bu yöntemler dahilinde çeşitli hesaplar yapılarak güzergah belirlenmektedir. Günümüzde araç radyosu üreten birçok firma, bu tür hesaplamaları yapan araç navigasyon sistemlerini de üretmektedir. Bu sistemlerde, temelde, GPS ya da başka bir teknik ile belirlenen konum bilgisi haritalar ile ilişkilendirilmekte ve sistem dahilinde kullanılan araç içi (Pocket PC, PDA vb.) bilgisayara bağlı hard disk, CD ya da DVD gibi araçlar yardımı ile güzergah belirleme ve rehberlik hizmetleri sağlanmaktadır (Şekil 2.1). Bu hizmetlerin kullanıcıya görsel olarak sunumunda ise haritalar kullanılmaktadır. Aynı zamanda sesli uyarı sistemleri de gerektiğinde yapıyı desteklemektedir [3].

2.3. Navigasyonda Konum Belirleme Sistemleri

Navigasyon, bir aracı veya insanı bir yerden başka bir yere ulaştırma olarak da tanımlanmaktadır. Her insan günlük hayatta aslında bir tür navigasyon yapmaktadır. Konumlama da yön bulmanın ayrılmaz bir parçasıdır. Yani coğrafi olarak ve yükseklikle beraber konumun üç boyutlu olarak belirlenmesidir. Radyo navigasyon araçları ile elektronik sinyaller yayarak daha karmaşık türde navigasyon yapmak mümkündür. Bu sinyallerin işlenmesi ile kullanıcı, konumunu belirli doğruluk sınırları içerisinde belirleyebilmektedir [4].



Şekil 2.1 Araç Navigasyon Sistemi

2.3.1. Global konum belirleme sistemi (GPS)

“NAVSTAR/GPS” (Navigation Satellite Timing And Ranging/Global Positioning System) ABD Savunma Dairesi tarafından geliştirilen, elinde GPS alıcısı olan herhangi bir kullanıcının, uydu sinyalleri yardımıyla:

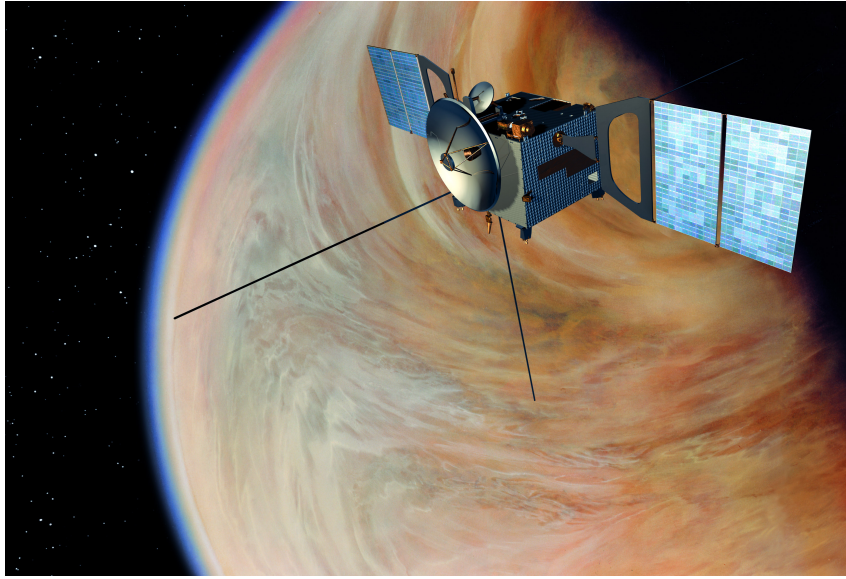
- Herhangi bir yer ve zamanda
- Her türlü hava koşullarında
- Global bir koordinat sisteminde
- Yüksek duyarlılıkta
- Ekonomik olarak
- Anında ve sürekli

Konum, hız ve zaman belirlemesine olanak veren bir radyo navigasyon sistemidir.[1] GPS sistemi konum ve hız bilgisini doğru, sürekli, küresel ve üç boyutlu olarak uygun alıcı donanımına sahip kullanıcılara sunmaktadır. GPS ayrıca bir çeşit UTC (Universal Time Coordinated) zaman bilgisini de sağlamaktadır.

GPS sistemi Uzay Bölümü, Denetim Bölümü ve Kullanıcı Bölümü olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Uzay Bölümü, dünya yüzeyinden yaklaşık 20000 km

yükseklikte 6 yörüngede, her birinde 4 adet olmak üzere 24 adet uydudan oluşmaktadır (Şekil.2.2). Her uydu 12 saatte dünya etrafında bir tur atmaktadır.

GPS sınırsız sayıda kullanıcıya hizmet verebilir. GPS alıcıları pasif olarak çalışırlar (pusula gibi). Sistem tek yönlü olarak sinyal ulaşma zamanının ölçümü ilkesine göre çalışır. Uydular, yayınlarında üzerlerinde bulunan çok yüksek doğruluklu ve GPS zamanıyla senkron olan atomik saati referans alırlar. Uydu kod bölme çoklu erişim (code division multiple access) tekniğini kullanarak L1(1575.42 MHz) ve L2(1227.6



Şekil 2.2 GPS Sistemi

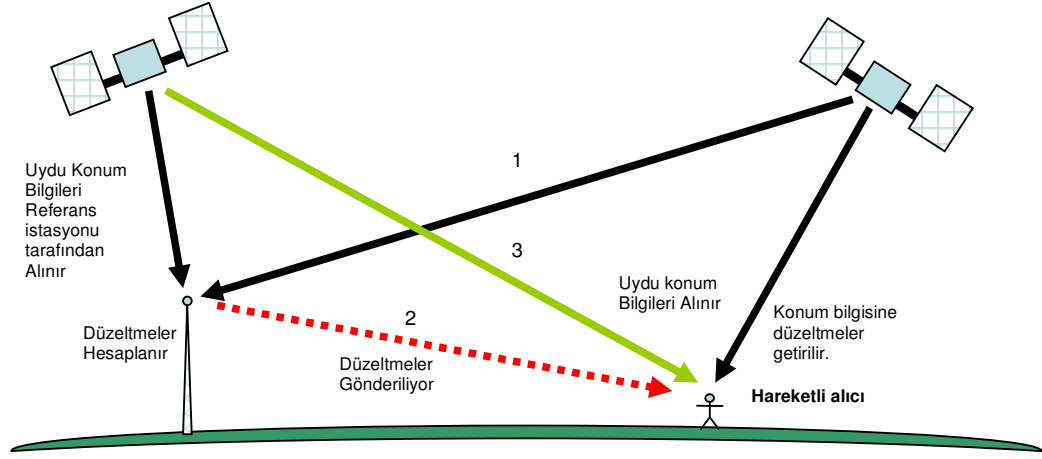
MHz) olmak üzere iki frekansta mesafe kodu ve navigasyon verisi yayımlar. Her uydu bu frekanslarda yayın yapmakla birlikte farklı bir kod kullanır. Navigasyon verisi, alıcının uydunun yerini yayımı anında belirlemek için gerekli bilgiyi içerir. Bununla birlikte mesafe kodları da uydunun yayımının kullanıcıya geliş süresin belirlemede kullanılır. Böylece uydu-kullanıcı arası mesafe belirlenmiş olur. Alıcılarda, alıcının fiyat, basitlik ve boyutları dikkate alındığında uydularda kullanılan türden yüksek doğruluklu, pahalı saatler yerine kristal saatler kullanılır. Böylece kullanıcının enlem, boylam ve yükseklik ve saatinin ofseti bilinmeyenleri için dört uyduya gerek duyulur (dört bilinmeyen dört denklem). Bu bilinmeyenlerden ne kadarı önceden biliniyorsa dört uydudan o kadar eksiği kadar uyduya gereksinim var demektir. GPS 2000 yılına kadar iki farklı kalitede hizmet sunmaktaydı: Standart Yer bulum Servisi (SPS) ve Hassas Yer bulum Servisi (PPS). Bunlardan SPS sivil

kullanım için belirlenmişken, PPS askeri amaçlı olarak kullanılmaktaydı PPS' ye erişim çeşitli kriptolama özellikleri ile denetlenerek kullanımına sınırlama getirilmekteydi. Bu mekanizmalardan birisi olan AS (antispoofing), bir tür karıştırma (jamming) tekniği olan yanıltma (deception jamming)'ya karşı bir önlemdir. SPS' in düşük doğruluğunun en basta gelen nedeni A.B.D. Savunma Bakanlığı'nın SPS verisine uyguladığı SA (Selective Availability) yöntemidir. Bundan amaçlanan SPS için en azından konum belirleme doğruluk ölçütleri dikkate alındığında PPS' le aynı düzeye gelmemesini sağlamaktır. ABD bu özelliği 2000 yılında kaldırmış ve herkese PPS hizmetini vermeye başlamıştır [4].

2.3.1.1. Diferansiyel GPS (DGPS)

GPS ile elde edilen anlık doğruluk birçok amaç için yeterli olmakla birlikte bazı navigasyon uygulamalarında (örn.deniz ve hava araçlarının navigasyonu) daha yüksek doğruluklara gereksinim duyulmaktadır. Bu ise mevcut GPS sisteminden anlık konum belirlemede yararlanabilme olanaklarını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte, istenen navigasyon amaçlı doğruluklara DGPS gibi bazı özel teknikler kullanılarak erişilebilmektedir [5].

DGPS tekniğinde biri sabit diğeri hareketli olmak üzere en az iki alıcıya gereksinim vardır. Sabit alıcı anteni, konumu daha önceden duyarlı olarak belirlenmiş bir noktaya kurulur ve hareketli (ya da uzak) alıcının konumu belirlenir. Her iki noktada da en az dört ortak uyduya eş zamanlı GPS gözlemi yapılmalıdır. Sabit alıcı gözlem yaptığı tüm uydulara ait uydu-alıcı uzaklıklarını (kod ya da faz pseudorange) hesaplayarak bu değerleri kendi duyarlı konumundan yararlanarak hesapladığı (olması gereken) pseudorange'ler ile karşılaştırır. Aradaki farklar gözlem hatası olarak yorumlanır ve bu farklar konumu belirlenecek olan noktalardaki hareketli alıcı /alıcılar tarafından kaydedilen gözlemlere düzeltme olarak getirilerek hareketli alıcının konumu doğru olarak belirlenir. Söz konusu düzeltmeler hareketli alıcılara, alıcılar arasındaki uzaklığa bağlı olarak portatif telsizler, yer istasyonları ve uydular vasıtasıyla yayınlanmaktadır (Şekil.2.3) [5].



Şekil 2.3 DGPS Temel Prensipleri

DGPS ile elde edilen konum doğrulukları yalnız GPS ile elde edilen doğruluklardan çok daha iyidir. Bu teknikte GPS sisteminin performans ve doğruluğunu düşüren bazı hata kaynaklarının belirli bir alan içerisindeki tüm kullanıcılar için ortak olduğu varsayılmaktadır. Başka bir deyişle, DGPS tekniğinde referans ve hareketli alıcı arasındaki korelasyonla (ortak) sistematik hataların giderilmesi ya da en aza indirilmesi söz konusudur.

Tablo 2.1' den de görüldüğü gibi GPS ile konum belirlemede uydu saati hatası ana hata kaynağıdır. Bu ise SA etkisinin uygulanmasının kullanıcılar açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. SA etkisi artırıldıkça elde edilecek pseudorange ve konum doğrulukları da o ölçüde kötüleşecektir.

DGPS uygulaması ile elde edilen sonuçlar, SA uygulansın ya da uygulanmasın, yalnız GPS'den elde edilen doğrulukların çok üzerinde olmaktadır. Tablo 2.1'de referans bir SPS kullanıcı için elde edilen DGPS doğrulukları verilmiştir [5].

2.3.2 Navigasyon amaçlı uygulamalarda GPS'in kullanımı

GPS alıcıları, günümüzde araçlarda, dağcılık, yelken gibi spor dallarından askeri ve sivil yolcu uçaklarına kadar birçok sahada navigasyon amaçlı olarak kullanılmaktadır. Genel olarak alıcılar bir harita ile birlikte kullanılmakla beraber,

hava araçlarında INS, araç takip sistemlerinde farklı türde cayrolar, eğim, azimut sensörleri, dijital hız algılayıcıları, görüntü yazılımları ya da radyo-modem bağlantılı diğer sistemler ile bütünleşik olarak kullanılabilirlerdir

Tablo 2.1 Konum Belirleme Doğrulukları

Her Uydu İçin Hassasiyet	Standart GPS (m)	DGPS (m)
Efemeris Hatası	2.1	0.0
Uydu Saati Hatası	20.0	0.7
İyonosfer	4.0	0.5
Troposfer	0.7	0.5
Sinyal Yansıması (multipath)	1.4	1.4
Alıcı Ölçü Hatası	0.5	0.2
Sabit Nokta Konum Hatası	0.0	0.4
Pseudorange Hatası;	20.6	1.8

Kullanılan sistem ne olursa olsun, navigasyonun anlık olarak uygulanabilmesi için, alıcılardan elde edilen konum bilgisini raster yada vektör harita gibi görsel verilerle karşılaştıracak entegre sisteme doğrudan (araç içerisinde) ya da veri aktarım (data-link) yöntemleriyle ulaştırma zorunluluğu bulunmaktadır. Bu zorunluluk aynı zamanda GPS alıcılarından elde edilen konumlama bilgisinin ait olduğu datum ve koordinat türünün, karşılaştırılan görsel materyalinkiyle aynı olmasını yada görsel materyalin ait olduğu sisteme dönüştürülmesini gerektirir. A.B.D.’ de kullanılan harita sistemi ve GPS ile elde edilen koordinatların ait olduğu sistemin aynı olması bu sorunu söz konusu ülke için çözmekle beraber, diğer ülkelerde kullanılabilmesi için datum ve projeksiyon dönüşümünü zorunlu kılmaktadır. Modern alıcıların hemen hemen tamamı alıcı yazılımı (firmware)’ nda önceden tanımlanan datum ve projeksiyonlara sahiptir. Bu şekilde kullanıcı kendi kullandığı datum ve projeksiyon sistemini alıcıya tanıtmakta ve nihai koordinatların bu sistemde elde edilmesini sağlamaktadır. Navigasyon amaçlı son-kullanıcı (end-user) GPS sistemlerini diğerlerinden ayıran en büyük özellik budur. Milli datumlarda yapılan navigasyon çalışmalarında söz konusu datum dönüşümü ancak yaklaşık dönüşüm eşitlikleriyle

yapıldığından yol üzerinde takip, uçakların iniş ve kalkışı gibi hassasiyet gerektiren durumlarda kullanılması mümkün olmayıp, dönüşümlerin bilgisayar arabirimleri vasıtasıyla yardımcı yazılımlarla yapılması gerekmektedir. Diğer sistemler ise ham verilerin alıcı içerisinde bulunan hard-diske kaydedilmesini ve buradan bilgisayar ortamına aktarılan verilerin özel yazılımlar vasıtasıyla işlenerek nihai koordinat olarak kullanılmasını sağlarlar. Navigasyon amaçlı yarı-profesyonel sistemlerde ise, verilerin alıcının CDU (Control Display Unit) yanında seri bağlantı çıkışlarıyla bilgisayar ortamına aktarılmasını ve aynı zamanda radyo-modem bağlantısı ile yayınlanan DGPS düzeltmelerini alıcı çözümüne uygulanmasını sağlayan giriş-çıkış birimleri bulunmaktadır [6].

2.3.3. Radyo konum belirleme sistemleri

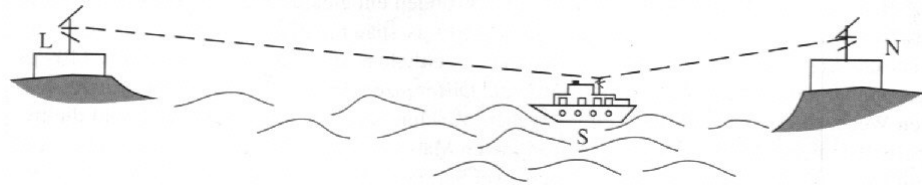
2.3.3.1. Loran-C (Long Range Navigation, Uzun Menzilli Navigasyon)

Loran, ilk olarak İkinci Dünya Savaşı sırasında Birleşik Devletler (US) tarafından geliştirilen birçok mühendislik projesinden biri olarak ortaya çıkan, uzun menzilli bir radyo konum belirleme sistemidir. 1000 km' nin üzerinde menzile sahip olan sistem, düşük frekanslı olup 1000 Hz lik bir bantta, özellikle gemi navigasyonlarında kullanılmaktadır ve kullanıcısına Loran alıcıları aracılığıyla, konum, hız, zaman ve gerektiğinde ek bilgiler verebilmektedir. Tüm bu bilgiler, Loran istasyonlarından pozisyonlu zaman aralıklarıyla yayılan sinyaller ile kullanıcıya iletilmekte ve bu sinyallerin iletiminde radyo dalgaları kullanılmaktadır. Zamanla gelişen Loran sistemleri, sonlarına bir harf eklenerek farklı isimler almıştır. Bu sistemlerin en gelişmiş ve en yaygın olarak kullanılan ise, Loran-C' dir [7].

Bir Loran-C sistemi, minimum üç istasyondan oluşmaktadır. Birbirinden yüzlerce millik aralıklarla kurulan bu istasyonlardan biri ana istasyon (master station), diğer iki istasyon ise, ikincil (secondaries) istasyonlar olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemde kullanıcı, konum bilgisine, Loran-C alıcılarını kullanarak, her ana-ikincil istasyon çiftinden yayılan sinyallerin varış zamanı farkını ölçerek ulaşmaktadır.

Her ana-ikincil istasyon çifti ölçümü sonucunda bir zaman farkı elde edilmektedir. Her bir zaman farkı ise, matematiksel olarak bir hiperbol oluşturan noktalar

bütünüdür. Konum bilgisi ise, her iki istasyon çiftinden yapılan ölçümlerle elde edilen iki ayrı hiperbolun kesişim noktasıdır (Şekil 2.4) [7].



