

UYDU TEKNOLOJİLERİ VE UYDUYA DAYALI SEYRÜSEFER İLE TÜRKİYE PBN UYGULAMA PLANI

Gülay ÜNAL¹, Murat TOPCU²

¹ Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, E-Mail: giyibaka@anadolu.edu.tr

² Havacılık Elektrik ve Elektronik ABD, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir, E-Mail: murattopcu@gmail.com

DOI: [10.23890/SUHAD.2018.0104](https://doi.org/10.23890/SUHAD.2018.0104)

ÖZET

Bu çalışmada uydu ve uzay kavramı hakkında genel bir bilgi verilmiş olup, uzay çalışmalarının kısa tarihçesi ve Türkiye’de uzay çalışmalarının tarihi konuları kısaca sunulmuştur. Uyduların görev yaptıkları alanlar, haberleşme, gözlem, seyrüsefer, meteoroloji, bilimsel ve arama kurtarma amaçlı uydular ana başlıkları altında toplanmıştır. Bilindiği üzere geçmişten günümüze, uçakların hava seyrüseferi faaliyetleri birçok farklı teknoloji veya yöntem kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yakın geçmişe kadar ve halihazırda ülkemizde vediger birçok ülkede geleneksel olarak da ifade edilebilecek olan yer temelli seyrüsefer yardımcı sistemleri (VOR, NDB, DME, ILS vs. gibi) yardımıyla hava seyrüsefer hizmeti sağlanmaktadır. Ancak, uçak borda aletlerindeki ve uydu teknolojilerinde gelişmeler ile yer temelli seyrüsefer yardımcıların konuşlanması ve elektromanyetik yayın performanslarının sağlıklı bir şekilde yapılmasını kısıtlayan çevresel etkiler, doğal ve yapay manialar ile diğer coğrafi koşullar göz önünde bulundurulduğunda hem hava sahasının daha etkin ve verimli kullanılması hem de uçuş emniyetinin artırılması amacıyla PBN (Performance Based Navigation) uygulamalarının yaygınlaştırılması zaruriyet arz etmektedir. Bu amaçla, öncelikle PBN’in tam olarak tüm paydaşlar tarafından detaylı bir şekilde bilinmesi, fizibilite analizinin yapılarak hangi havaalanlarında kullanılması gerektiği ile ne gibi ekonomik ve uçuş emniyetini artırıcı etkilerinin olduğunun net olarak ortaya konulması ve uçuşun hangi aşamalarında uygulanması gerektiğine dair bir yol haritası ortaya konulması ihtiyacı hasıl olmuştur. Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen gerekliliklere, hava yollarının ihtiyaçlarına ve hava seyrüsefer hizmetlerinin gelecekte alacakları şekle istinaden öncelikle PBN kavramı ve gereklilikleri derinlemesine incelenerek ICAO’nun Doc 9613 numaralı “Performance Based Navigation Manual” dokümanı doğrultusunda Ülkemizin bu kapsamda izlemesi gereken adımlara ve planlamalara yer verilecektir.

Anahtar kelimeler: Uydu, uzay, GPS, GNSS, PBN, Anten, Frekans.

SATELLITE TECHNOLOGY, PERFORMANCE-BASED NAVIGATION AND TURKEY PBN IMPLEMENTATION PLAN

ABSTRACT

In this study, a general information about satellite and space concept is given, brief history of space studies and history of space studies in Turkey are briefly presented. The areas in which they are working are gathered under the headings of satellites for communication, observation, navigation, meteorology, scientific and search and rescue.

As it is known, daily air navigation activities of airplanes are carried out using many different technologies or methods. Until recently, air navigation services have been provided with the help of ground-based navigational aids (VOR, NDB, DME, ILS etc.) which can be traditionally expressed in many countries in our country. However, improvements in airplane equipment and satellite technology, as well as the deployment of ground-based navigational aids and the environmental impacts that restrict the performance of electromagnetic broadcast performance, natural and artificial mania and other geographical conditions, are both more effective and efficient use of the airspace, (Performance Based Navigation) applications in order to increase the number of applications. To this end, firstly PBN is known in detail by all stakeholders, the feasibility analysis should be made at which airports, what economic and flight safety enhancing effects should be clearly stated, and a roadmap should be made as to the phases at which the flight should be implemented It has become necessary. In this study, the above-mentioned requirements will be dealt with in depth with regard to the needs of air routes and the future of air navigation services, and the steps and plans to follow in this context of ICAO’s Doc 9613 "Performance Based Navigation Manual" in this document.

