

Avrupa'nın Global Navigasyon Uydu Sistemi: GALILEO

Ertan GÖKALP¹, Yüksel BOZ²

Özet

Global navigasyon uydu sistemleri, karada, denizde ve havada bulunan sabit veya hareketli nesnelerin konumlarını, hassas zaman bilgisi ve uzay geriden kestirme tekniğine dayalı olarak belirleyen sistemlerdir. Günümüzde, dünya çapında kullanılan Amerika Birleşik Devletleri'ne ait Global Konum Belirleme Sistemi (Global Positioning System -GPS) ve Rusya'ya ait GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikova Sistema) sistemleri olmak üzere iki global navigasyon uydu sistemi bulunmaktadır. Her iki sistem de askeri ihtiyaçlar sonucunda ortaya çıkmış ve halen bu iki devletin savunma bakanlıkları tarafından finanse edilmekte ve işletilmektedirler. Sivil otoritenin denetimi altında, sivil ve ticari kullanımı hedefleyen GALILEO sistemi, üçüncü global navigasyon uydu sistemi olma yolunda hızla ilerlemektedir. Hazırda varolan sistemlere ilave olarak yeni bir sisteme neden gerek duyulduğu, sistemin oluşum aşamaları ve geldiği nokta, getireceği faydalar bu yazının konuları arasındadır.

Anahtar Sözcükler

GALILEO, Navigasyon, Uydu Sistemleri

Abstract

Europe's Global Navigation Satellite System: GALILEO

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) are the systems that determine the locations of stationary or mobile objects on the ground, at sea, and in the air, based on precise timing and space resection technique. Presently, there are two global navigation satellite systems providing global coverage: the US Global Positioning System (GPS) and Russia's Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikova Sistema (GLONASS). Both systems originated from military requirements and are already funded and operated by the Departments of Defense of these countries. Under civilian authority GALILEO targets civilian and commercial use and progresses rapidly in becoming the third global navigation satellite system. In this paper, it is aimed to shed light on why a new system is necessitated in addition to the existing systems, what the composition phases of this new system are and the present status and the benefits of GALILEO system.

Key Words

GALILEO, Navigation, Satellite Systems

1. Giriş

Uydu tabanlı navigasyon ve konum belirleme, günlük hayatımız üzerindeki etkisini her geçen gün artırmaktadır. Yüksek performansa sahip standartları sayesinde de taleplerin yoğun olduğu profesyonel, ticari ve bilimsel uygulamalarda temel araç haline gelmektedir. Uydu navigasyon alıcılarının güç tüketiminin, maliyetinin ve boyutlarının azalması ile birlikte iletişim ağlarının ve coğrafi bilgi sistemlerinin hızla çoğalması, uydu teknolojisini müşteri yoğunluğunun yüksek olduğu bir pazar içerisine sokmuştur. GALILEO, global konum belirleme hizmeti sivil otoritenin kontrolünde olacak olan ve yüksek doğruluk sağlayacak şekilde tasarlanan Avrupa'nın global navigasyon uydu sistemidir. Sistem, GPS ve GLONASS uydu navigasyon sistemleri ile birlikte kullanılabilir olacaktır.

2. GALILEO Sisteminin Oluşum Evreleri

Sistem tam olarak faaliyete geçinceye kadar aşağıdaki evrelerin tamamlanması hedeflenmektedir (URL5 web p.).

- > Gelişme ve onaylama evresi (2001-2005)
 - Sistem gereksinimlerinin birleştirilmesi
 - Uydular ve yer tabanlı bileşenlerinin geliştirilmesi
 - Sistemin yörünge planının geçerlilik kazanması
 - > Yayılma evresi (2006-2007)
 - Uyduların yapımı ve uzaya fırlatılmaları
 - Sistemin tüm yer kesiminin kurulması
 - > Ticari çalışma evresi (2008'den itibaren)
- sistemin tam olarak faaliyete geçinceye kadar kat edilecek aşamaların yıllara göre dağılımı Şekil 1 'de gösterilmektedir.