Şekil 2.4 Loran-C

Loran-C istasyon çiftleri bir zincirin halkaları gibi düşünülürse, genel olarak pratik kullanımda, birden fazla halkadan sinyal alınabilmektedir. Bu durumda, hangi halkadan sinyal alınması gerektiği sorununu ortadan kaldırmak için, ana ve ikincil istasyon fikri göz ardı edilerek, tüm istasyonlar aynı saate ayarlanır ve böylelikle herhangi bir istasyondan yayılan sinyaller, herhangi bir kullanıcı tarafından kullanılabilir. İstasyonlarda yüksek prezisyonlu sezyum saatleri kullanılır ve böylelikle, zaman bütünlüğü, yüksek doğruluk bir şekilde sağlanabilir. Modern Loran sistemlerinde de bu mantık kullanılmaktadır.

Günümüzde Loran ve Global Konum Belirleme Sistemi (GPS) saatleri uyumu sağlanarak kombine sistemler oluşturulmuştur. Böylelikle kullanıcının, iki uydu ve bir Loran istasyonu kullanarak konum belirlemesine olanak sağlamıştır [7].

2.3.3.2. Omega

Diğer bir radyo konum belirleme sistemi olan Omega, Birleşik Devletler Donanması tarafından askeri amaçlı kullanıcılar için geliştirilmiştir. Fakat zamanla, sistemin tüm dünyada yeterli kapasiteyle çalışabilmesi amacıyla, Omega çok uluslu bir sistem haline getirilmiştir. Omega günümüzde Birleşik Devletler ile birlikte altı ulusun ortak çalışması ile işleyen ve sivil kullanıcılarında yararlanabildiği bir sistem halini almıştır.

Omega radyo konum belirleme sistemi, birbirinden binlerce mil uzaklıkla dünya etrafına yerleştirilen sekiz istasyon ile çalışmaktadır. İstasyonların dünya etrafında uygun dağılımı olması sebebiyle, sistem dünya çapında bir kapsama alanına sahiptir.

Loran-C de olduğu gibi istasyonlar bir zincir olarak düşünölebilir. Bu zincirin her halkasının birbiriyle uyuşumu, yüksek prezisyonlu atomik saatler kullanılarak sağlanmaktadır. Ayrıca sistem, çok düşük frekanslı (10-14 kHz) bir spektrumsa çalışmaktadır.

Sistemin amacına ulaşabilmesi için, konum belirleme sırasında kullanıcı minimum üç istasyondan veri almalıdır. Bu durumda 7.4 km doğrulukla konum belirlenebilmektedir. Veri alınan istasyon sayısı arttıkça bu doğruluk 3.7 km ye kadar düşmektedir. Genellikle gemi navigasyonunda kullanılan Omega sisteminde konum bilgisine, istasyonlardan yayınlanan sinyallerin faz farklarını ölçerek ve hiperbolik radyo navigasyon teknikleriyle ulaşılır. Loran-C ye oranla daha az konum belirleyebilen Omega sisteminin, antenlerinin uzun olması da sistemin kurulum maliyetini arttırmaktadır[7].

Sonuç olarak, yapılan çalışma kapsamında incelenen Loran-C ve Omega Radyo konum Belirleme sistemlerinin, genelde gemi ve uçak navigasyonlarında kullanıldığı görölmüş ve bu sistemlerin GPS' e oranla daha az hassasiyetli olması sebebiyle tasarlanan sistem dâhilinde kullanılmalarının uygun olmadığına karar verilmiştir.

2.3.4. Atalet seyir sistemleri

Atalet Seyir Sistemi, yerde veya uzayda herhangi bir istasyon ile haberleşmeye veya referans alınmasına ihtiyaç duyulmayan ve radyo dalgalarının kullanılmadığı tek uzun menzilli navigasyon sistemidir. Araç takibinde de yaygın olarak kullanılan bu sistemde, aracın ivmesinin, yöneltme bileşenlerinin ve zamanın bilinmesiyle, o araca ait konum değışikliğı belirlenir. Yani aracın konumu, rölatif olarak belirlenir. Elde edilen rölatif konum bilgisinin mutlak konum bilgisine çevrilebilmesi için aracın hareket noktasının koordinatları bilinmelidir [7].

2.3.4.1. Atalet seyir sistemlerinin bileşenleri

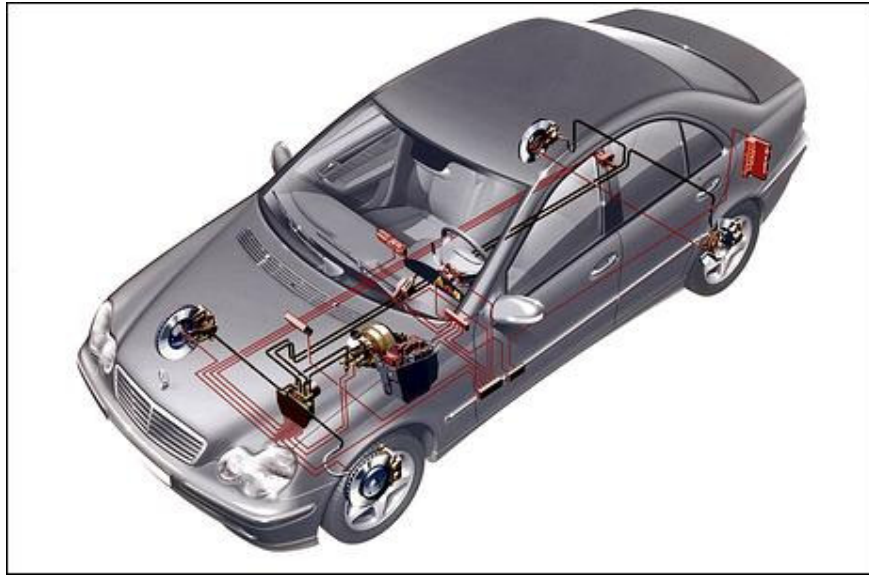
Bir Atalet Seyir Sistemi, hız ölçer (accelerometer), yol bilgisayarı (Navigation Computer), saat ve “gyroscope” (Gyro)’ dan oluşur.

Gyro, hareket halindeki aracın açısal hızını ve açısal dönüklüklerini belirler. Elde edilen bu verilerle aracın hareket halindeyken yaptığı dönüklükler, yönelmelerin

belirlenmesinde kullanılır. Hızölçer ise aracın yol boyunca yapmış olduğu hız değişikliklerini belirler [8].

2.3.4.2. Atalet seyir sistemlerinin yapısı ve çalışması

Bir atalet seyir sistemi, karşılıklı ve dik (ortogonal) olarak yerleştirilmiş üç “gyro” ve yine aynı şekilde yerleştirilmiş üç “hız ölçer”den oluşur. Bu hızölçer yapılandırması, vektörel olarak ifade edilebilen üç ortogonal ivme bileşenini verir. Bu bilginin “gyro” ile elde edilen yöneltme bilgileri ile birleşimi ise, Atalet Seyir Sistemi ünitesinin üç boyutlu uzaydaki toplam ivmesini verir. Tüm bu bilgiler, sistemde bulunan saat tarafından belirlenen zamanla entegre edilerek, konum vektörleri elde edilir. Atalet Seyir Sistemi’nde gerçekleşen bu adımlara, navigasyon işlemi denir. (Navigation Process) [7,8].



Şekil 2.5 Atalet Seyir Sistemleri

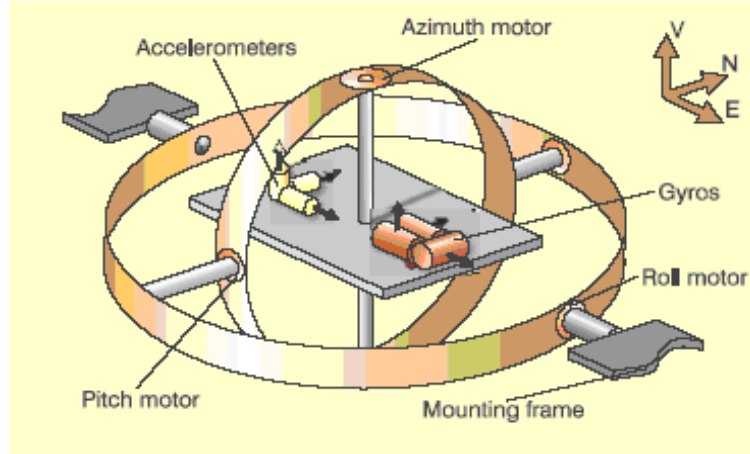
2.3.4.3. Atalet seyir sistemlerinin çeşitleri

Günümüzde kullanılan iki ana tip INS vardır. Bunlar “Gimballed” ve “Strapdown” sistemleridir. Bu sistemler arasındaki ana fark ise kullanılan “Gyro” tipidir.

Gimballed INS

Gimballed INS, ilk olarak geliştirilen Atalet Seyir Sistemlerindendir. Bu sistem, gravite ve momentum ölçmelerinde kullanılmaktadır. “Gyro” ve “accelerometer”,

“Gimballed Inertial Platform” olarak bilinen hareketli (dönebilen) bir düzlem üzerine yerleştirilmiştir. “Gyro” ve “accelerometer” lerin yaptığı açı ve uzunluk ölçmeleri kullanılarak başlangıca göre konum değişikliği hesaplanabilmektedir. Fakat anlık konum belirlenemez [7] (Şekil 2.6-2.7).



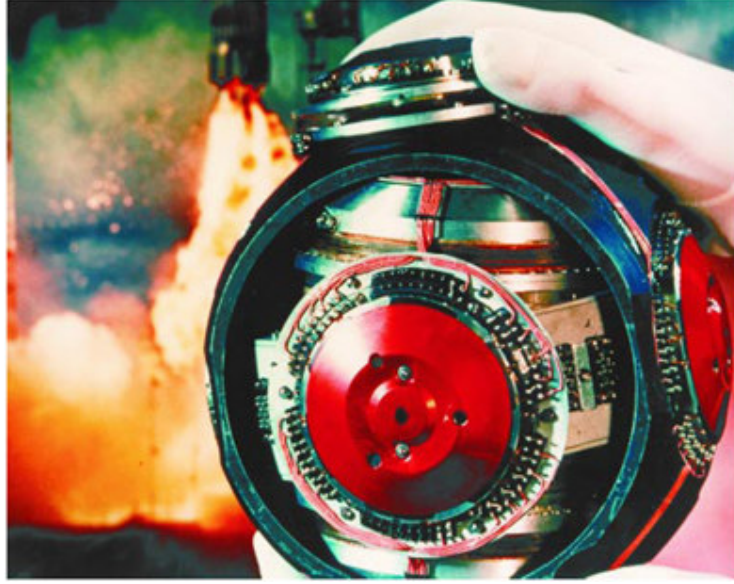
Şekil 2.6 Gimballed INS Şematik Gösterim

Strapdown INS

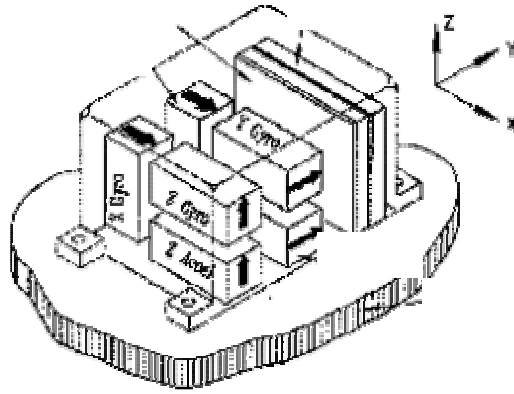
Teknolojinin gelişmesiyle birlikte, Gimballed INS’ lere göre hareket etmeyen parçalara sahip mekanizmadan oluşan ve bilgisayar teknolojisinden faydalanan “Strapdown INS” geliştirilmiştir. Yol bilgisayarı, Gyrodan alınan açısal ve Accelerometer’ den alınan çizgisel bilgileri kullanarak üç boyutlu hareketi hesaplar (Şekil 2.8) [9].

Ring Laser Gyro INS

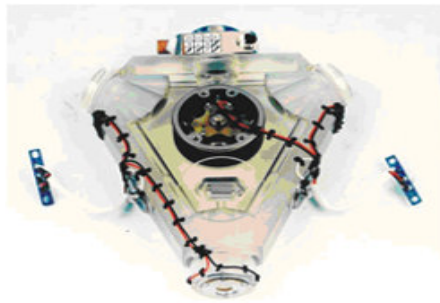
Ring Laser Gyro INS, aracın dönme ve yönelmelerini tespit edebilmek için laser kullanmaktadır. Ring Laser Gyro, üç delikli tüpü olan cam blok ve her köşeye yerleştirilmiş optik resonatör ve reflektör olarak görev yapan aynalardan oluşmaktadır (Şekil 2.9 -2.10) [7,10].



Şekil 2.7 Gimbaled INS



Şekil 2.8 Strapdown INS



Şekil 2.9 RLG INS

Sonuç olarak; araç navigasyon sistemlerinde genel olarak GPS kullanılmaktadır. Ancak, uyduları kullanarak aracın konumunu belirleyen bu sistemde yapılaşmanın yoğun olduğu şehir merkezlerinde, tünel geçişlerinde ve ormanlık alanlarda yeterli uydu görememesi nedeniyle aracın konumunun belirlenmesinde sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ya da yanlış bir konumlama yapılarak hatalara sebebiyet verebilmektedir.

Bu sebeple, GPS' in yanı sıra “Atalet Seyir Sistemleri” de (INS) mevcut navigasyon sistemine entegre edilerek herhangi bir olumsuz durumda devreye girmesi sağlanarak aracın konumu kesintisiz olarak belirlenebilir. Entegre olmuş bu iki konum belirleme sistemi ile daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek mümkün olacaktır.

3. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

3.1. Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?

Coğrafi Bilgi Sistemleri, bilgisayar destekli tasarım-çizim sistemleri ve veritabanı uygulamalarıyla ortaya çıkan mekânsal alana ait geometrik ve öznitelik verilerinin aynı ortamda toplanması, bu verilerin gereksinimler doğrultusunda sorgulanması ve gerekli analizlerin yapılmasını sağlayan bir bilgi sistemidir. Özetle Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tanımını yapacak olursak, Coğrafi Bilgi Sistemleri planlama ve yönetimde kullanılan yeryüzünde konumu belirli verilerin modellenmesi, işlenmesi, analizi, kullanım amacına göre sunulması, kısaca yönetimi kapsayan donanım, yazılım, yöntemler ve bu amaçla çalışan personelin oluşturduğu sistemdir. Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla her türlü geometrik ve öznitelik verilerinin aynı ortamda toplanması, depolanması, analizi, görselleştirilmesi, güncelleştirilmesi, sonuçlarının kullanıma sunulması mümkündür [11].

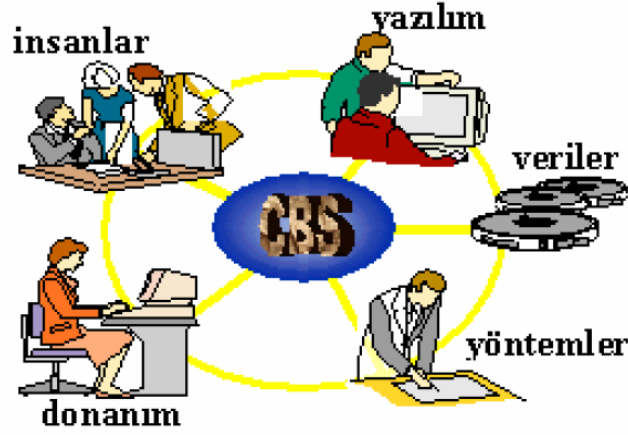
3.2. CBS'nin Bileşenleri

CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen, donanım, yazılım, veri, insanlar ve metotlardır.(Şekil 3.1)

Donanım (hardware)

CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır.

Örneğin, yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector) gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. Bugün birçok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok değişik donanımlar mevcuttur [11].



Şekil 3.1 CBS'nin Bileşenleri

Yazılım (software)

Yazılım, diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafi bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalardır. Yazılımların pek çoğunun ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir. Coğrafi Bilgi Sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır ;

- Coğrafi veri/bilgi girişi ve işlemleri için gerekli araçları bulundurması,
- Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak,
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli,
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara-yüz desteği olmalıdır.

Veri (data)

CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de “veri”dir. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir.

Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak ta görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık %50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir [11].

İnsanlar (people)

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinde insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır. CBS'nin gelişmesi mutlak suretle insanların yani kullanıcıların ona sahip çıkmalarına ve konuma bağlı her türlü analiz için CBS'yi kullanabilme yeteneklerini artırmaya ve değişik disiplinlere yine CBS'nin avantajlarını tanıtmakla mümkün olabilecektir [11].

Metotlar (methods)

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre

retilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir. Genellikle standartların tespiti şeklinde olan bu uygulamalar bir bakıma kurumun yapısal organizasyonu ile doğrudan ilgilidir. Bu amaçla yasal düzenlemelere gidilerek gerekli yönetmelikler hazırlanarak ilkeler tespit edilir [11].

3.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Prensipleri

CBS, veriye bağımlı veri tabanlı bilgi sistemidir. CBS, diğer bilgisayar teknik ve teknolojilerinden farklı olarak, veritabanı yönetim sistemine göre, değişik kaynaklardan veri entegrasyonunun yapılmasına ve bu verilerin analiz edilmesine olanak sağlar.

CBS verileri ve haritaları güncel bilgileri içermelidir. Çünkü bu veriler kuruluşlarının ilerde yapacakları projeler ve yatırımlar için çeşitli analizler yaparak kısa sürede sonuca ulaşmaları için gereklidir.

CBS içerisinde kullanılan konumsal verilere ait koordinatlar uyumlu ve sürekli bir koordinat sistemi ile düzenlenirse çok daha kullanılabilir olmaktadır. CBS içerisinde bulunan haritalar sadece kâğıt haritaların bilgisayar ekranında görüntülenmesi anlamına gelmemektedir. CBS içindeki haritalar ait olduğu bölgenin koordinat sistemi ile belirlenir. Böylece haritaları gerçek dünya koordinatları ile belirleme ve komşu alana ait haritaları da ekranda bütünsel olarak görüntüleyebilme ve analiz yapma imkânı doğmaktadır [11].