Keywords: Satellite, space, GPS, GNSS, PBN, Antenna, Frequency.

1. GİRİŞ

Havacılık sektöründeki kuruluşlar belirli sistemler geliştirerek ulusal ve uluslararası örgütler tarafından belirlenen standartlar çerçevesinde faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu, sektörde emniyetin iyi uygulanması ve standartlaştırılması uluslararası bir sektör olan havacılık için gereklidir. Emniyetin öneminin bu kadar artmasının bir sebebi olarak hava yolu ulaşımına olan talebin artması olarak düşünülebilir.

Talep sahip olunan kapasiteye göre karşılanmaya çalışılsa da mevcut sistem ve alt yapılar yetersiz kalmaktadır. Her geçen gün gün artan talep karşısında mevcut sistemlerin yetersiz kalmasıyla uluslararası havacılık kuruluşları bu talebi karşılayabilmek ve artan trafiğe uyum sağlayabilmek adına belirli sistemler geliştirmeye başlamışlardır. Hava kapasitesinin optimum düzeyde kullanımının sağlanabilmesi için yapılan araştırmalar sonucunda hava trafik yönetiminde düzenlemelere gidilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Güncel seyrüsefer sistemlerinde yetersizlikler bulunmaktadır. Günümüzde OMEGA, LORAN-C, VOR-DME, NDB ve ILS gibi yer tabanlı seyrüsefer yardımcıları ile INS/IRS sistemi mevcut olarak kullanılmaktadır. Bu seyrüsefer sistemlerinin belirli kullanım şartları ve kısıtlamaları bulunmaktadır. Çoğu bazı hava koşullarında kullanılmadığı gibi bazen yanlış bilgilerde verebilmektedir. Hava trafiğinin de sürekli artması beklendiğinden sürekli artan bir trafikle baş etmeleri güç olacaktır. Bu nedenle VOR, NDB gibi radyo seyrüsefer sistemlerini yerini uydu tabanlı seyrüsefer sistemlerine bırakacaktır. Fakat bunun için belirli bir süreç gerekmektedir. Her ülke aynı anda bu sistemi kullanamayacağından, zaman içerisinde bölgeden bölgeye değişiklikler uygulanacaktır.

Uydu seyrüseferinin dünya çapında uluslararası sivil havacılık üzerindeki etkisi sebebiyle, geçiş ve/veya eski sistemlerin devre dışı kalması ICAO tarafından daha çok bölgesel düzeyde planlanmaktadır.

Mevcut seyrüsefer sistemlerinin yeterli derecede doğru bilgi vermemesi, frekansın yoğun olarak kullanımından doğan sinyal karışması, GPS'in Amerika tekelinde olması ve karışıklığı sistemin yetersizliğini ortaya koymuştur. Bu yüzden Avrupa Galileo'yu geliştirme çalışmalarına başlamış, Rusya'da Glonass sisteminin gelişmesini sağlamaktadır.

Hava seyrüseferini gerçekleştirmek için hem uçak içinde hem de yerdeki mevcut sistemlerin de emniyet açısından analizi gerekmektedir. Kullanılan her sistemin belirli avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır ve havacılık sektörü dış faktörlerden en kolay etkilenen sektördür.

Bu yüzden mevcut sistemlerin eksiklikleri belirlenmiş ve bu eksiklikler giderilerek ve emniyet faktörü göz önünde bulundurularak artan hava trafik talebi karşılanmaya çalışılmaktadır.

Haberleşme, Seyrüsefer ve İzleme ile Hava Trafik Yönetimini geliştirerek kapasiteyi artırıp daha fazla trafiğe hizmet verilmesini sağlamak amaçlanmaktadır. Geliştirilen bu sistemlerde insan faktörü etkisini azaltarak hata payları azaltılmaya çalışılmaktadır.

Bu çalışmada da; uydu temelli iyileştirme sistemlerine neden ihtiyaç duyulduğunu, mevcut sistemler ve gelecekte sahip olunacak sistemler arasındaki farklılıklar ile bu artan talebin karşılanmasında havacılıkta en önemli faktör olan emniyet faktörününün nasıl istenen seviyede tutulabileceği irdelenecektir.

