

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL VE ÇANAKKALE
BOĞAZ GEÇİŞ SİSTEMİNİN İNCELENMESİ**

Harita Mühendisi Naciye Nursel TÜRK (BAŞSA)

**FBE Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Geomatik Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Halil ERKAYA (YTÜ)

İSTANBUL, 2010

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL VE ÇANAKKALE
BOĞAZ GEÇİŞ SİSTEMİNİN İNCELENMESİ**

Harita Mühendisi Naciye Nursel TÜRK (BAŞSA)

**FBE Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Geomatik Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. SEYİR DÜZENİNE İLİŞKİN KURALLAR	2
2.1 Genel	2
2.2 Montrö Sözleşmesi	2
2.3 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi	3
2.4 Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü	3
2.5 Türkiye Tarafından Yürürlüğe Konulan Trafik Tüzükleri	4
2.6 Uluslar arası Denizcilik Örgütü (IMO)	4
2.7 Seyir	5
2.8 Seyir Düzeni ve Buna İlişkin Bazı Tanımlar	5
2.9 Kılavuzluk Hizmetleri	5
3. BOĞAZLARIN FİZİKSEL YAPISININ DENİZ TRAFİĞİ'NE ETKİSİ VE MEVCUT DURUM	6
3.1 Konumu	6
3.2 Seyir Koşulları Yönünden İncelenmesi	8
3.3 Jeomorfolojik Yapı, Meteorolojik ve Oşinografik Özellikler Yönüyle İncelenmesi	8
3.4 Deniz Trafiki	10
3.5 İnsan Hataları Sonucu Oluşan Deniz Kazaları	11
3.6 Seyir Trafikini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler	11
3.7 Deniz Kazalarının İstatistiki Değerlendirilmesi	12
4. GEMİ TRAFİK YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ (GTYS)	14
4.1 Genel	15
4.2 Sistemin Amacı	15
4.3 Sistemin Yapısı ve Getirisi	16
4.4 Sistemin Bileşenleri	17
4.5 Diferansiyel GPS (DGPS) Birimleri ve Teknik Özellikleri	21
4.6 Diferansiyel GPS (DGPS) Yayınına Duyulan İhtiyaç	22
4.7 Sistemden Yararlananlar	23

5.	GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)	24
5.1	Genel.....	24
5.2	Konum Belirleme Yöntemleri	25
5.3	Diferansiyel GPS (DGPS)	27
5.4	LADGPS & WADGPS (Local Area DGPS & Wide Area DGPS)	28
5.5	RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik GPS) Yöntemi.....	29
5.6	RTK Yönteminin Temel Prensipleri.....	30
5.7	Referans (Sabit) İstasyonlar.....	31
5.8	Kullanıcı Birimi : Hareketli İstasyonlar	31
5.9	Veri Aktarımı.....	32
5.10	Veri Güncelleştirme ve İletim Hızı.....	33
5.11	RTCM SC-104 Mesaj Formatı	34
5.12	Veri İletimi Çeşitleri ve Frekansları	39
5.13	Yer Bazlı Sistemler.....	39
6.	DİFERANSİYEL DÜZELTMELERİN HAREKETLİ ALICIYA UYGULANMASI YÖNTEMİ	42
6.1	Koordinatlar Kullanılarak GPS Düzeltmeleri.....	42
6.2	Pseudo-Uzunluk Ölçüleri Kullanılarak DGPS Düzeltmeleri	42
6.3	Kod ve Faz Ölçüleri Birlikte Kullanılarak (smoothed-code) DGPS Düzeltmeleri.....	45
6.4	Taşıyıcı Faz Ölçüleri ile DGPS Düzeltmeleri	45
6.5	DGPS’de Doğruluğu Etkileyen Faktörler.....	48
7.	SONUÇ.....	49
	KAYNAKLAR.....	51
	ÖZGEÇMİŞ.....	53

SİMGE LİSTESİ

(λ, φ, h)	Elipsoidal Koordinatlar
R_{An}^{Ut}	Uydu ve Referans İstasyon Arasındaki Geometrik Uzaklık
ρ_{An}^{Ut}	Pseudo-uzunluk Ölçüsü
$\varepsilon_{n,kontrol}$	Kontrol Bölümü Pseudo Uzunluk Hatası
$\varepsilon_{n,kullanıl}$	Kullanıcı Bölümü Pseudo Uzunluk Hatası
$\varepsilon_{n,uzay}$	Uzay Bölümü Pseudo Uzunluk Hatası
ε_n'	Kullanıcı Bölümdeki Düzeltme Hatası
δt	Toplam Saat Hatası Kayıklığı
t_j	Gerçek Zaman
t_k	Gözlem Zamanı
$\max \delta R$	Ana İstasyon ile Kullanıcı Arasındaki Uzunluğa Ait Max. Hata
δR	Uydu Efemeris Hatasının Büyüklüğü
D	Hareketli İstasyon ile Uydu Arasındaki Uzaklık
d	Alıcılar Arasındaki Uzaklık

KISALTMA LİSTESİ

GTYBS	Gemi Trafik Yönetim Bilgi Sistemi
DGPS	Diferansiyel GPS
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
IMO	Uluslar arası Denizcilik Örgütü
SP1	Seyir Planı 1 Raporu
SP2	Seyir Planı 2 Raporu
GRT	Groston
TBGTH	Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri
COLREG	Uluslar arası Denizlerde Çatışmayı Önleme Tüzüğü
TAD	Trafik Ayırma Düzeni
TKM	Trafik Kontrol Merkezi
TGİ	Trafik Gözetleme İstasyonu
AWS	Meteorolojik İstasyon
DCS	Doppler Akıntı Algılayıcı İstasyonu
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
RTK	Gerçek Zamanlı Kinematik
PRC	Pseudo-Uzunluk Düzeltmeleri
PRM	Pseudo-Uzunluk Ölçüsü
IALA	Uluslar arası Fener Otoriteleri Birliği

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1	Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri (TBGTH) Alanları 7
Şekil 3.2	Türk Boğazları Fiziki Özellikleri 8
Şekil 3.3	İstanbul Boğazındaki Akıntılar 10
Şekil 4.1	Integrity Monitor 14
Şekil 4.2	Integrity Monitor'den Gemi Takibi 15
Şekil 4.3	Çatışma Riski Kontrolü 16
Şekil 4.4	İstanbul Boğazı Bileşenleri 18
Şekil 4.5	Çanakkale Boğazı Bileşenleri 19
Şekil 4.6	Transponder 20
Şekil 4.7	Şarköy Trafik Gözetleme İstasyonu 21
Şekil 4.8	DGPS Alt Sistemi Fonksiyonel Diyagramı 22
Şekil 4.9	İstinye Trafik Gözetleme İstasyonu Operatörleri 23
Şekil 5.1	GPS 24
Şekil 5.2	GPS ile konum belirleme 25
Şekil 5.3	GPS ile Konum Belirleme Yöntemleri 25
Şekil 5.4	Mutlak ve Bağıl Konum Belirleme 26
Şekil 5.5	DGPS 27
Şekil 5.6	LADGPS 28
Şekil 5.7	WADGPS 29
Şekil 5.8	RTK GPS yönteminin temel prensibi 30
Şekil 5.9	Veri aktarımı 32
Şekil 5.10	RTCM SC-104 Formatı 34

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Boğazlardan Geçen Gemi ve Tanker Sayıları.....	2
Çizelge 3.1 Seyir Güvenliğini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler.....	11
Çizelge 3.2 İstanbul Boğazında 2004-2009 yılları arasındaki kaza istatistikleri.....	12
Çizelge 3.3 Çanakkale Boğazında 2004-2009 yılları arasındaki kaza istatistikleri.....	12
Çizelge 3.4 Yıllara göre İstanbul Boğazı kaza istatistikleri.....	13
Çizelge 3.5 Yıllara göre Çanakkale Boğazı kaza istatistikleri.....	14
Çizelge 5.1. RTCM SC-104 mesaj formatı.....	36

ÖNSÖZ

Deniz trafiğinin özellikle dar boğazlar, liman ve liman yaklaşımları gibi kısıtlı su yollarında yoğunlaşması, bu bölgeleri deniz kazaları açısından riskli bölgeler haline getirmektedir. Son yıllarda bu bölgelerde deniz trafiğinin kesintisiz, verimli, güvenli ve çevreye uyumlu olarak akışının sağlanması amacıyla altyapı, sistem ve verilen hizmetlere yönelik yapılan planlama, örgütleme, uygulama ve kontrol faaliyetlerini içeren Gemi Trafik Yönetimi kavramı ön plana çıkmıştır.

Yüksek lisan tezi olarak sunulan bu çalışmada, İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'ndan oluşan Türk Boğazları Bölgesi'nden her geçen gün sayı ve tonaj bakımından artan transit deniz trafiği ile bu trafiğin sürekli yönetimi, denetimi ve izlenmesi için gerekli olan Gemi Trafik Yönetim Sistemleri (GTYS) incelenmiştir.

“İstanbul ve Çanakkale Boğaz Geçiş Sisteminin İncelenmesi” konulu yüksek lisans tezi ile ilgili olarak bana bu konuda çalışma fırsatı veren, her türlü desteğini, yardımını ve sabrını esirgemeyen değerli hocam Prof .Dr. Halil Erkaya'ya burada teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın tüm meslektaşlarıma yararlı olmasını dilerim.

ÖZET

İstanbul ve Çanakkale Boğazı, yerküre üzerindeki eşsiz coğrafi konumu, yüzyıllar boyu değişik medeniyetlere ev sahipliğinden kaynaklanan tarihi özelliği, Avrupa-Asya arasındaki köprü görevi ve Karadeniz'i, güney denizlerine bağlayan tek su yolu olarak stratejik değeri, harika doğal güzelliği ile birlikte dünyanın önde gelen turizm bölgelerinden biridir.

Son zamanlarda Boğazlar'da meydana gelen deniz kazaları burayı en riskli su yollarından biri haline getirmiştir. Boğazlar uluslar arası su yolları olarak, buradan geçen gemilerin miktar, büyüklük ve taşıdıkları (kimyasal ve diğer tehlikeli maddeler) yüklerin her geçen gün artması ve değişmesi nedeniyle Türkiye'nin en tehlikeli noktalarıdır. Söz konusu nedenlerden dolayı İstanbul ve Çanakkale Boğazı'nda radar tekniğinin yanı sıra DGPS tekniğine dayalı bir gemi trafik sistemi kurulmuştur. Diferansiyel GPS (DGPS) ile günümüzde konumlama sistemi ve ölçüm tekniği olarak daha hızlı sonuçlar elde edilmektedir. Bu sistem nakliye, seyahat, banka ve sigorta şirketlerinin araç takiplerinde, diğer taraftan açık denizlerde gemi, tanker ve yoğun trafiğin yaşandığı kanal gibi su yollarında kod ve faz ölçümlerinin kullanılması ile güvenli bir seyir olanağı sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: GTYBS, DGPS, VTS, Güvenli seyir, Deniz Trafiği

ABSTRACT

Accidents at sea that is happened in the Bosphorus made more risky seaway related to transition of ships in the recent years. Bosphorus is the most dangerous points of Turkey as international seaway when taken into consideration of rising of ship' amount, size and transportation of cargo (chemical and the other dangerous matters). Because of that reason the system of ship' traffic has been set up in Istanbul Bosphorus and Hellespont based on the technic of DGPS along with technic of radar. At the present time, the results are obtained more quickly with the deferential GPS (DGPS). This system use for following up of vehicles of transportation companies, traveling companies, banks and insurance companies on the other hand by using code and phase measurements, can be provided comfortable cruising in ships, tankers and dense traffic at the open seas.

İstanbul and Çanskkale Bosphorus is the most desirable tourism district in the world, which has unique geographical location, historical point that homeowner lost of diffirent culture, bridge duty between asia-europa and single seaway which has strategical value between Blacksea and South seas.

Keywords: Vessel Traffic System Management, Differantial GPS VTS Safe at sea, Marine traffic,

1. GİRİŞ

Dünyanın tehlikeli ve en dar geçiş bölgesi olma özelliğine sahip İstanbul Boğazı, Montrö Antlaşması'na göre uluslar arası bir transit su yolu sayılmaktadır. Bu nedenle kılavuz kaptan alma gemilerin kendi isteklerine bırakılmıştır. Eskiden boğaz trafiğinin kontrolü ve yönlendirilmesinde kullanılmakta olan sistem radara dayanmaktaydı. Teknolojinin getirmiş olduğu olanaklar sayesinde uydu sistemleri yaşamımızda yaygın bir şekilde kullanılmasıyla modern konum belirleme yöntemleri klasik konum belirleme yöntemlerinin yerini almıştır.

Gelişmiş ülkelerin, yerleşim olmayan sahillерinde bile deniz kazası ve çevre kirliliğı konusunda gösterdikleri duyarlılık ve aldıkları önlemler göz önünde tutulursa, İstanbul'un ortasından geçen Boğaz konusunda var olan Montrö Antlaşması'nın hukuki durumunun artık güncelliğini yitirmiş olduğı ve acilen güvenlik önlemlerinin alınmasının zorunluluğı açıkça görölmüştür. Bu amaçla Gemi Trafik Yönetim Bilgi Sistemi oluşturulmuş, boğaz trafiğı kontrol sisteminin radarla birlikte DGPS 'e dayalı bir sistem üzerine kurulmuştur.

DGPS konum belirleme tekniğı denizciliğı, navigasyon konum bilgisi açısından büyük yararlar sağlamıştır. Özellikle liman yaklaşmalarında ve İstanbul Boğazı gibi dar su yollarında transit geçişlerde DGPS tekniğı, GPS sonuçlarının iyileştirilmesi açısından tercih edilmektedir.

2. SEYİR DÜZENİNE İLİŞKİN KURALLAR

2.1 Genel

Türk Boğazları yoğun bir deniz trafiğine sahiptir. Montrö Sözleşmesinin imzalandığı 1936 yılında yılda ortalama 4500 gemi geçerken, günümüzde İstanbul Boğazından yılda yaklaşık 51.000 ve Çanakkale Boğazından 49.000 gemi geçiş yapmaktadır. Her gün 2,5 milyon insanı ve yüz binlerce ton yükü Avrupa ve Asya arasında taşıyan 3000'e yakın irili ufaklı teknenin oluşturduğu yerel trafik de aynı su yolu üzerinde bulunmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Boğazlardan Geçen Gemi ve Tanker Sayıları

	İstanbul Boğazı		Çanakkale Boğazı	
	Gemi Adedi	Tanker Adedi	Gemi Adedi	Tanker Adedi
2004	54,564	9,399	48,421	9,016
2005	54,794	10,027	49,077	8,813
2006	54,880	10,153	48,915	9,567
2007	56,606	10,054	49,913	9,271
2008	54,396	9,303	48,978	8,758
2009	51,422	9,299	49,953	9,567

2.2 Montrö Sözleşmesi

Türk Boğazlarındaki trafiği düzenleyen uluslar arası belgelerin temeli, 1936 tarihli Montrö Sözleşmesidir.

1774 yılında Küçük Kaynarca Antlaşmasına kadar Boğazlardan geçiş kurallarını Osmanlı İmparatorluğu tek başına belirlemiştir. 1774-1841 dönemi, geçiş rejiminin birtakım açık ve gizli anlaşmalarla belirlenmeye çalışıldığı bir dönemdir.

1841 yılında imzalanan Londra Boğazlar sözleşmesi ile geçiş rejimi uluslar arası bir nitelik kazanmış ve bu sözleşme 1.Dünya Savaşına kadar uygulanmıştır.

1.Dünya Savaşı sonunda (Mart 1920) Boğazlar kontrolü “Boğazlar Komisyonu” adı verilen uluslar arası bir komisyona verilmiştir.

20 Temmuz 1936 tarihinde; Türkiye, Fransa, İngiltere, İrlanda, Japonya, Yugoslavya, Romanya, Bulgaristan, eski Sovyetler Birliği arasında imzalanan Montrö Sözleşmesi, 31 Temmuz 1936 günlü, 3056 sayılı yasa ile TBMM tarafından onaylanmıştır.

Sözleşmenin yürürlüğe girmesiyle, Uluslararası Boğazlar Komisyonunun yetkileri Türk Hükümetine geçmiştir.

Sözleşmenin Boğazlardaki trafikle ilgili genel yaklaşımı “geçiş serbestliği”dir. Geçişlerin kısıtlanabileceği durumlar ve kısıtlama biçimleri ayrıca gösterilmektedir.

Barış zamanında, ticaret gemileri; sancakları ve yükleri ne olursa olsun, gündüz ve gece, sağlık kontrolü dışında hiçbir engellemeyle karşılaşmaksızın Boğazlardan geçebilmektedir. Bu gemiler anlaşmada belirtilen geçiş ücretinin tahsili amacıyla, Türk memurlarına isimlerini, uyruklarını, geldikleri ve gidecekleri limanları, tonajlarını bildireceklerdir. Kılavuzluk ve römorkaj hizmetleri isteğe bağlı olacaktır.

Savaş zamanında eğer Türkiye savaşta değilse ticaret gemileri serbestçe geçiş yapabilecektir. Türkiye savaşta ise, düşmana ait olmayan ticaret gemileri için geçiş yine serbest olacak, ancak bu durumda geçişler gündüz yapılacak ve Türk makamları tarafından gösterilen güzergah izlenecektir.

Barış zamanında gündüz geçmeleri ve bildirilen rotayı izlemeleri koşuluyla; hafif su üstü savaş gemilerinin ve yardımcı gemilerin (Karadeniz’e sahili bulunmayan) ticaret gemilerinde olduğu gibi serbestçe geçişleri asıldır. Karadeniz’e sahili bulunmayan devletlerin bu denizde bulundurabilecekleri harp gemileri tonaj olarak sınıflandırmalara tabi tutulmuştur.

2.3 Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi

Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku sözleşmesi 1974-1982 yılları arasında yürütülen çalışmalar ile Deniz Hukuku Konferansında hazırlanmıştır.

Türkiye imzaladığı Deniz Hukuku Sözleşmesinin birçok kuralını, uluslar arası denizcilik hukukunda gelenek oluşturmuş konular için uygulamaktadır.

Sözleşmede; Montrö Sözleşmesinde değinilmiş olan “zararsız geçiş” terimi kullanılmakta, Montrö’de Türk Boğazları için kabul edilmiş olan “geçiş serbestliği ilkesi” bütün gemiler ve her devletin kara suları için, daha geniş bir hak kapsamına kavuşturularak, bu hakkın ilgili devlete “zarar” vermeden kullanılacağı kural altına alınmaktadır.

Sözleşmede, sahilde bulunan devlete trafik güvenliğinin düzenlenmesi; seyir yardımcılarının, çevrenin, deniz ekolojisinin, denizaltı kablosu ve boru hattı gibi tesislerin korunması; gümrük, maliye, sağlık gibi iç hukuka aykırı davranışların önlenmesi için düzenlemeler yapma hakkını vermektedir. Radyoaktif maddelerle çalışan veya tehlikeli ve zararlı maddeler taşıyan gemilerin, geçiş hakkını kullanırken özel önlemler almaları gerektiği de sözleşmenin kuralları arasındadır.

2.4 Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü

Uluslar arası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından 1972 yılında ortaya konulan “Denizde Çatışmayı Önleme Uluslar arası Kuralları” 1977 yılında yürürlüğe girmiştir.

Sözleşmenin 10.maddesinin D bendinde, teknelerin boğaz geçişlerinde kendilerine ayrılan trafik şeridinde seyretmeleri öngörülmüştür. Türkiye'nin Boğazlara ilişkin olarak 1994 ve 1998 yıllarında kabul ettiği Deniz Trafik Düzeni tüzüklerindeki trafik ayırım şeritlerinin dayanağını bu tüzük oluşturmuştur.

2.5 Türkiye Tarafından Yürürlüğe Konulan Trafik Tüzükleri

Boğazlarda giderek artan trafik yoğunluğu ve sıkça meydana gelen kazalar Türkiye'yi bazı önlemler almaya yöneltmiş, bu amaçla 1994 yılında "Boğazlar ve Marmara Bölgesi Deniz Trafik Düzeni Hakkında Tüzük" çıkarılmıştır.

1998 yılında, tüzükte birtakım değişiklikler yapılmış, bu arada da adı "Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü" olarak değiştirilmiştir. Gemi Trafik yönetim Bilgi Sistemi (GTYBS)'de 1997 yılında IMO'ya bildirilmiştir.

2 Ekim 2002'de Denizcilik Müsteşarlığı Boğazlardaki trafikle ilgili bir uygulama yürürlüğe koymuştur. Bu talimatla; tehlikeli yük tankerlerinin geçiş sıralaması düzeninde sona bırakılması, bazı sigorta belgelerinin faksla iletilmesi, 200 metreden büyük gemilerin geçişi sırasında trafiğin durdurulması gibi kurallar getirilmiştir.