CBS, otomasyonu yapılacak alanla ilgili tüm verilerin bütünselliğini ifade etmelidir. Bilgisayarın haritayı insanların grdğu gibi görememesi nedeniyle, analizlerin daha gerçekçi yapılabilmesi için, harita ile ilgili ilave özelliklerin de (alansal, çizgisel ve noktasal) CBS otomasyonunun yapılması gereklidir.

CBS'in birçok kullanıcısı vardır ve çok değişik fonksiyonları kullanıcılar tarafından paylaşılmalıdır. CBS projeleri, otomasyonu yapılan verilerin ihtiyaı olan tüm kullanıcılar tarafından paylaşılmasını sağlayacak ve verilerin tekrar üretilmesini önleyecek şekilde planlanmalıdır.

CBS teknolojisi içerisindeki yazılım ve donanımlar, bilgisayar teknolojisindeki değişimleri takip edebilecek ve fonksiyonallitesini geliştirecek şekilde seçilmelidir. Dolayısıyla kurulacak olan yazılım ve donanımlar zaman içerisinde yenilenebilir özellikte olmalıdır.

CBS, teknoloji, para ve iyi yönetim desteği ile çok büyük gelişme göstermektedir. Başarıya ulaşabilmek için uzun süreli yatırımların yapılması ve kesin kararlı olunması gereklidir. Mevcut sınırlı kaynaklarla büyük projelerin yönetilmesi için uzun süreli yatırımlara ve kararlı bir yönetime ihtiyaç duyulmaktadır.

Başarılı bir CBS programı için eğitimli, tecrübeli, iyi motive edilmiş personele ihtiyaç vardır. CBS projelerinin başarılı olabilmesi için kullanılan teknolojinin en son ve en gelişmiş olması yanında, onu kullanan personelin eğitimi ve tecrübesi de çok önemlidir. Projenin yürütülmesi ve güncelliğini koruması için eğitimin büyük bir önemi vardır [11].

3.4. Navigasyon Sistemleri ve CBS

Navigasyon sistemleri, sahip oldukları kapsamlı veritabanlarını geometrik veriler ile ilişkilendirerek etkin bir şekilde kullanan CBS uygulamalarıdır. Navigasyon işlemi yol ağlarının geometrik ve fiziksel koşullarına göre belirli yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemler temel mekânsal sorgulamalar ve analizlerdir. Söz konusu sorgulama ve analizler nesnelerin karakteristiklerini tanımlayan özniteliklerini ve bu nesnelerin mekânsal bilgilerini kullanan analitik yöntemler topluluğudur. Bu yüzden söz konusu yöntemler aynı zamanda navigasyon işleminin bir CBS uygulaması olarak tanımlanmasının da temel altlığıdır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin araç navigasyon sistemlerinde kullanımı birçok uygulamayı gerçekleştirme şansı verir.[1]

CBS, ANS'ne yeryüzüne ait bilgileri yönetme imkânı verir. Gidilecek yolların gösterimi, yolculuk sırasında sorgulanan sosyal yaşam alanlarını sürücüye en çabuk şekilde CBS sağlayabilir.

ANS' nde ağırlıklı olarak yol ve yola bağlı bilgiler kullanılacaktır. Bu bilgilere bağlı olarak sistem alternatif yol güzergâhlarını kullanıcıya sunacaktır. Bu amaçla hazırlanan etkin bir CBS, yani yola ilişkin her türlü öznitelik bilgilerini (yol genişliği, uzunluğu, zaman bağlı trafik yoğunluğu) içeren, güzergâhta bulunan doğal ve yapay objelerin mevcut durumlarını gösterebilen ve aynı zamanda hazırlanan bu verilerin ANS' de kullanılan veri formatına dönüştürülebilir olması navigasyon için en önemli unsurlardır [1].

3.5 Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde Konuma Bağlı Analizler

Coğrafi Bilginin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve sunulması olarak ifade edilen Coğrafi Bilgi Sistemi temel fonksiyonlarından ilk üçü (bilgi toplama, depolama ve işleme) coğrafi veri tabanının kurulmasına yönelikken; "analiz" fonksiyonu, oluşturulan veri tabanının amaca ve uygulama alanına göre kullanılmasını ve böylece kullanıcıların CBS' den beklentilerinin karşılanmasını hedefler. Analiz sonrası elde edilen sonuçlar son kullanıcılara ulaştırılır [12].

3.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analiz Türleri

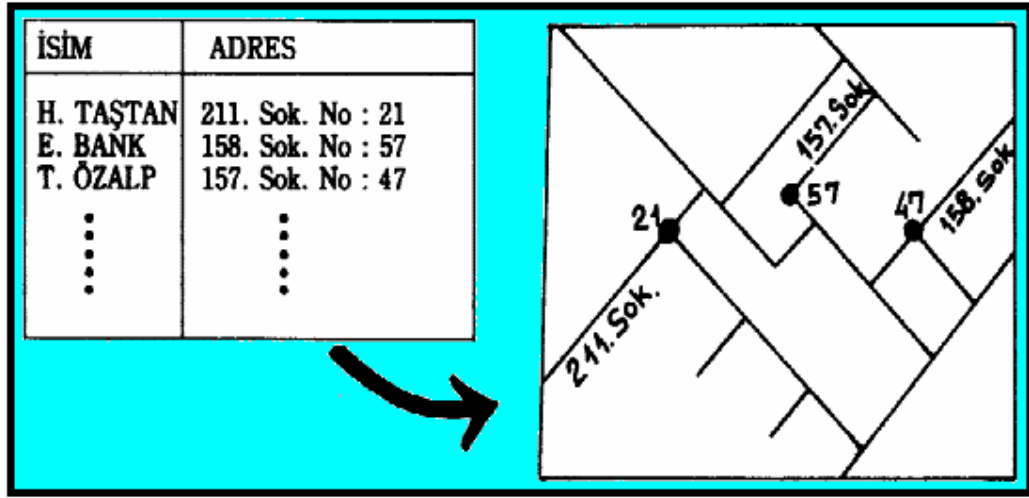
Navigasyon sistemlerinde kullanılan analizler; mekânsal sorgulamalar, yakınlık analizleri ve ağ analizleri olmak üzere üçe ayrılır. Mekânsal sorgulamalar ya da yakınlık analizleri navigasyon işlemi sırasında karşılaşılabilecek özel durumlarda aracın yönlendirileceği yerin belirlenmesinde kullanılır. Örneğin aracın bulunduğu noktaya en yakın benzin istasyonunun yerinin belirlenmesi gibi. Son analiz grubunu oluşturan ağ analizleri ise navigasyon işleminin temel hedefleri olan en kısa/en uygun yoldan, ya da amaca yönelik uğrak noktaları üzerinden istenilen konuma ulaşım işlemlerinin yerine getirilmesinde kullanılır. Ağ analizinin temel amacı çizgi karakteristiklerinin mekânsal analizidir [1].

3.6.1. Ağ analizi

Ağ analizi, ağdaki tüm olası rotaların zaman ve uzunluklar dâhilinde belirlenmesini sağlayan çizgi-düğüm tabakası geometrisinin matematiksel işlemidir. Ağ analizinin temel amacı çizgi karakterlerinin mekânsal analizidir. Bu çizgi karakterler yol gibi fiziksel hatlar olabileceği gibi politik sınırlar gibi sanal hatlar da olabilir. Birçok

3.6.1.2. Adres belirleme

Ağ üzerinde istenen adrese veya adreslere ulaşma işlemidir. (Örneğin 211. Sokak No.21 adresinin belirlenmesi) [12]. Sayısallaştırılan haritada oluşturulan çizgi-düğüm topolojisinde düğüm, nokta ve çizgilerin öznitelik bilgileri belirlenir. Özniteliği bilinen bir noktayı tespit etme işlemi adres belirleme olarak adlandırılır. Veri tabanında öznitelik tablosunda bulunan herhangi bir binanın konumu tanımsal bilgi olarak sorgulanır ve gerekli yol güzergâhı bilgisayar ekranında görüntülenir [7] (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Adres Belirleme

3.6.1.3. Kaynak tahsisi

Ağ üzerinde belli merkezlere en yakın adreslerin belirlenerek çeşitli amaçlar için tahsis edilmesi işlemidir [12].

Planlama ve yatırıma yönelik faaliyetler için en uygun kararın verilmesinde etkili bir yöntemdir. Ağdaki tüm noktalar ve çizgiler yeterli öznitelik bilgisine sahip olmalıdır. İtfaiye için en uygun yer seçimi örneği için, nüfus, yol bağlantıları, trafik yoğunluğu, itfaiye ekipleri ve araçlarının yapısı gibi unsurlar en uygun istasyon yerinin seçiminde önemli rol oynamaktadır [7].

Her biri bir CBS analizi olan bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için uygulama kapsamında kullanılan verilerin iyi tanımlanmış, veritabanlarının da tutarlı olması

gerekmektedir. Aynı zamanda kullanılan geometrik altlık çizgi düğüm topolojisinde düzenlenmiş vektör veri olmalıdır. Ayrıca kullanılan veritabanının güncel olması da elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından önem teşkil etmektedir [1].

4. NAVİGASYON SİSTEMLERİNİN JEODEZİK ALTYAPISI

Araç Navigasyon Sistemlerinin temelini oluşturan haritalardır. Sistem içerisinde kullanılan harita bilgisinin güvenilir ve yüksek doğrulukta olması bu sistemlere olan güven ve ilgiyi artıracaktır. Bu güvenilirliğin sağlanabilmesi için de haritaların jeodezik altyapısının doğru ve güncel olmasına bağlıdır. Bu nedenle doğru bir altyapı için doğru bir koordinat sistemi seçilmelidir.

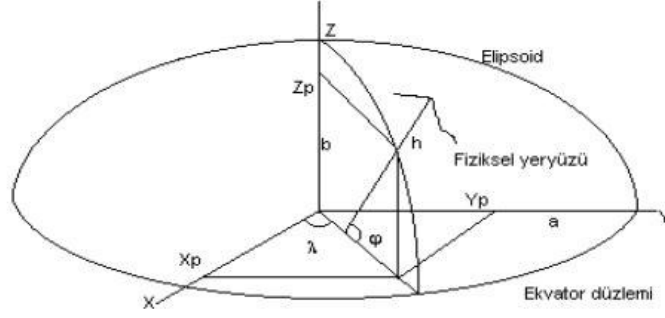
Yerin biçimi ister elipsoit, isterse küre kabul edilsin bu yüzeyler üzerindeki noktaların birbirlerine göre olan konumlarını belli bir sistemde tanımlamak gerekir. Bu tanım belli ise belli geometrik ya da matematik bağıntılar yardımıyla bu noktaların haritadaki konumları da belirlenebilir. Bu amaçla yer üzerinde geliştirilmiş sisteme “coğrafi koordinat sistemi” adı verilmiştir.

Bir koordinat sisteminin tanımlamak için, başlangıç noktasının yeri, koordinat eksenlerinin yönleri, koordinat sistemine ait bir noktanın konumunu belirleyen parametreler belirtilmelidir. Yersel, Göksel ve Yörüngesel Koordinat Sistemleri olmak üzere üç ana grupta toplanan koordinat sistemleri vardır. Uygulanması düşünülen navigasyon sisteminde kullanılacak olan koordinat sistemi yersel koordinat sistemleridir ve bu sistemler kısaca açıklanacaktır [13].

4.1 Yersel Koordinat Sistemleri

Coğrafi konum, tanımlanan ve oluşturulan yersel koordinat sisteminde ve datumda bir yer noktasının konumunun genel ifadesidir. Yersel koordinat sistemleri, yeryüzündeki objelerin konum ve durumlarının belirlenmesi için kullanılan sistemlerdir.

Yersel koordinat sistemleri merkezlerine göre Jeosentrik ve Toposentrik sistemler olarak ikiye ayrılır. Tasarlanan navigasyon sisteminde kullanılacak olan konum bilgileri yer merkezli olmasından dolayı Jeosentrik sistemler açıklanacaktır [7].



Şekil 4.1 Üç Boyutlu Dik Koordinat Sistemi ve Elipsoit

4.1.1. Jeosentrik sistemler

Ortalama ve anlık yersel sistemler ile Jeodezik (Elipsoidal) sistemler olarak ikiye ayrılır.

4.1.1.1. Ortalama ve anlık yersel sistemler

Ortalama Dünya Dik Koordinat sistemi, temel yersel koordinat sistemidir. Ortalama sistem, başlangıcı dünyanın ağırlık merkezi olan ideal bir sistem olarak düşünülebilir. Sistemin Z eksenini yeryuvarının ortalama dönme eksenine ile çakışmıştır. Bu eksenin pozitif yönü ise ortalama kutup noktasıdır. X eksenini, Greenwich ortalama astronomik meridyen düzlemi ile ortalama ekvator düzleminin ara kesitinde uzanır ve Z eksenine diktir, pozitif yönü 0° astronomik boylamı gösterir. Y eksenini, sistem bir sağ el koordinat olacak şekilde seçilmiştir ve pozitif yönü ekvator içerisinde 90° boylamına yönelir.

Ortalama dünya dik koordinat sisteminde bir noktanın konumunu X, Y, Z dik koordinatlarıyla ya da Φ , Λ , H eğri koordinatlarıyla tanımlanabilir. Φ astronomik enlemi ve Λ astronomik boylamı, g gerçek gravite vektörünün X, Y, Z eksenlerine göre doğrultusunu belirler. Üçüncü olarak W jeopotansiyeli veya H ortometrik yüksekliği alınır.

Yeryüzünde yapılan gözlemler yeryuvarının dönme anındaki gerçek dönme anındaki gerçek dönme eksenine göre ki bu eksenin konumu zamanla değiştiğinden, her

gözlem anında bir dönme eksenini, bu eksene ve yerin ağırlık merkezine göre bir koordinat sistemi oluşur. Bu şekilde oluşan sistemlerin her birine Anlık Yersel Koordinat Sistemi denir. Bu sistemin başlangıcı dünyanın ağırlık merkezi olup Z eksenini dünyanın anlık dönme eksenini ile çakışık, pozitif yönü ise anlık kutup noktasına yönelir. X eksenini dünyanın gerçek dönme eksenini ve ortalama Greenwich gözlem evini içerisine alan düzlemle anlık ekvator düzleminin arakesitinde yer alır. Y eksenini ise sistem bir sağ el koordinat sistemi oluşturacak şekilde anlık ekvator düzleminde yer alır. Bu sistemde bir noktanın konumu anlık X, Y, Z dik koordinatları ile veya anlık Φ astronomik enlemi, Λ astronomik boylamı ve W jeopotansiyeli veya H ortometrik yüksekliği ile belirlenir [7].

4.1.1.2. Jeodezik (Elipsoidal) sistemler

Elipsoidal Sistemin başlangıç noktası elipsoidin merkezidir. Z eksenini elipsoidin küçük eksenini ile çakışık, X eksenini Greenwich jeodezik meridyen düzlemi ile ekvator düzleminin arakesitindedir. Y eksenini ise bir sağ el koordinat sistemi oluşturacak şekilde seçilmiştir. Bu sistemde bir P noktasının konumu x, y, z dik koordinatlarıyla yada ϕ , λ , h elipsoidal eğri koordinatlarıyla belirlenir. ϕ elipsoidal enlem, λ elipsoidal boylam ve h ise elipsoidal yükseklik olarak adlandırılır [7].

4.2. Datum

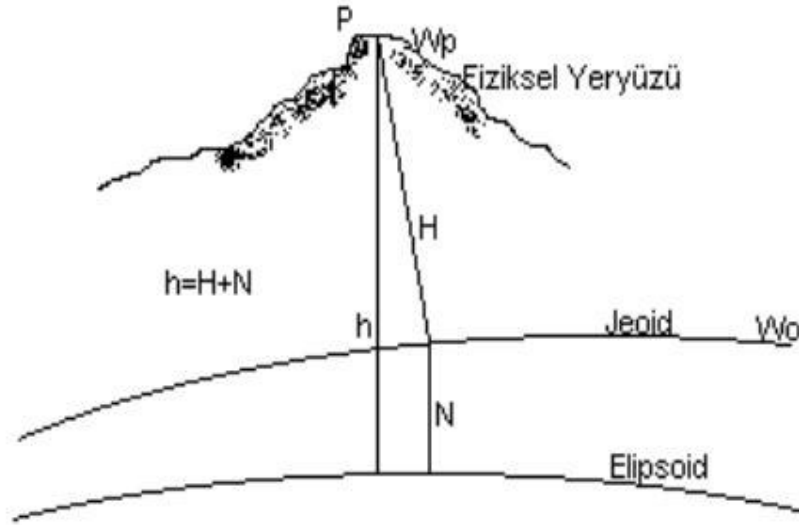
Datum, yerküre üzerine hesap yapılmasını sağlayan bir referans, bir sayısal değerler sistemidir. Jeodezik datum ise yerkürenin şeklini ve boyutlarını tanımlayan matematiksel değerler bütünüdür. Jeodezik datum aynı zamanda jeodezik kontrol için kullanılan koordinat sistemlerinin açıkça belirtilmesine de olanak verir [7].

4.3. Geoit ve Elipsoid

Yeryüzünün fiziksel şekli, ağırlık kuvveti doğrultusunu her yerde dik olarak kesen ve okyanus yüzeyi ile çakışan ve aynı zamanda elipsoidten ondülasyonlu sapmalar gösteren bir yüzeydir. Bu yüzeye “geoid” denir.

Geoit, ortalama deniz seviyesine en çok uygunluk gösteren bir yüzey olmakla beraber, elipsoidten 100 metreye kadar yükseklik farkları gösterebilen çok kompleks bir yüzeydir.

Elipsoid ise geoide en iyi uygunluk gösteren matematiksel bir yüzeydir ve jeodezik hesapların yürütülmesi için referans yüzeyi olarak kullanılmaktadır [7].