Bunlarla birlikte; hava trafik sayılarının hem dünyada hem de özellikle ülkemizde yoğun bir şekilde artması, ülkemizin Eurocontrol'un aylık olarak yayımlanan Network Manager Raporlarında 2012 yılından bu yana trafik artış sayılarında devamlı olarak 1. olması, ayrıca Eurocontrol'un analizlerine bakılacak olursa 2035 yılına kadar hava trafiğinin büyük bir çoğunluğunun Avrupa'dan orta ve uzak doğuya doğru kayacağı ile gelecek yıllarda hizmete girecek olan 3. Havalimanının da bu artışı daha da arttıracığı göz önünde bulundurulduğundan uyduya dayalı seyrüsefer uygulamalarının bir an önce hayata geçirilmesinin ve yer temelli seyrüsefer yardımcı sistemlerinden yavaş yavaş vazgeçilerek sadece destek amacıyla kullanımı yoluna gidilmesinin hem ekonomik bağlamda, hem ülkemizin bu konudaki dışa bağımlılığının azaltılması hem de uçuş emniyetinin artırılması bağlamında büyük önem arz ettiği bilinmektedir.

2. UYDU TEKNOLOJİLERİ

Bilgi arşivlerini artıran, bu özelliklerini kurumsal hale getiren, rekabet ortamlarını oluşturmuş ve bu konuda istek sahibi, kendi kabiliyetlerini geliştirebilecek olan, işbirliği fikirlerine açık, kendi özgün teknolojik projelerini geliştirebilen, uzay teknolojilerine ilişkin konuları benimsemenin yanı sıra konuya dair alt yapı ihtiyaçlarına cevap verebilen, fark oluşturabilen, bütün bu niteliklerini özgün ürünlere dönüştürebilen ve bu ürünleri geliştirerek hem yerli hem de yabancı kurum ve kuruluşlara ürün ve hizmet bazlı olarak sunabilme yeteneği kazanmış olan ülkelerin kendilerine katma değer oluşturmalarının yanı sıra orta ve uzun vadeli ölçekte bölgelerinde ve küresel kapsamda kayda değer ve önemli bir askeri ve siyasi güç odağı olacakları konusu izahtan varestedir (V. UHUK, 2009).

Türkiye uydu işletmecisi olma kararını 1980'li yıllarda haberleşme uydusu satın alarak vermiştir ve 1989 senesinde ilk defa haberleşme uydusu projesi için ihaleye çıkmıştır. Bu gelişmelerden sonra Fransız "Aerospatiale" firması ile 21.12.1990 tarihinde "Türk Milli Haberleşme Uyduları Sistemi Sözleşmesi" imzalanmıştır ancak, 24 Ocak 1994 tarihinde Türksat – 1A uydusu, Ariane – 4 fırlatıcı

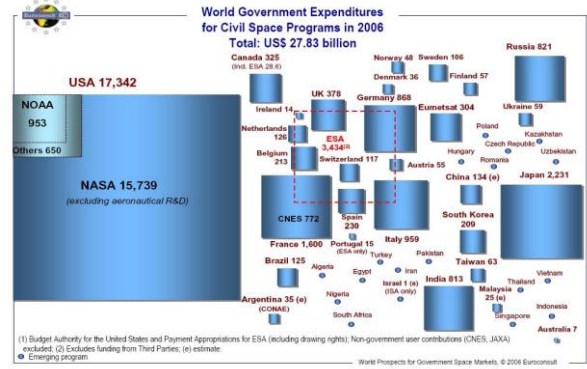
roketinin üçüncü kademesinde meydana gelen arıza sebebiyle, Fransız Guayansı'ndaki CSG fırlatma üssünden gerçekleştirilen fırlatma esnasında kaybedilmiştir. Daha önceden yapılmış olan sigorta sözleşmesi hükümleri uyarınca, aynı zamanlarda üretilmekte olan diğer uydunun yapımı hızlandırılmıştır ve 42° Doğu konumuna yerleştirilmesi düşünülen Türksat – 1B uydusu 11 Ağustos 1994 tarihinde konuşlandırılmıştır ardından 10 Ekim 1994 tarihinde hizmet vermeye başlamıştır. Türksat – 1B uydusunun teslim edilmesinden hemen sonra, yapılan sigorta sözleşmesinin hükümlerine uygun olacak şekilde Aerospatiale, Türksat A.Ş'nin kullanımı amacıyla yeni uydu yapmak için çalışmalara başlamış ve akabinde 10 Temmuz 1996 tarihinde Türksat – 1C uydusu fırlatılarak 31.3° Doğu konumuna konuşlandırılmıştır (Ferit, 2004; Akyol, 2004).