Tüzükte öngörülen seyir düzeni raporlarında, gemilerin yüklerine ilişkin bilgiler de bulunmaktadır. Uluslar arası hukukun genel ilkeleri, tehlikeli madde taşımacılığı ile ilgili Basel Sözleşmesi ve benzeri sözleşmeler Türkiye'ye benzeri gemilerin yüklerine ilişkin bilgi isteme hakkını vermektedir. Son dönemlerde terörizm ile mücadele kapsamında yapılan uluslar arası düzenlemeler de bu açıdan Türkiye'nin durumunu güçlendirmektedir. Örneğin, 11 Eylül 2001'den sonra uluslar arası deniz ticaretinde uygulamaya konulan "International Sheep and Port Security" (ISPS) kodu, Denizde Yasadışı Olayların Önlemesi Sözleşmesi ve NATO'nun güvenlikle ilgili girişimleri bu kapsamdadır.

2.6 Uluslar arası Denizcilik Örgütü (IMO)

Türkiye, 6 Mart 1948'de Cenevre'de imzalanan "İstisari Denizcilik Teşkilatının Kurulması Hakkındaki Devletler Arası Sözleşme"'yi 16.07.1956 günlü,6812 sayılı yasa ile onaylayarak Uluslar arası Denizcilik Örgütüne katılmıştır.

IMO'nun ülkelerin uygulamalarını, uluslar arası deniz ticareti düzenlemelerini, örf ve adetleri birbirine yaklaştırmak; deniz ticaretinde verimliliği ve seyir güvenliğini artıracak kuralları yerleştirmek gibi amaçları vardır.

2.7 Seyir

Boğazlarda seyir hızı, 10 deniz milidir. Zorunlu hallerde bu hızın aşılması olanaklıdır. Gemiler zorunluluk olmadıkça önde seyreden gemiyi geçemeyecekler; geçme zorunluluğu doğarsa, trafik kontrol merkezinden trafiğin uygunluğunu öğrenecek ve öndeki gemiyi de bilgilendireceklerdir.

2.8 Seyir Düzeni ve Buna İlişkin Bazı Tanımlar

Uğraklı Geçiş Yapan Gemi : Seferi Türk Boğazlarında bir liman ya da iskeleye varmak üzere planlanmış ya da uğraksız geçişi bozulan gemi. “Uğraklı” konuma giren bir gemi, Türkiye Cumhuriyetinin bütün iç hukuk kurallarına tabi duruma gelmektedir.

Uğraksız Geçiş Yapan Gemi : Seyri Türk Boğazlarında bir liman ya da iskeleye uğramamak üzere planlanmış ve bu durumu Türk makamlarına bildirilmiş olan gemi. Uğraksız gemiler Trafik kontrol Merkezinin izniyle demirleme yerlerinde 48 saat kalabilirler. Uğraksız gemiler, Montrö Sözleşmesi gereğince Türkiye’nin gümrük ve Kolluk düzenlemesine tabi değildir.

Seyir Planı 1 (SP1) Raporu : Tehlikeli yük taşıyan gemilerle 500 groston (GRT) ve daha büyük gemilerin acente veya donatanları tarafından Boğazlara girişten en az 24 saat önce yazılı olarak verecekleri rapordur. SP1 raporunda; gemilerin teknik özelliklerine, acentesine, bayrağına, kalkış ve varış limanına, yükün cinsi ve miktarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Seyir Planı 2 (SP2) Raporu : SP1 raporunu vermiş olan gemilerin, Boğazlara girişten 2 saat ya da 20 mil önce verecekleri rapordur.

Boyu 20 metre ve daha büyük olan gemiler, yukarıdaki raporlarda başka, girişe 5 mil kala “Mevki Raporu” ve girişten itibaren de İdarece belirlenmiş olan bütün noktalarda “Çağırma Noktası Raporu” vereceklerdir.

2.9 Kılavuzluk Hizmetleri

Uğraksız gemilerin kılavuz almaları, Montrö Sözleşmesi gereğince isteğe bağlı iken, yabancı bayraklı uğraklı gemiler kılavuz almak zorundadırlar. Türk bayraklı uğraklı gemileri için bu zorunluluk, 1000 GRT ve üzerindeki için söz konusudur.

Askeri okul gemilerinin kılavuz alma zorunluluğu yoktur.

Türk Boğazlarında kılavuzluk ve römorkörcülük hizmetlerinde yetki sahibi kuruluş eskiden Türkiye Denizcilik İşletmeleri iken şimdi Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü’dür.

3. BOĞAZLARIN FİZİKSEL YAPISININ DENİZ TRAFİĞİ'NE ETKİSİ VE MEVCUT DURUM

3.1 Konumu

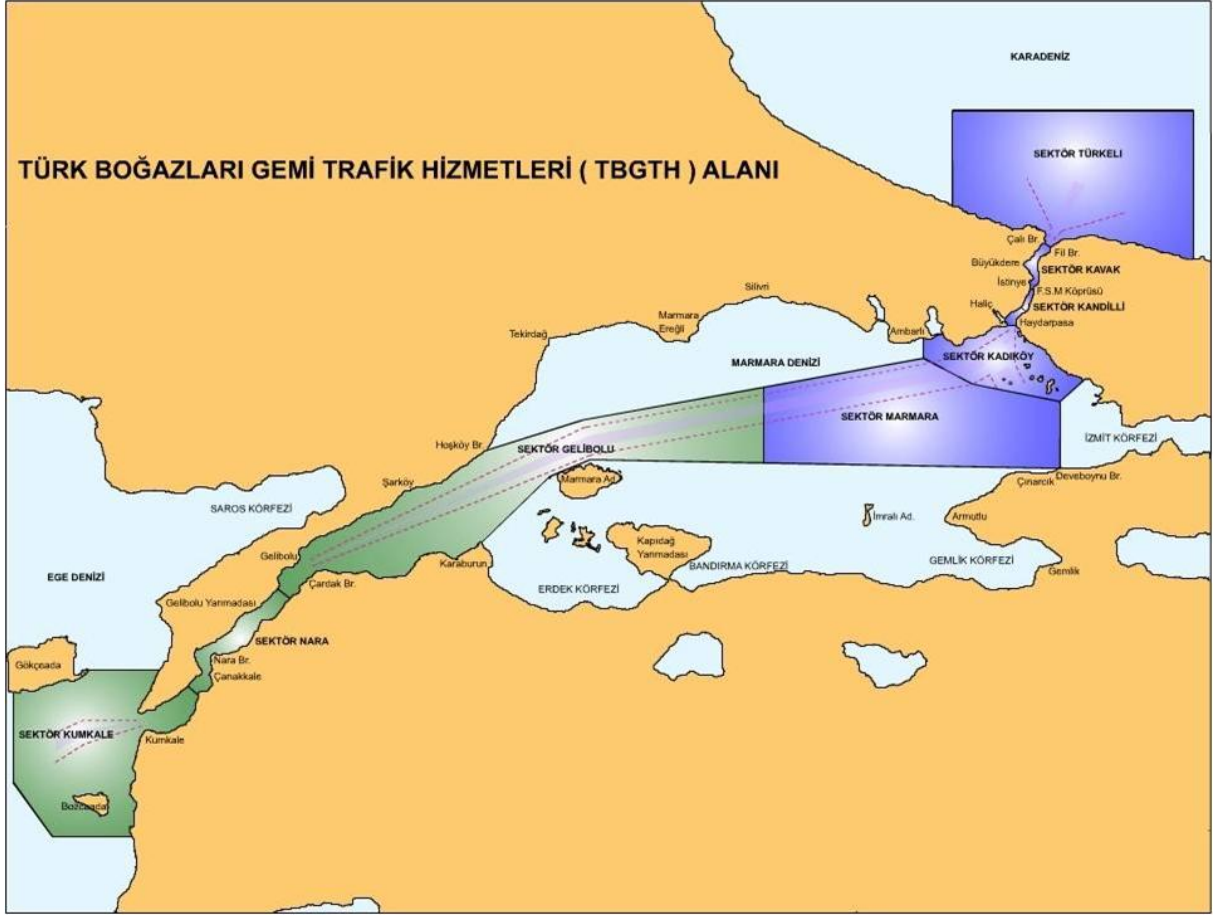
Değişmez coğrafi, morfolojik ve oşinografik yapısı itibari ile çok riskli bir yapıya sahip olan 31 km uzunluğundaki İstanbul Boğazı ile 70 km uzunluğundaki Çanakkale Boğazı ve 224 km uzunluğunda olan Marmara Denizi'nden oluşan 325 km.lik Türk Boğazlarında, hızı saatte 6-7 mile ulaşan akıntı, rüzgar ve adacıklar gibi zorunlu manevralar gerektiren ve emniyetli seyri engelleyen unsurlar bulunmaktadır.

İstanbul Boğazı dört sektöre ayrılmıştır (Şekil 3.1):

- Türkeli Sektör
- Kavak Sektör
- Kandilli Sektör
- Kadıköy Sektör

Çanakkale Boğazı ise üç sektöre ayrılmıştır :

- Gelibolu
- Nara
- Kumkale



Şekil 3.1 Türk Boğazları Gemi Trafik Hizmetleri (TBGTH) Alanları

Çanakkale Boğazı, 3.jeolojik zamanın sonunda meydana gelen bir çöküntü ile oluşmuştur. Boğazın en geniş yeri 5800 m, en dar yeri 1250 m, en derin yeri 106 m'dir. Boğaz sularında ters akıntı vardır. Ege Denizi'nin binde 38 oranındaki tuzlu suyu dipten Marmara Denizi'ne akarken, Karadeniz'in binde 26 oranındaki tuzlu suyu üstten ters akıntıyı oluşturmaktadır. Boğazın en dar yeri Çanakkale ile Kilitbahir arasındadır.

İstanbul Boğazının temel fiziki karakteristiği, dünyanın en dar su yollarından biri olmasıdır (Şekil 3.2). En geniş yeri kuzeyde, Anadolu Feneri ile Türkeli Feneri arasında 3600 m, güneyde Ahırkapı Feneri ile İnciburnu Feneri arasında 3220 m.dir. En dar yeri Anadolu Hisarı ile Rumeli Hisarı arasında olup, 698 metredir. En sığ yeri Üsküdar ve en derin yeri Kandilli'dir.



Şekil 3.2 Türk Boğazları Fiziki Özellikleri

3.2 Seyir Koşulları Yönünden İncelenmesi

İstanbul Boğazında kuzey-güney doğrultusunda ya da tam tersi yönde seyir yaparak geçişini tamamlayan bir geminin geride bıraktığı iz üzerindeki inceleme sonucu ortalama 15 önemli rota değişikliği yaptığını göstermektedir. Bu dönüşlerden özellikle, 45°'lik rota değişikliğini gerektiren Kandilli Burnu ile 80°'lik rota değişikliğini gerektiren Yeniköy Burnu, gemilerin dönüş sırasında arka taraflarını görmelerini engellemektedir. Özellikle uzun boylu gemiler, bu bölgedeki morfolojik yapı yüzünden baş ve kıçlarının akıntıdan farklı etkilenmeleri nedeni ile savrulmakta ve karşılıklı geçiş durumlarında yeterli alan bulamamaktadır. Bu durum yeni tüzükle ortadan kalkmış gibi görünmekle birlikte, şu an da uygulanan boyu 200 m'den büyük tehlikeli yük taşıyan gemilerin geçiş için boğazın tek yönlü trafiğe kapatılması işlemi yakın bir gelecekte tıkanacağı sinyallerini vermektedir (Güler,1998). Çanakkale Boğazı'nda Kuzey-Güney doğrultusunda ya da tersi yönde seyir yapan bir gemi, en az 12 kez rota değiştirmek zorundadır. Bu dönüşlerden, en kritik olanları 75° 'nin üzerinde rota değişikliği gerektiren Nara Burnu dönüşü ile 50° lik dönüş gerektiren Çanakkale-Kilitbahir dönüşleridir. Ayrıca, özellikle büyük gemilerin baş ve kıçlarının akıntıdan aynı anda farklı yönde etkilenmeleri, bu gemilerin savrulmalarına yol açmaktadır. Çanakkale Boğazı, İstanbul Boğazı'ndan daha az girintili ve çıkıntılı fakat ondan 2 kat daha uzundur.

3.3 Jeomorfolojik Yapı, Meteorolojik ve Oşinografik Özellikler Yönüyle İncelenmesi

İstanbul Boğazı su yolunun içinde aktığı vadi tipli yapının dikeyindeki olumsuz özellikleri olan banklar, diğer sığlıklar, kayalıklar ve yatayındaki özellikleri olan kıvrımlı olan yollar ve darlıklar, gemilerin güvenli seyir koşulları üzerinde belirleyici olabilmektedir. Bu açıdan,

gemi kazalarının birer etkeni olarak bakıldığında, gemilerin seyir yaptıkları Boğaz Bölgesi'nin coğrafi, topografik ve jeomorfolojik özellikleri, gemi hareketlerini ve rota seçimini olumsuz olarak etkilemektedir (Güler ve Poyraz,1997).

Meteorolojik bakımdan yörenin bölgesel iklim özelliği zemine yakın kesimde sirkülasyon bakımından çok hareketli olması ve hakim hava karakterlerinin kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yani kabaca boğaz eksenini boyunca ve ona paralel olarak meydana gelmektedir. Hakim rüzgar yazın ve kışın kuzeyden eser ve yazın kuzeyli rüzgarlara ait frekans daha da kuvvetlenerek sirkülasyonu tehlikeli boyutlara getirir. Ayrıca rüzgarlar, kılavuz kaptanların gemilere çıkmasını engellemektedir. Yıl içinde en sisli ay Aralık ayıdır.

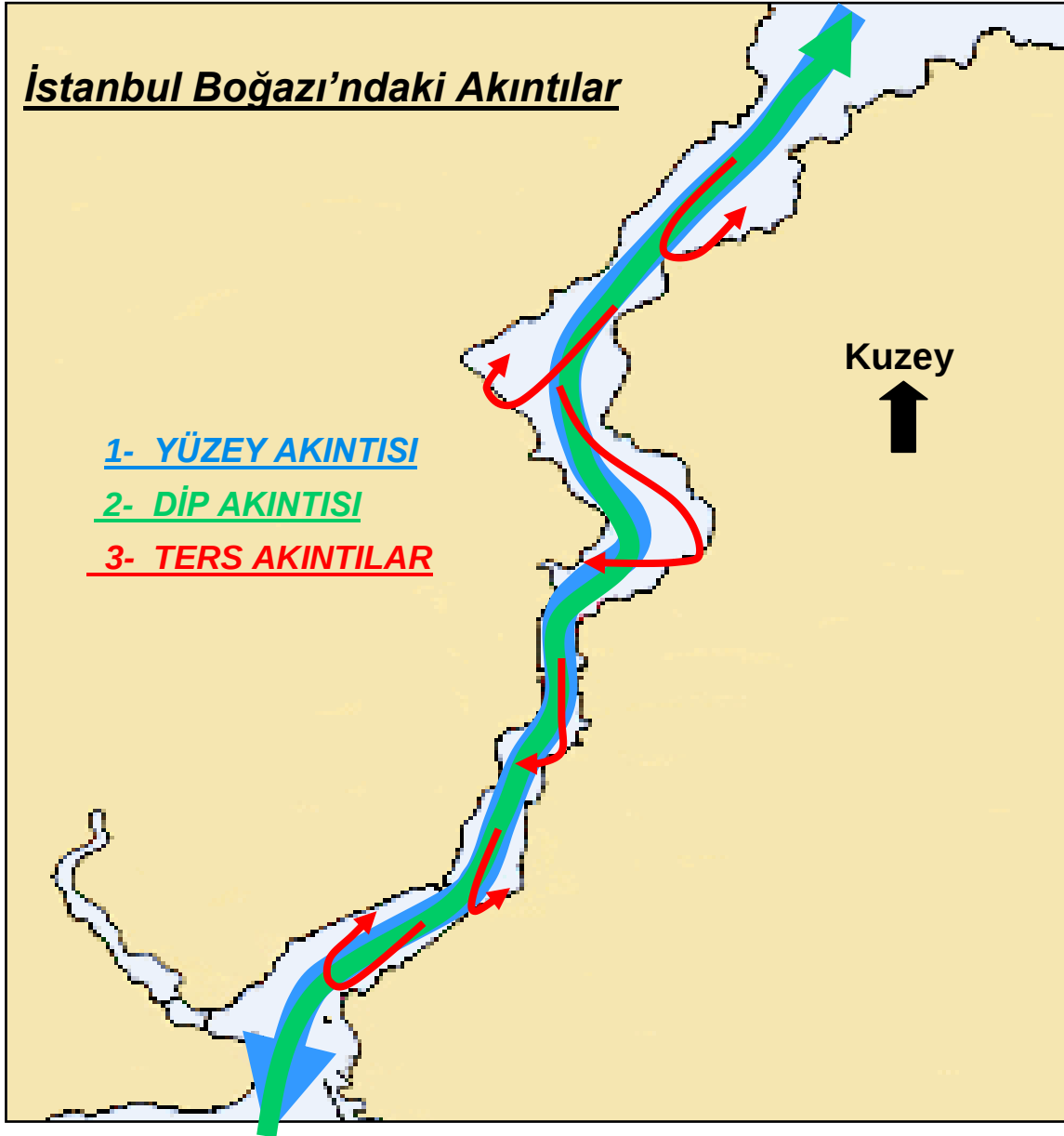
Boğazlar ve çevresi, Akdeniz (mikroklima) ikliminin etkisi altındadır. Çanakkale Boğazı ve çevresini etkileyen sistemler İstanbul Boğazı ile aynı olup, fark topografya ve konumudur.

Boğazlardaki meteorolojik olaylardaki değişimler seyir güvenliğini üç şekilde etkilemektedir. Yağış ve özellikle sis nedeniyle görüşün azalması, rüzgar kuvvetinin artması nedeniyle rüzgarın doğrudan gemiler üzerine etkisi, kuvvetli rüzgarın akıntı yönünü ve hızını değiştirmesi,

Boğaz'da meydana gelmiş deniz kazalarının kayıtları incelendiğinde, birçok kazanın sis, kar veya yağmur nedeniyle görüş uzaklığının yarım mil ve altına düştüğü zamanlarda meydana geldiği görülmektedir.

Çanakkale Boğazı'nda üst akıntılar ve kuvvetli rüzgârın oluşturduğu akıntılar hariç, genel olarak kuzeyden güneye doğrudur. Kuzeyden gelen gemi Ege denizine çıkana kadar arkadan gelen akıntının etkisi altında kalır. Dönüş noktalarında ise kıvrımların keskinliğine bağlı olarak geminin başı ve kıçı aynı anda farklı kuvvet ve yöndeki akıntının etkisi altında kalacaktır. Akıntı ile geminin aynı yönde gitmesi nedeniyle geminin hızı artacağı için karaya oturma veya karşı trafik şeridine geçerek gelen bir gemi ile çatışma tehlikesi daha fazladır.

İstanbul Boğazının üst su akıntısı kuzeyde 0.50 m/sn iken güney ucuna doğru 2.00 m/sn olarak artar. Ayrıca bu hız rüzgarların şiddetine bağlı olarak birkaç kat daha artabilir. Buna karşılık devamlı ve şiddetli güney rüzgarları güneye akışı yavaşlatır ve hatta tersine çevirebilir (Orkoz terimi ile ifade edilen durum).Yüzey akıntısının hızı derinlikle azalır. Boğaz alt akıntıları ise hızı 40 cm/sn'den 20 cm/sn'ye ters yönde alçalmaktadır. Oysa kuzeye doğru yönelmiş olan alt akıntı, derine inildikçe genellikle kuvvetlenir ve Çengelköy'den itibaren kuzeye doğru şiddetlenerek yüzey akıntısının hızına eşit değerlere erişir. Bu iki akıntı birbirinden sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk bakımından tamamı ile farklı iki su kütlesine karşılık gelir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 İstanbul Boğazındaki Akıntılar

3.4 Deniz Trafiği

İstanbul Boğazında genel olarak iki tip trafik vardır. Bunlar yerel ve uğraksız trafik olarak isimlendirilebilir. Bunlardan birincisi olan yerel trafik, kıyılara paralel olarak ulaşan “kıyısal yerel trafik” ve karşılıklı iki kıyı arasında oluşan “uğraksız geçişe aykırı yerel trafik” olarak iki alt kısma ayrılabilir. Boğazlar tüzüğüne göre seyri, Boğazlar ve Marmara Bölgesinde bir liman, iskele ya da bir yere uğramamak üzere planlanmış olan ve bu husus, gemi kaptanı tarafından Boğazlar Bölgesine girişten önce Türk makamlarına bildirilmiş, zararsız, devamlı, çabuk ve gecikmesiz geçen gemilerin oluşturduğu hareket, uğraksız geçiş trafiği olarak isimlendirilir. Ancak teknik açıdan bakıldığında, transit trafik iki alt kümeye ayrılabilir. Bunlar; Marmara Bölgesindeki herhangi bir limandan ayrılarak veya oraya varmak için

Boğazdan yapılan geçiş gemilerinin oluşturduğu “uğraksız trafik” ve seferleri sırasında her iki Türk Boğazını birden kullanan ve hiçbir Marmara limanına uğramayan gemilerin oluşturduğu “uğraksız trafiktir” (Oğuzülgen,1994).