Şekil 4.2 Elipsoit, Geoit ve Yükseklikler

4.4. Projeksiyon Kavramı

Eğri bir yüzeydeki bilgilerin matematik ve geometrik kurallardan yararlanarak düzleme geçirilmesine projeksiyon adı verilir. Söz konusu düzlem harita düzlemi olduğunda bu projeksiyonlar, harita projeksiyonları adını alırlar. Projeksiyonlar izdüşüm yüzeylerine, projeksiyon durumuna ve koruduğu bilgilere göre çeşitli gruplara ayrılırlar. Bu ayrımları kısaca özetlersek:

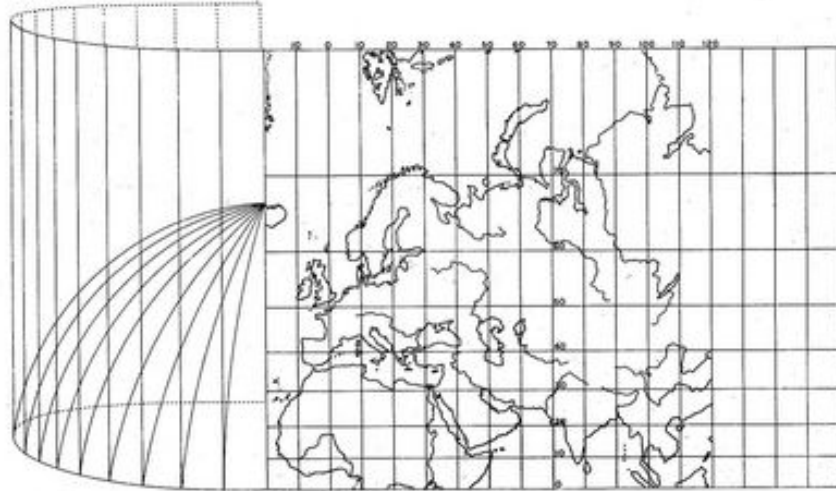
Elipsoid yada küre, ancak üç temel yüzeyden bir tanesi üzerine iz düşürülebilir. Bunlar; düzlem, silindir ve konidir. Bu izdüşüm yüzeylerine göre projeksiyonlar düzlem (azimuthal), silindirik ve konik olmak üzere üç gruba ayrılır.

Projeksiyonlar, projeksiyon yüzeyinin, orijinal yüzeye göre konumuna bağlı olarak üç grupta incelenebilir.

- Projeksiyon yüzeyinin ekseni; orijinal yüzey dönme ekseni ile çakışık ise bu hale normal projeksiyon ;
- Projeksiyon yüzeyinin ekseni, orijinal yüzeyin dönme ekseni ile 90° lik açı yapıyorsa bu tür projeksiyonlara transversal (transverse) projeksiyon ,
- Projeksiyon yüzeyinin ekseni, orijinal yüzeyin ekseni ile herhangi bir açı yapıyorsa bu tip projeksiyonlara da eğik (oblique) projeksiyonlar adı verilir.

Eğri bir yüzey üzerindeki bilgilerin projeksiyonu sırasında, bu bilgilere ait bazı özellikler belirli oranlarda korunur. Projeksiyonlar koruduğu özelliklere göre de, alan, açı ve uzunluk koruyan projeksiyonlar olmak üzere üç gruba ayrılır.

Türkiye’ de, ülke nirengi ağına dayalı, ölçeği 1:25000 ve daha küçük ölçekli olan haritalar, Universal Transverse Mercator (UTM); ölçeği 1:25000 den büyük olan haritalar ise Gauss-Kruger Projeksiyonuna göre üretilmiştir.



Şekil 4.3 Merkator Projeksiyonu

Merkator projeksiyonu, bir noktadan diğerine olan yönü en doğru biçimde gösterir. Bu nedenle navigasyon araçlarında kullanılır. Ekvatorda ölçek, küre ile aynıdır.

Kuzeye ve güneye gittikçe, her paralel daire ekvatora eşit olduğundan ölçeğin büyümesine neden olur, ancak enlem; boylamla aynı oranda artar.

Gauss-Kruger Projeksiyonu 3° lik ve 6° lik dilim genişliğine sahip, silindirik ve konform bir projeksiyondur. Aynı zamanda, yerküre, düzleme her açıdan iz düşürülebildiği için Gauss-Kruger Projeksiyonu, eğik bir projeksiyon özelliğini taşımaktadır.

Zaman içerisinde ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda, Gauss-Kruger Projeksiyonu üzerinde yapılan küçük değişikliklerle;

- 6° lik dilim genişliğine sahip, transversal bir projeksiyon olan, Universal Transverse Mercator (UTM),
- 3° lik dilim genişliğine sahip, transversal bir projeksiyon olan, Transverse Mercator (TM) projeksiyonları elde edilmiştir.

Gauss-Kruger ve UTM Projeksiyonlarının dilim genişlikleri aynı olduğu için her iki projeksiyonda da koordinat sistemi aynı yapıya sahiptir. Fakat Gauss-Kruger Projeksiyonu eğik bir projeksiyondur ve her açıdan yeryüzü ile ilişkilendirilebilir. Bu yüzden de, bu projeksiyonda koordinat sisteminin tanımı belirli bir şekilde yapılamaz. Fakat Gauss-Kruger Projeksiyonunun daha belirgin bir şekli olan TM ve UTM Projeksiyonlarında ise koordinat sistemi daha net bir şekilde tanımlanabilir [7].

4.5. Kullanılmakta Olan Sistemler

Ülkemizde iki tür sistem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki ülkemizdeki mevcut haritaların yapımında kullanılan, imar, kadastro gibi hukuki yapıların bağlı bulunduğu ülke sistemi, diğeri ise araç navigasyonu sırasında elde edilen GPS verilerinin dayandığı WGS84 sistemi ve dolayısıyla ITRF96 sistemini datum alan Türkiye Ulusal Temel GPS Ağıdır. (TUTGA).

4.5.1 Ülke sistemi

Ülkelerin sahip olduğu yatay ve düşey konum bilgileri ayrı ayrı bölgesel datumlarla belirlenir. Yatay konum bilgileri ülke nirengi ağlarıyla, düşey konum bilgileri nivelman ağlarıyla somut hale getirilir. Uydu teknikleri geliştirilinceye kadar ülkeler

kontrol noktalarının yatay ve düşey konumlarının klasik yöntemlerle belirlemek zorunda kaldıklarından, bölgesel datumlarda çalışılması bir zorunluluk olmuştur. Mevcut ülke sistemimizde ise yatay konum bilgileri için referans yüzeyi olarak ED-50 datumu kullanılmaktadır. Koordinatların 2D+H şeklinde ifade edildiği ülke sisteminde Gauss-Kruger ve onun özelleşmiş halleri olan TM ve UTM projeksiyonları kullanılmaktadır.

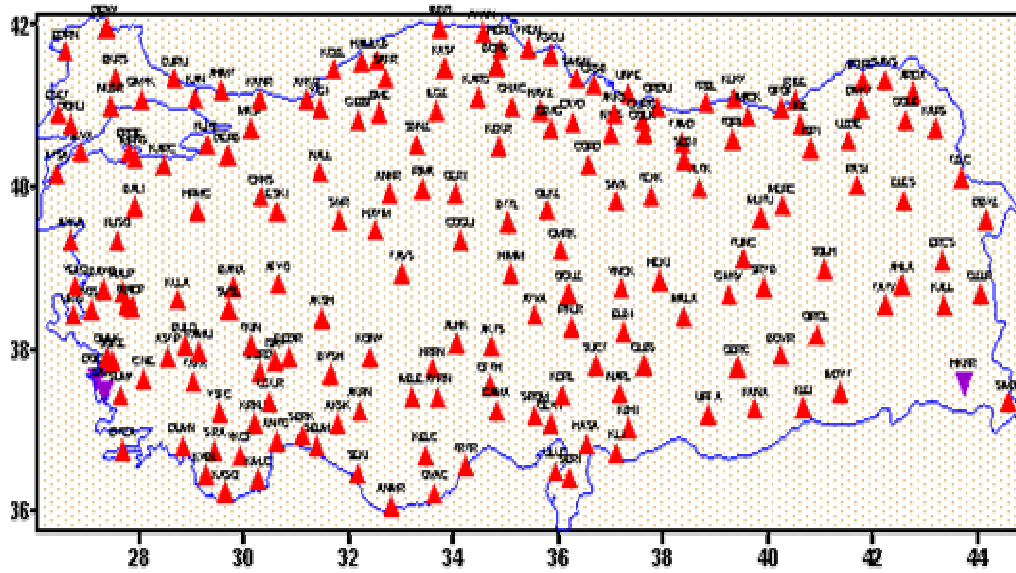
Bir bölgesel datum yerleştirilirken, datuma başlangıç noktası görevini yapmak üzere ağın orta noktalarında bulunan birinci derece bir nirengi ağı noktası seçilmelidir. Avrupa datumunun (European Datum–1950, ED50) başlangıç noktası, Potsdam daki Helmert Kulesidir [7].

4.5.2 Türkiye ulusal temel GPS ağı (TUTGA)

Ulusal Temel GPS Ağı, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve Harita Genel Komutanlığı'nın işbirliği ile 1997 yılında oluşturulmaya başlanmış ve çalışmaları halen devam etmektedir. TUTGA homojen dağılımlı noktalardan oluşan, dünya ölçeğinde geçerli ve uluslararası standartlarda bir yersel referans sisteminde üç boyutlu bir ulusal kontrol ağı olarak tasarlanmıştır. Ayrıca TUTGA'nın, kadastrodan beklenen duyarlılık isteklerine cevap verebilecek, ülke düzeyindeki tüm duyarlı jeodezik ve fotogrametrik uygulamaların dayandırılabilmesi, her tarafta aynı duyarlılığa sahip ve mutlak konum duyarlılığı yüksek bir ulusal kontrol ağı olması amaçlanmıştır.

TUTGA Uluslararası Yersel Referans Sistemi'nde (International Terrestrial Reference Frame 1996, ITRF96), 1-3 cm duyarlılığında 3 boyutlu koordinatları (X, Y, Z) ve bu noktaların zamana bağlı değişimlerini gösteren hız vektörünün bileşenleri (V_x , V_y , V_z) bilinen bir ağıdır.

Aynı zamanda bu ağ noktalarının Helmert yükseklik sisteminde yükseklikleri (H), geoit yükseklikleri (N) bilinmektedir. TUTGA ortalama 25-50 km aralıklı, olabildiğince homojen dağılımla yaklaşık 700 noktadan oluşur. (Şekil 4.4)



Şekil 4.4 TUTGA

Uydu bazlı konum belirleme sistemlerinin geliştirilmesi ile tüm dünyada kullanılabilen bir jeodezik sistem olan, Dünya Jeodezik Sistemi (World Geodetic System WGS) oluşturulmuştur. Tüm dünyada GPS ölçmelerinin datumunu WGS84 oluşturmaktadır. Dünya Jeodezik Sistemlerinin amacı, tüm dünyayı kapsayacak şekilde her türlü askeri ve sivil faaliyeti destekleyebilecek prezisyonlu konum bilgisini sağlamaktır.

Üç boyutlu (3D) bir koordinat sisteminde ifade edilen WGS-84 sistemi, WGS84 elipsoidine dayandırılarak oluşturulmuştur. WGS-84 elipsoidinin ve dolayısıyla koordinat sisteminin merkezi, dünyanın ağırlık merkezi ile (yaklaşık 10 cm doğrulukla) çakışmıştır. Z eksen kutupsal hareket için Uluslar arası Saat Bürosu (BIH) tarafından tanımlanan Konvansiyonel Yersel Kutba doğrudur ve yerin dönme eksenine paraleledir. Başlangıç meridyeni (WGS84 referans meridyeni) düzlemi ile ekvator düzleminin arakesitinden de elipsoidin X eksenini geçer. Y eksen ise yer merkezli, yer sabit bir sağ el sistemi oluşturacak şekilde ortogonal koordinat sistemi şeklindedir.

Genel olarak; WGS84 sistemi askeri ve sivil pratik kullanımlar için, ITRF ise jeodezik ve jeodinamik çalışmalar için geliştirilmiş sistemler olarak değerlendirilse

de, son çalışmalar ile her iki sistem çakıştırılmış ve aynı doğrulukta sonuçlar verecek duruma getirilmiştir [7].

Tablo 4.1 Mevcut Sistemlerin zellikleri

	Datum	Elipsoid	Koordinat Sistemi	Projeksiyon
lke Sistemi	ED50	Uluslararası Hayford	2D+H	TM, UTM
TUTGA	ITRF96	GRS80	3D+T	TM, UTM
GPS	WGS84	WGS84	3D	TM, UTM

4.6. Türkiye ulusal sabit GPS istasyonları ağı (TUSAGA)

Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA) projesinin başlıca amacı; Türkiye’de gerçekleştirilecek tüm GPS çalışmalarında referans koordinat sistemi belirsizliğini giderecek sabit nokta hizmeti vermek ve bunun yanında, uygun donanımlarla teçhiz edildiğinde, anlık veya yakın gerçek zamanlı DGPS düzeltme verileri üreterek askeri ve sivil kullanıcılar için duyarlı konumlama ve navigasyon imkânı ortaya koymaktır. DGPS istasyonlarında sürekli yapılan gözlemler sayesinde, her gün için yeni nokta koordinatları hesaplanabilmektedir. Harita retimi amaçlı nokta sıklasştırma çalışmalarının çevredeki sabit GPS istasyonlarına dayandırılması ile bir deprem sonrasında yapılan GPS çalışmalarında ölçülerin dayanabileceği ve koordinatları güncel noktalar her an mevcut olacaktır. Bu sayede tekrar deprem olan bölgeye gidilip referans alınacak GPS noktalarının ölçülmesi, hesabı, ölçüm yapılan noktalarda meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi ve ölçüm yapılmayan noktalar için düzeltme miktarlarının modellenmesi gibi çok zaman, kaynak ve emek alıcı işlemler ortadan kalkacaktır. Sonuç olarak; Türkiye’deki mevcut nirengi ağlarının harita ve kadastro amaçlarıyla periyodik olarak llmesine büyük ölçüde gerek kalmayacaktır.

Türkiye Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA), Türkiye genelinde dağılmış noktalarda 365 gün 24 saat kesintisiz olarak askeri ve sivil kullanıma yönelik jeodezik ve jeodinamik amaçlar doğrultusunda uydu bilgileri toplayan “sabit GPS istasyonlarından” oluşan bir ağıdır. Halen mevcut ve Harita Genel Komutanlığı tarafından işletilen ve hesaplamalarda kullanılan TUSAGA istasyonların dağılımı Şekil 4.5’de verilmektedir [14].



Şekil 4.5 Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA)

4.7. Çalışmanın Jeodezik Olarak Değerlendirilmesi

Kurulması planlanan bir araç navigasyon sisteminin etkin, doğru ve güvenilir bir sistem olabilmesi için, sistemde kullanılacak sayısal harita verilerinin doğruluğu çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu yüzden, oluşturulacak sayısal harita veri tabanındaki haritaların doğru bir şekilde sayısallaştırılması ya da arazi ölçmeleriyle güncelleştirilmesi yapılmalıdır.

Ülkemizde kullanılmakta olan haritaların büyük bir kısmı ülke sistemindedir. Bu durum kurulacak olan navigasyon sisteminde sorunlara neden olmaktadır. Çünkü navigasyon sisteminde aracın konum bilgileri GPS ile belirlenir. GPS ile elde edilen

konum bilgileri ise WGS 84 datumundadır. Yani jeodezik altlık ve elde edilen veriler birbirinden değişik koordinat sistemlerinde olduğu için aracın konumu harita üzerinde gösterilemeyecektir.

Bu sebeplerden dolayı öncelikle bu haritaların, tasarımı yapılan sistemin temel datumuna, istenilen amaca uygun doğruluk ve güvenilirlikte dönüştürülmesi gerekmektedir.

Jeodezik altyapı ve buna bağlı harita ve harita bilgileri tek bir Jeodezik Referans Sisteminde olmalıdır. Jeodezik Referans Sisteminin uluslararası seviyede olması kurulacak sistemin kapsama alanının genişlemesi açısından önem taşımaktadır. Jeodezik Referans Sisteminin güncel olması ve gereksinimlerini karşılayacak sıklıkta olması sistemin doğruluk ve güvenilirliği açısından son derece önemlidir.[15]

Sistemin tasarımında esas alınması gereken datum, ITRF96 datumu olmalıdır. Çünkü bu datum yakın gelecekte ulusal datum olarak kullanılmaya başlanacaktır. Dolayısıyla sisteme altlık olacak tüm diğer harita bilgilerinin bu datuma, sistemin gerektirdiği doğruluk ve güvenilirlikte dönüştürülerek aktarılabilmesi, bu koşulları sağlamayan harita ve harita bilgilerinin ise diğer konum belirleme sistem ve yöntemleriyle yeniden üretilmesi gerekmektedir [16].

Bu sebeple; TUTGA nın navigasyon sisteminin altyapısı olarak kullanılabilmesi için sıklaştırılması, mevcut ülke nirengi ağı ile bu ağ arasındaki dönüşümlerin sağlanarak mevcut noktaların da bu ağa katılması sistemin daha doğru ve güvenilir bir biçimde çalışmasını sağlayacaktır.

5. NAVİGASYON HARİTALARININ ÜRETİMİNDE KULLANILAN STANDARTLAR ve GÖRSELLEŞTİRME

Navigasyon sisteminin temelini harita bilgileri oluşturmaktadır. Sistemde kullanılacak olan harita verileri en başta doğru ve güvenilir olmalıdır. Kullanılan bilgilerin diğer sistemler arasında değişiminin sağlanması ve veri tabanının oluşturulabilmesi için bir standarda sahip olmalıdır. Böylece aynı bilgilerin tekrarı önlenecek ve sistem bilgilerinin geniş bir kullanıcı topluluğunun gereksinimlerini karşılamış olacaktır.

Navigasyon haritalarında kullanılan bilgilerin toplanması, değişimi ve saklanmasını düzenleyen standartlardan birisi Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan Spatial Data Transfer Standard (SDTS) ve Avrupa Sayısal Yol Haritası Projesi (EDRM – European Digital Road Map Project) kapsamında araç navigasyon sistemlerinde kullanılmak üzere geliştirilen Geographic Data File (GDF) dir.