Bu tip ilerlemeler haberleşme uyduları sahasında yaşanırken, İTÜ İnşaat Fakültesi bünyesinde bulunan bir ünite olan Uzaktan Algılama ve Fotogrametri Bölümü, Devlet Planlama Teşkilatı finansmanında olmak üzere İTÜ Maslak yerleşkesinde olacak şekilde gözlem uyduları ile irtibatla olacak bir yer istasyonu kurmuştur. Bu birim İTÜ – SAGRES adı ile 2000 yılında faaliyetlerine başlayarak, çok geniş bir uzaktan algılama entegre ve iletişim sistemi olarak hizmete girmeye hazır hale gelmiştir. Bunun akabinde de 2003 senesinin ikinci yarısı itibariyle de hali hazırdaki durumuna gelmiştir.

Finansman DPT vasıtasıyla sağlanmak üzere TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) tarafından Gözlem uydularının üretimine dair teknoloji bilgi ve birikimi kazanılması amacıyla bir teknoloji aktarımı projesi yürürlüğe koymuştur.

Savunma Sanayii Müsteşarlığı, askeri ve sivil amaçla uydu teknolojilerini kullanmak istemekte olan kamu kurum ve kuruluşlarının ihtiyaçlarını karşılamak üzere 2006 senesinde ihale şartnamesi yayınlanmış olan yüksek çözünürlüklü optik gözlem uydusu olan Göktürk – 1 projesini 2008 yılı sonlarına doğru Fransız – İtalyan ortaklığı olan Thales Alenia Space şirketi almıştır. Göktürk – 1 uydusunun uzaya fırlatılma işlemi ise 2012 senesinde gerçekleştirilmiştir.

Bahsetmiş olduğumuz gelişme ve ilerlemelerden de anlaşılacağı üzere Ülkemiz, Dünya çapında bakıldığında uzay teknolojileri bağlamında "Gelişmekte Olan Ülkeler" kategorisindedir. Türkiye'deki uzay ve uydu teknolojilerine dair yetenek ve kabiliyetler, uzaydan alınan dataların işlenmesi, görüntüleme amacıyla uydu tasarlanması, üretilmesi ve görüntüleme ile haberleşme amaçlı uyduların işletilmesi seviyesindedir. Ancak, uyduların uzaya fırlatılması yeteneği hali hazırda henüz Dünya'da çok az sayıda ülkede bulunmakta olup bu sıralarda bulunan ülkelerdir.



Şekil 1: Euroconsult ülkelerin uzay programları harcamaları tablosu (V. UHUK, 2009).

Bunların yanı sıra, Euroconsult tarafından 2006 senesinde yayınlanmış bulunan inceleme dokümanında Dünya'daki ülkelerin sivil anlamdaki uzay ve uydu faaliyetleri açısından gerçekleştirdikleri harcamalar gösterilmektedir. Eğer Ülkemize bahse konu grafikte bakacak olursak uzay ve uydu programları yeni oluşmakta olan bir ülke olarak tespit edildiğini görmek mümkün olacaktır.

Önümüzdeki dönemde Ülkemizde uzay ve uydu teknolojileri bağlamında geliştirilecek olan bazı uydu alt sistemlerinin uluslararası bağlamda da dikkat çekmesi ve taleple karşılaşması muhtemeldir. Uydu ve uzay teknolojileri alanlarında yetenek ve kabiliyetlerini geliştirmeye devam etmekte olan birçok kamu kurum ve kuruluşunun tecrübe anlamındaki kazanımlarını arttırması ve kazanılan yetenekler ile tecrübelerin uydu ve uzay teknolojileri bağlamında Ülkemiz kadar gelişme kaydedememiş ve yeteneklerini geliştirme eğiliminde olan ülkelere ürün ve danışmanlık sağlanacak hale gelmesi açısından çalışmalara devam edilmesi planlanılmaktadır.

Hali hazırda düşünmediğimiz ancak ilerleyen dönemde taleplerle karşılaşması muhtemel görülen alanlarda uydu ve uzay teknolojilerinin kullanılmasında artış olacağı ön görülerek uydu teknolojileri tarafından sağlanan hizmetlerin erişilebilirlik açısından daha kolay olması gerekmektedir. Bunlar, eğitim, tarım, iletişim ve sağlık başta olmak üzere pekçok alanda birçok kolaylık sağlayacak ve bununla birlikte bütün halk geliştirilen bu teknolojilerden kendi namına düşecek düzeyde fayda sağlayacaktır. Bu açılımın ilk fazları birkaç yıldır ülkemizde başlamış olmakla birlikte kendimize ait taleplerimiz de yine kendi kaynaklarımız tarafından karşılanacak ve Dünya üzerinde uydu teknolojileri alanında söz sahibi olunması amacı doğrultusunda önemli bir aşama daha kaydedilmiş olacaktır (Tübitak, 2013).