Boğazlar Tüzüğü’nün 42. Maddesine göre, tehlikeli yük taşıyan bir büyük gemi boğaza girdiğinde, boğazdan çıkıncaya kadar kaşı yönden aynı nitelikte başka bir gemi içeriye alınamaz.

İstanbul Boğazında seyir güvenliği bakımında en çok dikkat edilmesi gereken, İstanbul’un iki yakasında günlük yolcu taşınması yapan özel ve kamu feribotları ile özellikle yaz aylarında, hem sayıları arttığı için hem de dikkatsiz davranışlar sergiledikleri için amatör tekneler, yatlar ve kotralardır.

3.5 İnsan Hataları Sonucu Oluşan Deniz Kazaları

Her meslekte karşılaşılan yenilgiye düşme durumu denizcilikte de vardır. Geminin teknik anlamda yöneltilmesinden sorumlu olan kişinin yanılması, örneğin; bir feneri yanlış tanınması, derinliği, açığı, uzaklığı gösteren bir değeri yanlış okuması, geminin karaya oturması sonucunu doğurabilir.

3.6 Seyir Trafiğini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler

Dünya’da meydana gelen deniz kazalarının incelenmesi sonucu bulunan bilgiler incelendiğinde, Uluslar arası Denizlerde Çatışmayı Önleme Tüzüğü (COLREGs)’nün doğru uygulanmamasından kaynaklanan hataların %23.1 olduğunu ve bu oranın birinci sırada yer aldığı görülmektedir (Çizelge 3.1).

Kazalar genellikle hataların birbirini takip etmesiyle ya da birden fazla sebebin bir araya gelmesi ile oluşur. Zaten kaza riskini sıfıra indirmek mümkün değildir.

Çizelge 3.1 Seyir Güvenliğini Olumsuz Yönde Etkileyen Faktörler

Hatalar	Yüzdesi
Çatışmayı Önleme Tüzüğü’nün doğru uygulanamaması	% 23,1
Seyir hataları	% 20,5
Emniyet kurallarının uygulanmasındaki hatalar	% 14,1
Seyir Vardiyasının gereği gibi tutulamaması	% 11,3
Diğer gemicilik hataları	% 12,4
Kötü gemicilik	% 11,1
Cihazların yanlış kullanılması	% 7,5

3.7 Deniz Kazalarının İstatistikî Değerlendirilmesi

Son beş yılda Türkiye’de özellikle İstanbul Boğazında 173 ve Çanakkale Boğazında ise 67 tane kaza meydana gelmiştir(Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3). Bu kazaların oluşum biçimlerine göre çatışmalar, karaya oturmalar, karaya çarpmalar ve yangınlar olarak sınıflandırılabilir (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5).

Çizelge 3.2 İstanbul Boğazında 2004-2009 yılları arasındaki kaza istatistikleri

İstanbul Boğazı	Toplam Olay Adedi
Çatma	102
Çatışma	17
Oturma	44
Yangın	7
Batma	3
TOPLAM	173

Çizelge 3.3 Çanakkale Boğazında 2004-2009 yılları arasındaki kaza istatistikleri

Çanakkale Boğazı	Toplam Olay Adedi
Çatma	7
Çatışma	10
Oturma	47
Yangın	3
Batma	0
TOPLAM	67

Çizelge 3.4 Yıllara göre İstanbul Boğazı kaza istatistikleri

2004 -2009 Yılları arasında İGTHM alanında Meydana Gelen Kazalar							
Kaza Tipi	(2004)	(2005)	(2006)	(2007)	(2008)	(2009)	Toplam
Çatma	10	12	17	20	23	20	102
Çatışma	1	5	1	4	3	3	17
Oturma	10	8	7	7	6	6	44
Yangın	1	2	2	0	0	2	7
Batma	1	1	0	0	0	1	3

Çizelge 3.5 Yıllara göre Çanakkale Boğazı kaza istatistikleri

2004-2010 Yılları Arasında CGTHM Alanında Meydana Gelen Kazalar							
Kaza Tipi	(2004)	(2005)	(2006)	(2007)	(2008)	(2009)	Toplam
Çatma	2	1	2	0	2	0	7
Çatışma	2	2	0	0	2	4	10
Oturma	4	11	9	12	8	3	47
Yangın	1	0	0	0	2	0	3
Batma	0	0	0	0	0	0	0

3.8 Ülkelerin Kanal Geçişleri Konusundaki Deneyimleri

Panama Kanalı : Pasifik ile Karayip denizini bağlar. Su yükseklikleri farkı nedeniyle direk geçiş imkansızdır. Gemiler lock'lara (bölünmüş kanal) girer, emniyete alınır, kapaklar kapanır. Eğer yüksek su lock'una geçilecekse içeriye su basılır, gemi yükselir, diğer lock'la eşitlik sağlanınca lock açılır, gemi o lock'a geçer,lock kapatılır, yine su yükseltilir. Bu işlem çıkışa kadar böyle devam eder. Eğer alçak su lock'una geçilecekse bu işlemlerin tersi yapılır.Yani bizdeki gibi herhangi bir kontrol sistemi mevcut değildir.

Süveyş Kanalı: Akdeniz ile Kızıldeniz'i birbirine bağlayan yapay su yoludur. Dünyadaki kapakları olmayan en uzun kanaldır. Diğer su yolları ile karşılaştırıldığında, kaza oranı neredeyse sıfırdır. Gemi Trafik Yönetim Sistemi mevcuttur. Elektronik sistem ve radar ağı hizmeti vardır.

Hürmüz Boğazı: Umman Denizi ile Hint okyanusuna birbirine bağlar. Hareket eden gemilerin çarpışma riskini azaltmak için Trafik Ayrım Düzeni kurulmuş, böylece üç kilometre genişliğinde trafik şeritlerine ayrılmıştır. Umman radar sistemi ile Hürmüz Boğazını izlemektedir.

Dover Boğazı : Büyük Britanya adasını Avrupa'dan ayıran dar bir boğazdır. Uluslar arası Denizcilik Örgütü tarafından Trafik Ayrım Düzeni kurulmuştur.

4. GEMİ TRAFİK YÖNETİM BİLGİ SİSTEMİ (GTYBS)

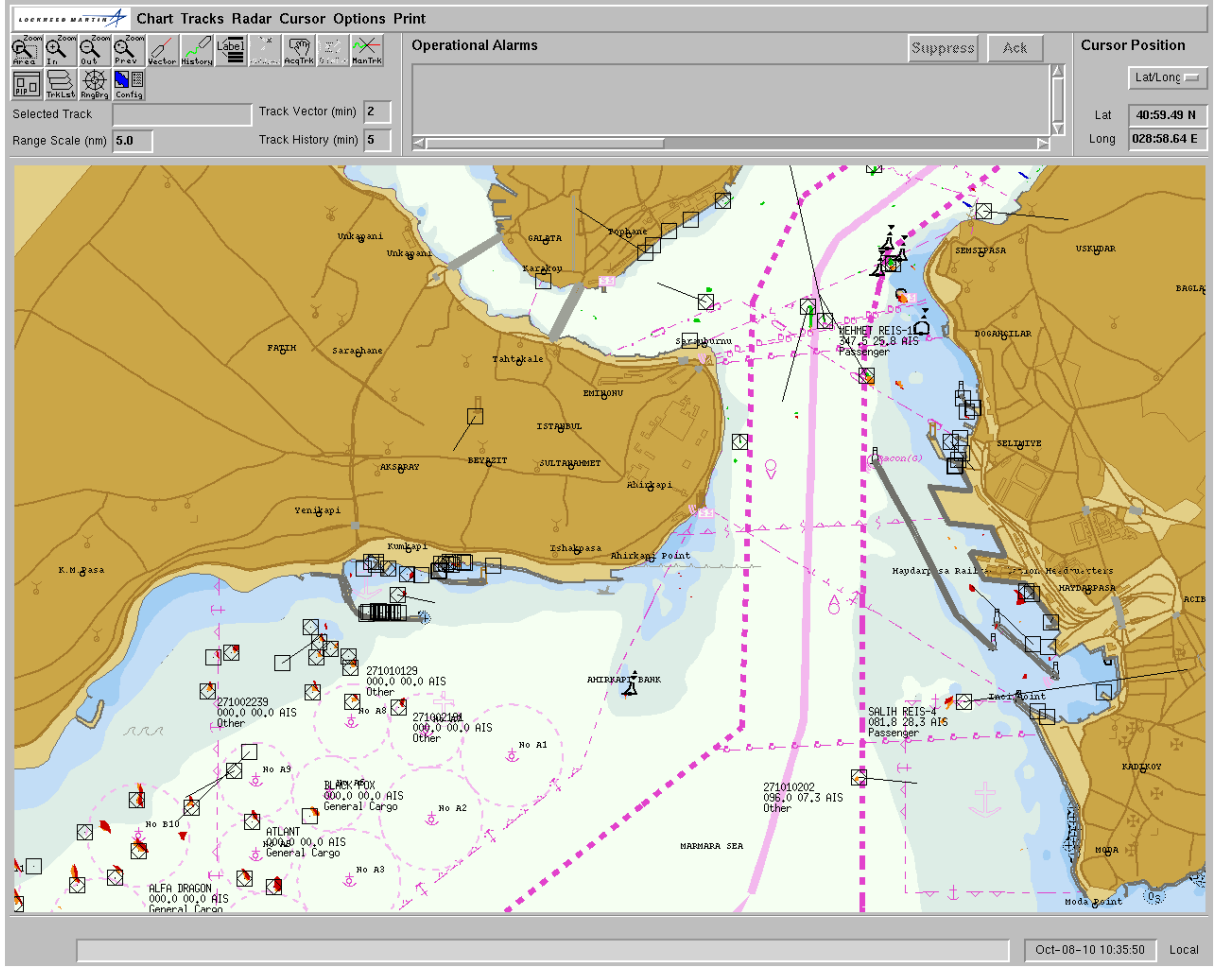
4.1 Genel

Türk Boğazlarındaki trafiği daha iyi yönetebilmek , seyir güvenliğini sağlamak, trafik, oşinografik ve meteorolojik koşullar hakkında denizcileri bilgilendirmek, gemilerin trafik ayırma düzeni (TAD) içinde güvenle geçmesine yardımcı olması amacıyla Gemi Trafik Yönetim Bilgi Sistemi (GTYBS) tasarlanmış ve 30.12.2003’de hizmete girmiştir.

Boğazlarda seyreden gemilerin mevkilerini uluslar arası kriterlere uygun hassasiyette ve çevresel koşullardan etkilenmeden tespit edilmelerine imkan sağlamak için, Türk Boğazları Gemi Trafik Yönetim Bilgi Sistemi kapsamında, İstanbul ve Çanakkale boğazında birer adet DGPS referans istasyonu ve MF radyo verici istasyonu ile birlikte bunların düzgün çalıştığını sürekli izleyerek ilgili merkezlere rapor edecek olan Integrity Monitor birimi kurulmuştur (Şekil 4.1) ve (Şekil 4.2).



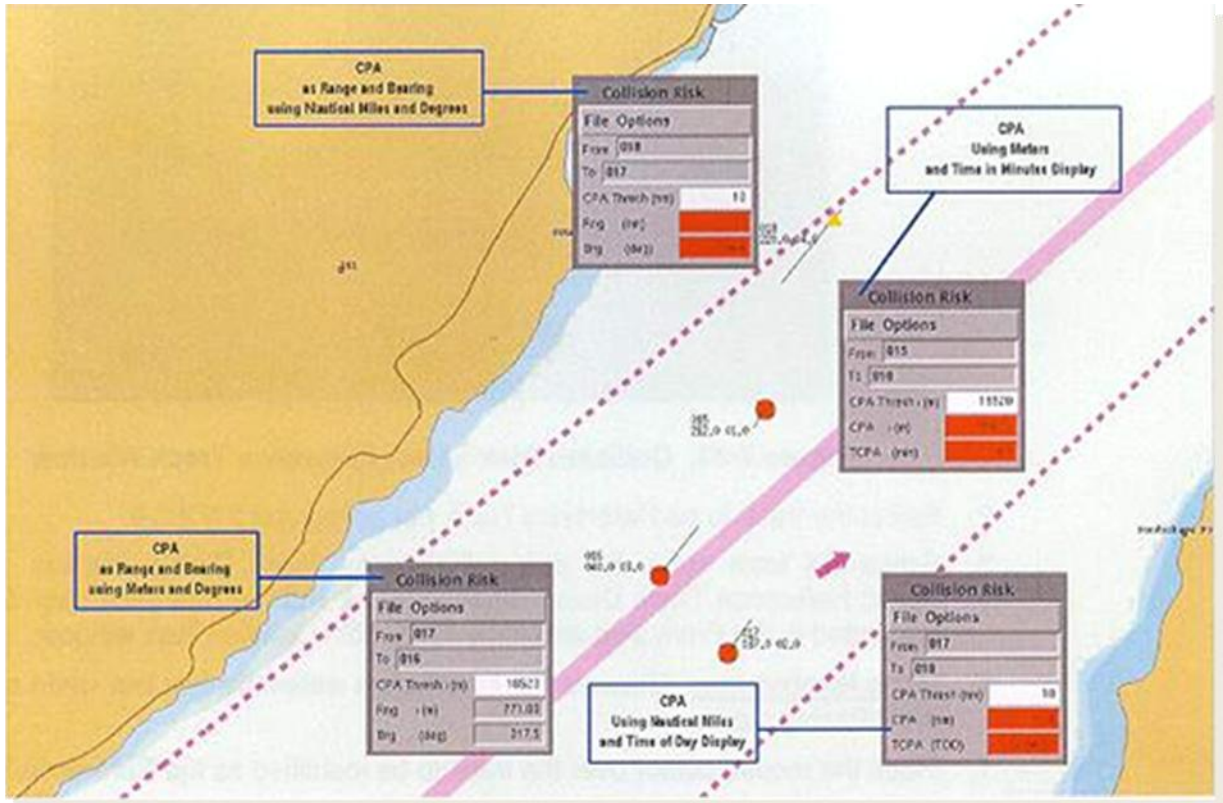
Şekil 4.1 Integrity Monitor



Şekil 4.2 Integrity Monitor'den Gemi Takibi

4.2 Sistemin Amacı

İstanbul ve Çanakkale boğazları ve her iki boğazın giriş ve çıkışları içinde tesis edilmiş Trafik ayırım düzenleri (TAD) içerisinde seyir emniyetini ve verimi artırmak, can, mal ve çevreyi korumak üzere “Gemi Trafik Yönetim ve Bilgi Sistemi (GTYBS)” ni ulusal ve uluslar arası kurallara uygun ve çağdaş teknolojik imkanlarla işletmek ve idame ettirmektir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Çatışma Riski Kontrolü

4.3 Sistemin Yapısı ve Getirisi

Sistemde, en önemli algılayıcı olan radar cihazlarının yanı sıra, uydu ile iletişim kurularak hassas konum belirleme, meteorolojik ve oşinografik algılayıcılar, kesintisiz gece ve gündüz izleme yapabilen kameralar, haberleşme ekipmanları, diğer donanım ve uygulama yazılımlarından ibarettir.

Sistem şu an da tam olarak kullanılmakta olup, Türk Boğazlarındaki her türlü gemi hareketi, İstanbul ve Çanakkale Boğazlarındaki Trafik Kontrol Merkezlerinden izlenip, kontrol edilmekte ve gerektiğinde yönlendirme yapılmaktadır. Sistem her geminin hareketini bağımsız olarak izlediği gibi gemilerin birbirlerine göre hareketlerine de duyarlıdır. Yakın geçiş, çatma, çatışma, karaya oturma riski sistem tarafından algılanarak gerekli uyarı yapılmakta ve tüm bu aktiviteler kayıt altına alınmaktadır.

Sistemin en önemli bileşeni radar cihazları düşük güçte ve kısa mesafeler hedeflenerek çalışmaktadır. Her bir radar, bulundukları mevkiiler esas alındığında kendi görüş alanlarında kalan gemiyi izlemekte, komşu radarlarla belli alanlarda bindirme yapmaktadır. 360° dönebilen gemilerin tek hedefi tamamen gemilerdir. Bunun yanı sıra insan ve çalışan personel güvenliği açısından sistemde kontrolü olmayan çıkış emisyonları, ABD hükümetince

belirlenen limitlerin bir hayli aşığsındadır. Bu sebeple radar cihazlarının insan sağığını etkileyecek düzeyde radyasyon yayması söz konusu değıldir.

Sistemin boğazlar bölgesindeki deniz trafiğine katkısı;

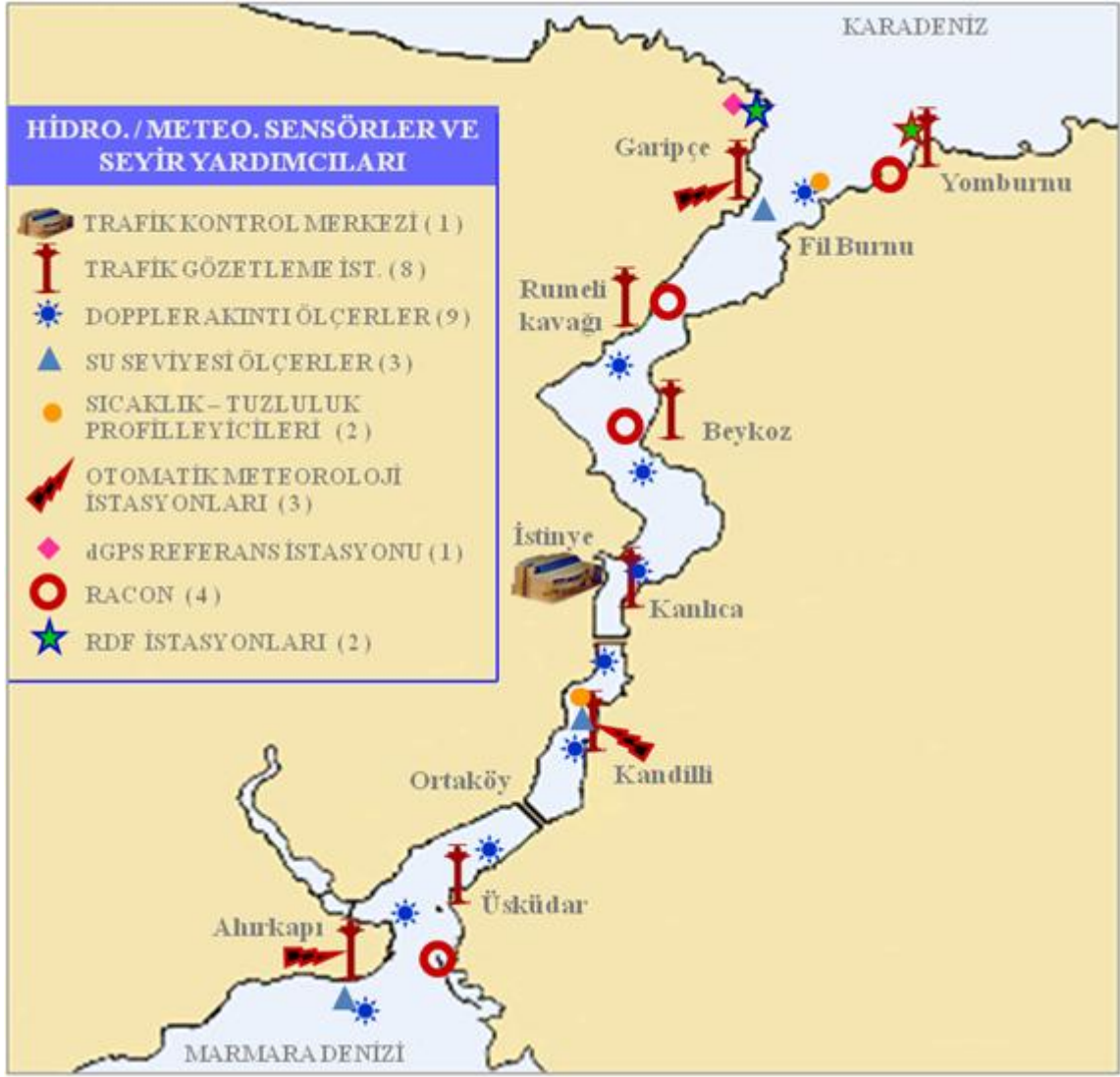
- Boğazlarda güvenli bir deniz trafiğini düzenli olarak sağılamak,
- Gemi seyir emniyetini, gemi kaptanının sorumluluğunu esas alarak, etkin bir şekilde sağılamak,
- Gemilere acil durumlarda gerekli ikaz ve tavsiyelerde bulunmak,
- Sorumluluk sahasındaki gemi trafiğini idame ettirmek ve bu amaçla kullanılacak olan seyir bilgilerini hassasiyetle ölçmek,
- Gemi trafiğı ile ilgili tüm ses, veri ve görüntülerin kaydını tutmak,
- Boğazlarda gemi trafiğı ile ilgili olarak uluslar arası mevzuatın getirdiğı kural ve usullerin uygulanmasını sağılamak,
- Kazadan doğabilecek olaylara etkin bir şekilde ve süratle müdahale etmek, can ve mal güvenliğı, deniz kirlenmesi ve diğerekonomik kayıpları asgariye indirmek ve trafiğinin en kısa zamanda güvenle devamını sağılamak,
- Geçiş yapan gemilerle ilgili ulusak kuruluşların ihtiyacı olan kayıt ve bilgileri bu kuruluşlara aktarmak,
- Sistemin muhabere olanaklarının, Sahil Güvenlik Komutanlığı'nın görevlerini yapmakta kullanılabileceğı yapıda olmasını sağılamak,
- Boğazlardaki gemi trafiğini her türlü çevre şartında, gece ve gündüz devamlı olarak yüksek bir hassasiyet ile izlemek ve desteklemek,
- Gemilerde özel cihaz ihtiyaçlarını asgariye indirmek, gemilerin mevcut cihaz, imkan ve kabiliyetleri dışında kalan hizmetleri sağılayabilmek

olarak sıralanabilir.