5.1. Spatial Data Transfer Standard (SDTS)

Amerikan Ulusal Standart Enstitüsü (ANSI – American National Standards Institute) tarafından geliştirilmiş, mekânsal verilerin değişik bilgisayar sistemleri arasında hiçbir veri kaybı olmadan transferini ve depolanmasını sağlayan bir standarttır. SDTS bu veri transferinin nasıl olması gerektiğini, içeriğini açıkça belirlemiştir. Raster ve vektör verilerin biçimini, öznitelik bilgileri için esnek bir kavramsal veri modeli, verinin kalite raporunu ve veri sözlüğünü içerir.

SDTS in uygulanması, mekânsal veriyi kullanan ve üretenler için veri değişim ve paylaşım sırasında meydana gelebilecek veri kaybı ve tekrarının önlenmesi, veri kalitesi ve bütünlüğünün sağlanması için önemlidir. SDTS, tarafsız, modüler, gelişime sürekli açık ve esnek bir yapıya sahip açık sistem bir standarttır [17].

SDTS yedi ana bileşenden oluşur. Bunlar;

- 1- Mantıksal Tanımlamalar
- 2- Mekânsal Objeler
- 3- ISO 8211 Kodlaması
- 4- Topolojik Vektör Profili
- 5- Raster Profili
- 6- Nokta Profili
- 7- CAD Profili

1-Mantıksal tanımlamalar; mekânsal obje çeşitlerini, veri kalite raporlarını ve bütün SDTS modüllerinin planlarını açıklar.

2- Mekânsal obje kataloglarını ve bu objelerin özniteliklerini açıklar.

3- SDTS dosyalarının oluşturulması ve transferleri sırasında dosya değişim formatı olan ISO 8211 standardının genel amaç ve kullanımını açıklar.

4- Birinci, ikinci ve üçüncü bölümlerdeki obje tanımlamalarının nasıl olması gerektiğini, topolojik yapıdaki alansal ve doğrusal objelerin oluşturduğu veri setlerinin transferleri için gerekli olan özel şartları ve sınırlamaları açıklar.

5- İki boyutlu ve koordinatlandırılmış raster veriler için ISO Basic Image Interchange Format (BIIF) veya GeoReferenced Tagged Information File Format (GeoTIFF) kullanarak imaj formatının değiştirilebilmesine olanak verir.

6- Nokta Profili, coğrafi nokta verilerinin (daha çok yüksek doğrulukta kontrol noktaları) kullanımı için tanımlamalar içerir.

7- Vektör formatındaki coğrafi verilerin sayısal ortamda sunum koşullarını tanımlar. Bunun amacı farklı CAD programları arasındaki veri transferleri sırasında oluşabilecek kayıpların önlenmesidir [18].

5.2 Geographic Data File (GDF)

Haritaya ilişkin verilerin akıllı araç sistemlerinde kullanılmasıyla birlikte, birçok kişi ve kurum tarafından paylaşılan bu verilerin tek bir resmi platformda değerlendirilip buranın kurallarına göre paylaşımının sağlanması gerekmektedir. Geographic Data File (GDF) Standardı bu konudaki çalışmaların en önemlisidir.

GDF, Avrupa Sayısal Yol Haritası projesi kapsamında geliştirilmiş bir veri gösterim ve değişim formatıdır. Öncelikli kullanım alanı Araç Navigasyon Sistemleri'dir [19].

Coğrafi Veri Dosyası yol ağırları ve yola bağlı verilerin gösterimi ve aktarımı için kullanılan bir Avrupa standardıdır. GDF genel bir Coğrafi Bilgi Sistemi standardından ve veri değişim formatından çok farklıdır. Çünkü GDF; verilerin nasıl toplanacağını, hangi öznitelik bilgilerinin olması gerektiğini, birbirleriyle olan ilişkilerini ve nasıl gösterileceğini açıkça belirtmiştir.

GDF Standardı araç navigasyon sistemlerinde kullanılan coğrafi veri tabanı için kavramsal ve mantıksal veri modelini ve aynı zamanda değişim formatını belirlemektedir.

Kavramsal ve mantıksal veri modelinin temelinde yatan fikir, bir coğrafi olayın belirli prensipler içinde açıklanmasıdır. Bu açıklamanın yapılabilmesi için de belirli özelliklere bir takım standartlar koymak gerekmektedir. Yeryüzü objelerinin öznitelikleri ve ilişkileri bu standartlar çerçevesinde açıklanmalıdır. GDF standardının iki önemli bileşeni vardır.

1- “Metadata” yı belirlemek. Yani GDF veri dizisinin (dataset) nasıl açıklanacağını belirlenmesi. Örneğin; hangi karakter dizisinin veya hangi koordinat sisteminin kullanılacağını belirtmesi gibi.

2- Obje Gösterim Kuralları: GDF coğrafi objelerin Araç Navigasyon Sistemlerinde nasıl gösterilmesi gerektiğini belirlemiştir. Örneğin bir yol ana eksenini boyunca gösterilir.

Bu gösterim aynı zamanda GDF’in araç navigasyon sistemlerinde kullanımı için tasarlanmış bir değişim formatıdır. GDF, coğrafi bilgiyi kullanan çeşitli kullanıcı ve uygulamalar arasında değişim için tasarlanmıştır. Bu, GDF’i bir uygulama için tasarlanmış olmaktan çıkartır. Yani uygulamadan bağımsız kılar. Bir uygulama için tasarlanmış bir format sadece o uygulamanın taleplerini karşılamak için hazırlanmış ve sadece o uygulamaya odaklanmış bir formattır. Açık uçlu olması, böylelikle formatı tamamen yeniden tasarlamadan yeni alanlarla, kayıtlarla, nesne kodlarıyla, öznitelik türleri ile genişletilebilir kılmaktadır [20].

5.2.1. GDF' in özellikleri

- GDF haritalarının ölçeği yoktur. Uygulama ve kullanım alanına bağlı olarak değişir. GDF haritalarının doğruluğu 5 m nin altındadır.
- GDF sadece bir veri saklama ve değişim formatı değildir. Veri toplama ve görüntülemenin kurallarını da belirleyen bir sistemdir.
- GDF haritaları istenildiği takdirde daha da detaylandırılabilir. Ancak çoğu zaman buna gerek duyulmamaktadır. Çünkü GDF haritaları birçok uygulama alanı için yeterli detaya sahiptir.
- GDF uygulamadan bağımsızdır.
- ISO 204 (International Standardization Organization) standartları üzerindeki çalışmalar devam etmesine karşın GDF üzerinde köklü bir değişiklik yapacak bir çalışma söz konusu değildir. Bu sebepten dolayı GDF ile yapılan uygulamalara yapılan yatırımlar korunmuş olur.

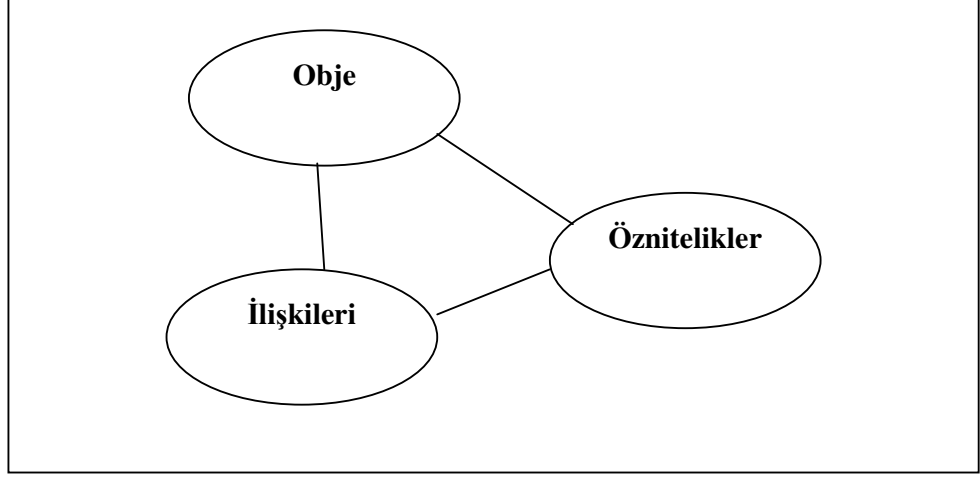
GDF'in ISO tarafından kabul görmesi bu standardın Kuzey Amerika ve Japon Standardizasyon Organları tarafından da kabul edilmesini sağlayacaktır. Çünkü birçok organizasyonun da kabul ettiği gibi Avrupa GDF Standardı, Japon DRM ve Amerikan SDTS Standartlarından çok daha fazla gelişmiş bir formattır [19].

5.2.2. Kavramsal veri modeli

Kavramsal veri modeli objeleri, özniteliklerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini tanımlar. Objeler arasındaki ilişkiler şekil 5.1 deki gibi açıklanmıştır.

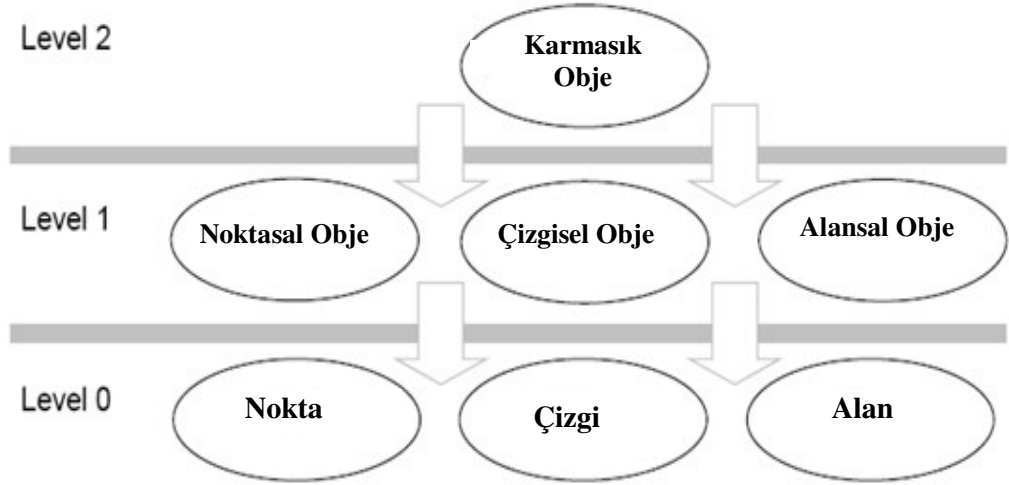
Bir yola ait bilgiler sunulmaktadır. Yolun türü, yapısal özellikleri, uzunluğu gibi öznitelik bilgilerinin yanı sıra iki yol arasındaki dönüş yasağı gibi yasaklanma ilişkisi de açıklanır [20]. Şekil 5.2 da ise GDF in temel veri model yapısı gösterilmiştir. GDF de objeler değişik detay seviyelerinde gösterilmektedir.

Seviye 0: Bu seviyede objelerin geometrik ve topolojik bilgileri gösterilir. Topolojiler düzlemsel graf olarak tanımlanmaktadır. Yani çizgisel objelerin kesiştiği noktalar düğüm (node) olarak tanımlanır. Bu seviyede objeler, nokta, çizgi ve alan olarak tanımlanır. (Şekil 5.3, Şekil 5.4)

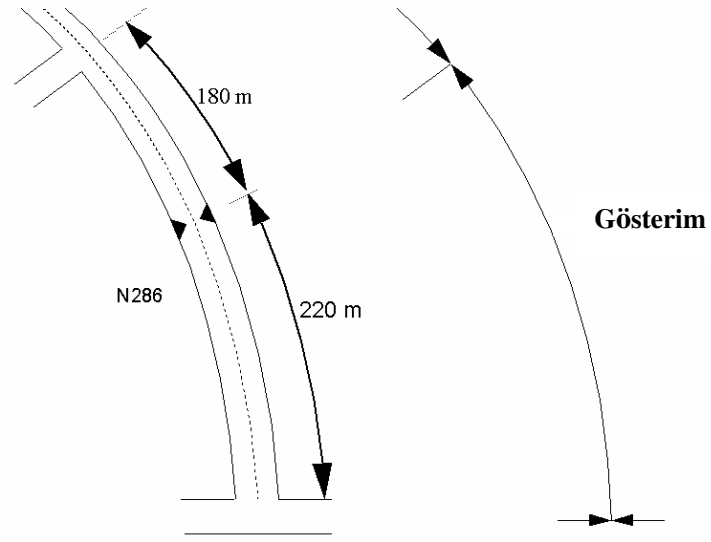


Şekil 5.1 GDF Kavramsal Veri Modeli

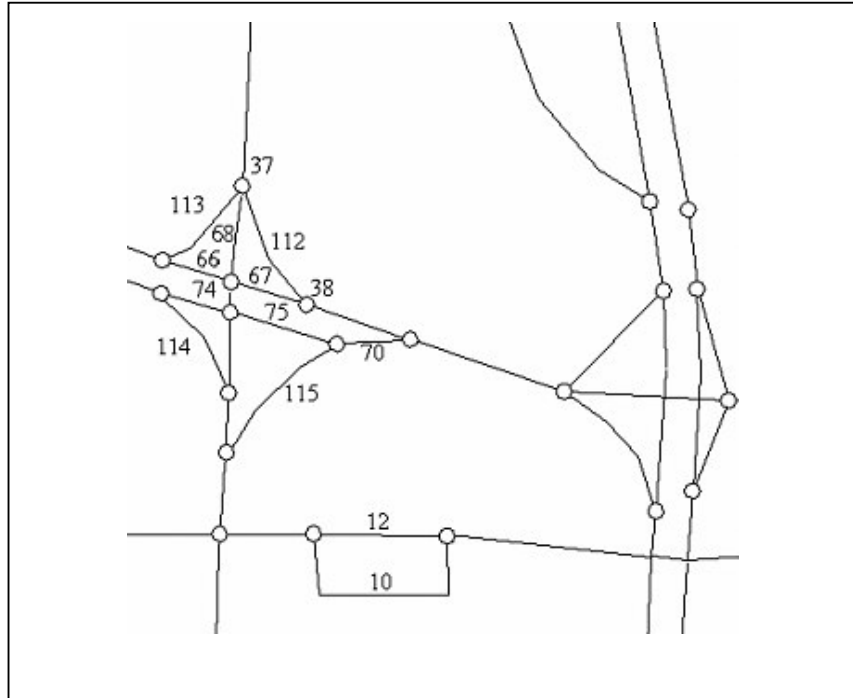
Seviye 1: Birinci seviye GDF in en çok kullanılan kısmıdır. Bu seviyede basit yapıdaki harita elemanları (yollar, nehirler, sınırlar vs.) gösterilir. Bu elemanların sahip oldukları öznitelikler de burada gösterilir. Örneğin yollar için tek yönlü, otoyol vs. gibi özellikler belirtilir. Aynı zamanda bu elemanların kendi aralarındaki ilişkilerde gösterilir. Bu araç navigasyon sistemleri için son derece önemlidir. Bir yoldan diğerine dönüş yasak ise bu ikisi arasındaki yasaklama ilişkisinin belirtilmiş olması sistemi doğruluğu açısından önemlidir.



Şekil 5.2 GDF in Temel Veri Model Yapısı

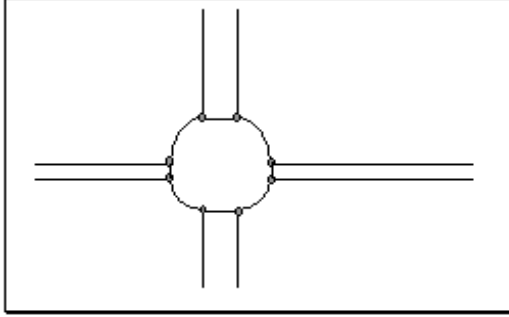


Şekil 5.3 Çizgisel Objelerin Gösterimi

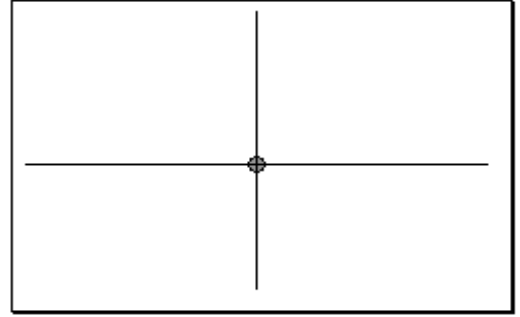


Şekil 5.4 Düğüm Noktaları

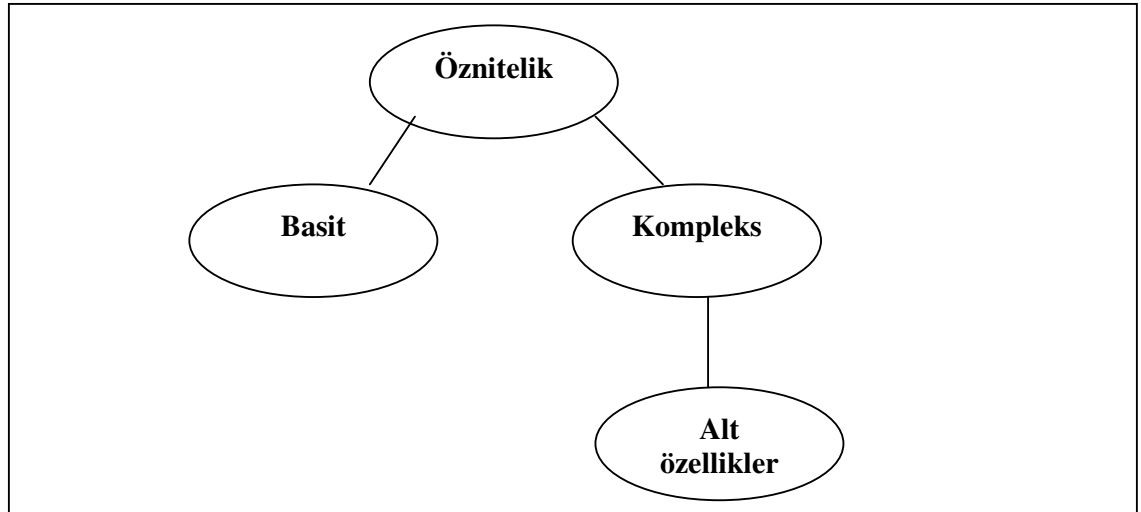
Seviye 2: Karmaşık harita elemanlarının gösterimi yapılır. Basit elemanlar birleştirilerek daha üst seviyeye çıkarılır. Örneğin 2. seviyedeki bir kavşak şekil 5.5 deki gibi gösterilirken, bir üst seviyede şekil 5.6 deki gibi gösterilir. 2. seviye daha çok yol ağlarının daha basit gösteriminde kullanılır. GDF te açıklanan bir objeye ait öznitelik bilgilerinin veri modeli ise şekil 5.7 teki gibi gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Alt Seviyede Gösterim



Şekil 5.6 Üst Seviyede Gösterim



Şekil 5.7 Öznitelikler için Veri Modeli

Bir yola ait birden fazla öznitelik verisi olabilir. Örneğin yolun türü, tek veya çift yönlü olması gibi. Yolun tek yönlü olması basit bir bilgi iken günün kalabalık saatlerinde çift yönlü olması ise karmaşık bir bilgidir. GDF’te bu tür karmaşık özellikler herhangi ayrı bir yapı olmaksızın alt özellik olarak açıklanmıştır [20].