3. TÜRKSAT UYDULARI

Kaliteli ve güvenilir bir haberleşme hizmetinin sağlanması amacıyla Türk Telekom A.Ş.ve Fransız Aerospatiale firması arasında imzalanan "Türk Milli Haberleşme Uyduları"na ilişkin sistem sözleşmesi kapsamında TÜRKSAT 1B, 1C ve 2A uyduları tasarlanmış ve fırlatılmıştır.

TURKSAT uyduları; yönlendirilmiş yüksek güçlü transponderleri ile ülkemizin en uca kösesine kadar TV yayım, yer istasyonlarıyla da engebeli bölgelerde dahi ses ve veri (teleks, faks vb.) haberleşmesi sağlayabilmektedir. TURKSAT, radyo ve TV programlarının dağıtımından sonra kullanım sahası en yaygın olan tümeleşik ticari uydu şebekeleri sayesinde; hızlı data iletiminin, bilgisayarların birbirine bağlanmasının, sistemlerin uzaktan komutasının yanı sıra video konferans ve HDTV gibi yayınlar yapılabilmekte ve bankalar, oteller, havayolları acenteleri, büyük mağazaların satış merkezleri, gazetelerin değişik yerlerdeki matbaaları coğrafi koşullara ve uzaklığa bağlı kalmaksızın uydu aracılığıyla istenilen hızlarda kolayca haberleşebilmektedir.

TÜRKSAT 1B, Türkiye – Orta Avrupa bölgesinde dört, Türkiye – Orta Asya bölgesinde ise üç transponder birbirleri arasında anahtarlama özelliğine sahiptir. TÜRKSAT – 1B uydusu 2003 yılı sonu itibari ile yörünge düzeltmede kullanılan yakıtı azaldığından eğimli yörüngeye çekilmiş bulunmaktadır. Uydu halen internet sağlayıcılarına düşük ücretlerle hizmet vermeye devam etmektedir. TÜRKSAT- 1C uydusunun üzerinde Ku band da çalışmakta olan, analog ve sayısal TV ve radyo yayınları ile Orta Asya IBS telefon kanalları ve VSAT data iletişimine dair şebeke varlığını devam ettirmektedir.

TÜRKSAT 2A uydusuna ait hareketli kapsamlar üzerinden ise Hindistan ve Güney Afrika Cumhuriyeti gibi uydunun görüş alanı içerisinde bulunan bölgelere ulaşmak da mümkün olmaktadır.[Uzay haberleşme sistemleri, 2013]



Şekil 2: TÜRKSAT 3A (Vardar, 2010)

Türksat 3A uydusu 13 Haziran 2008 (Ariane 5-ECA) yılında fırlatılmıştır. 42° Doğu Boylamında göre

yapmaktadır. 24 adet Ku-Band transponder (12x36 MHz., 12x72 MHz. ve 6 adet yedek transponder) mevcuttur. 6112 Watt gücünde olup 3070 kg. ağırlığındadır.

2010 yılı içerisinde TÜRKSAT Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme Ağ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan açıklamada, TÜRKSAT 4A ve 4B uydularının üretimi amacıyla gönderilmiş olan şartnamelere ilişkin 6 şirketten 3'ü tarafından teklif verildiği ve bahse konu uyduların üretim sürelerinin 26 ay olarak planlandığı ifade edilmiştir (Ed. Bomes, 2009).

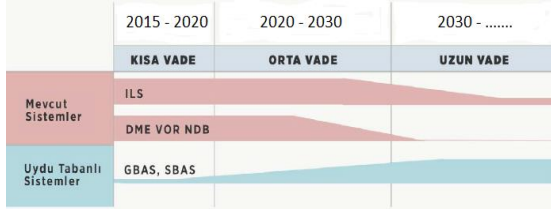
7 Mart 2011 tarihinde "Mitsubishi Electric Corporation (MELCO)" şirketi ile TÜRKSAT 4A ve 4B haberleşme uydularının üretimi amacıyla sözleşme imzalanmıştır. TÜRKSAT 4A ve 4B uydularının 2012 yılının son çeyreğine doğru uzaya gönderilmesi amaçlanmış ancak karşılaşılan bir takım teknik sorunlar dolayısıyla TÜRKSAT 4A bazı teknik aksaklıklar dolayısıyla 14 Şubat 2014 tarihinde TÜRKSAT 4A uydusu Kazakistan'ın Baykonur Uzay Üssü'nden Proton roketi kullanılarak uzaya fırlatılabilmektedir. TÜRKSAT 4A Avrupa, Asya, Ortadoğu, Kuzey Afrika ve Türkiye'yi BSS frekans bandında, Sahra Altı Afrika bölgelerini ise FSS frekans bandında kapsama alanına alabilmektedir. Daha önceki zamanlarda hizmet verilememiş olan Sahra Altı Afrika'ya da TÜRKSAT 4A vasıtasıyla VSAT, SNG ve DTH gibi hizmetlerinin verilmesinin önü açılmış olmuştur. Ayrıca, TÜRKSAT 4A uydusunda Ka bandı kullanılmakta olup TÜRKSAT 4A'nın, 42.0° Doğu yörüngesinde 2016 yılı başında ömrünü tamamlayan TÜRKSAT 2A'nın da yerine geçmesi planlanarak uygulamaya koyulmuştur. 42.0° Doğu yörüngesindeki TÜRKSAT uydularından yayın yapılan TV kanalı sayısı 2014 yılı sonu itibarıyla 580'e ulaşmıştır (İTÜ, 2015).