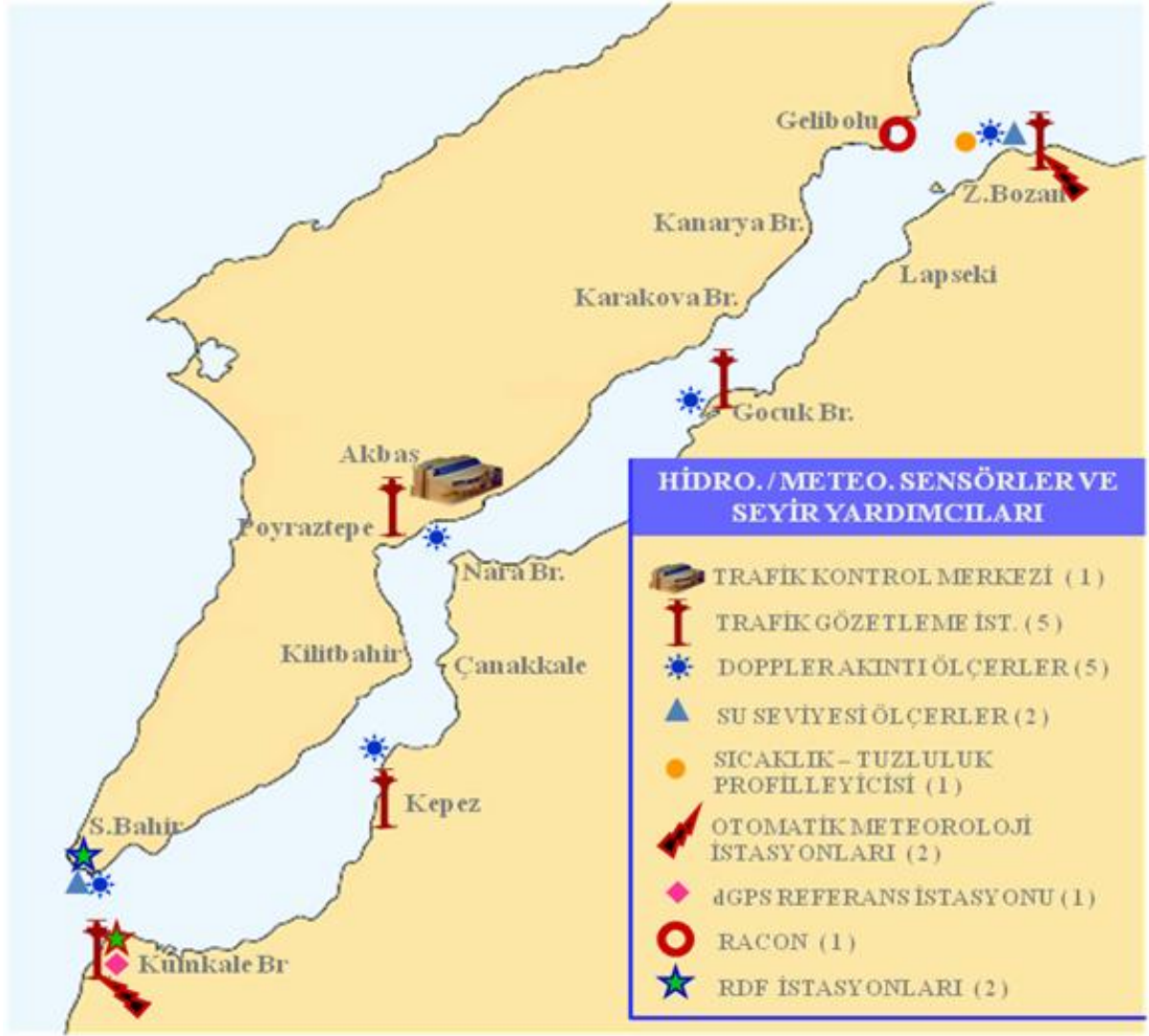
Sistemin işletme, bakım-onarım ve idamesi 02.08.2002 tarih ve 2002/4636 sayılı Bakanlar kurulu kararı ile Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Genel müdürlük idare olarak Denizcilik Müsteşarlığına, bakanlık olarak Ulaştırma Bakanlığına bağılıdır.

4.4 Sistemin Bileşenleri

Sistemin ana unsur; trafik gözetleme istasyonlarındaki radarlardır. Kulelerde radar dışında 1 normal ve 1 termal kamera bulunmakta, bunlar Trafik Kontrol Merkezlerinde yönetilmektedir.



Şekil 4.4 İstanbul Boğazı Bileşenleri



Şekil 4.5 Çanakkale Boğazı Bileşenleri

Sistemin Ekipmanlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz (Şekil 4.4) ve (Şekil 4.5):

- Gemi Trafik Kontrol Merkezleri (TKM), İstanbul ve Çanakkale GTH bölgelerinde birer tane,
- 16 adet insansız Trafik Gözetleme İstasyonu (TGI), İstanbul GTH bölgesinde 9 adet, Çanakkale GTH bölgesinde 7 adet,
- 2 adet DGPS Referans istasyonu, İstanbul ve Çanakkale GTH bölgelerinde birer tane ve 50 adet DGPS transponder (Şekil 4.6),
- 6 adet VHF istasyonu, İstanbul ve Çanakkale GTH bölgelerinde üçer tane,
- 5 adet Racon Cihazı, İstanbul GTH bölgesinde 4 tane, Çanakkale GTH bölgesinde 1 tane,
- 5 adet otomatik Meteoroloji İstasyonu (AWS), İstanbul GTH bölgesinde üç tane, Çanakkale GTH bölgesinde iki tane,

- 5 adet Yüzey Suyu Ölçüm algılayıcısı, İstanbul GTH bölgesinde üç tane, Çanakkale GTH bölgesinde iki tane,
- 14 adet Doppler Akıntı Algılayıcı İstasyonu (DCS), İstanbul GTH bölgesinde 9 tane, Çanakkale GTH bölgesinde 5 tane



Şekil 4.6 Transponder

Sistem tasarım aşamasında Marmara Denizi kapsama alınmamıştı, ancak 2008 yılında Armutlu, Bozcaada ve Şarköy'e konulan yeni üç adet Trafik Gözetleme İstasyonu ile Marmara Denizi şu an bu sistem içerisindedir (Şekil 4.7).

İstanbul Boğazında şu an da 9 adet Trafik Gözetleme İstasyonu mevcuttur. Bunlar Üsküdar, Kandilli, Kanlıca, Beykoz, Yönburnu, Ahırkapı, Garipçe, Rumeli Kavağı, Armutlu'da bulunmaktadır.

Çanakkale Boğazında ise 7 adet Trafik Gözetleme İstasyonu mevcuttur. Bunlar ise; Şarköy, Zincirbozan, Gocukburnu, Poyraztepe, Kepez, Kumkale, Bozcaada'da bulunmaktadır.

İstanbul Boğazında Trafik Gözetleme İstasyonu İstinye'de, Çanakkale Boğazında Trafik Gözetleme İstasyonu Akbaş'da bulunmaktadır.

İstanbul Boğazında DGPS (Diferansiyel GPS) istasyonu Türkeli Feneri köyünde, Çanakkale boğazında DGPS istasyonu Kumkale'de bulunmaktadır.



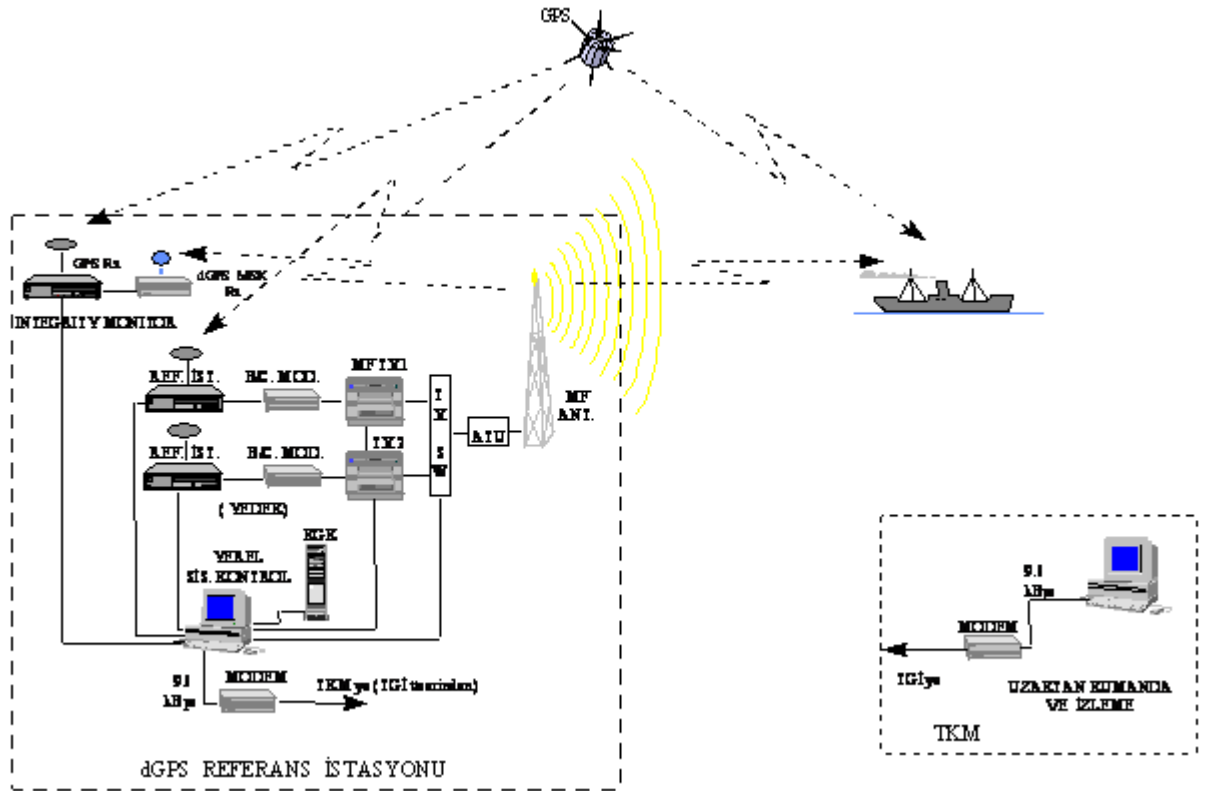
Şekil 4.7 Şarköy Trafik Gözetleme İstasyonu

4.5 Diferansiyel GPS (DGPS) Birimleri ve Teknik Özellikleri

GTYBS (Gemi Trafik Yönetim Bilgi Sistemi) ve LMOC ile yapılan sözleşme uyarınca her bir istasyon için temin edilen DGPS birimleri ve teknik özellikleri şunlardır (Şekil 4.8):

- Referans İstasyonu : 2 adet Leica 9330, dual frekans (L1 ve L2), 2*12 kanal GPS alıcısı (MX50 MF Beacon modülatör ile birlikte) ve antenleri

- Integrity Monitor : Leica9320, tek frekans (L1), 12 kanal GPS alıcısı (MX 52R DGPS Beacon alıcısı ile birlikte) ve antenleri
- MF Beacon Vericisi : Sothern Avionics SC 1000, 283.5-325 kHz, 0.05-1 kW çıkışlı
- MF Anteni : Southern Avionics 145 feet (44 m)
- ATU : Southern Avionics PC 1K
- Availability : $A_s \geq \% 99.5$ (her bir istasyonda)
- Yardımcı Birimler : Shelter, 10 kVA UPS ve dual jeneratörle birlikte



Şekil 4.8 DGPS Alt Sistemi Fonksiyonel Diyagramı

4.6 Diferansiyel GPS (DGPS) Yayınına Duyulan İhtiyaç

Uydulardan istifade ederek 3 boyutlu mevki belirlenmesine imkan sağlayan Global Positioning System (GPS), geliştiricisi olan ABD tarafından 1960'lı yılların sonunda askeri amaçlarla tasarlanmış ancak, özellikle dünya çapında ulaşım ve ticari sektörlere sayılabilecek faydalar nedeniyle ve ABD endüstrisinin girişimleri sonucu bu ana amacın yanında sivil kullanıcılara hizmet vermesi kararlaştırılmıştır. Deniz ulaştırmasında, özellikle gemiler radar menzili dışında ve açık denizde iken, bu mevki hassasiyet değeri yeterli olup, GPS ile diğer bir çok elektronik seyir yardımcısından daha doğru değerler elde edilmiş ve ayrıca kullanımdan elde edilen deneyimle, sistem güvenilir olduğunu da kanıtlamıştır.

Ancak deniz ulaşımında dar sularda seyreden veya limanlara yaklaşmakta olan gemiler 8-20 metrelik mevki hassasiyetine ihtiyaç duyar. Bunu sağlamak için, GPS hatalarını büyük ölçüde gideren bir yöntem olan Diferansiyel GPS (DGPS) sistemi ortaya konmuştur.

4.7 Sistemden Yararlananlar

- Gemiler, Acentalar, Liman Başkanlıkları
- Bölgedeki kılavuzluk, Römorkaj, Eskort Birimleri
- Liman kontrolü, Gümrük, Sahil Sıhhiye, Deniz Polisi
- Genel kurmay Başkanlığı, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, Sahil Güvenlik (şekil 4.9)
- Yangınla Mücadele, evre Kontrol Birimleri
- Türk Yargı Makamları
- İlgili diğer ulusal ve uluslar arası kurum, kuruluş ve müesseseler



şekil 4.9 İstinye Trafik Gözetleme İstasyonu Operatörleri

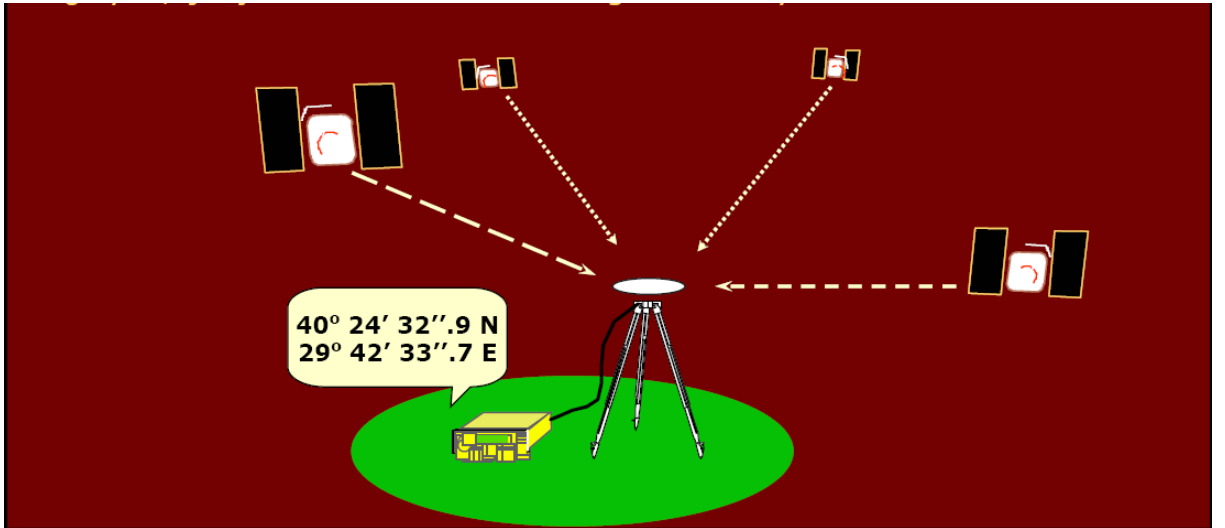
5. GLOBAL KONUM BELİRLEME SİSTEMİ (GPS)

5.1 Genel

Herhangi bir zamanda, dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu belirleyen ve en az 4 uydudan kod-faz varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan bir uydu ölçme sistemidir (Şekil 5.1).

Amerika Savunma Bakanlığı tarafından askeri amaçlı kurulmuş, navigasyon amaçlı geliştirilmiş ve bilim adamlarının çabasıyla jeodezik problemlerin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır.

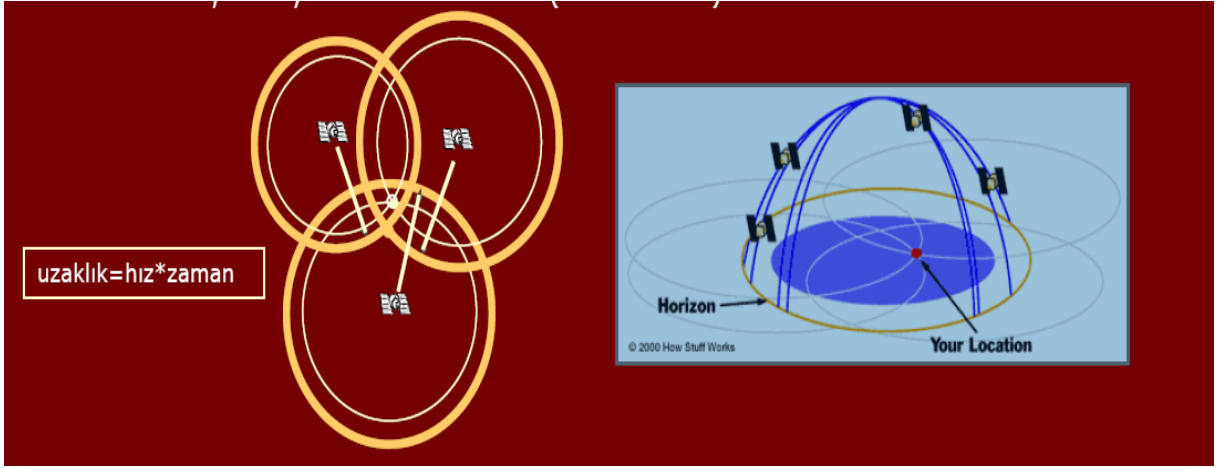
Ülke jeodezik ağlarının ölçülmesi ve sıklaştırılması, detay ölçmeleri, aplikasyon uygulamaları, CBS için veri toplama gibi birçok alanda kolaylık sağlayan, çalışmalara hız ve ekono0mi getiren bir yöntemdir.



Şekil 5.1 GPS

Sistem, temel olarak jeodezideki en eski tekniklerden biri olan “geriden kestirme” esasına dayanır. Geriden kestirme, konumu bilinmeyen bir noktadan konumu bilinen noktalara yapılan gözlem ve hesapları kapsar.