Aşama	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Tanımlama Aşaması										
Teknolojik Gelişim										
Sistem Tasarımı ve Geliştirme										
Yörünge Planı Geçerlilik Aşaması										
Sistemin Yerleşmesi										
Faaliyete Geçme										

Şekil 1: GALILEO programının oluşum aşamaları (LEMBKE 2001)

¹Doç. Dr., ²Arş. Gör., KTÜ Mth.-Mim. Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

GALILEO System Test Bed (GSTB) olarak adlandırılan test uydularının ilki, kritik teknolojilerinin belirlenmesi amacıyla 2005'in ikinci yarısında uzaya gönderilmesi planlanmıştır¹ (URL2 web p.). Burada adı geçen kritik teknolojiler, uydulara yerleştirilecek on-board (uydunun yapısında bulunan) yüksek duyarlılık saatlerin geliştirilmesi, her bir saatin ortak bir GALILEO sistem zamanına göre düzeltilmesini sağlayacak on-board zaman üniteleri, uydu sinyallerini üretecek sinyal jeneratörleri, güç yükselticiler, radyo frekansı çoklayıcıları, antenler, sinyal göndericiler vb. bileşenleri kapsamaktadır (URL1 web p.). İlk uydunun ardından, yörünge planı geçerlilik aşaması (In-Orbit Validation phase) adı verilen 2005-2006 zaman aralığında sistemin temel uzay ve yer kesimini yürürlüğe koymak amacıyla 4 aktif uydu uzaya fırlatılacaktır. Bu aşamanın tamamlanmasının ardından, geriye kalan uydular tam işlem kapasitesine (Full Operational Capability) erişmek için 2008 yılında yörüngelerine yerleştirilecektir (URL2 web p.). 30 uydunun yörüngelerine yerleştirilmeleri ve ilgili yer sistemlerinin tesisinin 3-3.5 milyar € (Euro)'ya mal olması beklenmektedir (NARDON 2002, EC (a) web p.).

3. Navigasyon Uyduları Yörüngeleri

Global bir hizmet alanı sağlamak için navigasyon uydularına ilişkin 4 çeşit yörünge tanımlanır:

3.1. LEO (Low Earth Orbit) Yakın Mesafeli Yer Yörüngesi

Globalstar ve Iridium gibi çeşitli özel telekomünikasyon uyduları ve navigasyon amaçlı Transit sistemi uyduları için tasarlanmış ve yerden yüksekliği 2000 km'ye kadar olan yörüngelerdir. Bu yörünge seviyesinin en büyük avantajı, kullanılan alıcı ve uyduların düşük maliyette olmalarıdır. Uyduların yörünge periyotlarının 45-90 dk arasında olmasından dolayı, her bir uydu yaklaşık 15 dk görünürde kalmakta ve bu nedenle çok sayıda uyduya gereksinim duyulmaktadır.

3.2. MEO (Medium Earth Orbit) Orta Mesafeli Yer Yörüngesi

Yerden yükseklikleri 5000-20000 km arasında olan yörüngeler için kullanılan bir kavramdır. GPS ve GLONASS sistemleri orta mesafeli yer yörüngelerinde bulunurlar ve bu sistemlere ait uydular günde iki kez yörünge hareketlerini tamamlarlar. Uyduların yörüngelerine yerleştirilme çalışmaları, yakın mesafeli yer yörüngesine (LEO) kıyasla daha masraflı, bunun yanında gerekli uydu sayısı ise daha azdır.

3.3. GEO (Geostationary Orbit) Yerdurağan Yörünge

Yerdurağan yörünge, telekomünikasyon ve televizyon uydularının yanı sıra WAAS (Amerika), EGNOS (Avrupa) ve MSAS (Japonya) gibi navigasyon uydu güçlendirme sistemleri için kullanılan bir kavramdır. Bu yörünge, yer ekvatoruna

paralel (ekvatorial yörüngede) ve yerden 36,000 km uzaklıkta bulunur. Yörünge, dairesel bir yapıya sahiptir ve periyodu 24 saattir. Bu özelliği sayesinde, dünya üzerindeki sabit bir noktadan hareketsizmiş gibi görünür. Bunun yanında, yüksek enlemlerde zayıf kapsama alanına sahip olması, en önemli dezavantajdır. Ayrıca, uyduların üretim ve yörüngelerine yerleştirilme maliyetleri, diğer yörünge özelliklerine sahip uydulara nazaran oldukça yüksektir.

3.4. IGSO (Inclined Geosynchronous Orbit) Eğik Yersenkronize Yörünge

IGSO, GEO ile benzer özellikler taşır. GEO gibi yerden 36000 km yükseklikte dairesel bir yörüngeye ve 24 saatlik periyoda sahiptir. GEO'dan farklı olarak, yörünge ekvator düzlemine göre eğiktir. Bu özelliği sayesinde de, kutup bölgelerinde kapsama alanı sağlar. Uyduların yapım ve uzaya yerleştirilme masraflarının oldukça yüksek olmasından ötürü günümüzde ticari uygulamalarda kullanılan herhangi bir IGSO yoktur (EC (b) web p.). Şekil 2'de bölgesel uydu navigasyon güçlendirme sistemlerinin kapsadıkları alanlar yaklaşık olarak gösterilmektedir.