4. UYDUYA DAYALI SEYRÜSEFER

Performansa Dayalı Seyrüsefer kavramı ise havayollarının daha ekonomik olması dolayısıyla waypointler yerine direkt rotaları tercih etmeleri, uçak borda aletlerindeki ve uydu teknolojilerinde gelişmeler ile yer temelli seyrüsefer yardımcılarının konuşlanması ve elektromanyetik yayın performanslarının sağlıklı bir şekilde yapılmasını kısıtlayan çevresel etkiler, doğal ve yapay manialar ile diğer coğrafi koşullar dikkate alınması ve hem hava sahasının daha etkin ve verimli kullanılması hem de uçuş emniyetinin artırılması amacıyla bir yöntem geliştirilmesi ihtiyacı oluşması sonucunda ortaya çıkmıştır.

ICAO tarafından yayınlanmış olan Doc 9613 numaralı "Performance Based Navigation Manual" dokümanında da belirtildiği üzere, PBN, geleneksel seyrüsefer yardımcıları tarafından noktadan noktaya sağlanan seyrüsefer hizmetinin, uçak üzerinde bulunan bordo aletleri ile uydu teknolojilerinin bir

arada kullanımı sonucundaki dönüşümünü ifade etmektedir.



Şekil 3: Geleneksel ve Uydu Tabanlı Sistemlere Yönelik Projeksiyon (STM, 2015)

Bu bağlamdaki seyrüsefer özellikleri ise; R-NAV (Area Navigation) veya RNP (Required Navigation Performance) olarak isimlendirilmektedir. Bunlara kısaca bakacak olursak;

R-NAV için;

RNAV 1 ve RNAV 2, ETOPS uçuşlar, SID'ler, STAR'lar ve GNSS kullanarak yaklaşma safhasına geçişlerdeki operasyonları desteklemektedir.

RNAV 5, sistem gereksinimi olarak tek bir saha seyrüsefer sistemi gereklidir ayrıca, VOR/DME, DME/DME, INS/IRS, GNSS sensörleri kullanılabilir. RNAV 10, ETOPS uçuşlarında kullanılır genellikle, 50NM yanlamasına ve uzunlamasına mesafe ayırma prensibine dayanır (ICAO Doc9997, 2013).

RNP için;

RNP 1 (ICAO9997, 2013), sadece GNSS kullanarak geliş ve kalkış prosedürlerini desteklemeyi sağlar. GNSS'e olan gereksinimi dışında RNAV 1 ve RNAV 2 den önemli bir farkı yoktur.[ICAO Doc9997, 2013] RNP 2 ve İleri RNP (A-RNP- Advanced RNP) [ICAO9613, 2008] ile ilgili çalışmalar halihazırda devam etmektedir (ICAO Doc9613, 2008).

RNP 4 (ICAO9997, 2013), herhangi yere dayalı bir seyrüsefer yardımcısına gerek duymamaktadır. RNP 4'ü destekleyen genel olarak GNSS sistemidir (ICAO Doc9997, 2013).

RNP APCH, PBN yaklaşma prosedürlerinden yetki gerektirmeyendir. Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO-International Civil Aviation Organization) tarafından RNP Yaklaşması (RNP APCH- RNP Approach), Federal Havacılık Otoritesi (FAA-Federal Aviation Authority) tarafından RNAV GPS olarak kullanılır.