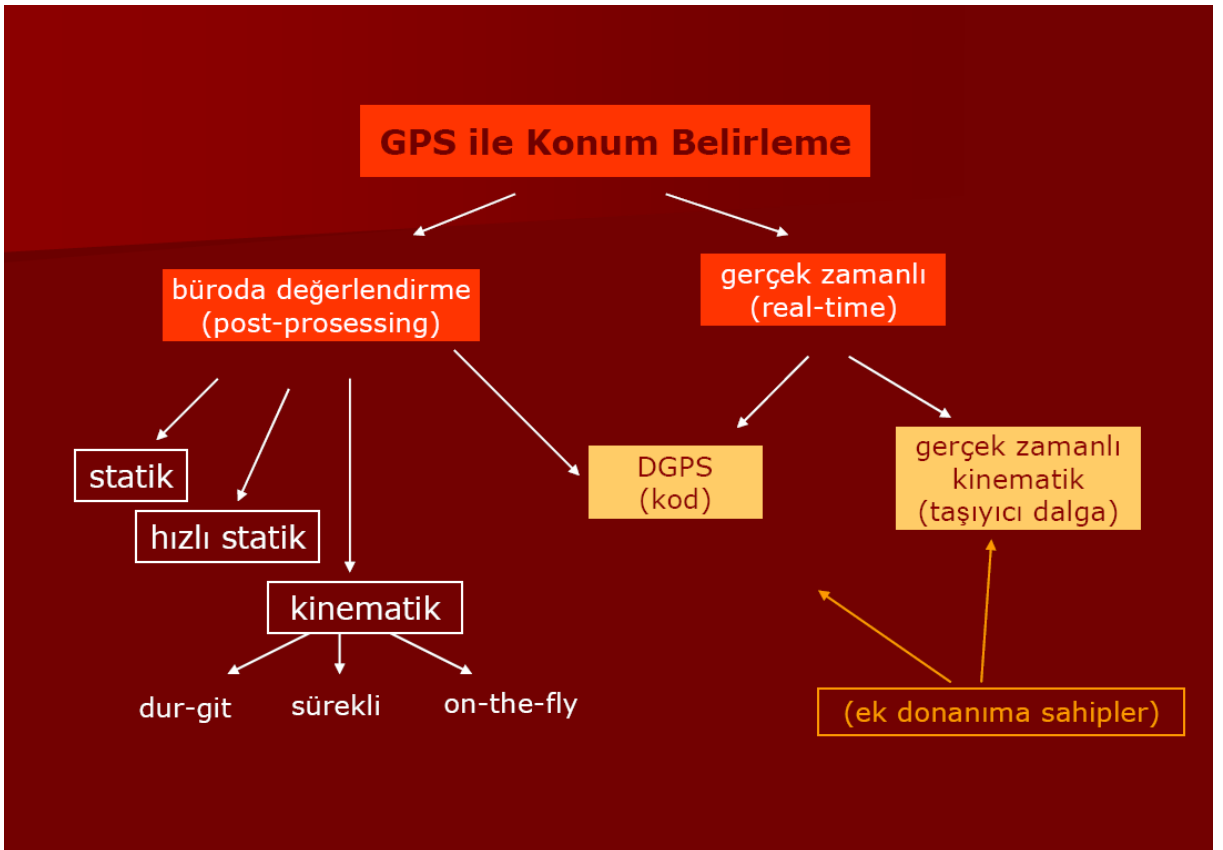
Konumu bilinen noktalar GPS uydularıdır. Bilinmeyenler, bulunan noktanın yer merkezli (earth-fixed) Kartezyen koordinatlarıdır (X,Y,Z). Matematik kuralı olarak bu üç bilinmeyenin çözümü için 3 ölçü yetiyor gibi gözükse de, saat hatalarını ortadan kaldırmak için en az 4 tane konumu bilinen uyduya ihtiyaç vardır. GPS, 4 boyutlu bir sistemdir (3D+zaman) (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 GPS ile konum belirleme

5.2 Konum Belirleme Yöntemleri

GPS’de ölçülen noktaların cinsine, istenen duyarlığa ve amaca göre farklı ölçme metotları uygulanır (Şekil 5.3). Sonuçta elde edilen koordinatlar alıcı tipine, gözlem süresine, uyduların konumu ve sayısına, ölçü tipine göre değişir.

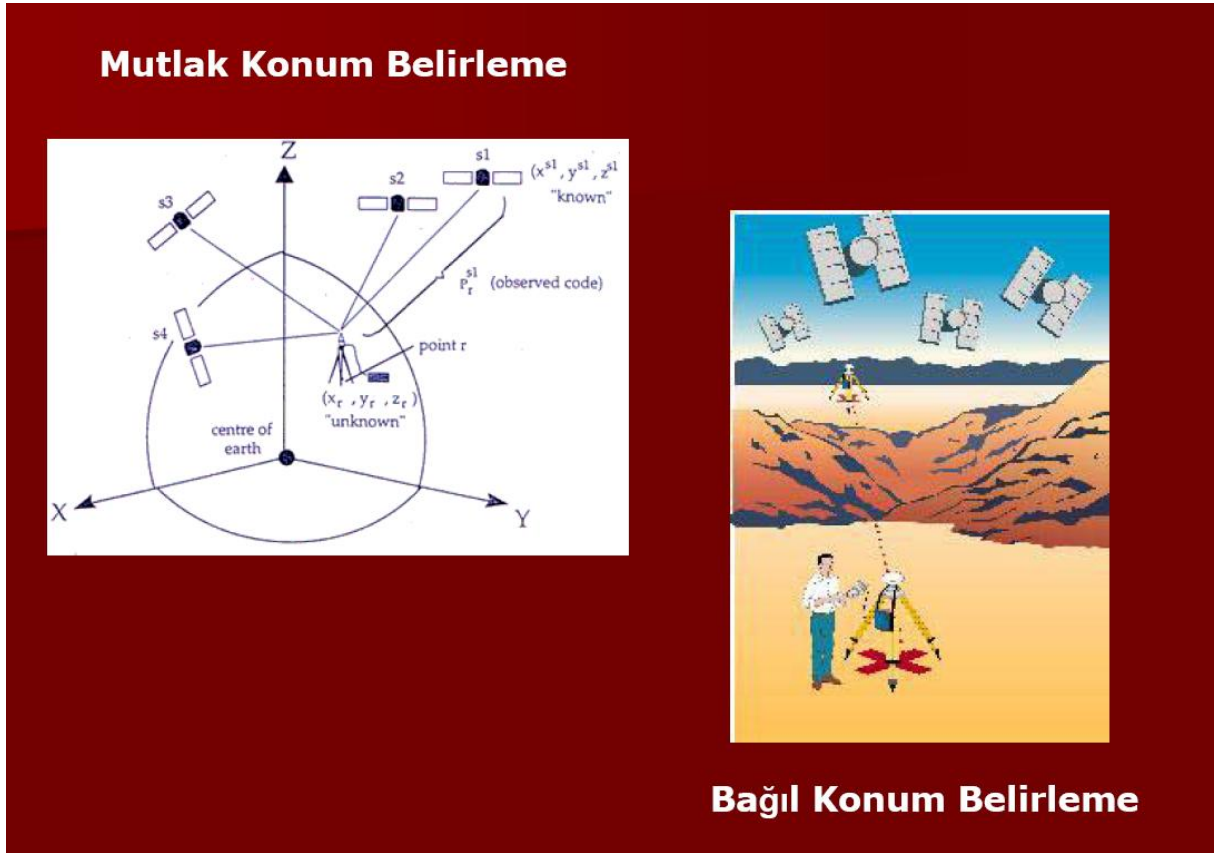


Şekil 5.3 GPS ile Konum Belirleme Yöntemleri

Bir noktanın doğrudan doğruya dünya üzerindeki konumu (Enlem,boylam,yükseklik veya X,Y,Z) belirleniyorsa buna mutlak konum belirleme (Point Positioning) denir.

Birden fazla noktanın birbirine göre konumlarının belirlenmesine ise bağıl konum belirleme (Relative Positioning) denir (Şekil 5.4).

Konumu belirlenecek nokta hareketsiz ise (nirenge, poligon, detay) statik konum belirleme; hareketli ise (uçak, gemi, tank) kinematik konum belirlemeden söz edilir. Uçak, gemi ve benzeri araçların navigasyonu amacıyla anlık (real-time) konum belirleme yapılabilir. Bu genellikle askeri amaçlı kullanımda söz konusudur. Ölçülerin, daha hassas sonuçlar elde etmek için arazideki ölçmelerinden sonra ofiste değerlendirilmesi de (post-processing) mümkündür. Bu durum daha çok mühendislik uygulamalarında geçerlidir.



Şekil 5.4 Mutlak ve Bağıl Konum Belirleme

Statik Ölçme : 20 km'den uzun bazların çözümünde kullanılır. Güvenilir ve yüksek duyarlılık istenen çalışmalarda kullanılır. Ölçü süresi uzundur ve baz uzunluğu ile orantılıdır. Kayıt aralığı 10 sn'dir. (Jeodezik kontrol ölçmeleri, deformasyon ölçmeleri)

Hızlı Statik Ölçme : 20 km'ye kadar olan bazlar için uygundur. Gözlem süresi daha kısadır. Bu yöntemde bir alıcı, konumu bilinen nokta üzerindedir, diğeri koordinatı bilinmeyen noktalar üzerinde 5-15 dk. Bekletilerek gezdirilir. Güvenirliği artırmak için 2 sabitalıcıdan iki vektör ile ya da 1 alıcıdan iki farklı zamanda 2 vektör ile noktaya ulaşılmalıdır. Kayıt aralığı 5-10 sn'dir. (Kontrol ölçmeleri, poligon ağı ölçmeleri)

Kinematik Ölçme :

Dur-Git : Gezici alıcı koordinatı bilinen bir noktada 5 dk. Gözlem yaparak tamsayı bilinmeyi çözülür (initialization). Alıcı devamlı açık ve en az 4 uydudan ölçü alınmalıdır. Kayıt aralığı 1-5 sn'dir. (Açık alanlarda detay ve mühendislik ölçmeleri)

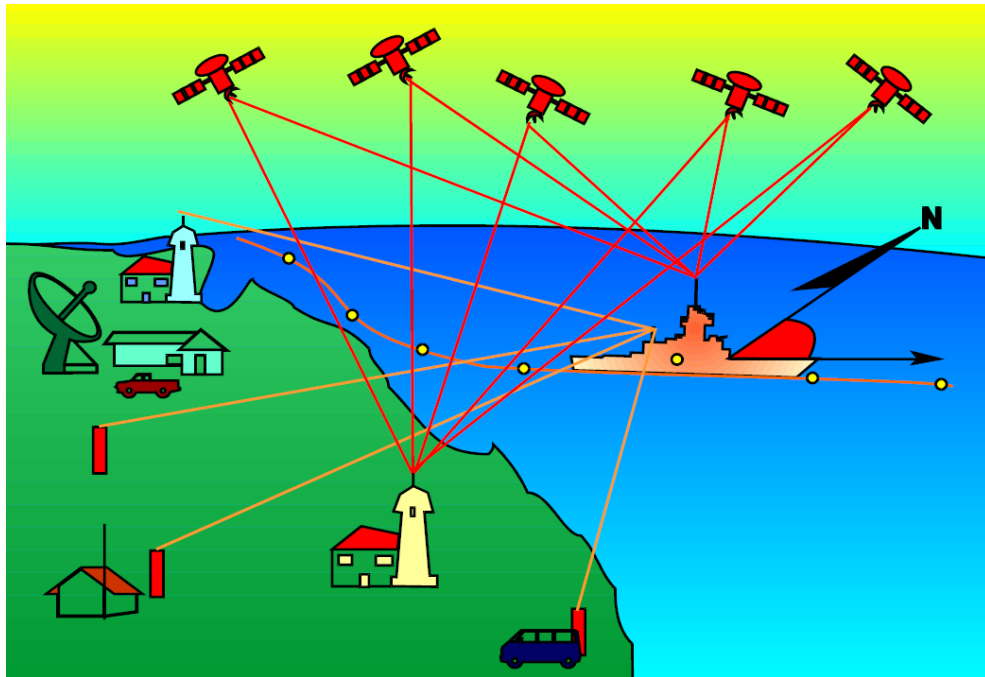
Sürekli Kinematik : Rover belirli zaman aralıklarında ölçü alır. Kayıt aralığı 0,1 sn'dir.

Kinematik on-the-fly : Statik initialization gerekmez. Hareket halindeyken en az 5 uydudan sürekli veri alır. Kayıt aralığı 0,1 sn ve daha az.

5.3 Diferansiyel GPS (DGPS)

DGPS, bilinen bir noktadaki konumlama hatalarının belirlenip, aynı bölgedeki başka alıcıların konum hesaplarının düzeltilerek doğruluğunun artırıldığı bir tekniktir (Şekil 5.5). Bu sistemde konumu belirli referans noktası üzerinde ölçme yapılmakta ve temel olarak ölçülerin olması gereken değerleri ölçülerle karşılaştırmaktadır. Uygulama alanları; navigasyon, araç takibi, filo yönetimi, GIS veri toplama, hassas tarım vb.

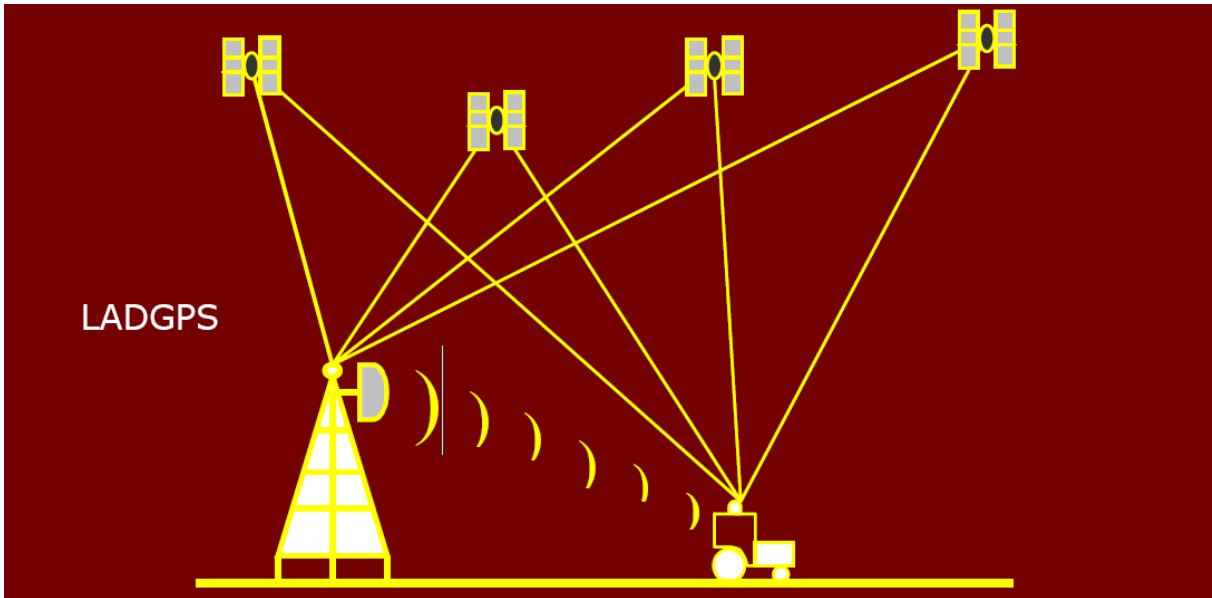
DGPS, sistem olarak alıcı ve alıcının o an ki konumuna bağlı yansıma ve sinyal gürültüsü gibi hataları elemine edememekte ancak birçok uygulama bu hataların ihmal edilebilir mertebede olacak şekilde hazırlanması nedeniyle etkin biçimde kullanılmaktadır. Bu tür hataları elemine etmek için taşıyıcı dalga faz ölçüleri ile kod ölçülerini filtreleme gibi diğer yöntemler kullanılmaktadır.



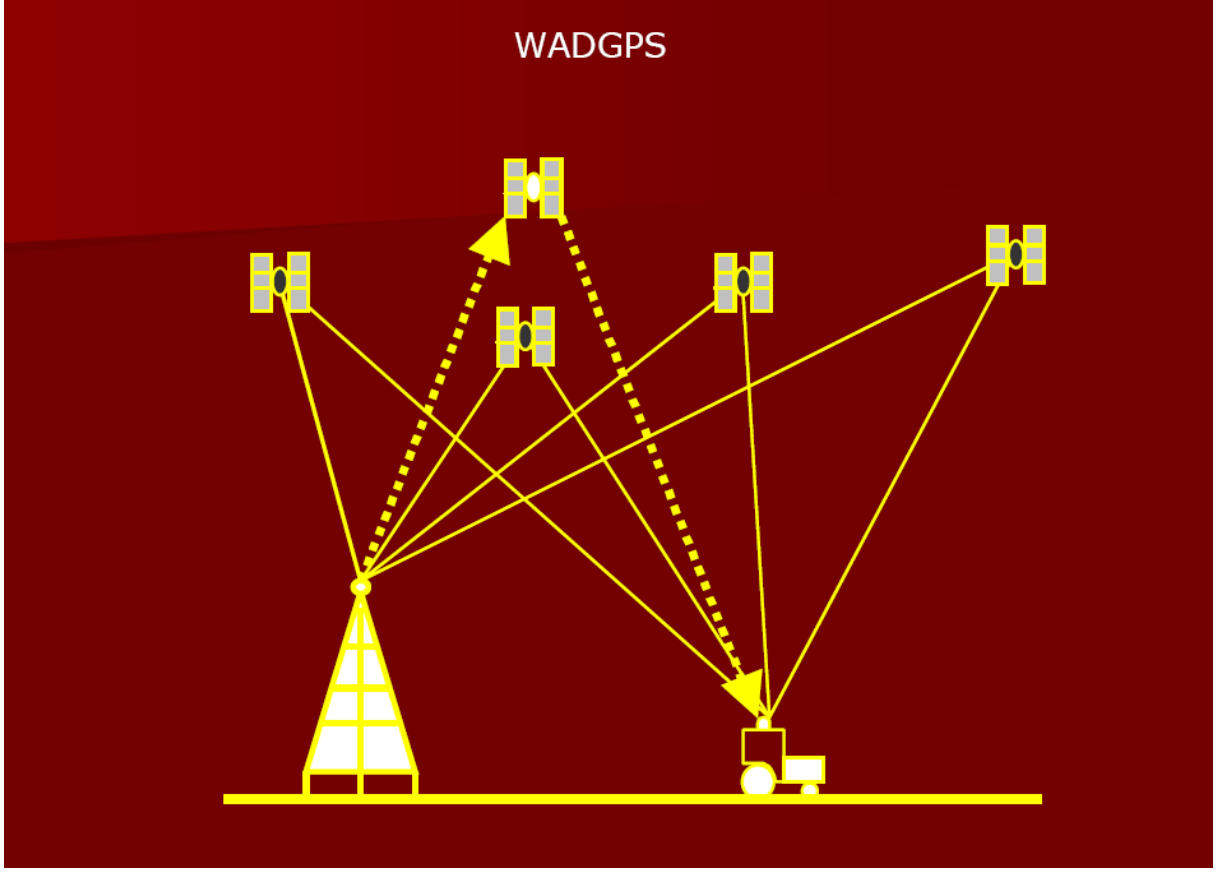
Şekil 5.5 DGPS

5.4 LADGPS & WADGPS (Local Area DGPS & Wide Area DGPS)

Diferansiyel düzeltmeler için kullanılan veri katarım (data-link) sistemleri, çevresel etkenler nedeniyle, sınırlı bir alan içerisinde kullanılmaktadır. Ayrıca DGPS'te her kullanıcının düzeltmeleri yayınlamak için kendi referans istasyonunu kurması gerekir. Bu sorunları aşmak amacıyla local (10-30 km'ye kadar) DGPS yayını yapan sistemler kurulmuştur. Bu şekilde tüm kullanıcılar veri aktarım sistemleri sayesinde ücretsiz olan bu düzeltmeleri kullanabilmektedirler. Bu lokal sistemlere LADGPS adı verilmektedir (Şekil 5.6). Lokal sistemlerin daha geniş bir alanda (örneğin; ülke çapında) uygulanmasını sağlamak amacıyla, düzeltmelerin özel uydular üzerinden yapıldığı sistemler oluşturulmuştur. Bu sistemlere de WADGPS adı verilmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.6 LADGPS



Şekil 5.7 WADGPS

5.5 RTK (Gerçek Zamanlı Kinematik GPS) Yöntemi

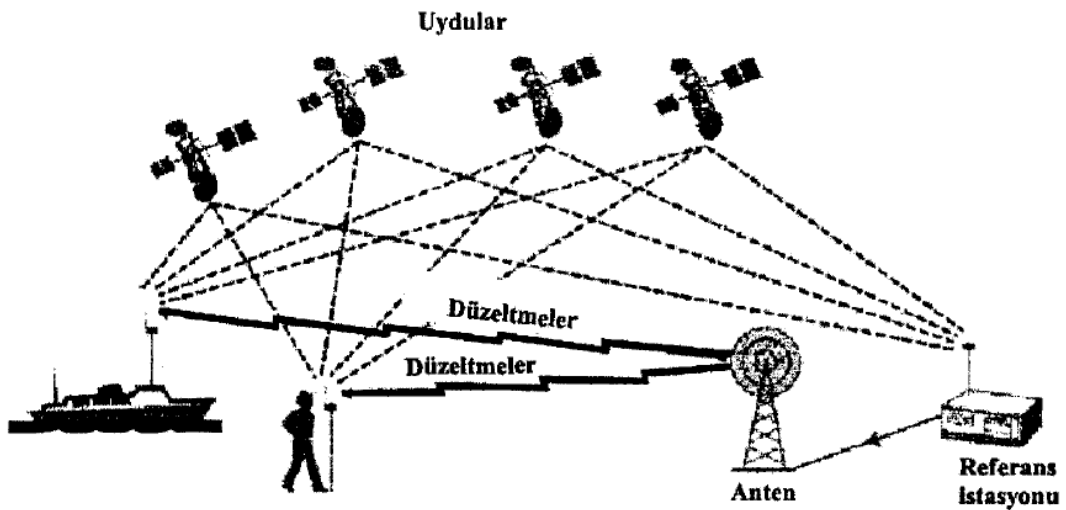
RTK GPS eş zamanlı ölçülere olanak sağlayan ve bu amaçlar için kullanılmak üzere tasarlanmış, ölçü yöntemi olarak DGPS'e benzemektedir. Bu sebeple gerçek zamanda hassas diferansiyel GPS (PDGPS) olarak da tanımlanabilir. RTK GPS yönteminde taşıyıcı faz ölçüleri kullanılarak gerçek zamanlı konum belirlenmektedir. Bu yöntemle santimetre doğruluğunda konum belirlemek mümkündür. Taşıyıcı dalga faz ölçülerinin kod ölçülerine göre daha hassas olmaları nedeniyle RTK yöntemi, Diferansiyel GPS'e göre daha hassas sonuçlar vermektedir.