4. Bölgesel Navigasyon Uydu Güçlendirme Sistemleri



Şekil 2: WAAS, EGNOS ve MSAS sistemlerinin kapsadığı alanlar (URL7 web p.)

4.1. EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)

EGNOS Avrupa'nın uydu navigasyon alanında attığı ilk adımdır. EGNOS, sağlayacağı diferansiyel düzeltmelerle, GPS ve GLONASS'in konum belirleme doğruluğunu artıracaktır (URL8 web p.). GPS ve GLONASS uydu sistemlerini güçlendirmek için geliştirilen bu sistem GALILEO sistemine de entegre edilecektir.

4.2. MSAS (MTSAT Satellite-based Augmentation System)

Japon Sivil Havacılık Bürosu (Japanese Civil Aviation Bureau) tarafından sivil havacılık amaçları doğrultusunda geliştirilen GPS sistemine yönelik bölgesel güçlendirme sistemidir.

MTSAT: Multi-functional Transport Satellite

4.3. WAAS (Wide Area Augmentation System)

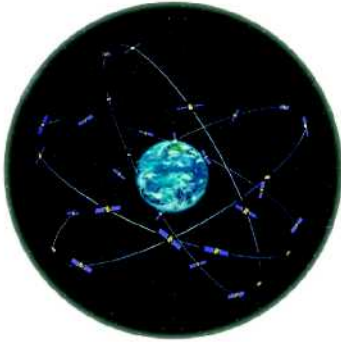
Birleşik Devletler Federal Havacılık İdaresi (US Federal Aviation Administration) tarafından sivil havacılık adına GPS sisteminin iyileştirilmesi amacıyla geliştirilen sistemdir (EC (b) web p.).

Bu sistemlerin haricinde Hindistan da GPS ve yerdurağan uydu sinyallerinin iyileştirilmesine yönelik bir navigasyon uydu güçlendirme sistemi oluşturmayı planlamaktadır. GAGAN (GPS And Geo Augmented Navigation) olarak adlandırılan sistemin EGNOS ve MSAS sistemleri arasındaki boşluğu doldurması beklenmektedir. Sistemin ilk uydusunun ise 2005-2006 döneminde uzaya fırlatılması planlanmaktadır (RAJ 2003).

5. GALILEO Sistemini Oluşturan Kesimler

5.1. GALILEO Uzay Kesimi

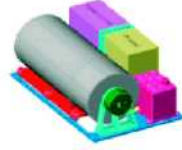
GALILEO tam olarak faaliyete geçtiğinde 27'si faal ve 3'ü aktif yedek uydu olmak üzere toplam 30 uydu, yerden 23616 km yükseklikte orta mesafeli yer yörüngesinde (MEO) bulunacaktır (Şekil 3). Ekvatora göre 56° lik eğim açısı yapan 3 yörüngenin her birinde 10 uydu yer alacak ve her bir yörüngeye 10 uydudan biri, hazırda işlem gören uydulardan birinde meydana gelebilecek bozulma olasılığına karşın yedekte bekleyecektir. Uydular dünya etrafındaki dönüşlerini 14 saatte tamamlayacaklardır.



Şekil 3: GALILEO uzay kesimi

GALILEO uydularının ağırlığı 625 kg ve boyutları 2.7 x 1.2 x 1.1 m³ tür. Bu özellikleri ile mini uydular sınıfına girerler. GPS' ten farklı olarak, SLR (Satellite Laser Ranging) ölçüleri ile yörünge belirlemesine yardımcı olmak amacıyla uydulara yansıtıcılar yerleştirilecektir (HEIN ve PANY 2002).

Diğer global navigasyon uydu sistemlerinin uzay kesimleri hatırlanacak olursa; GPS uydu takımı 24 uydudan oluşmaktadır. Uydular, yer merkezli 6 yörüngede, her yörünge düzleminde 1'i yedek 4 uydu olacak şekilde 11 sa 58 dk'lık periyotlarla hareket ederler. Yörünge düzlemlerinin eğim açısı 55° dir. Uyduların yerden yükseklikleri yaklaşık 20200 km dir. GLONASS uzay kesimi, 3'ü aktif yedek olmak üzere yerden yükseklikleri 19100 km olan toplam 24 uydudan oluşmaktadır. Uydular, her bir yörüngede 8 uydu olacak şekilde toplam 3 yörüngedeki hareketlerini 11 sa 15 dk'lık periyotlarla