Ülkemizde, 2012 yılının sonlarında, coğrafi şartları nedeniyle hassas seyrüsefer sistemlerinin yerleştirilmesine olanak tanımaması dolayısıyla Ülkemizde ilk olarak PBN yaklaşma şekli Van Havalimanı'nda uygulanmaya başlanmıştır. Bu tarihten itibaren, yaklaşma sistemlerinde uydudan alınan sinyaller kullanılmaktadır. 13 Aralık 2012 itibarıyla bu sistemi duyurulmuş olup havayolu firmalarının kullanımına sunulmuştur. İlk olarak bu sistemi kullanarak Van Havalimanı'na Sun Expres Havayolu iniş gerçekleştirmiştir. Dünya ile eş zamanlı

kurulan RNP –AR sistemi sayesinde kötü hava şartları nedeniyle yaşanan sefer iptallerinin en aza inecektir. Sistem özellikle havalimanına en kısa yoldan yaklaşmayı sağladığı için havayolu firmaları için maliyetlerde ciddi bir avantaj sağlayacak. RNP – AR sisteminin diğer havalimanlarına da kurulması çalışmaları devam etmektedir. Türkiye'de ilk kez Van Havalimanı'nda uygulanan sistemler yakıt ve zaman tasarrufu da sağlamıştır.

Van Havalimanı'nda PBN yaklaşmasının uygulanmaya başlanması sonrasında aynı yöntem İstanbul – Atatürk, İstanbul – Sabiha Gökçen, Muğla – Dalaman, Muğla – Bodrum, Kahramanmaraş, Kayseri, Trabzon, Samsun – Çarşamba ve Denizli Havalimanlarında da uygulanmaya başlanmıştır.

Bu bağlamda, coğrafi şekillerin hassas yaklaşma sistemlerinin sağlıklı bir şekilde çalışmalarına engel teşkil ettiği havalimanlarında PBN (RNP veya RNAV) yaklaşma ve seyrüsefer uygulamalarına geçilmesine yönelik çalışmalar da devam etmektedir (Topcu, 2017).

5. TÜRKİYE PBN UYGULAMA PLANI

Yukarıda bahsedilen gerekçeler, ihtiyaç ve Ülkemizin teknik kapasitesi göz önünde bulundurulmak suretiyle Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (SHGM ve DHMİ başta olmak üzere) koordinesinde olmak ve diğer tüm paydaşlarında görüşleri alınmak suretiyle aşağıda belirtilen şekliyle bir uygulama eylem planının yürürlüğe sokulması ve fizibilite çalışmalarına başlanılmasında fayda olacağı değerlendirilmektedir.

Bunlara kısaca bakacak olursak;

SHGM sorumluluğunda olmak üzere;

- Türkiye AIP'sinde yayınlanacak GPS frekans bant aralığının her türlü enterferanstan/girişimden etkilenmeden kullanılabilmesi için yetkili otorite nezdinde girişimde bulunulması,
- Türkiye'deP-RNAV (GNSS), RNP-1 (GNSS), RNP APCH ve RNP APCH with Baro VNAV ekipmanına sahip olmayı olan uçak sayılarının belirlenmesi,
- Belirlenen sayılar dikkate alınarak onay zorunluluğu getirilip getirilmeyeceği hususunun DHMİ tarafından değerlendirilmesi,
- Yoğun trafik akışının yaşandığı havaalanlarında (IST, AYT, ESB, ADB, BDR, DLM) konvansiyonel usuller kullanılmadığı zamanlarda RNP APCH uygulamalarının yedek usul olarak kullanılmasının sağlanması,
- Tüm Hava sahasındaki maniaların tespitinin ve güncellenmesinin sağlanması,
- Mania kriterinin belirlenmesi, istenen hassasiyetlerde bilgi toplayabilecek nitelikte firmalarının yetkilendirilmesive güncellenebilir bir veri tabanı oluşturulmasının sağlanması,
- Sinyal performansının belirlenmesi,