5.2.3. GDF’ te yapılan tanımlamalar

GDF te yapılan tanımlamalar dört ana başlık altında açıklanabilir. Bunlar;

1- Obje Kataloğu (the feature catalogue): İçerik hakkında tanımlamalar yapmaktadır. (yol, bina) Nesneye ait özellikler özniteliklerle tanımlanmaktadır.

- Yollar
- İdari Sınırlar
- Arazi örtüsü ve kullanımı
- Yapılar
- Tren yolları
- Yol yapısı vs.

2- Öznitelik Kataloğu (The Attribute Catalogue): Öznitelik katalogunda GDF te tanımlanmış olan objelerin karakteristik özellikleri açıklanır.

3- İlişki Katalogu (The relationship catalogue): GDF te tanımlanmış olan objelerin bulundukları konum ve durum itibarıyla birbirleriyle olan ilişkileri açıklanmıştır. Birden fazla nesneyi etkileyen özellikler ilişkilerle tanımlanır.

- Yasaklı sürüş manevrası
- Yönetimsel alan içinde bir yol nesnesi
- Çizgi nesnesi üzerinde bulunan bir nokta nesnesi
- İşaret levhaları
- Bölümlenmiş yol

ilişkiler ile tanımlanır.

4- Obje Gösterim Kuralları : (the feature representation rules)

GDF, objelerin görsel olarak son kullanıcıya nasıl ve ne şekilde sunulacağını belirli kurallara bağlamıştır. Nesneler ile kartografik yapılar (Nodes, Edges and Faces) arası ilişkiler kurmaya yarar. Nesne sunumunu nesne tanımlamasından ayrı tutulmasının

sebebi iki farklı uygulama alanının aynı “Feature” kataloğunu kullanmasını fakat farklı gösterimlere sahip olmasını olanaklı kılmaktır [20].

5.3. Navigasyon Haritalarının Gereksinimleri

Navigasyon sistemleri, iki temel bileşenden oluşmaktadır: Sistemi oluşturan elektronik aksam ve sistemden yararlanan kullanıcı. Eğer söz konusu olan araç navigasyonu ise kullanıcı aynı zamanda araç sürücüsüdür. Sistemde kullanıcı ile makine arasındaki iletişimi başka bir deyişle temel bilgi iletişimini sağlayan parça ise haritadır. Navigasyon haritalarının sunum ortamı bilgisayar ekranıdır. Bu nedenle navigasyon haritaları tasarlanırken klasik harita tasarım kriterlerinin yanı sıra ekran haritalarının tasarımı konusuna da önem verilmeli ve bu konu ile ilgili kısıtlar dikkate alınmalıdır.



Şekil 5.8 Navigasyon Sistemleri

Dahası navigasyon haritalarının sunulduğu ekranların boyutları gün geçtikçe küçülmektedir. Örnek olarak günümüzde kişisel navigasyonda araç olarak cep, avuç içi bilgisayarlar hatta telefonları kullanılmaktadır. Birçok cep telefonu üreticisi firma yeni ürünlerin tasarımını, fonksiyonlarını ve bellek kapasitelerini bu amaca yönelik

olarak düzenlemektedir. Araç navigasyonunun da ise yine sınırlı sunum ekranları olan (ortalama 11×9 cm) araç içi bilgisayarlar sıklıkla kullanılmaktadır. (Şekil 5.9)

Bu durumda navigasyon haritalarının tasarımında bu kısıt da göz önünde bulundurulmalıdır. Ülkemizde, internet dolayısıyla ekran haritalarının tasarımı konusunda yapılan çalışmalar ile bu alanda dikkat edilmesi gereken hususlar ortaya koyulmuştur. Küçük boyutlu sunum araçlarına yönelik olarak yapılacak tasarım konusunda da Finlandiya, İsveç ve Almanya'daki bazı kurum ve üniversitelerin katılımıyla sürdürülen GiMoDig projesi çerçevesinde çalışmalar yapılmaktadır.

Aynı zamanda Nivala ve Sarjakoski navigasyon haritaları tasarımında dikkat edilmesi gereken kullanıcı istekleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmalar kapsamında elde edilen sonuçlara dayanılarak;



Şekil 5.9 Örnek Bir Navigasyon Donanımı

- navigasyon haritalarının, kullanıcının, gerektiğinde ise başka elemanların konumunu göstermesi gerektiği,
- güzergâh bilgilerini görsel olarak sunabilmenin sistemin bir parçası olduğu,
- navigasyon haritalarının tasarımında kullanılacak işaret ve gösterilecek objelerin boyutlarının ve yazıların türlerinin kullanıcı tarafından kolay anlaşılabilmesi için çok iyi seçilmesi gerektiği,
- resimsel işaretlerin ve renk değişkeninin kullanımının anlaşılabilirliği arttıracak,

- harita veri formatı seçiminin bellek probleminin aşılmaması için çok büyük önem arz ettiği,
- ve haritada gösterilmesi gereken detay sınırının yine haritanın anlaşılabilirliği bakımından önemli bir parametre olduğu söylenebilir [3].

5.4. Navigasyon Haritaları ve Çoklu Gösterim (MRDB)

Araç navigasyon haritaları, daha önce de belirtildiği gibi navigasyon sistemi içerisinde araç sürücüsünün yönlendirilmesinde bilgi iletişim aracı olarak kullanılan haritalardır. Bu aşamada bu haritadan bilgiyi alacak olan kullanıcının istekleri göz önünde bulundurulmalıdır. Kullanıcı, sistemden, yeryüzü gerçekliğini mümkün olduğunca iyi bir şekilde gösterilmesini ister. Bu da doğrudan sistem dâhilinde kullanılacak olan haritanın içerdiği detay ile ilişkilidir. Navigasyon haritaları optimum düzeyde detay içermelidir. Çünkü fazla detay haritaların anlaşılabilirliğini azaltan bir etkidir. Bu amaçla navigasyon haritaları için kullanılan ve kullanılabilecek olan gösterim seviyeleri incelenmelidir. Çoklu gösterimler, mekansal verinin gösterimi ve depolanması konusunda yaşanan çeşitli problemler sonucu geliştirilen modelin temelini oluşturan ve tek bir mekansal veritabanının farklı ölçek, amaç ve çözünürlükteki gösterimleridir. Başka bir deyişle çoklu gösterim, tek bir olgunun ya da varlığın, tek bir sistem içerisinde farklı boyutlarda birçok defa gösterilmesidir. Bu boyutlar; zaman, doğruluk, çözünürlük, prezisyon, ölçek, mekânsal veri modeli, uygulama vb. olabilir. Çoklu gösterim veritabanları ise farklı prezisyon, doğruluk ve çözünürlük seviyelerindeki bu gösterimlerin amaçlandığı ve yeni gösterimlerin türetilmesinde kullanılan mekânsal veritabanlarıdır.

Dolayısıyla navigasyon haritalarının tasarımı MRDB (Multiple Representational Database) kapsamında ele alınmalı ve bu haritalar için hazırlanan veritabanları bu amaca hizmet edebilecek bir yapıda olmalıdır.

MRDB'nin navigasyon haritalarının tasarımı kullanılması gerekliliğinin bir diğer sebebi de MRDB sisteminin yararlarından biri olan otomatik güncelleme olanağıdır. Çünkü navigasyon, sürekli olarak bilgi iletişimi ve güncellemeyi gerektiren bir işlemdir. Anlık trafik ve yol durumlarını, hava raporlarını, konum değişikliklerini, yol ağlarındaki geometrik değişiklikleri içeren bilgiler araç navigasyonu için kritik

önem taşımaktadır. Bu kapsamda sözel veriler, internet, GPRS, radyo dalgaları ve benzeri yöntemler kullanılarak sisteme dahil edilebilir. Fakat yol ağlarındaki geometrik değişiklikler ancak altlık olarak kullanılan haritaların güncellenmesi ile mümkün olacaktır. Bu nedenle navigasyon haritaları hızlı güncelleme olanağına sahip bir yapıda modellenmeli ve tasarlanmalıdır. Bu ihtiyaç MRDB ile karşılanabilir [3].

6. ARAÇ NAVİGASYON SİSTEMLERİNDE TASARIM YAKLAŞIMI

Bu çalışmanın amacı;

- Güncel ve yüksek doğrulukta bir jeodezik altyapıya sahip olan temel haritaların kullanıldığı,
- Arazi Bilgi Sistemi ve bu sistemin üzerine kurulmuş olan bir Kent Bilgi sistemiyle güçlendirilmiş,
- Navigasyon amaçlı tasarlanmış bir Coğrafi Bilgi Sistemi ve bu amaca yönelik hazırlanmış veri tabanıyla desteklenmiş,
- Uluslararası standartların esas alındığı,
- En son teknolojilerin kullanıldığı,
- Yeni geliştirilecek sistemlere uyumlu,

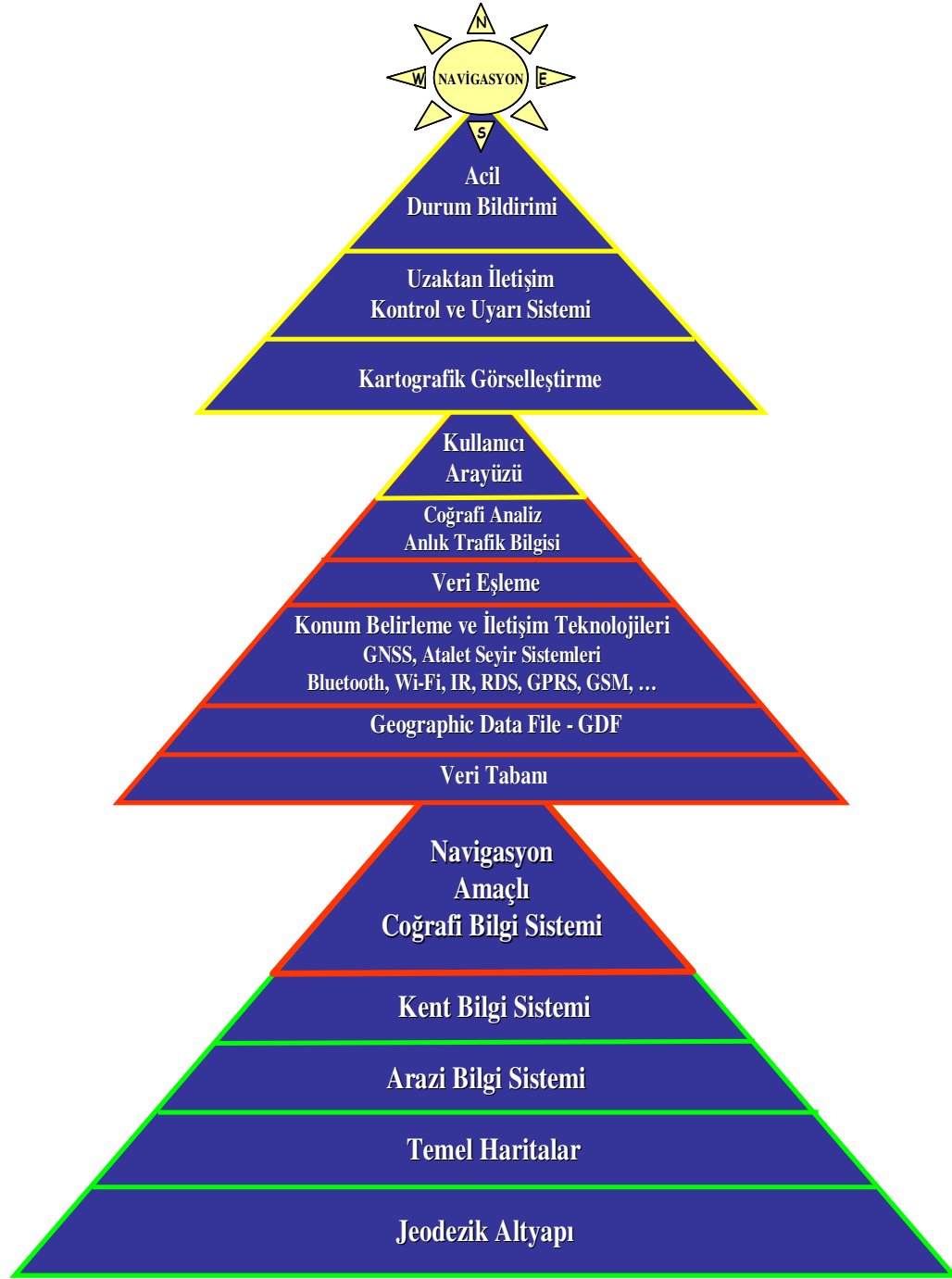
bir araç navigasyon sistemi modeli tasarlamaktır.

Model tasarımı yapılırken her bir yapının bir sonrakini taşıyacak, ona temel oluşturacak şekilde olması ve oluşan üçgenlerin birbirinin açılımı olmasından dolayı model, şekil olarak bir ağacı andırmış ve modele “**Noel Ağacı Modeli**” adı verilmiştir.(Şekil 6.1)

6.1. Tasarlanan Modelin Genel Yapısı

Araç Navigasyon Sistemleri birçok durumda kullanılmaktadır. Ticari ve özel araçların gitmek istedikleri yere en kolay ve en hızlı yoldan ulaşmalarını sağlar. Hiç bilmediğiniz bir şehirde, bilinmeyen cadde ve sokaklarda navigasyon sistemleri sürücülerin en büyük yardımcısıdır. Sadece yol bulmakla kalmaz hızlı ve güvenli bir şekilde gidilmek istenen noktaya ulaşmasını da sağlamaktadır.

Sistemin temel bileşeni harita ve haritanın üzerine inşa edildiği jeodezik altyapıdır. Tasarlanan sistemin güncel ve aynı zamanda uluslararası koordinat sistemleriyle ilişkilendirilmiş olması, hem sistemin güvenilirliğini artıracak hem de herhangi bir koordinat dönüşümüne gerek kalmadan kapsama alanı genişlemiş



Şekil 6.1 Noel Ağacı Modeli

olacaktır. Bu bağlam da sisteme altlık olacak tüm harita bilgileri yakın bir zamanda ülkemizin ulusal datumu olarak kullanılmaya başlanacak olan ITRF96 (International Terrestrial Reference Frame 1996- Uluslararası Yersel Referans Sistemi 1996) ya sistemin gerektirdiği doğruluk ve güvenilirlikle dönüştürülerek aktarılması gerekmektedir.

Modelden de görüleceği üzere tasarımın en temelinde jeodezik altyapı vardır. Bu temel yapı üzerine bu altyapının uluslararası özellikleri baz alınarak yine uluslararası standartlarda üretilmiş temel haritaların ilişkilendirilmesi modeli en baştan itibaren uluslararası bir kimlik kazandırmaktadır. Zaten bu modelin tasarımındaki amaçlardan biri de bu sistemin küresel yapının bir parçası olmasını sağlamaktır. Bu iki yapı üzerinde ise Arazi Bilgi Sistemi ve Kent Bilgi Sistemi ve en tepede ise bu iki sistemin sağladığı bilgi desteği ile kurulmuş olan navigasyon amaçlı Coğrafi Bilgi Sistemi bulunmaktadır.

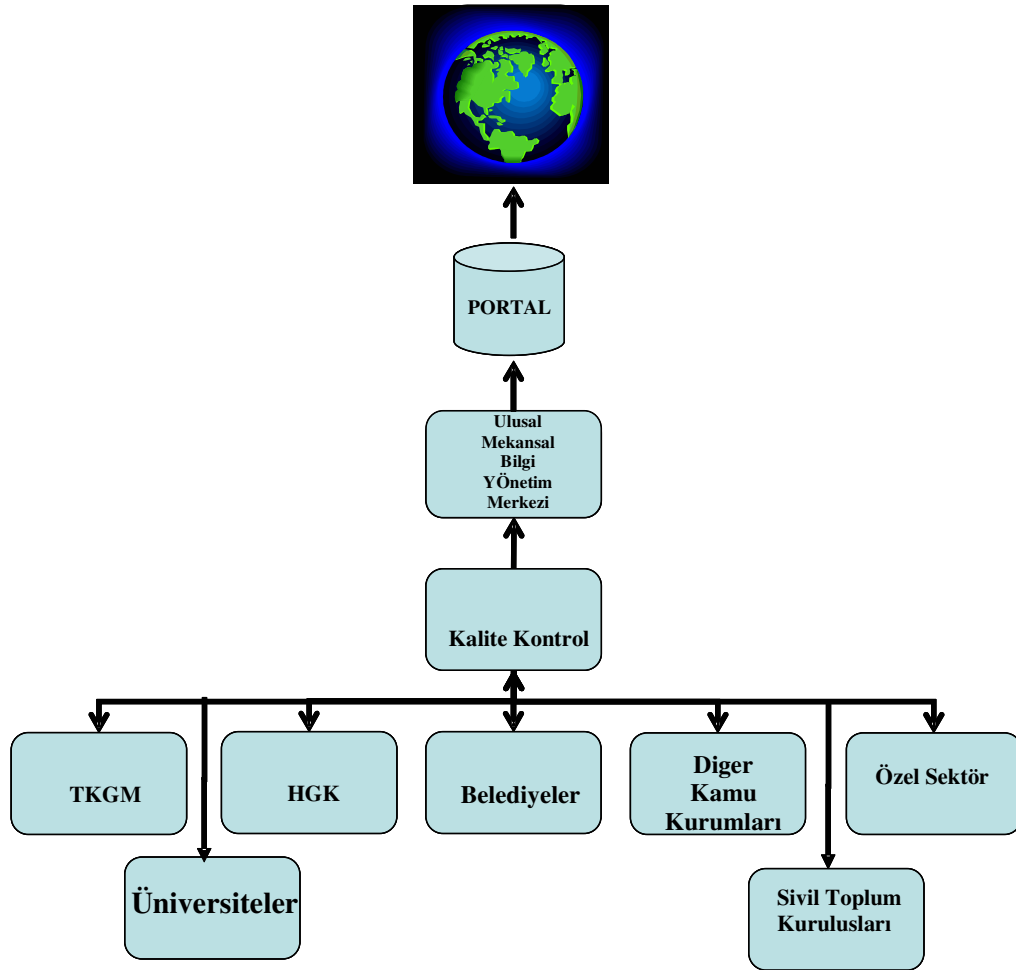
Bu sistemler birbirinin tamamlayıcısı durumundadır. En alttan başlayarak birbirleriyle bir iletişim, bir bilgi alışverişi içindedirler. Sistem içindeki bu iletişimin sağlanabilmesi de ancak ulusal bir mekânsal veri portalının kurulmasıyla mümkün olacaktır.