Şekil 4a: Hidrojen maser saati



Şekil 4b: Rubidyum saati

Navigasyon uyduları, içerdikleri yüksek duyarlığa sahip atomik saatler sayesinde ekonomiye büyük katkı sağlarlar. Bu hassas saatler, cep telefonu şirketlerinin radyo frekanslarını kullanıcıları arasında dağıtmalarına ve bankalar arasındaki para hareketlerinin güvenli bir şekilde yürütülmesinde bilgisayar ağlarının şifreleme sistemlerini senkronize etmelerine izin verirler. Bazı elektrik şirketleri, güç hatlarının problemsiz bir şekilde çalışıp çalışmadığından emin olmak için yine bu hassas atomik saatlerden faydalanmaktadır (NARDON 2002).

Uydu saatleri, atomlar düzeyindeki salınımlar üzerine kurulurlar. GALILEO için uydu saatlerini geliştirme çalışmaları, İsviçre saat endüstrisinin merkezinde bulunan Observatoire de Neuchatel ve Temex Neuchatel Time'da sürdürülmektedir. Bu saatler, zamanı, günde saniyenin birkaç milyonda biri gibi bir süre içerisinde tutacak bir standart üzerine tasarlanmaktadır. GALILEO sisteminde bulunan 30 uydunun her biri on-board olarak iki saat bulunduracaklardır. Bu saatlerden biri, Rubidyum atomik frekans standardı üzerine kurulacaktır ve diğeri de bir pasif Hidrojen maser kullanılarak oluşturulacaktır. Farklı teknolojilere sahip bu saatler aynı çalışma ilkesine sahiptirler (Şekil 4a, 4b).

Bu saatler bağımsız bir şekilde çalışmaya bırakılırsa doğrulukları sapacaktır. Bundan dolayı, daha kararlı yapıya sahip yer tabanlı referans saatlerden oluşan bir ağla düzenli olarak senkronizasyonlarının sağlanması gerekir. Bu yer istasyon saatleri, Rubidyum ve Hidrojen maser saatlerinden uzun süreli daha iyi kararlılık gösteren Sezyum frekans standardı üzerine kurulan saatleri içerecek ve ayrıca GALILEO Sistem Zamanı (GALILEO System Time) denilen zamanı üreteceklerdir. Uydular üzerinde bulunacak saatler, Avrupa'da geliştirilen ve yapılan kendi türlerinin ilkleridirler (URL3 web p.).

5.1.2. GALILEO Sinyal Yapısı

GALILEO, Radyo Navigasyon Uydu Servisi'nin (Radio Navigation Satellite Service-RNSS) tahsis ettiği 10 navigasyon sinyali içerecektir. Bu sinyallerin frekans aralıkları şöyledir: 1164-1215 MHz(E5a ve E5b), 1215-1300 MHz(E6) ve 1559-1592 MHz (E2-L1-E1). Bu 10 sinyal değişik kullanıcı gruplarına açıktır. Gösterimde kolaylık olması açısından, bu yazıda E2-L1-E1 frekans bandından L1 olarak bahsedilecektir. E5a, E5b ve L1 taşıyıcı frekansları üzerinde gönderilen 6 sinyal, Açık Servisler (Open Services-OS) ve Yaşam Güvenliği

Servisleri (Safety of Life Services-SoL) kullanıcılarına açıktır. Bu sinyallerin üçü verisizdir, yani uzunluk belirleme kodları herhangi bir veri ile modüle edilmezler. E6 taşıyıcı frekansı üzerinde bulunan ve şifrelenmiş uzunluk belirleme kodları içeren iki sinyal, bir Ticari Servis (Commercial Service-CS) sağlayıcısı aracılığıyla erişim hakkı kazanan kullanıcılara açıktır. Bu iki sinyalden biri verisizdir. 10 sinyalin şifrelenmiş uzunluk belirleme kodu ve biri E6 bandında diğeri L1 bandında veri içeren son ikisi ise Genel Düzenleme Servisi (Public Regulated Service-PRS) tarafından yetkilendirilmiş kullanıcılara açıktır.