RTK alıcısından alınan temel çıktılar üç boyutlu kartezyen koordinatlar (X,Y,Z) veya elipsoidal koordinatlar (λ, ϕ, h), WGS84 koordinat sistemindedir. Bazı yazılımlar ülke koordinatlarını ve yerel datum üzerindeki yükseklikleri de verebilmektedir.

Bütün RTK sistemlerinin temelinde GPS alıcılarının eş zamanlı olarak 5 ortak uyduya gözlem yapma şartı vardır.

5.6 RTK Yönteminin Temel Prensibi

Gerçek zamanlı kinematik (RTK) uygulamalarında, koordinatı daha önceden bilinen bir noktada GPS alıcılarından biri sabit olarak sürekli gözlem yaparken, diğer hareketli GPS alıcısı da konum çözümünü gerçekleştirir (Şekil 5.8). Sabit (referans) alıcı ile uydu arasındaki herhangi bir t zaman aralığında ölçülen taşıyıcı faz uzunluğu ile, uydu-alıcı arasındaki koordinatlar farklarından hesaplanan geometrik uzunluk karşılaştırılır. Taşıyıcı faz ölçülerine getirilecek düzeltme ve düzeltme oranı hesaplanarak gezici alıcılara radyo dalgalarıyla iletilir. Gezici alıcılar kodlanarak, radyo dalgaları üzerine modüle edilmiş olan düzeltmeleri alarak, kendi taşıyıcı faz ölçülerine düzeltme olarak getirirler. Böylelikle gezici alıcıların hassas konumları belirlenir.



Şekil 5.8 RTK GPS yönteminin temel prensibi

Faz belirsizlikleri, OTF (On-The-Fly) adı verilen diferansiyel bir teknikle, iki referanslı alıcılar kullanılarak statik başlangıca gerek olmadan birkaç saniyelik veri kaydı yaparak çözülmekte ve RTK ile hareketli alıcının konumu gerçek zamanlı olarak belirlenmektedir. Bu tekniğin uygulamada başarısı, uydu geometrisine, ölçü kalitesine, sabit alıcı ile hareketli alıcı arasındaki uzaklığa ve ölçü hatalarının etkisine bağlıdır.

5.7 Referans (Sabit) İstasyonlar

Referans istasyonu, DGPS'in en önemli bölümüdür. Referans olarak koordinatları önceden bilinen bir nokta seçilmesinin amacı, koordinatlardan yararlı hareketli istasyonlar için düzeltmelerin hesaplanabilmesidir (Hoffmann-Wellenhof vd., 1992).

Pratikte, birçok nedenden dolayı referans ve hareketli istasyonlardan aynı sayıda uydu görülemez.

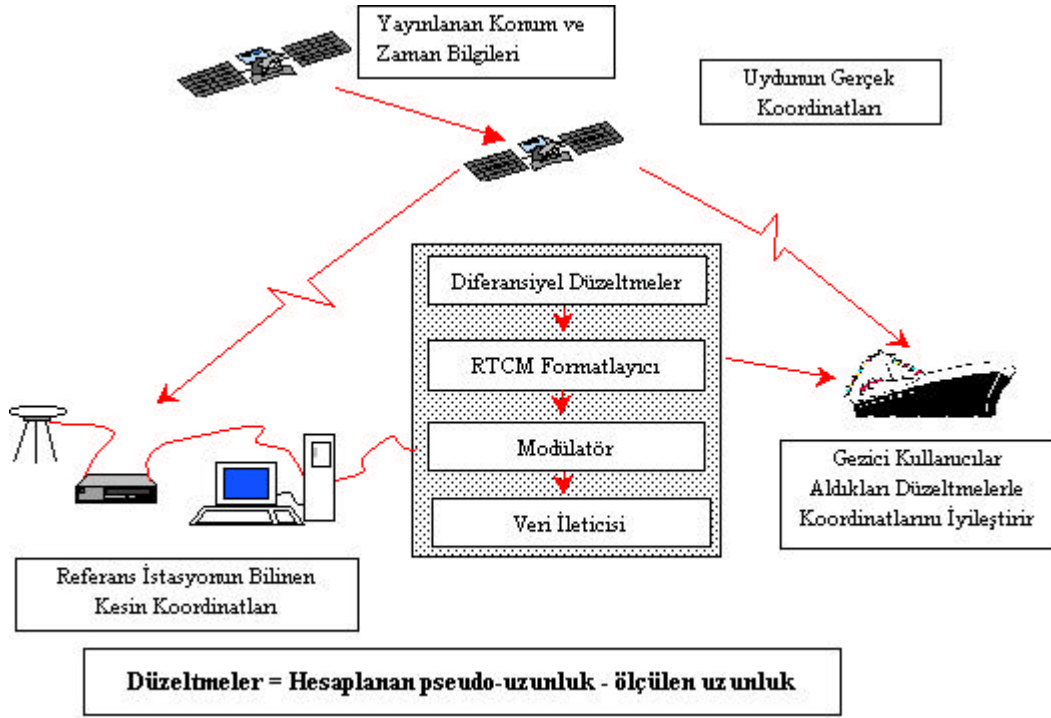
Bunun nedenleri:

- Referans ve hareketli istasyonlarda kullanılan alıcıların mevcut kanal sayılarının birbirinden farklı olabilmesi.
- Referans ve hareketli istasyonların konumlarının farklı olması dolayısıyla uydu geometrilerindeki farklılık.
- İstasyonların herhangi birinde arazi engeli bulunabilmesi
- Alıcılardan biri veya her ikisi de aracın konumunu elde etmek için farklı uyduları kullanmış olma olasılığıdır.

5.8 Kullanıcı Birimi : Hareketli İstasyonlar

Hareketli istasyonlar, DGPS'in diğer önemli bölümleridir. Hareketli istasyonda DGPS alıcısı ve anteni, ham GPS gözlemlerini almada; veri aktarım aletleri ise DGPS düzeltmelerini ve bunların değişim hızlarını alıp, bunları demodüle etmede kullanılmaktadır. Hareketli alıcılar, uygun durumdaki en az dört uyduyu izleyerek uydu-alıcı uzaklıklarını hesaplar. Daha sonra referans istasyondan gönderilen düzeltme değerleri, gezen alıcıdaki aynı uydulara ait pseudo-uzaklıklara getirilir ve sonra hareketli alıcı koordinatları yeniden hesaplanır (Kınık vd., 1995).

5.9 Veri Aktarımı



Şekil 5.9 Veri aktarımı

Real time DGPS uygulamalarının en önemli bileşeni kuşkusuz DGPS düzeltmelerinin referans istasyondan kullanıcılara gönderilmesidir (Şekil 5.9). Uygulama yerel veya geniş bir alanı kapsasın, hareketli alıcılar, anlık olarak ölçüm yapan ve düzeltme verilerini hesaplayan bir veya daha fazla sayıdaki referans istasyonuna ihtiyaç duyar. Burada, referans istasyonlar ile hareketli istasyonlar arasındaki uygun veri aktarımını sağlamak gerekmektedir. Aksi takdirde hareketli istasyonlar tarafından alınan düzeltmeler, yeterli konum doğruluğunu sağlayamaz. Özellikle navigasyon için düzeltmeler, zamana bağlı olarak çeşitli özelliklerinden dolayı hareketli araçlara en kısa sürede gönderilmelidir.

Referans istasyonda hesaplanan düzeltmeler, diğer alıcılara yakın mesafeler için, özel amaçlı telsizler ile uzak mesafeler ve dağlık bölgelerde radyo modem veya rölelerle, daha geniş çaptaki global uygulamalarda ise haberleşme uydularından yararlanılarak, anlık olarak gönderilmektedir. Bu yayınlar gezen alıcılarda mevcut, aynı özellikteki telsizler ile alınmaktadır.

Veri aktarım hızını etkileyen birçok parametre vardır. Bunlar verinin ömrü, güncelleştirme hızı, gönderilen frekans, verinin uzunluğu, kaplama alanı olarak sıralanmaktadır. Veri aktarma birimleri, referans istasyonun yanında veya belli bir mesafede bulunmaktadır.

Düzeltilmeleri göndermek için seçilecek olan veri aktarma sistemlerinden hangisinin kullanılacağı;

- Alıcı-verici sistemi,
- Noktalar arası uzaklık,
- Gerekli maksimum gönderme hızı,
- Arazi yapısı (noktalar arası görüş şartları) ve
- Ekonomi

konularına bağlıdır. Bu konuların hepsi birbiri ile ilgilidir. Bu nedenle analiz yaparken yalnız bir konunun göz önünde bulundurulması anlamlı olmaz. Referans istasyondan gönderilen mesajların gezen alıcılar tarafından alınabilmesi için referans istasyonu ile gezen alıcılarda aynı tip aktarma sisteminin bulunması gerekmektedir (Güler, G.1999).

5.10 Veri Güncelleştirme ve İletim Hızı

Real time DGPS uygulamaları, klasik GPS'in eş zamanlı uygulamalarına göre veri aktarım hızında daha büyük bir hız gerektirir. Real time DGPS uygulamalarında, düzeltilmeleri hesaplamada; faz, kod ya da yumuşatılmış-faz verilerinin kullanarak özel algoritmalar geliştirilse de, klasik GPS'e göre daha hızlı güncelleştirme hızı kullanmak gerekir. Örneğin GPS alıcısı tek frekanslı bir alet ise ve düzeltme değerleri zamanında ve eksiksiz olarak alınamazsa, navigasyon sonuçlarında büyük sapmalar olur. Böyle bir durumda düzeltilmeler gecikmiş olarak kullanılmış olur. En önemli özellik, düzeltilmelerin uygun bir veri transferi hızında, uygun bir frekansta iletilmesidir.

Veri transfer hızı, mesaj tiplerinin değişme oranı ile bu mesajların güncelleştirilme hızına bağlıdır (Güler, G.1999).

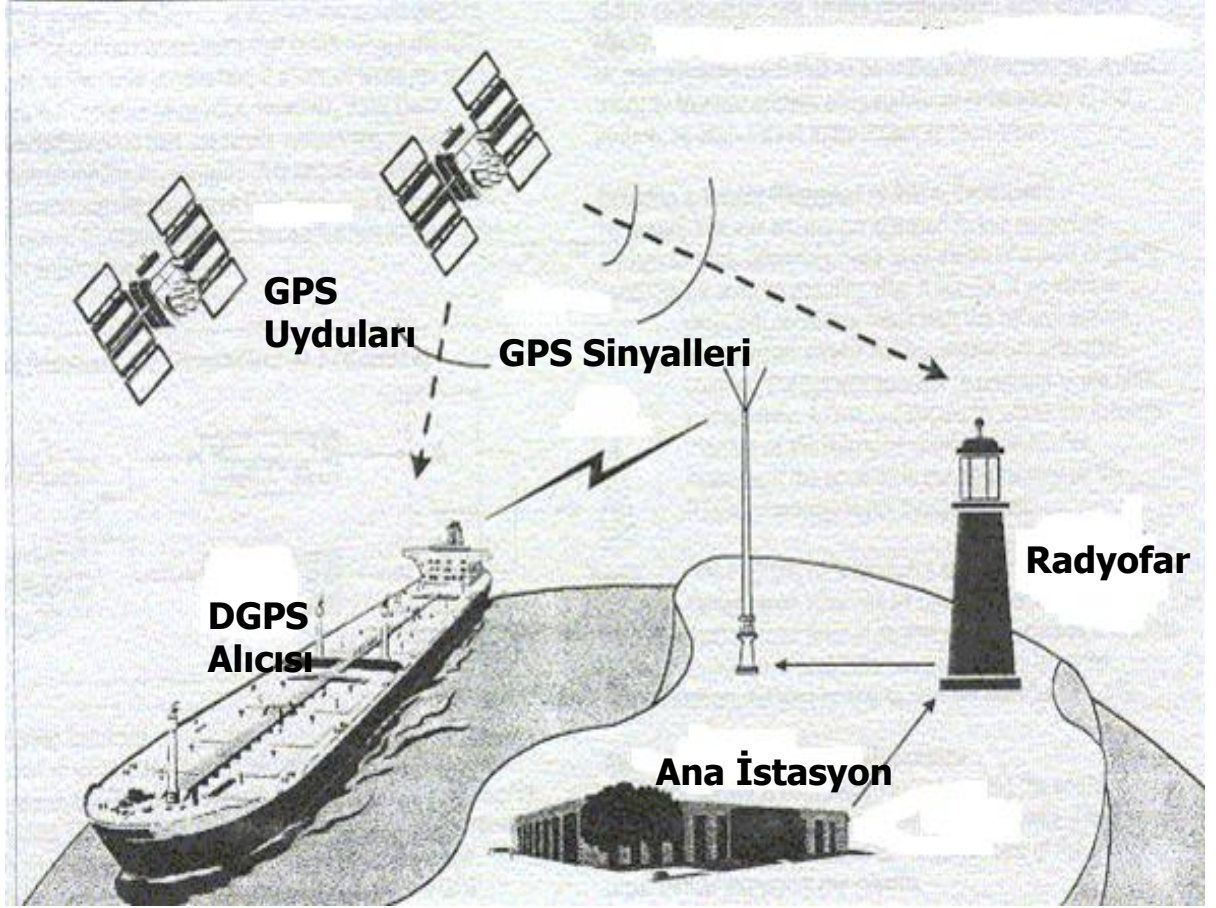
$$\text{Güncelleştirme Hızı(saniye)} = (\text{toplam mesaj uzunluğu} / \text{Gönderme hızı}) \quad (5.1)$$

Buradaki toplam mesaj uzunluğu, hatayı bulma/düzeltilme kodlarını kapsamaktadır. Diğer istenen gerekli mesajlarla birlikte bu kodlar, güvenilirliği arttırmaktadır. Bununla birlikte makul bir güncelleştirme hızını korumak için, gönderme hızı arttırılmaktadır. Gönderme hızının artmasıyla da, gönderme güvenilirliği düşer. Burada en uygun dengeyi yakalamak tecrübe gerektirir.

DGPS sisteminin tüm dünyada kullanılmasıyla başlamasıyla, yayınlanan diferansiyel düzeltilmelerin tüm GPS alıcıları tarafından şekil, tip, üretici firma ayrımı olmaksızın

alınabilmesi için gerekli standartların oluşturulması gerekmektedir. DGPS denizde geminin güvenli navigasyonu amacıyla kullanılırsa, geminin gönderilen düzeltmeleri çözüp, kendi konum koordinatlarına ya da pseudo-uzunluk ölçümlerine ilave etmesi gereklidir. Bu nedenle genel tüm dünyada kullanılan standart bir formatın kullanılması gereklidir.

5.11 RTCM SC-104 Mesaj Formatı



Şekil 5.10 RTCM SC-104 Formatı

Telsizlerden yayınlanacak düzeltmelerden aynı anda farklı kullanıcıların da yararlanabilmesi için, diğer önemli bir husus ise kullanıcı ve verici arasındaki dil birliğidir. DGPS düzeltmelerinin iletimi için birçok data formatı oluşturulmuştur. Bunlar içinde en yaygın kullanılanı denizcilik servisi için Radyo Teknik Komisyonu 104 No'lu Özel Komitesi tarafından oluşturulan RTCM-104 formatıdır (Şekil 5.10). Referans istasyondan gönderilen düzeltmeler kullanıcının belirlediği bir formatta olabilmektedir. Fakat bugün en yaygın olarak ortak kullanım olanağı sağlayan, uluslararası standart format RTCM SC-104 formatıdır. Her bir pseudo uzunluk için belirlenen düzeltmeler standart binary format olarak bilinen RTCM

SC-104'e dönüştürölür. Standart formattaki düzeltilmeler, taşıyıcı faz üzerine veri aktarım cihazıyla modüle edilir ve sonra data link cihazı ile gönderilir.

Bazı özel DGPS kullanıcıları, RTCM formatının versiyonlarını veya tamamen farklı formatları kullanılır. Mesajlarda pseudo uzunluk düzeltilmeleri ve referans istasyonundan görülen her bir uydu için gönderme hızı düzeltilmeleri, uydu sağlık bilgileri, tahmin doğruluk ve referans istasyonu tarafından veri kullanılabilirlik süresi mevcuttur.

RTCM standart formatı, referans istasyonundan görülen her bir uydu için aşağıdaki bilgileri verir (Çizelge 5.1):

- Uydunun kimliği
- Pseudo uzunluk düzeltilmeleri
- Menzil hız düzeltilmeleri
- Verinin görevi ile ilgili bilgiler

Çizelge 5.1. RTCM SC-104 mesaj formatı (Aykut, N.O., 1999)

Mesaj Numarası	Halihazır Durumu	İçerik
1	Sabit	Diferansiyel GPS Düzeltmesi
2	Sabit	Delta Diferansiyel GPS Düzeltmesi
3	Sabit	Referans istasyonu parametreleri
4	Değişebilir	Gözlemler
5	Değişebilir	Uyduların Durumu
6	Sabit	Boş
7	Değişebilir	Deniz Radyo Fener Almanakları
8	Değişebilir	Pseudolite Almanak
9	Sabit	Yüksek frekanslı Diferansiyel Düzeltmeler
10	Rezerve	P-Kod Diferansiyel Düzeltmeleri
11	Rezerve	C/A-kod L1, L2 delta düzeltmeleri
13	Değişebilir	Yer Gönderici Parametreleri
Mesaj Numarası	Halihazır Durumu	İçerik
14	Değişebilir	Ölçme Yardımcı Mesajı
15	Değişebilir	İyonosfer (Troposfer) Mesajı
16	Sabit	Özel Mesaj
17	Değişebilir	Efemeris Almanak
18	Değişebilir	Korelasyonsuz Taşıyıcı Faz Ölç.
20-21	Değişebilir	RTK Taşıyıcı Faz Düzeltmeleri
22-59	Boş	Tanımsız
60-63	Değişebilir	Diferansiyel Loran-C Mesajı

Tüm mesajlar GPS alıcısı ve uydu arasındaki uzunluğun düzeltme değeri Pseudo-Uzunluk Düzeltmeleri (PRC) ve uydu ile GPS alıcısı arasındaki uzunluğun değişme hızını (RRC) içerir. Referans noktadaki alıcı ve hareketli alıcı, uydu mesajları ile gönderilen güncel yörünge bilgilerini çözmeye çalışır. Aynı yörünge bilgisini kullanmanın güvenilirliğini

artırmak için, eski ve yeni yörünge bilgilerinden hesaplanan pseudo-uzunluk düzeltme bilgisi de 2 no'lu mesajda yer alır. 9 no'lu mesaj ise, uydu saatlerinin oldukça stabil olduğu zamanlarda kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

7 no'lu mesaj, DGPS düzeltmelerinin yayınlanması için radyo dalgalarının kullanılması durumunda uygulanır. Radyo dalgaları, alçak frekanstan orta frekansa kadar olan dalgaları içermekte ve ucuzluklarından dolayı tüm dünyada, daha çok hava araçları, hareketli yer araçlarının navigasyonunda tercih edilmektedir.