Ulusal mekânsal veri portalının sağlıklı bir yapıda olabilmesi için hiçbir kuruluş ya da organizasyonun tekelinde olmamalı ya da oluşturulmamalıdır. Ulusal mekânsal veri portalının gerçekten işler hale gelebilmesi ve faydalı olabilmesi için çok işlevsel bir yapıya sahip olması gerekmektedir [21]. Her şeyden evvel bu yapı yasal bir zemine oturtulmalıdır. Ulusal mekânsal veri portalından sorumlu bir merkez oluşturulmalıdır. “Ulusal Mekânsal Bilgi Yönetim Merkezi” adı altında kurulabilecek birim, portalda kullanılacak verilerin yönetim ve organizasyonundan, veri üreticileri arasındaki koordinasyonun sağlanmasından ve kullanıcıya sunumundan sorumlu olmalıdır. (Şekil 6.2)

Bu yapının altında verilerin kalite kontrollerinin yapılacağı kalite kontrol birimi oluşturulabilir. Her ne kadar veri üretici kuruluşlar ürettikleri verilerin güncellenmesinden, kalitesinden ve uluslararası standartlara uygunluğundan ve de kontrolünden sorumlu olsalar da ikinci bir kontrol mekanizmasının olması verilerin

güvenilirliği açısından önemlidir. Veri üretim kalitesi ve sorumluluğunun yasal olarak üretici kuruluşlara verilmesi, bu kuruluşların kendi iç denetim mekanizmalarının daha sağlıklı çalışmasını sağlayacaktır.

Kullanıma sunulacak veri, mekânsal bilgiyi kullanan tüm kişi ve kuruluşların ihtiyacını karşılamalı ve herhangi bir yazılıma bağımlı olmadan uluslararası veri değişim formatlarına uygun olmalıdır [15].



Şekil 6.2. Ulusal Mekansal Veri Portalı Genel Yapısı

Portaldan sunulacak verilere kullanıcıların ulaşması için günümüzde yeterli ve güvenli teknolojik imkânlar mevcuttur. Ancak burada kullanıma sunulacak verilerin bir kısmı stratejik öneme sahip olacağından bu portal oluşturulmadan önce ulusal

boyutta stratejiler benimsenmeli ve yasalarla sınırları belirlenmiş bir kontrol mekanizması oluşturulmalıdır.

Kullanıcılar öncelikle ulusal mekânsal bilgi yönetim merkezince belirlenmiş kriterler çerçevesinde kendilerini buraya akredite ettirmek suretiyle portala giriş ve veriye ulaşma haklarını elde edebilecektir. Kendilerine tanımlanan ulaşım sınırları dâhilinde istedikleri bilgiye internet üzerinden ulaşabileceklerdir.

Kurulacak ulusal mekânsal veri portalı ile veri paylaşımı, mekânsal veri üreten kuruluşlar için iyi bir kaynak olacağından veri tekrarını engelleyecektir. Böylece mekânsal veri üreticileri ve kullanıcılarına para ve zaman kazandıracaktır.

Böyle bir portalın oluşturulması tasarlanan modelin ihtiyaç duyacağı verileri en hızlı şekilde elde etmemizi sağlayacaktır. Çünkü navigasyon sistemleri, coğrafi veri tabanlarını gerçek zamanlı uygulamalarda kullanan sistemlerdir. Modelde, bir araç navigasyon sistemi kullanıcısının sistemde yapabileceği muhtemel sorgulamaları eksiksiz cevap verebilmesi oluşturulacak bu güçlü bilgi altyapısı sayesinde mümkün olacaktır. Tasarlanan model dâhilindeki veri tabanı;

- Aracın o an bulunduğu konum ile coğrafi çevreye ait şartların gösterimini yapabilecektir. Sistemin kullandığı haritada o anki konum ve bazı önemli yolculuk bilgilerini örneğin; yön bulma işaretlerini, yakındaki yerleşim birimlerini ve güncellenmiş yol bilgilerini kullanıcıya sunabilecektir [22].

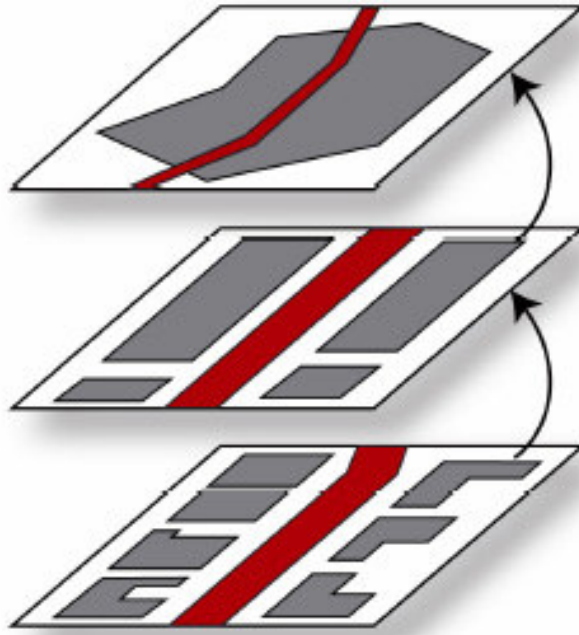
- O an bulunulan konuma göre çeşitli bilgileri kullanıcıya gösterebilecektir. Örneğin bir sonraki yol çıkışı, en yakın benzin istasyonu ya da en yakın restorana varış zamanı gibi bilgilere istenildiği zaman rahatlıkla ulaşılabilir.

Tasarlanan model ile navigasyon sırasında meydana gelebilecek çeşitli sorunlara cevap bulunmaya çalışılmıştır. Bunlar;

- Çalışma sırasında haritaların kullanımı konusunda birçok problemle karşılaşılacağı düşünülmüş ve araç navigasyon sisteminde gösterilecek yol bilgilerinin iyi bir şekilde tasarlanarak sürücüye gösterilmesinin gerektiği anlaşılmıştır. Örneğin, kompleks kavşakların diğer yol bilgileriyle gösterimi oldukça

zordur. Bilgi karmaşasını önleyebilmek ve önemsiz olan bazı detayların elimine edilebilmesi navigasyon sisteminin işlevselliği açısından önemlidir. Bunun için de navigasyon haritaları için kullanılan ve kullanılabilir olan gösterim seviyelerinin incelenmesi ve navigasyon haritalarının tasarımının MRDB kapsamında ele alınması ve bu haritalar için hazırlanan veritabanları bu amaca hizmet edebilecek bir yapıda olması tasarlanmıştır.

- Yolculuk esnasında değişen yol bilgileri GPRS, radyo dalgaları ve benzeri yöntemler kullanılarak sisteme dâhil edilerek sürücü uyarılabilmekte ve yola ilişkin kısıtlamalar sürücüye bildirilebilmektedir.



Şekil 6.3. MRDB

- Sürücülerin yolculukları sırasında bulunduğu çevreye göre ihtiyaç duyduğu navigasyon bilgileri çeşitlilik göstermektedir. Tasarlanan model sürücünün yolculuk esnasında en çok ihtiyaç duyacağı bilgilere hızlı bir şekilde ulaşmasına olanak sağlayacaktır. Örneğin, çok şeritli bir otoyolda bir sürücü daha çok yol işaretleriyle açıklanan resmi bilgilere ihtiyaç duyar. (yerleşim yerlerinin adları, yol isimleri gibi) Şehir içinde giden bir sürücü ise daha çok mevcut durum bilgilerine, yersel işaretlere,

cadde sokak isimlerine daha çok ihtiyaç duyar. (yersel işaretler, trafik lambaları, benzin istasyonları, restoranlar vs.)

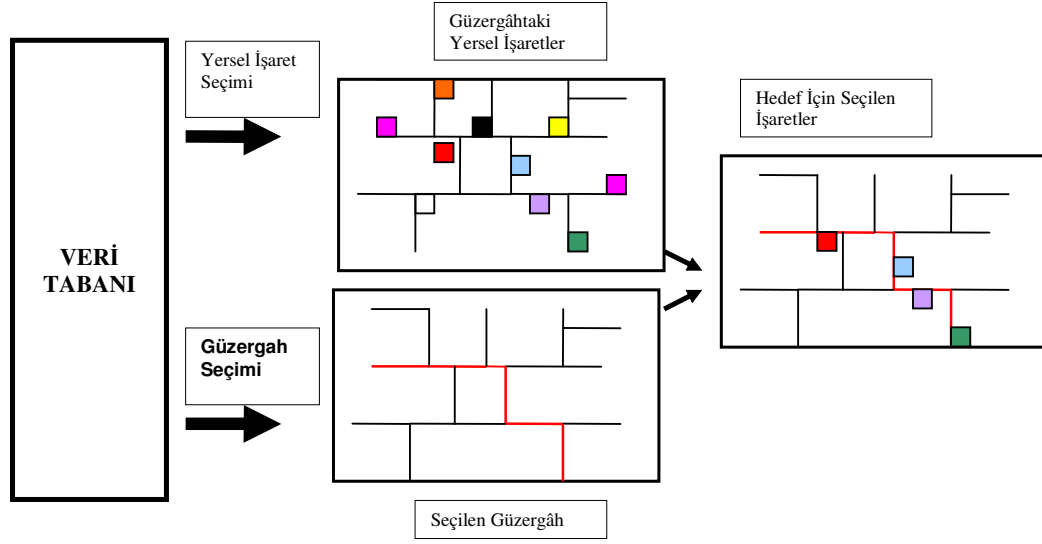
- Navigasyon sırasında kullanımı yarar sağlayabilecek yersel işaretlerin modelde etkin bir biçimde kullanılması düşünülmüştür. Çünkü bir araç navigasyon sisteminin kullanımı esnasında sürücüye gideceği hedefe ulaşmasında en büyük yardımcısı sistemde kullanılacak olan yersel işaretlerdir.

Sürücülerin yayalara göre daha hızlı hareket etmesi, araç içerisinde oturuyor olması ve dikkatlerini sürüşe vermelerinden dolayı daha kısıtlı bir görsel alana sahiptirler. Bu sebepten dolayı, sürücülerin kolayca algılayıp görebileceği, görsel ve yapısal anlamda anlaşılması kolay olan yersel işaretler; yol adları, trafik lambaları, kavşaklar, benzin istasyonları, kültürel ve tarihi yapılar, anıtlar ve nehir gibi doğal yapılar kullanılarak sürücünün yolunu bulmasını kolaylaştıracaktır. (Şekil 6.5)



Şekil 6.4 Kavşaklar

Tasarlanan modelde kullanılacak olan bütün veriler, uluslararası standartlar da dikkate alınarak, birçok navigasyon sistemleri tarafından navigasyon amaçlı temel veri yapısı olarak kabul edilen GDF standardı (CEN TC 378) esas alınarak veritabanı tasarımının yapılması düşünülmüştür.



Şekil 6.5 Hedefe Ulaşmak İçin Yersel İşaret Seçimi



Şekil 6.6 Geographic Data File-GDF

GDF veri modelinin navigasyon amaçlı kullanılan modellerden en temel farkı, kullanıcı tanımlı özniteliklere sahip olması ve veri modelinin standardının veritabanının değişimi için olanak sağlamasıdır. Bu da, GDF’le kullanıcı ihtiyaçlarına göre bir veri içeriği oluşturulabilmesine olanak sağlamaktadır. Yol yapılarında olduğu gibi gerektiğinde feribot güzergâhı benzeri güzergâhlar için de GDF tanımlamaları uygulanabilmektedir. Ayrıca GDF verisi, boyutunun küçük olmasından dolayı optimum dokümantasyon için geniş bir meta veri olarak da değerlendirilmektedir [23].

GDF formatının benimsenmesindeki en büyük neden, bu formatın kod yapısı, kullanıcı ihtiyaçlarına göre şekillenebilen ve açık uçlu yapısı ile navigasyon ağları için bir standart tanımlamasıdır. Birçok navigasyon sistemi tarafından kabul edilen bu standart, ortak bir dil ve veri altyapısı tanımlamaktadır. Bu da GDF formatında üretilen veritabanının kolaylıkla benzer sistemlere uyumunu sağlamaktadır [23].

6.2 Sistem Nasıl Çalışmaktadır?

Araç Navigasyon Sistemleri, veri tabanı olarak CD lere depolanmış haritaları kullanırlar. Sistem CD veya DVD ROM kullanarak bu veritabanına ulaşır. Kullanıcı ekranında bu haritaların gösterimi yapılır. Sürücü ekrandan işaretleyerek veya adres veri tabanını kullanarak gitmek istediği yeri sisteme girer. Sistem öncelikle aracın o anki konumunu Global Konum Belirleme Sistemi kullanarak hesaplar. Sistem GPS in yanında daha doğru konum bilgisi veren DGPS sinyallerini veya Atalet Seyir Sistemlerini de kullanarak konumunu hesaplar. Hesaplanan konum verisi ile veritabanında bulunan harita verileri eşlenerek sürücünün bulunduğu konum harita üzerinde gösterilir. Daha sonra hedef nokta koordinatları da belirtildikten sonra sistem çeşitli coğrafi analizlerden sonra buraya ulaşmanın çeşitli yollarını sürücüye bildirir. Sürücü de en uygun olan seçeneği işaretler ve yola çıkar. Yolculuk esnasında sistem sesli veya ekranda görsel olarak sürücüyü dönme noktalarında, ya da sürücünün istemiş olduğu özel bilgilere ulaşıldığında (Point of Interest - POI) kullanıcıyı uyarır. (Şekil 6.7) Sistem ile kullanıcı arasında ya da GPS ile sistem arasındaki iletişimde kablosuz iletişim teknolojilerinin kullanılması daha kolay bir kullanım ve sürüş sağlayacaktır. Tasarlanan sistemin anlık trafik bilgilerini alabilmesi ve herhangi bir kaza anında acil yardım merkezlerine aracın konum

bilgisini ulaştıracak bir yapıda olması sistemin geliştirilebilir ve daha güvenli olması açısından önem taşımaktadır.

Daha sonraki zamanlarda kurulacak bir trafik bilgi merkezinin yayınlayacağı bilgilerin RDS (Radio Data System), GPRS (General Packet Radio Services) ya da GSM (Global system for Mobile) ile araca ulaştırılması son derece kolay olacaktır. Yine bu sistemler ile yardıma ihtiyaı olan sür bulunduğu yeri yardım merkezlerine bildirebilmekte ya da çarpışmayı algılayan sistem otomatik olarak bu merkezlere yardım çağrısında bulunabilmektedir.(şekil 6.8)

6.3 Araç Navigasyon Sistemlerinde Kullanılan Bazı zellikler

Yönlendirme Sistemi (Turn-By-Turn Directions):

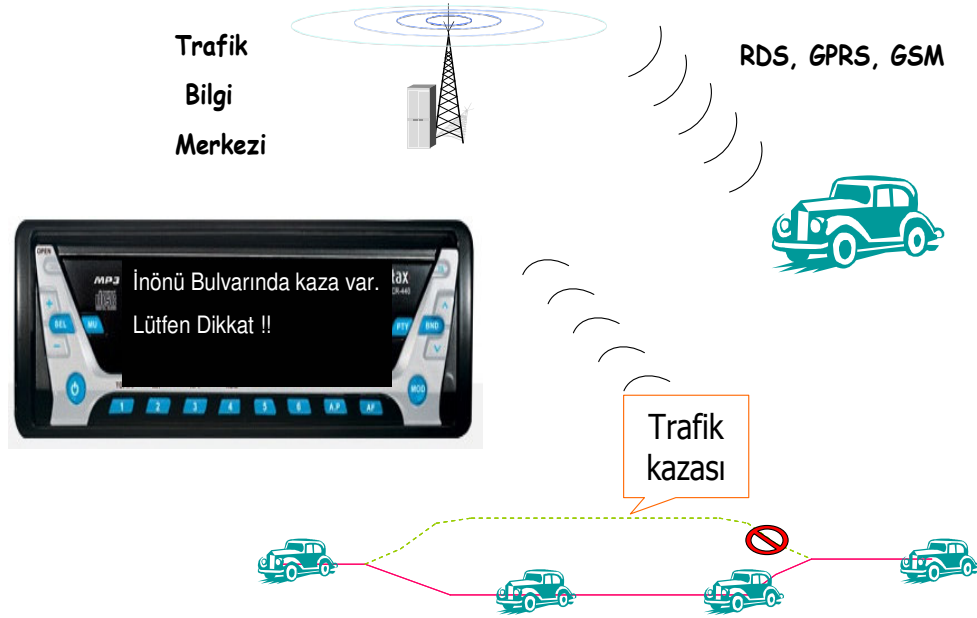
Kullanıcıyı gideceği güzergâhta yönlendirmeye yarayan bir özelliktir.

Sesli Yönlendirme Sistemi (Turn-By-Turn Voice Directions):

Kullanıcıyı sesli komutlarla gideceği güzergâhta yönlendirmeye yarayan bir özelliktir. Kullanıcının bir sonraki dönüşe olan mesafesi, dönüşün türü ve sokak adını sesli olarak veren bir özelliktir.