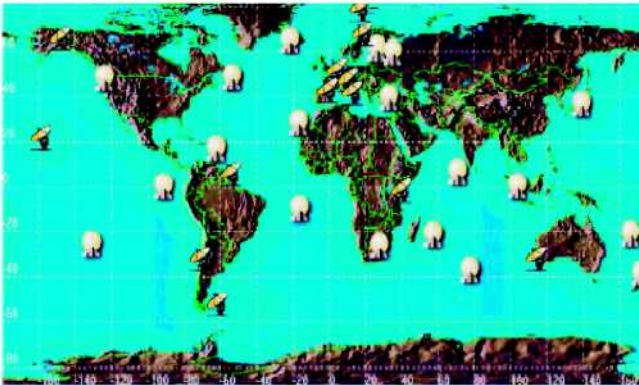
Farklı GALILEO sinyalleriyle taşınan 4 farklı tipteki veri şöyle özetlenebilir:

- E5a, E5b ve L1 taşıyıcı frekansları üzerinde gönderilen OS verileri. Bu veriler, tüm kullanıcılara açıktır ve esas itibarıyla navigasyon ve Arama-Kurtarma (Search and Rescue - SAR) verisi içerirler.
- E5b, E6 ve L1 taşıyıcı frekansları üzerinde gönderilen CS verileri. Şifrelenmiş olan bu veriler, GALILEO Kontrol Merkezi (GALILEO Control Centre) ile ara birim vazifesi gören bazı servis sağlayıcıları tarafından sağlanırlar. Bu ticari verilere ulaşım, doğrudan servis sağlayıcıları vasıtasıyla gerçekleştirilir.
- SoL verileri, bütünlük (integrity) verisi ve Signal in Space Accuracy (SISA) verisini içerir. Bütünlük verisine erişim kontrol edilebilir.
- PRS verileri, E6 ve L1 taşıyıcı frekansları üzerinde gönderilir (HEIN ve PANY 2002).

GALILEO ve diğer global navigasyon uydu sistemlerinin sinyal bant aralıkları 'Sonuçlar' bölümünden sonra Şekil 6'da gösterilmiştir.

5.2. GALILEO Kontrol Kesimi

Uyduların kontrolü, Avrupa kıtasında bulunan iki GALILEO kontrol merkezinden (GALILEO Control Centre) gerçekleştirilecektir. 20 GALILEO algılayıcı istasyonunun (GALILEO Sensor Station) oluşturduğu global bir ağ tarafından sağlanan veriler, çok sayıdaki iletişim ağı vasıtasıyla GALILEO kontrol merkezlerine gönderilecektir. GALILEO kontrol merkezleri, algılayıcı istasyonların verilerini, bilgilerin bütünlüğünü ve uydular ile yer istasyonlarının saatlerinin senkronizasyonunu sağlamak için kullanacaktır.



Şekil 5: GALILEO kontrol kesimi (EISSFELLER web p.)

Kontrol merkezleri ile uydular arasındaki veri değişimi 'up-link' istasyonları ile gerçekleştirilecektir (URL2 web p.). Bu amaçla 5 tane S-bandı ve 10 tane de C-bandı up-link istasyonu yeryüzüne yerleştirilecektir (Şekil 5).

5.3. GALILEO Kullanıcı Kesimi

GALILEO sisteminin kullanıcı kesimi, diğer uydu navigasyon sistemlerinde olduğu gibi kara, deniz, hava ve uzaydaki tüm kullanıcıları kapsamaktadır.

6. Jeodezik Koordinat Referans Ağları

GALILEO Yersel Referans Ağı (GALILEO Terrestrial Reference Frame-GTRF), Uluslar arası Yersel Referans Ağı'ndan (International Terrestrial Reference Frame-ITRF) bağımsız olarak tanımlanacaktır. Buna karşılık Uluslar arası Yersel Referans Ağı ITRF, VLBI, LLR, SLR, GPS ve DORIS gözlemlerinden elde edilen bir dizi istasyon koordinatı ve hızlarına dayanmaktadır. Hız modellerini dikkate alarak her bir koordinatın ortak bir referans epeğine indirgenmesi, sabit plaka modelleri veya kestirilen hız alanlarıyla gerçekleştirilir. GPS, koordinat referans ağı olarak ITRS'nin (International Terrestrial Reference System) bir gerçekleştirimi olan WGS84 sistemini kullanır. WGS84 ile GTRF arasında sadece birkaç cm fark olacağı düşünülmektedir. Bu doğruluk, navigasyon ve kullanıcı gereksinimlerinin çoğu için yeterlidir. Dönüşüm parametreleri, ihtiyaç duyulması halinde harici bir Jeodezik Referans Servis Sağlayıcısı (Geodetic Reference Service Provider) tarafından temin edilebilecektir. Halihazırda bu tür bir bilginin navigasyon mesajına yerleştirilmesi öngörülmemektedir (HEIN ve PANY 2002). Diğer navigasyon uydu sistemi olan GLONASS ise efemeris parametrelerini 1993'den beri Earth Parameter System 1990 (PZ-90)'da göndermektedir. PZ-90, GPS'in kullandığı WGS-84 ile benzer özellikler içermektedir. Ruslar, batı Rusya'da gerçekleştirdikleri sınırlı sayıda ölçülerle PZ-90 ve WGS-84 sistemleri arasında bir dönüşüm matrisi hesaplamışlardır. Bu dönüşüm matrisinin doğruluğunun 5-10 m arasında olduğuna inanılmaktadır. Fakat, dönüşüm matrisinin ve hatasının büyüklüğünün doğrulanması için ölçülerin dünya çapında bir çok noktada gerçekleştirilmesi gerektiğine dikkat çekilmektedir (KAPLAN 1996).