8 ile 12 numaralı mesaj tipleri pseudo-uyduların çalışması ile ilgili mesaj tipleridir.

RTCM SC-104 2.1 sürümü, OTF tekniği ile konum belirlemeyi gerçekleştirmek için, pseudo-uzunluk ve taşıyıcı faz ölçülerinin yayınlanmasında kullanılan 18-21 arasındaki ilgili mesajları içerir. 18 ve 19 mesajları, taşıyıcı faz ve pseudo-uzunluk ölçüleri ile ilgilidir. 20 ve 21 no'lu mesajlar ise bu ölçülere ait düzeltmeleri içerir.

Şu anda mesaj 4, mesaj 18 ve 19 ile de gönderilmektedir. Mesaj 10 ve 11, P kod diferansiyel düzeltmeleri ve C/A kod L2 düzeltmeleri için ayrılmıştır. Yeni mesaj tipleri 19 ve 21 de bu maksatla kullanılabilir. Mesaj 15'in iyonosferik düzeltme parametreleri henüz tanımlanmamıştır (Güler, G.,1999).

Mesajlar, alıcının düzeltmeleri ölçülen pseudo-uzunluklara ait uygun uydular için ilave ettiğini kabul eder.

$$PRC(t) = PRC(t_0) + (t-t_0) * RRC(t_0) \quad (5.2)$$

Burada t düzeltmelerin uygulandığı zaman olup, t_0 ise mesaj içerisindeki veriler için referans zamanıdır (modified z-count).

Referans alıcı bu düzeltmeleri kullanıcıya gönderdiği zaman, kullanıcı tarafından ölçülen Pseudo-Uzunluk Ölçüsü PRM(t),

$$PR(t) = PRM(t) + PRC(t) \quad (5.3)$$

olarak düzeltilir. Böylece Mesafe Oranı Düzeltmeleri RRC yayını ile, gezen alıcılar, sabit alıcıdan bir sonraki düzeltme miktarını alıncaya kadar aradan geçen süre içerisindeki konumları da bu orandan yararlanarak hesaplayabilmektedir.

Burada PR(t), diferansiyel düzeltme ile düzeltilmiş pseudo-uzunluk ölçüsüdür. Kullanıcı alıcısındaki navigasyon algoritması ile işleme sokulması gerekir. 1 ve 2 no'lu mesajlar görünürdeki tüm uydular için düzeltmeleri gönderirken, 9 no'lu mesaj da aynı düzeltmeleri hesaplamalarına karşın, yalnız referans istasyondan görülebilen uydular için düzeltmeleri

yayınlar. Bu nedenle 9 no'lu mesaj daha kısa ve daha hızlı olduğu için daha az gecikmeye neden olur, böylece kaliteyi artırır. Referans ve kullanıcı istasyonlarda farklı efemerislerin kullanılması, uydular yeni efemeris bilgileri ile donansalar da konum hatasına neden olmaktadır.

Taşıyıcı faz ölçüleri RTCM çatısı altında iki dosya içerisinde kullanılmaktadır:

1. Ham (Düzeltilmemiş) ölçülerin kullanılması.
2. Düzeltilmiş ölçülerin kullanılması.

Ham ölçüleri kullanmak yüksek iletim hızına ve minimum veri gecikmesini gerektirdiği için hareketli istasyonda daha az hesaplamaya neden olur. Hareketli araçlardan toplanan taşıyıcı faz ölçümleri, 20 no'lu mesaj tarafından gönderilen taşıyıcı faz düzeltmeleriyle düzeltilebilir. Bu hesaplama teorik olarak şöyle hesaplanabilir:

$$\text{Taşıyıcı faz düzeltmeleri} = \text{Tahmini uzunluk (cycle biriminde)} - \text{Ölçülen taşıyıcı faz (ölçülerin yapıldığı GPS zamanı için)} \quad (5.4)$$

Buradaki en önemli hesaplamalardan biri, gerçek uzunluğu elde etmek için referans istasyondaki tüm devir sayısını belirlemektir. Veri aktarımının sağlanabilmesi için diğer hesaplamalar, düzeltmelerden alıcı saat hatalarını arındırma işlemidir (Barboux, 1993). Daha sonra kullanıcı bu faz düzeltmelerini, diferansiyel olarak düzeltilmiş konumlarını elde etmek için ölçülen fazlara ekleyerek, faz düzeltmelerini ölçülen faz değeri üzerine modüle eder, böylece diferansiyel olarak düzeltilmiş konumları elde edilerek data link cihazı ile gönderir.

Real time DGPS uygulamalarında, güvenilir bir veri transferi sağlamak amacıyla her veri grubunun başında 4 karakterli, sonunda ise iki karakterli olmak üzere veri grubu ile ilgili, tanımlayıcı bilgiler bulunur. Kontrol bölümü de eklenerek veri gruplarının hatasız transfer edilip edilmediği belirlenir. Gezen alıcılarda olası veri kayıplarını önlemek için, kendi topladığı ölçüler ile sabit istasyondan gelen düzeltmeleri depolayabilmek amacıyla iki adet bellek bulundurur. Transferden sonra sabit istasyondan gezen alıcıya gelen, düzeltme veri grubunun kelime uzunluğu ve veri sonu bilgileri ile düzeltme mesajındaki kelime uzunluğu ve veri sonu kontrol bilgileri karşılaştırılarak, veri grubunun eksiksiz gelip gelmediği kontrol edilir. Her mesaj, bütün mesajlarda yayınlanan ortak bilgileri (önsöz, mesaj tipi, mesaj içerisindeki veriler için referans zamanı (modified Z-count), dizi numarası, mesaj uzunluğu, istasyon sağlık bilgileri, kontrol bilgileri) içeren iki sözcüklü başlık kısmından oluşmaktadır.

5.12 Veri İletimi Çeşitleri ve Frekansları

Genelde tüm uydu yayınları,

- 1.Alçak ve orta frekanslı yer bazlı sistemlerle (LF ve MF)
- 2.Çok yüksek ve ultra yüksek dalga boylu ağlar ile (VHF ve UHF)
- 3.Hareketli (gezici) uydu hatları

ile yapılır.

5.13 Yer Bazlı Sistemler

Radyo dalgaları, (VHF, 30-300 MHz) çok yüksek frekans ve (UHF, 30-3000 MHz) ultra yüksek frekans uzunluklarında çalışarak, verileri kısa mesafeler üzerinden güvenli bir şekilde iletebilir.

Alçak frekans ve orta frekans yayılımları çok başarılı bir şekilde DGPS verilerinin yayınlanmasında kullanılır. Bu frekanslarda yer dalgaları, güvenilir ve tahmin edilebilir kaplama alanı sağlar. Burada DGPS düzeltmeleri geçerli durumdadır. Yer dalgaları DGPS uygulamalarıyla iyi uyum gösterir.

Yüksek frekans, DGPS düzeltmelerini birçok nedenden dolayı sıradan bir şekilde yayınlamaz. Öncelikle, yüksek frekans yer dalgası, hızlı bir şekilde herhangi bir kara parçası üzerinden yayılmasıyla zayıflatır. İkinci olarak gökyüzü dalga sistemleri, bölge atlamalarından etkilendikleri için gönderici, kaplama alanını dışına yerleştirilir. Üçüncü olarak ise, çoklu gökyüzü dalgaları karşılıklara, böylece sinyal kaybolmalarına neden olur.

Yüksek frekans bandının en önemli avantajı, sistemin kurulmasının maliyet açısından düşük ve frekansların yakalanması konusundaki yüksek olasılıktır. Radyolar, (VHF, 30-300 MHz) çok yüksek frekans ve (UHF, 30-3000 MHz) ultra yüksek frekans uzunluklarında çalışarak, verileri kısa mesafeler üzerinden güvenli bir şekilde iletebilir (Ackroyd ve Lorimer, 1994).

Tüm bu frekanslar, yer ve gökyüzü dalga yayılımına göre gruplara ayrılmıştır. Yer dalgaları yeryüzü yüzeyini takip eder, gökyüzü dalgaları iyonosferden yansır. Böylece bazı enterferanslarla ve atmosferik gürültülerle karşılaşır.

VHF veya UHF sinyalleri özellikle şehirlerde ve dağlık arazilerde vadi, tepe, bina hatta ağaçlar tarafından kesilmekte, gölgelenmektedir. Ayrıca eğer hareketli alıcı oldukça uzun mesafelerde ise çok yollu haberleşme kalitesini düşürmektedir. Bu sorun anten, frekans veya zaman ayırımı kullanılarak önlenabilir.

VHF ve UHF göndericileri, diferansiyel yayınları alacak olan alıcılar için önemli bir araçtır. Bu teknoloji ucuz ve kurulması kolaydır. Yerel alanlarda görüş sahası dahilinde çok yüksek veri hızı sağlar. Çoğu liman uygulamaları için genellikle idealdir.

Bu tür VHF veya UHF vericileri kıyı ötesi çalışmaları için alınabilir ve kolaylıkla diferansiyel bir sisteme bağlanabilir ve gönderilen verinin açık bir şekilde alınmasını sağlar. Haberleşme kesintiye uğramadan etkin bir şekilde sağlanmaktadır (Ackroyd ve Lorimer, 1994).

Şu anda mevcut olan radyo vericileri, DGPS düzeltmelerinin deniz kullanıcılarına yayınlanmasında kullanılır. Bir DGPS radyo vericisi yayın ağının, birçok nedenden dolayı kullanılması caziptir. Bunlar;

1. Deniz Radyo vericileri, yıllardır tüm dünyada denizciler tarafından yön bulmada kullanılmaktadır. Kritik seyir durumlarına karşı, uygun şekilde yerleştirilmiştir. DGPS düzeltme bilgileri, yön bilgisi üzerine uygun şekilde modüle edilerek deniz radyo vericileri tarafından yayınlanır. Bu DGPS modülasyonu, sinyalin orijinal yön bulma fonksiyonu olmadan yayına eklenebilme özelliği taşımaktadır.
2. DGPS/radyo verici sistemleri pahalı olmayan sistemlerdir. DGPS verilerinin mevcut radyo vericilerinden yayınlanması, ilave bir GPS referans istasyonu, bir dijital modülatör ve bir doğruluk modülatörü ile gerçekleştirilmektedir.
3. DGPS/radyo vericisi ve alıcılarının üretimi pahalı olmayıp maliyeti gün geçtikçe düşmektedir.
4. DGPS/radyo vericisi sinyallerini, yer dalgaları modunda yayar.

Bu nedenlerden dolayı DGPS/radyo vericileri tüm dünyada kullanılabilir. Uluslar arası Fener Otoriteleri Birliği (International Association of Lighthouse Authorities (IALA)), dünyadaki tüm deniz radyo verici (beacon)'lerinden sorumlu olup, kullanılan sinyaller için standartlar oluşturduğu 1996 yılı itibariyle 50 adet radyo vericisi Amerika Birleşik Devletleri'nin kıyısında bir çok yere kurulmuştur (Parkinson ve Enge, 1996)

Birçok ticari DGPS yayın sistemi, 2 MHz civarındaki frekansları kullanarak, yer dalgalarını yayınlar. 1.8-2.0 MHz band aralığı, ticari radyolar amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistemler frekans çeşitliliği, ileri hata düzeltmeleri ve atmosferik gürültüyle başa çıkabilmek için orta frekans bölgesine göre avantaj sağlar. Bu önlemlerle birlikte yer dalga boyları 700km'ye kadar deniz suyu üzerinden yayınlanabilir, böylece gerekli ölçmeler başarıyla yapılmış olur.

Veri iletimi için gerekli olan geniş bir band aralığının seçilmesi özellikle sivil kullanıcılar için oldukça zordur. Dünya'nın birçok yerinde radyo bantları yoğun bir sıkışıklık içinde olup yeni

bir frekansın tahsisi özellikle veri iletimi için oldukça nadir ve imkansızdır. Veri iletimi için bir radyo frekansını seçmek diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de birçok önemli prosedürü gerektirmektedir. Genel bir ifadeyle dalga boyu ne kadar uzun ise, dalganın dolanım süresi o kadar uzun olmaktadır. Kısa dalga boylu, yüksek frekanslı veri iletim hatlarının, uzun dalga boylu ağlara göre kurulması daha ucuz ve kolaydır (Ackroyd ve Lorimer, 1994).

6. DİFERANSİYEL DÜZELTMELERİN HAREKETLİ ALICIYA UYGULANMASI YÖNTEMİ

6.1 Koordinatlar Kullanılarak GPS Düzeltmeleri

Elde edilen düzeltmeleri pseudo-uzunluk düzeltmeleri ya da koordinat düzeltmeleri olarak iletilir. Koordinatlardan elde edilecek diferansiyel düzeltmeler, sabit referans istasyonunun bilinen konumu ile, hesaplanmış elipsoidale koordinatları arasındaki fark olarak hesaplanır. Aradaki fark gezen alıcıların kendilerinin elde ettiği konum bilgilerine ait ham ölçülere, düzeltme olarak getirilir.

Koordinat düzeltmelerinin uygulanabilmesi için referans istasyonda ve hareketli istasyonda da aynı uydulara gözlem yapılması zorunluluğu vardır. Konum ya da koordinatlardan düzeltme elde etme yöntemi, diğer yöntemlere göre daha basit olmakla birlikte, özellikle hareketli alanlardaki real-time uygulamalarında birtakım problemlere neden olmaktadır. Bu yöntemde düzeltmelerin elde edilmesinde referans noktadaki alıcının, gezen alıcıdan hangi uydulara gözlem yapıldığını bilmesi ve referans alıcının gözlem yaptığı tüm uydulara ait, bütün olası dörtlü uydu kombinasyonlarını düşünerek, düzeltmeleri hesaplayıp yayınlaması gerekmektedir. Bu da olası yüzlerce kombinasyona ait düzeltmelerin hesabı ve yayınlanması demektir. Genelde bu durum, referans ve gezici istasyondaki alıcıların aynı özellikte olmaması, referans istasyonda çok kanallı, çift frekanslı alıcılar kullanılırken daha az kanal kapasiteli ve tek frekanslı alıcıların hareketli istasyonlarda kullanılması ve referans alıcı ile hareketli alıcı arasındaki uzaklıkların çok fazla olduğu hallerde farklı uydulara gözlem yapma olasılığı olduğundan, uygulamada bu yöntem tercih edilmemektedir. (Kınık vd., 1995)

Kısa mesafeli DGPS (LADGPS) uygulamalarında koordinatlardan elde edilen düzeltmelerin hesaplanması yöntemi tercih edilmektedir.

6.2 Pseudo-Uzunluk Ölçüleri Kullanılarak DGPS Düzeltmeleri

Pseudo-uzunluk ölçülerine dayanan düzeltmelerin uygulanabilmesinde ise böyle bir kısıtlama olmadığı için daha kolay uygulanabilir.

Pseudo-uzunluk düzeltme yöntemi, özel bir referans istasyonu, donanım ve yazılım gerektirmektedir. Bu yöntem kullanıcı ile referans alıcı arasındaki korelasyon hataları, tek tek her uydu için ayrı hesaplandığından kullanıcılara esneklik sunar.

Referans noktadaki alıcı, referans ve hareketli alıcılarda konumlama için kullanılan uydu sinyallerinden yararlanarak gözlem yaptığı tüm uydulara ait uydu-alıcı uzaklıklarını (pseudo-uzaklık) hesaplar. Bu değerleri, alıcı koordinatları (gerçekte olması gereken) ve uydunun konumu arasındaki düz doğrudan elde edilmiş uzunluktan çıkarır. Böylece referans noktada pseudo-uzunluk düzeltmeleri oluşturulur.

Ölçüler için hesaplanacak düzeltmeler, kod ölçüleri, taşıyıcı faz ölçüleri veya her ikisi için beraber söz konusu olabilir (Leick. 1995). Boğazlar gibi dar geçişlerde ve su yollarında faz veri ve düzeltmeleri kullanılırken, açık denizlerde navigasyonda kod veri ve düzeltmelerinin kullanılması yeterlidir.

Gemilerde her bir GPS alıcısı görünür uyduları gözleyerek araçtan uydulara pseudo uzunlukları elde eder ve bunları ana istasyona gönderir. Aynı zamanda diferansiyel düzeltmeler ölçülen ve hesaplanan uzunluklardan ana istasyonda belirlenir. Gemilerin esas konumları, her bir gemiye ait pseudo uzunluk ve diferansiyel düzeltmeler kullanılarak elde edilir. Tüm araçların konumu böylece bir izleme programı ile ana istasyonda görüntülenebilir.

Avantajı, ana istasyonda tüm araçları içine alacak bir veri tabanı kurulabilir olması ve bu sistemde kontrolün ana istasyona ait olmasıdır. Dezavantajı ise, gemilerin esas konumlarının, gemilerde görüntülenemez olmasıdır.

Diğer bir düzeltme uygulama yöntemi de, referans istasyonda hesaplanan ölçü veya koordinat düzeltmelerinin hareketli alıcılara aktarılarak, burada diferansiyel düzeltmelerin getirilmesidir. Ana istasyonda, referans istasyondan gelen diferansiyel düzeltmeler ile düzeltilen ölçüler depolanır. Ya da hareketli araçlardaki alıcılar, görülebilir uyduları gözleyerek, gemilerden uydulara olan pseudo uzunlukları elde eder.

Aynı anda, diferansiyel düzeltmeler ölçülen ve hesaplanan uzunluklardan çıkarılarak ana istasyonda elde edilir. Diferansiyel düzeltmeler araçlara radyo vericileriyle gönderilir. Her aracın gerçek konumu diferansiyel düzeltmeler kullanılarak hesaplanır.

Avantajı, konumun kısa bir sürede gemi içinde hesaplanmasıdır. Dezavantajı ise, gemilerin kontrolünün ana istasyona ait olmaması ve gemilerin ana istasyondan izlenemez olmasıdır.

En genel anlatımı ile pseudo uzunluk ölçü düzeltmesi, uydu-alıcı arasındaki gerçek geometrik uzunluktan, ölçülen pseudo uzunluğun çıkarılması elde edilir. Pseudo uzunluk ölçü düzeltmesi ile birlikte, düzeltmenin yapıldığı andaki gerçek düzeltmenin hesaplanmasında, düzeltmenin zamana göre değişimi de hesaplanır. (Çelik ve Şeker, 1995)

Bu geçen süreye alıcı sinyal gecikmesi (latency) adı verilmektedir.

t uydu koordinatlarını (X_t^U, Y_t^U, Z_t^U) , referans istasyon koordinatlarını (X_n^A, Y_n^A, Z_n^A) olarak alırsak uydu ve referans istasyon arasındaki geometrik uzaklık,

$$R_{An}^{Ut} = \sqrt{(X_t^U - X_n^A)^2 + (Y_t^U - Y_n^A)^2 + (Z_t^U - Z_n^A)^2} \quad (6.1)$$

Referans alıcıdan da bu uyduya olan pseudo uzunluk ölçüsü yapılacaktır,

$$\rho_{An}^{Ut} = R_{An}^{St} + \varepsilon_{n,kontrol} + \varepsilon_{n,kullanici} + \varepsilon_{n,uzay} + c\delta_n \quad (6.2)$$

Burada $\varepsilon_{n,uzay}$, $\varepsilon_{n,kontrol}$, $\varepsilon_{n,kullanici}$ sırasıyla uzay, kontrol ve kullanıcı bölümünde oluşan pseudo uzunluk hatalarıdır.

Referans alıcıdaki, aynı uyduya yapılan (7.1), (7.2) eşitliklerinde gösterilen geometrik uzunluk ve pseudo uzunluk ölçüsü farkı alınarak,

$$\Delta\rho_{An}^{Ut} = \rho_{An}^{Ut} - R_{An}^{Ut} = \varepsilon_{n,uzay} + \varepsilon_{n,kontrol} + \varepsilon_{n,kullanici} + c\delta_n \quad (6.3)$$

elde edilir.

Bu hesaplanan düzeltme, gezen alıcıya aktarılarak oradaki ölçülere ilave edilirse;

$$\rho_{An}^{Ut} - \Delta\rho_{An}^{Ut} = R_{An}^{Ut} + \varepsilon_{n,uzay} + \varepsilon_{n,kullanici} + \varepsilon_{n,kontrol} + c\delta_n - (\varepsilon_{n,uzay} + \varepsilon_{n,kullanici} + \varepsilon_{n,kontrol} + c\delta_n) \quad (6.4)$$

Referans istasyon ile hareketli alıcının olduğu istasyondaki multipath ve alıcı gürültüsü dışındaki hataların aynı olduğu varsayımı ile yukarıdaki (2.4) eşitliği sadeleştirilerek,

$$\rho_{k,düzeltilmiş}^{Ut} = R_{An}^{Ut} + \varepsilon_n' + c\delta_{birleşik} \quad (6.5)$$

elde edilir.