- Uydu sistemlerinden hangisinin (GPS veya GLONASS) hangi aşamalarda (enroute, terminal ve hassas olmayan yaklaşma) kullanılacağına Annex-10 incelenerek belirlenmesi,
- Uydu sisteminin frekans aralığı ile birlikte Türkiye AIP'sinde yayınlanmasının sağlanması,
- RNP SHT20-27 talimatında herhangi bir değişiklik yapıp yapılmayacağına belirlenmesi DHMİ sorumluluğunda olmak üzere;
- RNP APCH (LNAV ve/veya VNAV) uygulamalarının tüm meydanlarda hayata geçirilmesi için gerekli çalışmalarının tamamlanması,
- Araziye manialar veya PANS OPS Doküman 8168 Volume 2'de tanımlanmış standart kriterlere uyumsuzluk sebebiyle RNP APCH uygulanamayan meydanların SHGM vasıtasıyla ICAO'ya bildirilmesi, (mevcut durumda; Trabzon, Erzincan, Siirt, Tokat, Çaycuma'da uygulanamıyor)
- RNP APCH uygulamalarının ILS olan ve yoğun trafik akışı yaşanan havaalanlarında yedek usul olarak kullanımının sağlanması,
- Bu uygulamaların kullanım şartlarının hazırlanan usullerin devreye verileceği tarihte eşzamanlı olacak şekilde Türkiye AIP'sinde yayınlanması, şeklinde sıralanabilir.

6. SONUÇ

Bu çalışma da, uydu teknolojilerine dayalı seyrüsefer (PBN) bağlamında ülkemizin mevcut durumu ve bu kapsamda biran önce gerçekleştirilmesi gereken iş ve işlemlere yönelik uygulanması gereken eylem planına ilişkin süreçler incelenmiş ve tavsiyelerde bulunulmuş olup PBN uygulamasına başlanılmış olan havalimanlarına dair bilgiler verilmiştir. Hiç şüphe yok ki, ülkemiz uzay teknolojileri gelişmelerine biraz uzak kalmış ancak son yıllarda gerçekleştirilen atılımlar ile gecikme süresi tolere edilmeye çalışılmakta ve olumlu birçok sonuç alınmaya başlanıldığı da görülmektedir.

Uyduya Dayalı Seyrüsefer (PBN), hava şartlarının görüşü kısıtlayıcı düzeyde olduğu durumlarda, coğrafi koşulların yer temelli seyrüsefer yardımcılarının performansını etkilediği ve pilotun iniş – kalkış yapmasına engel teşkil ettiği operasyonun zorlaştığı durumlarda ve direkt rota kullanımına imkan tanıyarak hem daha ekonomik hem de daha emniyetli uçuşların gerçekleşmesini sağlamaktadır.

Bu perspektifte konuya yaklaşacak olduğumuzda da; Ülkemizin PBN teknolojileri ve seyrüsefer yapısına bir an önce adapte olmasının ilerleyen süreçte ortaya çıkabilmesi muhtemel emniyetsizlik ve hava trafik artışına karşın kapasitenin bu artışı karşılayamaması durumunun da önüne geçecektir.

KAYNAKLAR

Aydın, Ö. (2006). Uydu haberleşme sistemleri ve savunmada kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Ed. Bomes, O. (2009). Directorate of defence studies, Air power-UAVs: The wider context, Royal air force.

Ferit, M. ve Akyol, Y. (2004). İnsansız hava aracı sistemlerinin dünyadaki gelişimi ve uygulamalar, Kayseri V. Havacılık Sempozyumu, 234-239, Kayseri.

International Civil Aviation Organization (ICAO) Doc 9613, Performance – Based Navigation (PBN) Manual, 3. Baskı, 2008.

International Civil Aviation Organization (ICAO) Doc 9997, Performance – Based Navigation (PBN) Operational Approval Manual, 1. Baskı, 2013.

STM, 2015. Uydu Tabanlı Yaklaşma Sistemleri – Teknoloji ve Pazar Değerlendirme Raporu, Ankara, Türkiye

TMMOB Makina Mühendisleri Odası. (2009). Türkiye'nin Uydu İhtiyaçları ve Uzay Teknolojilerinin Ürün Haline Dönüştürülmesi, V. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, Eskişehir.

Topcu, M. (2017). Türkiye Uydu Haberleşme Sistemlerindeki Gelişmeler ve GPS Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

V. UHUK, 2009. Türkiye'nin Uydu İhtiyaçları ve Uzay Teknolojilerinin Ürün Haline Dönüştürülmesi, V. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı, Eskişehir.

Uzay haberleşme sistemleri. <http://yukseleyildizim.blogspot.com.tr/2011/06/uzay-haberlesme-> (Erişim Tarihi: Haziran 2013)

Vardar, U. (2010). Gelişen uzay sistemleri, uydu teknolojileri ve TSK'da askeri uydu kullanımının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Komutanlığı, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.

<http://usl.itu.edu.tr/tr/itupsat1-hakkinda-ayrintili-bilgi.php> (Erişim Tarihi: 19 Mayıs 2015)

<http://www.uzay.tubitak.gov.tr/tubitakUzay/tr/about/history.asp> (Erişim Tarihi: 27 Mayıs 2013)