7. Avrupa'nın Galileo'ya Olan Gereksinimi

Eski Sovyetler Birliği, yani şimdiki Rusya'nın GLONASS uydu navigasyon sisteminin oluşturulmasına 1982 yılında başlamıştı. Ruslar, uydularının kısa ömürlü olmaları (yaklaşık 3 yıl) ve ülkenin ekonomik durumu nedeniyle, bir dönem uydu konfigürasyonunun korunmasında zorlanmışlardır. Yeni uydu yerleştirilmemesi ile geçen yaklaşık 3 yıllık bir aradan sonra, Aralık 1998'de uzaya fırlatılan uydularla konfigürasyon az da olsa geliştirilmiştir. Buna rağmen, Eylül 1999 tarihi itibarıyla 11 uydu kullanımdaydı (HEIN 1999). 2002 yılında ise 5 veya 6 uydu faaliyet göstermekteydi. Bu nedenle GLONASS, çoğu uygulama için yetersiz bir sistem durumuna gelmiştir. Sonuç

olarak, günümüzde gerçekten faal durumda olan uydu navigasyon sisteminin GPS olduğu görülmektedir. Bu da demek oluyor ki, kritik hizmetler (acil servis, arama-kurtarma vb.) ve ekonomik faaliyetler gibi alanlarda esasen tek bir sistemden yararlanılmaktadır. Avrupa'nın Galileo projesini hayata geçirmek istemesinin temelinde Amerika'nın kontrolündeki bir sisteme bağımlı olmama isteği yatmaktadır (NARDON 2002).