(7.5) eşitliği ε_n' , kullanıcı bölümdeki düzeltme hatalarını $c\delta_{birleşik}$ ise toplam saat hatası kayıklıklarını ifade etmektedir. Eşitlik kartezyen koordinatlar için yeniden düzenlenirse;

$$\rho_{k,düzeltilmiş}^{Ut} = \sqrt{(X_t^U - X_n^A)^2 + (Y_t^U - Y_n^A)^2 + (Z_t^U - Z_n^A)^2} + \varepsilon_n' + c\delta_{birleşik} \quad (6.6)$$

elde edilir.

Dört veya daha fazla uyduya gözlem yapılarak, (7.6) türü eşitlikler çoğaltılarak düzeltme getirilmiş kesin pseudo uzunluk ρ hesaplanabilecektir.

6.3 Kod ve Faz Ölçüleri Birlikte Kullanılarak (smoothed-code) DGPS Düzeltmeleri

Kod ve faz ölçülerinin birlikte kullanılması tekniğinde, hareketli alıcısındaki taşıyıcı faz ölçüleri Kalman Filtreleme Tekniği kullanılarak kod ölçüleri ile birleştirilir. Kod ve faz ölçülerinin birlikte kullanılmasıyla kinematik uygulamalarda, doğruluğu etkileyen hata kaynakları elemine edilerek yüksek duyarlıklı verilerin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Kalman filtreleme metodu, anlık veya oturum sonrası DGPS uygulamalarına bağlı olarak farklı algoritmalar halinde kullanılmaktadır. (Goad, 1990; Hwang vd., 1990).

Kinematik uygulamalarda ana amaç, noktaların koordinatlarını, zaman bağlı olarak hız ve ivmelerini belirlemektir. Kalman filtreleme yönteminin kinematik uygulamalarda en iyi yöntem olduğu bilinmektedir. Kalman filtreleme tekniği, anlık (real time) uygulamalar için çok uygun bir tekniktir. Deniz ve hava navigasyonu gibi yoğun hareketin yaşandığı uygulamalar, gerçek zamanlı dinamik bir ortamda geçtiğinden, ölçme verilerinin değerlendirilmesinde dinamik çözüm yöntemleri kullanılmalıdır. En küçük kareler yöntemi bu değerlendirme yöntemlerinden en yaygın olanıdır. Gerçek zamanda epok epok değerlendirme yapılır, ancak ölçme ortamına ait dinamik bilgiler değerlendirmeye katılmaz.

Kalman filtreleme tekniği, gerçek zaman ve ölçme zamanlarına bağlı olarak üç şekilde kullanılabilir:

$t_j < t_k$ (Prediksiyon)

$t_j > t_k$ (Filtreleme)

$t_j = t_k$ (Duyarlığı artırmak için birleştirme)

Burada t_j ve t_k sırasıyla gerçek zaman ve gözlem zamanlarıdır. (Çelik ve Şeker, 1995).

Bu teknik statik uygulamalarda da kullanılmaktadır. Tekniğin en önemli özelliği, düzgün veya düzgün olmayan her türlü hareketi belirlemesidir. Amaç, önceki peryot t_{k-1} 'de bilinen hareket parametreleri (yükseklik+hız+ivme)'nden ekstrapolasyon yoluyla, sonraki peryot t_k 'daki hareket parametrelerinin hesaplanmasıdır. Yani önceki peryodun hareket parametreleri biliniyorsa, diğer peryoda ait parametreler de bu yöntemle kolayca hesaplanmaktadır (Ünver, 1996).

6.4 Taşıyıcı Faz Ölçüleri ile DGPS Düzeltmeleri

Faz farkı ölçülerinde epoktan epoğa olan değişim hassas bir şekilde olmasına rağmen, alıcıdan uyduya olan yolun kaç tam dalga boyunda olduğu başlangıçta belirsizdir. Bunun için geliştirilen yöntemlerden birisi; aynı epoğa ait kod ölçüleri kullanılarak ikili farklar oluşturulur ve faz ölçüleri ile oluşturulacak ikili farklar bunların ortalamasına ilave edilerek,

duyarlılandırılmış kod ölçüsü ikili farkları elde edilir. Bulunan bu üçüncül farklar, taşıyıcı faz başlangıç belirsizliğini içermez. C/A kod ve faz ölçülerinin Kalman filtreleme yöntemiyle birlikte kullanılması metodu ile başarılı sonuçlar alınabilmektedir (Kaplan, 1996).

Bu yöntemde çoğu zaman dm mertebesinde hassasiyet elde edilir. Bu nedenle yöntem “Prezisyonlu Diferansiyel GPS (PDGPS)” olarak adlandırılır.

Diferansiyel Düzeltmelerin hesaplanması ilkesi çok basit olmakla beraber, bazı dezavantajları bulunmaktadır. Diferansiyel düzeltmelerin hassasiyeti GPS kod gözlemlerinden daha iyi değildir, bundan dolayı hareketli kullanıcılar, daha iyi hassasiyet elde etmek için taşıyıcı faz gözlemlerini kullanmaz. İkinci olarak referans istasyondaki ölçümlerde hataların tümü diferansiyel düzeltmelere dahil edilir, böylece tüm DGPS kullanıcıları bu düzeltmelerden etkilenir. Üçüncüsü, diferansiyel düzeltmelerin iletilmesinde her zaman biraz gecikme vardır. Bu nedenle kullanıcı daima eski düzeltmeleri kullanmak zorunda kalır. Düzeltmelerin ömrü veya kullanıcıların referans istasyonundan uzaklığı arttıkça, DGPS’in hassasiyeti düşer.

Düzeltmeler, anlık (real time) veya sonradan (post-processing) şeklinde uygulanabilir. Hareketli alıcısındaki tüm uydulara ilişkin gözlemler ve gözlem zamanları ile referans alıcılarda hesaplanan düzeltmeler ve ait oldukları zamanlar, arazide iken manyetik ortamlara depolanır. Hesaplanan düzeltmeler sonradan büroda yapılan işlemler sonucu getiriliyorsa buna “Oturum sonrası (post-processing) DGPS” adı verilmekte, hesaplandıktan hemen sonra referans istasyondan yayınlanarak getiriliyorsa buna da “Anlık (real time) DGPS” adı verilmektedir. (Beser ve Parkinson, 1982; Blackwell, 1985).

Düzeltmelerin anında (real time) aktarılabilmesi iki yöntemle yapılır:

- Hareketli alıcılardaki ham ölçüler anında referans alıcıya aktarılıp, ölçüler düzeltildikten sonra referans istasyonda depolanır.
- Referans istasyonda hesaplanan ölçü veya koordinat düzeltmeleri, hareketli alıcılara aktarılarak buradaki bilgisayarlar yardımıyla düzeltmeler getirilir.

Bunlardan birincisi hareketli istasyonda düşük bellekli bilgisayar kullanımına imkan veriyor olmasına rağmen en fazla kullanılan hareketli istasyonda yapılan düzeltmelerdir (Hoffmann-Wellenhof, 1992; Schwarz vd., 1993).

Genel olarak çok kanallı ve çift frekanslı alıcılar referans istasyonlarında kullanılırken, fazla kanala sahip olamayan ve tek frekanslı alıcılar hareketli istasyonlarda bulunur. Kullanıcı bilgisayar, alıcı ve radyo hatlarında kullanılacak olan veri transfer hızını kendisi belirler.

GPS ve DGPS'te Kullanılan her iki veri grubunun da işlenmesine uygundur. (Schwarz vd., 1993).

DGPS ölçüleri ile koordinat belirlemenin doğruluğu, her şeyden önce referans istasyonun bilinen koordinatlarının doğruluğuna bağlı olup, bilinen koordinatlar ne kadar doğru ise, hesaplanan düzeltmeler de gerçeğe o kadar yakın olacaktır (Kaplan, 1996). Bu düzeltmelerle, referans istasyonundan olan mesafeye bağlı olarak DGPS konum doğruluğu 1-10 metre olmaktadır, dm mertebelerinde bile doğruluk elde etmek mümkündür (Güler, G.,1999).

Ayrıca düzeltilmiş faz kullanılarak, elde edilebilecek doğruluktan daha iyi bir konum doğruluğu sağlanabilmektedir (Sennottvd., 1987; Pietraszewski vd., 1988; Kremer vd., 1990;Çelik, 1996).

Mutlak konum belirleme uygulamalarında yatay konum doğruluğu ancak 100m iken DGPS ile aynı uygulamada, kullanıcı ile bilinen istasyon arası uzaklık 50 km iken doğruluk 1 m'ye kadar iner.

Hareketli araçların koordinatlarının belirlenmesinde hız oldukça önemlidir. Çünkü hareketli araçların hızları her ölçüm epogunda belirlenmek durumundadır. En yüksek doğruluklar, taşıyıcı dalga faz ölçüleri ile mümkündür. Hareketli aracın yavaş seyretmesi ve gözlenen uydu sayısının dördün üzerine çıkması ile 2-3 mm duyarlığa ulaşılır (Leick, 1990). Hareketli araçlar uçak,gemi veya diğer bir hareketli platform olabilir. Bu durumda oturum sonrası DGPS mümkün değildir (Güler, G., 1999)

Deniz uygulamaları, iç sularda navigasyon, kısıtlı limanlarda yapılan gerçek zamanlı konumlama uygulamalarında elde edilen 100 m'lik mutlak konum doğruluğu, tabii ki yeterli olmamaktadır. Bu hata fazlalığı, mutlak konum yerine bağıl konumlama tercih edildiğinde azaltılabilir, hatta ortadan kaldırılabilir. Ayrıca bu tür bölgelerde kod ölçüleri yerine faz ölçüleri tercih edilmelidir.

Referans istasyon ile hareketli alıcılar arası mesafenin artmasıyla, konum doğruluğu azalır. Kullanıcıların bulunduğu bölgedeki efemeris hataları, iyonosferik ve troposferik gecikmeler, diferansiyel düzeltmeleri kullanarak yeterli olarak azaltılamaz. Bunun için DGPS referans istasyonlarından oluşan bir ağ (network) kurulması, diferansiyel düzeltmeler arası uyumsuzlukları ortadan kaldırmada en ekonomik ve etkili yoldur.

DGPS yönteminin klasik GPS'ten farklı olarak; referans ve hareketli istasyonlardaki ölçme duyarlılığını etkileyen hataların ayrı ayrı ve tek tek belirlenmesi yerine bileşik etkilerin büyüklüğü ve yönü hesaplanmaktadır. Ancak bu durumda referans alıcılar ile hareketli alıcılar

arasında uzaklığa bağlı olarak, uzaklık arttıkça doğruluk düşecek şekilde ters bir ilişki oluşmaktadır (Ashkenazi vd., 1993).

Ana istasyon ile kullanıcı arasındaki uzunluğa ait maksimum hata;

$$\max \delta R = \frac{d}{D} \delta R \quad (6.7)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

δR : Uydu efemeris hatasının büyüklüğü

D : Hareketli istasyon ile uydu arasındaki uzaklık

d : Alıcılar arasındaki uzaklık (Kee ve Parkinson, 1991).

6.5 DGPS’de Doğruluğu Etkileyen Faktörler

DGPS’te doğruluğu etkileyen faktörler şöyle sıralanabilir:

- Referans alıcı-hareketli alıcı arası uzaklık,
- Gezen alıcının hareket alanı,
- Kullanılan ölçü türü ve düzeltme tekniği,
- Yazımlarda kullanılan çözüm algoritmaları,
- Veri transferi için kullanılan donanım ve protokolün hızı,
- Kullanılan ana istasyon sayısı.

7. SONUÇ

Boğazlar gibi seyir engel fiziksel yapısı ve olumsuz meteorolojik, oşinografik koşullar nedeniyle ortalama gemi sayısı ve boğaza gelme zamanlara olasılığı artacak ve eğer GTYBS gibi bir sistem yoksa çarpışma olasılığı yükselecektir.

Şu an için boğazlardan geçen gemilere VTS sistemi ile sadece bilgi ve tavsiye verilebilmektedir. Bu bilgileri kullanmak ve tavsiyelere uymak doğrultusunda alınması gereken karar ise kaptana aittir.

24 Temmuz 1923 tarihinde Lozan Barış Anlaşması gereğince kurulmuş olan Uluslar arası Komisyon, 1936 yılında imzalanan Montrö Sözleşmesi 24. Maddesi gereğince Türk Boğazlarının hukuki statüsü belirlenmiş ve yetkilerini Türkiye Cumhuriyetine devretmiştir. Aynı sözleşme barış zamanında ticaret gemilerine gündüz ve gece bayrak ve yükleri ne olursa olsun hiçbir formalite olmaksızın geçiş serbestisi tanınmıştır.

Boğaz yolunu kullanan ülkeler, Montrö Sözleşmesinin 1. ve 2. maddesine dayanarak mutlak bir serbest geçiş haklarını olduğunu düşünmektedirler, ancak serbest geçiş tanımının emniyetli ve zararsız geçişten farklı olduğu düşünülmemelidir.

Boğazlarda teknik gerekçelerle yapılan her düzenlemeye diğer ülkeler siyasi gerekçelerle Montrö sözleşmesini öne sürerek karşı çıkmaktadırlar. Bu da Montrö Anlaşmasında güncellemeye gidilmesi gerektiğinin bir göstergesidir.

Boğazların ve İstanbul'un güvenliği ile çevresel kirlilik boyutu da asla ikinci plana atılmamalıdır.

Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, İstinye Trafik Kontrol Merkezi yetkilileri Türkiye'nin gerçek ihtiyacı olan Türk Boğazlarının güvenliliği için yapıldığını, 2003 yılı sonu itibariyle hizmete başlayan sistemin istenen, arzulanan ve hedeflenen noktaya ulaştığını söylemiştir. Bunun yalnızca kendi görüşleri olmayıp, Uluslar arası Denizcilik Örgütleri ve şirketleri tarafından da tasdik edildiğini ; görülen ufak tefek kaza ve arızaların sistemin eksikliği ya da yetersizliğinden olmayıp, gemilerin bakımsızlığı, çalışan personelin yetersizliği ve vasıfsızlığı, tüzük ve talimatlara riyasetsizlikten oluştuğunu ifade etmiştir.

Teknolojinin son imkanları kullanılarak Diferansiyel GPS, radar istasyonları, Elektronik Harita ve Bilgi Sistemi, elektronik seyir haritası, VHF haberleşme teknolojisi, Doppler akıntı algılayıcıları, meteorolojik ve oşinografik bileşenlerden oluşarak hazırlan sistem 2003 yılı sonu itibariyle faaliyete geçmesiyle Türk Boğazları daha güvenli bir hale gelmiştir.

Sistem Boğazlardaki riski sıfıra indirmemiştir, Boğazlarda istatistiklerden (Çizelge 3.4) (Çizelge 3.5) de anlaşılacağı üzere yine kazalar meydana gelmiştir; ancak meydana gelen kazaların hiç biri ölümlü ve çevre kirliliğine yol açan kaza niteliğinde değildir. Bu da sistemin başarılı olduğunun bir göstergesidir.

KAYNAKLAR

Akten N.,ve Stephen C. (1998), Marine Casualties in the Turkish Straits, 6-8.

Aykut, N.O., (1999), “ Diferansiyel Küresel konum Belirleme Sistemi”, Seminer Çalışması, Y.T.Ü

Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, (2004), “Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri Genel Müdürlüğünün 2001, 2002, 2003 Yıllarındaki Eylem ve İşlemleriyle, Denizcilik Müsteşarlığının Eylem ve İşlemlerinin Araştırılıp Denetlenmesine İlişkin Rapor Özeti”

Çelik, R.N., (1995), DGPS ve Klasik Navigasyon Sistemlerinin İntegrasyonu, V.Harita Genel Kurultayı

Eren, K. ve Uzel, T., (1995) GPS Ölçmeleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları 301

Güler, G., (1991) ,İstanbul Boğazında Kurulması Düşünülen Gemi Trafik Kontrol Sistemi İçin DGPS Yöntemine Dayalı Bir Öneri, Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, ve H., Collins, J., (1992), GPS, Theory and Practice, Springer-Verlag, Wien, New York

ICS and ISF- International Chamber of Shipping and International Shipping Federation. (1996) Guidelines on the Application of the IMO international Safety Management (ISM) Code, London.

İnce N., ve Topuz E. (2003), Türk Boğazları'nın Sorunlarına Bilimsel Yaklaşım, Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, CBT 851.

İnce N., ve Topuz E. (2004), Modelling and Simulation for Sea and Efficient Navigation in Narrow Waterways, The Journal of Navigation, 57:53-71, UK.

İnce N., Topuz E., Panayırıcı E., ve Işık C. (2000) Principles of Integrated Maritime Surveillance Systems, Kluwer Academic Publishers, Boston USA

İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı ve Marmara ‘ya Tam Otomatik Bilgisayar Destekli Gemi Trafik Yönetim Hizmetleri Sisteminin Komple Anahtar Teslimi Kurulması İle İlgili Şartname

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

Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri 2002 Yılı Raporu

Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri Genel Müdürlüğü, (2000), VTS Teknik Şartnamesi, İstanbul

Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri Genel Müdürlüğü, (2000), VTS İdari Şartnamesi, İstanbul

Kıyı Emniyeti ve Gemi Kurtarma İşletmeleri Genel Müdürlüğü, (2004), Başbakanlık Ocak 2004 Brifingi, İstanbul

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

Kurt, M., (1997), Diferansiyel GPS (DGPS), Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.T.Ü

Moore T., Hill C., ve Monteiro L., (2001), Is DGPS Stil a Good for Mariners?, Journal of Navigation, 54(3):137-146

Rotalandırma Çalışma Grubu Başkanı Capt. Lemeijer ile röportaj, Kapt. Cahit İSTİKBAL

Şahin, M., Kalkan, Y., Erköç, G., Çoşkun, M.Z., İnce, C.D., Hoşbaş, G., Uzel, T., Baykal, O., ve Tekin, E., (1997), Bosphorus Traffics with GPS, International Symposium on GIS/GPS, İstanbul

Turkish Straits New Problems and New Solutions, (1995), Deniz Ticaret Dergisi, Nisan, İstanbul

Vank, D.M.,(1999), Boğazların Hukuki Rejimi ve Türk Boğazları, İstanbul

11.1.1.994 tarihinde yürürlüğe giren ve 8.10.1998 tarih ve 98/11860 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile değiştirilen Türk Boğazları Deniz Trafik Düzeni Tüzüğü

Deniz Mevzuatı

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.turkishpilots.org.tr/DOCUMENTS/C_ISTIKBAL_vtspilotage.htm
- [2] www.denizcilik.gov.tr/ilan/gtybsl.htm
- [3] www.denizmagazin.com.tr/arsiv/arsiv/mart02/haberler/14.htm
- [4] www.turkishpilots.org.tr/koseyazisi.asp?kategori_no=20&id=131
- [5] www.kegki.gov.tr/default.asp?id=2&sid=4&lng=
- [6] www.cbs2004.fatih.edu.tr/download/file402.pdf
- [7] www.cankaya.gov.tr/tr_html/DDK/kegki.htm
- [8] www.denizhukuku.bilgi.edu.tr
- [9] www.turkishpilots.org/VTS_REHBER.pdf
- [10] www3.dogus.edu.tr/lsevgi/LS_PROF/Bilim/LS_Radika_9Haz2005.pdf
- [11] www.mimarist.org.tr/komisyon/36_Donem/1.6.3.7.3Radar.htm
- [12] www.turkulasimsen.org/haber_detay.asp?plngNewsID=102
- [13] www.imo.org.tr
- [14] www.turkishpilots.org
- [15] www.qualityeng.co.uk/gpstutor/DGPS.htm
- [16] www.fccn.pt/crc2002/v2/pdfs/artigo22.pdf+DGPS%2BVTMIS
- [17] www.2.hials.no/images/archive/files/79
- [18] www.scholar.google.com/scholar?hl=:www.fccn.pt/artigo22.pdf+DGPS%2BVTMIS
- [19] www.scholar.google.com/scholar?hl:images/Institute+of+Navigation%2BGPS%2BVTMIS
- [20] www.uzakyol.com
- [21] www.turkishpilots.org.tr/koseyazisi.asp?kategori_no=20&id=131

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	23.10.1979	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994-1997	Pertevniyal Lisesi
Lisans	1998-2003	Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
Yüksek Lisans	2003-2010	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Harita Müh. Anabilim Dalı, Geomatik Programı

Çalıştığı kurumlar

2008-Devam ediyor	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
2005-2008	Çağdaş Harita Müh.San. ve Tic.Ltd.Şti.
2004-2005	İnformatik Bilgisayar Sistemleri
2002-2003	Doğuş Yapı Sanayi