şekil 6.7 Sistemin Genel Yapısı



Şekil 6.8 Trafik Bilgi Merkezi ve RDS Sistemi

Sesli Komut Sistemi (Turn-By-Turn Verbal Instructions):

Sesli komutlarla çalışan bir sistemdir. Kullanıcıyı yoldan ve sürüş donanımlarından koparmadan istenen hedefe sesli komutlarla yönlendirmek için tasarlanmıştır

Ses Algılama Özelliği

AudioNav; “smart-chip” teknolojisi sayesinde kullanıcıdan bağımsız –ses tonu değişiminden etkilenmeden ses algılama özelliğine sahiptir. (İmla kontrol teknolojisi, kullanıcının sesini dış seslerden ayırarak algılama özelliği ve sözlük dışı kelimeleri kabul etmeme özelliği).

En Uygun Güzergâh Belirleme Özelliği

Kişisel asistanlarca merkez bilgisayara hedef bilgileri girilerek en uygun güzergâh belirlenir.

Yeni Güzergâh Belirleme Özelliği (Dynamic Rerouting-Back-On-Track-Design Routes):

Kullanıcı rotadan saptığı veya dönemeci kaçırdığı zaman otomatik olarak (veya tek tuş ile) yeni bir güzergâh belirlemeye yarayan bir özelliktir. Kullanıcı haritaya yeni

hedefler işaretleyebilir. Adres eklenebileceği gibi, haritaya bir bayrakla hedefin yeri belirtilebilir. Kullanıcı isteğine göre bir rota belirleyebilir.

Seçici Seyahat (Selective Routing):

Kullanıcı, güzergâhtaki bazı rotaları; örneğin trafiğin yoğun olabileceği yerler- sisteme belirtir ve sistem kullanıcıya başka güzergâhlar önerir. Kullanıcının seyahat etmek istemediği bazı rotaları sistemin güzergâh belirlerken dikkate almasını sağlayan bir özelliktir.

Ara Noktalar (Multi-Stop Roads-Waypoints):

Güzergâh seçeneklerini yeniden düzenlemeye ve hedef noktaya giderken belirli noktalardan geçerek gidilmesini sağlayan bir özelliktir.

Hedef Sorgulama Özelliği - Adım Adım Adres Girişi

Hedef Sorgulama Özelliği Sistem veritabanında kayıtlı detayların ana başlıklarından sorgulama yapılabileceği gibi (En Yakın Hedefe Yönlendirme Özelliği), hedef noktasının ilkinden başlayarak adım adım adres bilgisi sisteme girilerek de adres sorgulaması yapılabilir. Adım Adım Adres Girişi Kullanıcının Adresi İl seçiminden başlayarak adım adım yapmasını sağlayan bir özelliktir. Hedef noktasının adresinin sisteme belirtmesini kolaylaştırır.

En Yakın Hedefe Yönlendirme Özelliği:

Varılmak istenen hedef genel isminden -örneğin bir eczane- sorgulandığı zaman, benzer özellikli hedeflerden en yakın olanına kullanıcıyı yönlendirmeye yarayan bir özelliktir.

POI 'e Yaklaşma Uyarısı Özelliği:

Bu özellik aktif iken, sisteme belirtilen kişisel bir POI'ye yaklaşıldığında sistem sesli olarak kullanıcıyı uyarmaktadır.

Sürüş Zamanı Tahmini:

Aracın bulunduğu konum ve hedef arası belirlenen güzergâhta trafik yoğunluğu gibi parametreler dikkate alarak sürüş zamanını kullanıcıya sunan bir özelliktir. (Tahmini toplam süre, kalan mesafe, kalan süre)

Detaylı Kavşaklar:

Kesişen yollarda güzergâh detaylı olarak sunulmaktadır.

Dönme Özellikli Haritalar (2D ve 3D):

Güzergâhta hareket ederken haritaların kuzeye değil gidiş doğrultusuna yöneltilmiş olarak görüntülenmesini sağlayan bir özelliktir

3D Panoramik Görüntü:

Haritanın 3D ve bir eğime sahip olarak görüntülenmesidir.

Harita Kayma Özelliği (Pan):

Güzergâhta hareket ederken kullanıcının harita üzerindeki konumu belirli bir mesafe kadar ekran kenarlarına yaklaştığında otomatik olarak ekranın kaymasına veya yeni haritanın yüklenmesine yarayan bir özelliktir.

Detay Yoğunluğu Değiştirme Özelliği:

Kullanıcının ekran haritasında görmek istediği detayların yoğunluğunu değiştirmesine (Azaltma/Artırma) yarayan bir özelliktir.

Yönlendirme Oku

Dönüşe olan mesafe ile birlikte görüntülenir. Sesli sinyallerle desteklenebilmektedir. (Birçok donamının ortak özelliklerinden biridir.)

Uyarı Sinyalleri (Sesli-Görüntülü):

Güzergâhtan çıkıldığı veya kavşak kaçırıldığı zaman kullanıcının sesli ve-veya görüntülü olarak uyarılmasıdır.

Hız Limiti Uyarısı

Hız limitinin bulunduğu bölgelere yaklaşıldığında kullanıcıyı uyarın bir özelliktir. Limit, ekranda görüntülenir. Hız limiti bölgesine girildiğinde de kullanıcı gerekli limitin altına düşmedikçe sistem sesli olarak (artan yoğunlukta sesleri) kullanıcıyı uyarır [24].

6.4 Örnek Donanımlar ve Özellikleri

Pioneer Elektronik firmasının üretmiş olduğu NAV-SYS620T cihazının bazı özellikleri şunlardır (Şekil 6.9) [24]

- 12 milyon “Points of Interest” (POI) noktalarının bulunduğu veritabanı
- DVD-ROM sürücüsü
- 248 POI Kategorisi
- Kullanıcı sesini tanıma (Microphone Included)
- Direksiyondan Kontrol
- 6.5" TFT LCD renkli gösterim



Şekil 6.9 NAV-SYS620T

TomTom Elektronik Firmasının navigasyon cihazı TomTom GO 700 ün bazı özellikleri ise (Şekil 6.9) [25] ;

- Sürekli navigasyon verisi sağlama (örn: tünellerde)
- Basit, dokunmatik ekran.
- Sesli Anlık Yönlendirme (Turn by turn)
- Gece, gündüz iki ve üç boyutlu görüntü sağlama
- Bluetooth, uzaktan kumada ve handsfree özellikleri
- En Yakın Hedefe Yönlendirme
- Sistem en son güncellenmiş Teleatlas verilerini kullanmaktadır.

- 2.5 GB harddisk kapasitesi bulunmaktadır.
- Sistem tüm Avrupa kıtasını kapsamaktadır.



Şekil 6.10 Tomtom Go 700

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araç Navigasyon Sistemleri, belirlenen varış noktasına en kısa, en optimum yol güzergahını tespit eden, sesli ve görsel yönlendirmelerle hedefe doğru bir şekilde ulaşmayı sağlayan sistemlerdir. GPS destekli bir Araç Navigasyon Sisteminin temel bileşenleri, sistemin çalışma prensipleri ve örnek bir sistemin özellikleri bu çalışma kapsamında ele alınmıştır.

Halen kullanılmakta olan sistemler aracın konumunu belirlemek için Global Positioning System - GPS'i kullanmaktadır. Ancak GPS, sürücünün şehir içi ulaşımında binaların çokluğundan, şehirlerarası ulaşımında ormanlık alanlardan ya da tünellerden kaynaklanan sinyal kesintilerinden ya da diğer hatalardan (multipath vs.) dolayı konum doğruluğunun düşmesine yol açmaktadır.

Aracın konum belirleme doğruluğunu arttırmak için Diferansiyel GPS - DGPS tekniği kullanılabilir. DGPS tekniğinde konum verilerine getirilen düzeltmeler diferansiyel servislerden alınmaktadır. DGPS düzeltmelerinin alınabilmesi için de GPS alıcısının GPS ve DGPS verilerini aynı anda alabilmesi gerekmektedir. Bu tür alıcılar diğerlerine göre daha pahalıdır. Aynı zamanda ülkemizde DGPS düzeltmelerinin yayımlandığı herhangi bir düzeltme servisi bulunmadığı için bu yöntem hem pahalı hem de uygulanabilirliği olmadığı için tercih edilmemiştir.

DGPS tekniği yerine araca sürekli konum verisi sağlayan, herhangi bir anda herhangi bir yerde kesintisiz konum verisi üretebilen Atalet Seyir Sistemlerinin (INS) hem ekonomik hem de daha etkin bir konum belirleme yöntemi olarak belirlenmiştir. GPS ve INS' nin birlikte kullanıldığı sistem daha doğru ve güvenilir konum verisi sağlayacaktır.

Navigasyon sistemlerinde sürücünün gitmek istediği hedefe en uygun güzergâhın belirlenmesinde ve seyahat esnasında sürücünün ihtiyaç duyabileceği, çevreye ilişkin diğer bilgilerin elde edilmesinde CBS'nin analiz ve sorgulama özelliklerinde faydalanılmaktadır. Bu sebepten ötürü tasarlanan sistemin temel altlığı olan harita

bilgilerinin ve diğer öznitelik bilgilerinin CBS mantığı içinde hazırlanıp depolanması ve sürücünün kullanımına sunulması gerekmektedir.

Tasarlanan sistemin en önemli bileşenlerinden birisi de harita bilgilerinin temeli olan jeodezik altyapı seçimidir. Seçilecek altyapı ulusal uluslararası standartlarda, güncel ve yeterli sıklıkta olmalıdır. Bu ihtiyaçları karşılayabilecek olan sistem de ITRF-96 datumunu esas alan TUTGA'dır. Uluslararası bir datumun kullanılması sistemin hem çalışma alanını genişletecek hem de sisteme olan güveni arttıracaktır.

Navigasyon sisteminde kullanılan harita bilgilerinin depolanması sırasında oluşabilecek veri tekrarlarının önlenmesi, bütün verilerin aynı formatta depolanabilmesi, diğer sistemlerle değişiminin sağlanabilmesi ve geniş bir kullanıcı topluluğunun gereksinimlerini karşılayabilmesi için verilerin uluslararası bir standarda sahip olması gerekir. Bu nedenle, tasarlanan sistemde kullanılacak verilerin araç navigasyon sistemleri için geliştirilmiş bir veri gösterim ve değişim formatı olan GDF'e dönüştürülmesi uygun bulunmuştur.

Tasarlanan sistemde göz önünde bulundurulması gereken diğer bir konuda harita bilgilerinin sürücüye gösterimidir. Sistemde kullanılacak olan haritaların yeteri kadar detay içermesi gerekmektedir. Çünkü fazla detay haritaların anlaşılabilirliğini azaltacak, bu nedenle sürücünün algılamasını zorlaştıracaktır. Bu amaçla navigasyon haritaları için kullanılan ve kullanılabilecek olan gösterim seviyeleri incelenmelidir. Dolayısıyla navigasyon haritalarının tasarımı Multiple Representational Database - MRDB kapsamında ele alınmalı ve bu haritalar için hazırlanan veritabanları bu amaca hizmet edebilecek bir yapıda olmalıdır.

Bugün CD ya da DVD'ye depolanmış olan harita bilgilerini kullanan araç navigasyon sistemleri yakın bir gelecekte TCP/IP, GSM ya da GPRS gibi kablosuz iletişim araçlarını kullanarak anlık olarak değişen, güncellenen trafik bilgilerinin aktarılabilirdiği bir sistem olma yolunda ilerlemektedir. Bu gelişmeleri de göz önünde bulundurarak sistemde kullanılacak donanımın bu gelişmelerin entegre edilebileceği, araç içi donanımla kablosuz iletişim sağlayan (Bluetooth GPS), yazılımı güncellenebilir nitelikte, sesli ve görüntülü uyarı sağlayan ve sesle kontrol edilebilen nitelikte olması göz önünde bulundurulmalıdır.

Sistemin cep telefonuna bir kartla ya da Bluetooth ile iletişimi sağlanarak GSM sistemi ile herhangi bir kaza anında acil servislere aracın konum bilgisini ulaştırarak yardım gelmesi sağlanabilir ve aynı zamanda değişen yol bilgilerini trafik kontrol merkezine iletme suretiyle diğer kullanıcıların da bu değişimden haberdar olması sağlanabilir.

“Daha iyi olmaya çalışmayan, iyi olarak da kalamaz” sözünden hareketle daha sonraki yıllarda yapılacak çalışmalara katkı sağlayarak faydalı olması dileğiyle...

KAYNAKLAR

A) Akademik Konferanslarda Yayınlanmış Bildiriler için gösterim

- [1] **Doğru, A., Uluğtekin, N.**, 2005, CBS Uygulaması Olarak Araç Navigasyon Sistemleri, *Ege CBS Sempozyumu*, 27-29 Nisan, İzmir
- [2] **Doğru, A.Ö., Uluğtekin, N.**, 2005. Navigasyon Haritalarının Tasarımında Çoklu Gösterim Veritabanları. *10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 8 Mart-1 Nisan, Ankara
- [4] **Çınar, T.**, Global Navigation Satellite Systems – GNSS, *Hava Harb Okulu Komutanlığı HUTEN*, İstanbul
- [5] **Kahraman, S., Seke, E.** DGPS Tekniği ile Eş Zamanlı Konum Belirleme, Osman Gazi Üniversitesi, Eskişehir
- [12] **Bank, E., Taştan, H.**, 1994, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler, *1 nci Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Sf: 33–52, 1994, KTÜ, Trabzon.
- [14] **Akça, E., Cingöz, A., Kılıçoğlu, A., Kurt, A.İ., Tepeköylü, S.**, 2003, Türkiye Ulusal Sabit GPS İstasyonları Ağı (TUSAGA), *TUJK 2003 Bilimsel Toplantısı: Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, Selçuk Üniversitesi, Konya
- [15] **Ayan, T., Çelik, R.N., Deniz, R., Gürkan, O., ÖZTÜRK, E.**, 2003, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Jeodezik Altyapısı, *CBS ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı*, 24-26 Eylül, Selçuk Üniversitesi, Konya
- [16] **Çelik, R.N., Doğru, A., Güney, C., Özlüdemir, T.**, 2005, Mekansal Veri Toplama Teknolojileri ve Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği, *10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 8 Mart-1 Nisan, Ankara
- [20] **Essen, R.V., Hiesterman, V.** ISO-GDF-The Geographic World Standard For ITS
- [21] **Bakırtaş, T., Elefante, D., Mataracı, O., Akküçük, U.**, 2005, Ulusal Mekansal Veri Altyapısı (UMVA) Oluşturulması ve Yönetimi, *10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 28 Mart-1 Nisan 2005, Ankara

B) Tezler için gösterim

- [3] **Doğru, A.**, 2004, Araç Navigasyon Haritalarının Tasarımında Kavşak Yapılarının Modellenmesi İçin Çoklu Gösterimler, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [6] **Aktuğ, B.** 2002, Kinematik Objelerin GPS ile İzlenmesi: Sayısal Harita Destekli Bir Navigasyon Sistemi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [7] **Avcı, Ö., Doğru, A. , Kılıç, C.** 2002, Filo Yönetim Sistemleri, *Bitirme Ödevi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul
- [11] **Uylu, K.**, 2003 Coğrafi Bilgi Sistemlerinde İnternet Programcılığı ve İnteraktif Veritabanı Sorgulamaları, *Bitirme Ödevi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

C) URL

- [8] [http:// xenia.media.mit.edu/~verp/projects/smartpen/node8.html](http://xenia.media.mit.edu/~verp/projects/smartpen/node8.html), Massachusetts Institute of Technology İnternet Sayfası, Temmuz 2005
- [9] [http:// www.answers.com/main/ntq-s-Ring+laser+Gyro](http://www.answers.com/main/ntq-s-Ring+laser+Gyro), Temmuz 2005
- [10] [http:// xenia.media.mit.edu/~verp/projects/smartpen/node6.html](http://xenia.media.mit.edu/~verp/projects/smartpen/node6.html), Massachusetts Institute of Technology İnternet Sayfası, Temmuz 2005
- [13] <http://www.hkmo.org.tr>, Harita Kadastro Mühendisleri Odası İnternet Sayfası, Haziran 2005
- [17] <http://mcmcweb.er.usgs.gov/sdts/whatsdts.html>, ABD Jeolojik Ölçme Servisi İnternet Sayfası, Haziran 2005
- [18] <http://mcmcweb.er.usgs.gov/sdts/standard.html>, ABD Jeolojik Ölçme Servisi İnternet Sayfası, Haziran 2005
- [19] <http://www.ertico.com/links/pdf/gdfintro/gdfincon.htm>, Avrupa Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Servisleri İnternet Sayfası, Temmuz 2005
- [22] <http://www.spatial.maine.edu/~max/UM-final.html>, The Univesity of Maine İnternet Sayfası, Haziran 2005
- [24] <http://pionerrpurevision.com>, Pionerr Elektronik İnternet Sayfası, Nisan 2006
- [25] <http://www.tomtom.com>, Tomtom Elektronik İnternet Sayfası, Nisan 2006

Raporlar

[23] **Avcı, Ö**, 2006, İzmir Metropolitan Alanı ve Yakın Çevresinin GIS(Coğrafi Bilgi Sistemleri), GPS(Global Konum Belirleme Sistemleri) ve Uzaktan Algılama Sistemlerine Dayalı Karayolları Navigasyon Ağının Kurulması Pilot Projesi Raporu, HİMTAŞ, Ankara

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Beypazarı'nda doğmuş, ilk ve orta öğrenimini Beypazarı'nda tamamlamıştır.1998 yılında Anadolu Tapu ve Kadastro Meslek Lisesinde lise öğrenimini tamamlamış, 2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği'nden mezun olmuştur.

2003 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Geomatik Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans çalışmasına başlamış ve aynı zamanda Elektrik Üretim A.Ş. Emlak Kamulaştırma Müdürlüğü'nde Harita Mühendisi olarak görevde bulunmuştur. Halen Türkiye Elektrik İletim A.Ş. İzmir Bölge Müdürlüğü'nde görevine devam etmektedir.