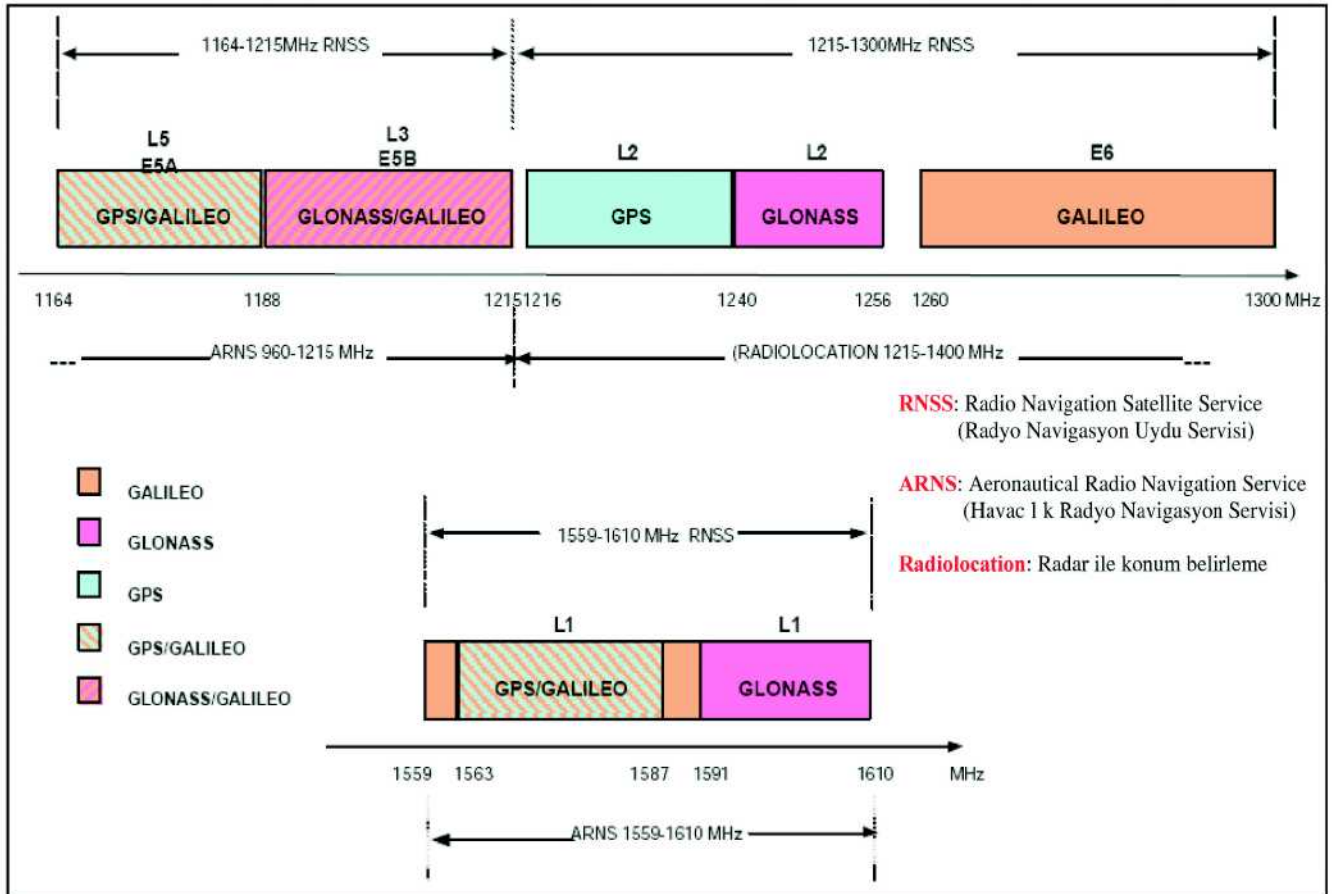
Avrupa'daki uydu navigasyon sistemi kullanıcılarının, konumlarını belirlemek için Amerika'nın GPS ve Rusya'nın GLONASS uydularını kullanmaktan başka alternatifleri bulunmamakla birlikte, bu sistemler üzerinde tasarruf hakkına sahip olan askeri otoriteler, sağlanan hizmetin kesintisiz bir şekilde devam edeceğinin garantisini vermemektedirler. 1990 yılının başlarında Avrupa Birliği (European Union), kendi global navigasyon uydu sistemlerine olan ihtiyaçlarının farkına varmış ve Avrupa Komisyonu (European Commission-EC) ve Avrupa Uzay Dairesi (European Space Agency-ESA), kontrolü daima sivil otorite altında bulunacak olan ve sürekli işlem görmesi garanti edilen GALILEO sistemini oluşturmak için güçlerini birleştirmiştir (URL4 web p.). Avrupa komisyonu, projenin politik boyutundan ve yüksek düzeydeki gereksinimlerden, ESA ise, uzay kesiminin ve ilgili yer bileşenlerinin tanımlanması, geliştirilmesi ve yörünge geçerliliğinin sağlanmasından sorumludur (URL1 web p.).

8. Sonuçlar

Jeodezik ölçme çalışmaları, yüksek doğruluk gerektiren uygulamalar içerir. Bu tür uygulamaların yanında, mm düzeyinde doğruluk gerektirmeyen uygulamalar da yok değildir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'de belirli detayların tanımlanmasında, kullanıcı tanımlı özneliklerin toplanması ve bu bilgilerin konum bilgisi ile ilişkilendirilmesi gerekir. Bu tür amaçlar için 1-2 m lik bir doğruluk çoğu zaman yeterlidir. GALILEO sisteminin diğer uydu navigasyon sistemleriyle beraber kullanılması sayesinde mutlak konum belirlemede bile bu doğruluğa erişilmesi olasıdır (HEIN 1999). Bu nedenle, diferansiyel metotlara belki de sadece yüksek doğruluk gerektiren uygulamalarda ihtiyaç duyulacaktır.

GALILEO projesinin hayata geçirilmesinde, Avrupa'nın kendi bağımsız uydu navigasyon sistemini kurmak istemesinin yanı sıra ilave sebepler de bulunmaktadır. GPS ve GLONASS ile birlikte işlem göreceğinden dolayı, global navigasyon uydu sistemleri içerisinde önemli bir yere sahip olacak olan GALILEO sistemindeki uyduların yörünge düzleminin, ekvator düzlemi ile yaptığı eğim açısı sayesinde de yüksek enlemlerde daha iyi bir kapsama alanı sağlanacaktır.

GALILEO'nun dünya global navigasyon uydu sistemleri (GNSS) pazarında 2010 yılında 1.8 milyar, 2020 yılında da 3.6 milyar kullanıcıya ulaşması beklenmektedir (URL5 web p.).



Şekil 6: Global navigasyon uydu sistemleri sinyal bant aralıkları (URL6 web p.)

Sistem, GNSS alanındaki tamamlayıcı özelliklerinden dolayı, genel olarak ele alındığında dünyaya, özellikle de Avrupa'ya önemli ölçüde ekonomik ve sosyal faydalar sağlayacaktır. Yakın zamanda gerçekleştirilen bir analiz sonucunda, sistemin sadece hava ve deniz ulaşım sektöründeki faydaları dikkate alındığında, maliyet/fayda oranının 4.6 olduğu ve bu oranın Avrupa'daki diğer alt yapı projelerinden daha yüksek olduğu hesaplanmıştır. 2000-2020 yılları arasında GALİLEO'nun sağlayacağı ekonomik faydaların 62 milyar €, sosyal faydaların 12 milyar € seviyesinde olması beklenmektedir. Mevcut global konum belirleme sistemlerinden (GPS, GLONASS) bağımsız olarak oluşturulmaya çalışılan böylesine önemli bir projeye Avrupa Birliği'nin resmi aday olan Türkiye'nin kayıtsız kalması düşünülemez. Ülkemiz, teknolojiyi kullanmaktan daha çok teknolojiyi üretmeyi hedef haline getirmeli, atacağı akıllı adımlarla yeni gelişen Galileo projesine katılmaya çalışmalıdır. Türkiye'nin Galileo projesine dahil olmak için tam üyeliği beklememesi ve elde edeceği ekonomik ve stratejik kazanımları dikkate alarak projeye destek vermesi yerinde bir hareket olacaktır.

Kaynaklar

EISSFELLER B.: **GALİLEO: Das Europaische Satelliten-navigationsystem**, <http://www.sapos.de/pdf/4symposiunV214-226.pdf>, Aralık 2004.
 EC (a): **GALİLEO: the European Project on radio navigation by satellite**, European Commission, Information note, DG for Energy and Transport, 26 March 2002, http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/GALILEO/doc/GALILEO_info_note_2002_03_26_en.pdf, Aralık 2004. EC (b): **Involving Europe in a New Generation of Satellite Navigation Services**, Brussels, 9 February 1999, www.nlr.nl/nin/Galileo.pdf, Ocak 2005.

HEIN G. W.: **From GPS and GLONASS via EGNOS to GALİLEO Positioning and Navigation in the 3rd Millennium**, Survey Ireland, Winter1999. HEIN G. W., Pany T.: **Architecture and Signal Design of the European Satellite Navigation System GALİLEO-Status Dec. 2002**, Journal of Global Positioning Systems, Vol.1, No.2: 73-84, 2002.
 KAPLAN E. D.: **Understanding GPS Principles and Applications**, Artech House, ISBN 0-89006-793-7, Boston-London, 1996. LEMBKE J.: **The Politics of Galileo**, European Union Center, Center for West European Studies, European Policy Paper No.7, University of Pittsburgh, University Center for International Studies, April 2001.
 LINDSTROM G., GASPARINI G.: **The Galileo Satellite System and Its Security Implications**, Occasional Papers, Institute for Security Studies, April 2003. NARDON L.: **GALİLEO and GPS: Cooperation or Competition?**, The Brookings Institution, Center on The United States and France, June, www.brookings.edu, 2002. RAJ N. G.: **Towards safer skies**, www.hinduonnet.com/2003/07/29/stories/2003072900841000.htm, 29 July 2003. URL1 : <http://www.esa.int/esaNA/GGG28850NDCindex0.html>, Aralık 2004. URL2 : <http://www.esa.int/esaNA/GGGMX650NDCindex0.html>, Aralık 2004. URL3 : <http://www.esa.int/esaNA/ESAGKWU9EYCIindex0.html>, Aralık 2004. URL4 : <http://www.esa.int/esaNA/GGG0H750NDCindex0.html>, Aralık 2004. URL5 : <http://www.esa.int/esaNA/GGGMN850NDCindex0.html>, Aralık 2004. URL6 : **Global Navigation Satellite System (GNSS) Manual**, http://www.icao.int/icao/en/anb/meetings/anconf1/documentation/ANConf1_ipO14_app_en.pdf, Ocak 2005. URL7 : <http://www.esa.int/export/esaNA/ESAF530VMOCindex0.html>, Ocak 2005. URL8 : <http://www.environmental-studies.de/Galileo/Galileo/Galileo.html>, Aralık 2004.