

Uçuş Prosedürleri İçin Yol Tanımlayıcıları

Özlem Şahin *¹
Öznur Usanmaz ²

ÖZ

Uçuş prosedürlerinin seyrüsefer veri tabanına girişinin yapılabilmesi için kod şekline dönüştürülmesinde kullanılan yol tanımlayıcılar, iki tane alfa nümerik harf ile tanımlanmaktadır. ARINC 424'te 23 tane yol tanımlayıcı mevcuttur; fakat, bunlardan sadece 11 tanesi saha seyrüsefer prosedür tasarımında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, saha seyrüsefer için kullanılan yol tanımlayıcıların bacak tipleri, kodlanması ve harita gösterimi örneklerle açıklanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Saha seyrüseferi, seyrüsefer veritabanı, yol tanımlayıcı, yol noktası

Path Descriptors for Flight Procedures

ABSTRACT

Path descriptors are two letter codes which translate textual description of flight procedures into a code for the navigation database. There are 23 path descriptors in ARINC 424 but only 11 of them are used for an area navigation (RNAV) procedure design. In this study, path terminator leg types will be explained and path descriptor coding rules and charting will be presented.

Keywords: Area navigation, navigation database, path descriptor, waypoint

* İletişim Yazarı

Geliş/Received : 05.07.2017

Kabul/Accepted : 17.08.2017

¹ Yrd. Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Hava Trafik Kontrol Bölümü, Eskişehir - osahin5@anadolu.edu.tr

² Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Eskişehir - ousonmaz@anadolu.edu.tr

1. GİRİŞ

Performansa dayalı seyrüsefer (PBN-Performance based Navigation), saha seyrüsefer (RNAV-Area Navigation) ve gerekli seyrüsefer performansı (RNP-Required Navigation Performance) kavramlarından oluşmaktadır. Performans standartlarını kullanarak uçağın seyrüsefer kabiliyetini tanımlar. RNAV, istasyon referanslı seyrüsefer yardımcılarının erişim alanı dahilinde ya da uçaktaki cihazların kendi seyrüsefer limitleri dahilinde ya da bunların birleşimi sayesinde istenilen herhangi bir uçuş güzergahında uçağın operasyonuna olanak veren bir seyrüsefer yöntemidir. RNP ise belirlenmiş hava sahası içerisinde yatay düzlemde sağlanması istenen seyrüsefer doğruluğu olarak tanımlanmaktadır. RNP, RNAV seyrüsefer özelliği ile benzer olup, tek farkı kokpitte izleme ve ikaz sisteminin yer almasıdır. Böylelikle, pilot seyrüsefer sistemin başarısız olduğu durumları saptayabilecektir [1-3].

PBN, hava sahası ve uçuş prosedür tasarımını kolaylaştıran, emniyetli şekilde hava trafik akışını düzenleyen uçuş rotalarının tasarımında ve uygulanmasında önemli rol oynamaktadır. PBN uçuş operasyonlarını gerçekleştirmek, uçaktaki uçuş yönetim sisteminin (FMS-Flight Management System) kabiliyetindeki gelişmeler sayesinde mümkün olmaktadır [4]. FMS, uçağın öngörülebilir ve tekrarlanabilir RNAV, RNP uçuş rotalarında operasyon yapmasına imkan vermesi nedeniyle PBN'in en önemli elemanıdır [5-8]. Hemen hemen tüm kurumsal ve ticari uçaklar, seyrüsefer radyo alıcıları, atalet referans sistemleri (IRS-Inertial Reference System), havadaki veri sistemleri, seyrüsefer, uçuş ve alet göstergeleri, uçuş kontrol sistemleri, motor ve yakıt sistemleri ve veri hatlarından oluşan FMS sistemlerine sahiptir. Uçuş yönetim bilgisayarları (FMCs-Flight Management Computers) bu alt sistemleri işlemektedir [8].

FMS bünyesindeki seyrüsefer veri tabanı, terminal kontrol sahasındaki ve yoldaki tüm fiक्सleri, yol noktalarını (wp-waypoint), seyrüsefer yardımcılarını, standart terminal geliş rotalarını (STAR-Standard Terminal Arrival Routes), standart aletli kalkış (SID-Standard Instrument Departure) rotalarını, aletli yaklaşma haritalarını (IAC-Instrument Approach Chart) bekleme paternlerini, yere ve uyduya dayalı seyrüsefer sistemlerini kapsamaktadır. Uçuş operasyonunda gerek duyulan uçuş planları, rota bilgileri, coğrafi fiक्सler, seyrüsefer yardımcıları ve veri tabanı elemanlarını, vb. bütün bilgileri sağlamaktadır [9].

Havacılık haritalarının, uçuş mürettebatı tarafından daha iyi anlaşılmasında görsel iyileştirmeler yapan ve uçuş bilgilerinin sunumunda kolaylık sağlayan, hava seyrüsefer veri tabanı 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Dolayısıyla, güvenilir ve tutarlı hava seyrüsefer veri tabanlarına önemli derecede ihtiyaç vardır [6].

RNAV sistem, FMS'in bir parçası olarak kabul edilebilir ve terminal hava sahası operasyonları için RNAV sistem tarafından kullanılan tüm seyrüsefer verileri, havacılık



standartları ARINC 424 Seyrüsefer Sistemi Veritabanı özelliklerine göre kodlanmış verilerden türetilmiştir. Seyrüsefer sistemleri için haritalarda belirtilen rotaların uygun kodlara çevrilmesini sağlamak için, havacılık endüstrisi tarafından terminal prosedürleri için yol sonlandırıcı (path terminator) kavramı geliştirilmiştir. Yol sonlandırıcılar, havacılık haritalarında yol tanımlayıcı (path descriptor) olarak ifade edilmekte olup, bu çalışmada yol tanımlayıcı ifadesi kullanılacaktır.

Yol tanımlayıcılar, iki tane alfa nümerik harften oluşan kodlardır ve prosedürün bir bölümü boyunca belirli bir uçuş rotasını ve bu uçuş rotasına geçiş tipini tanımlamaktadır. Tüm RNAV SID, STAR ve yaklaşma safhaları için hava seyrüsefer veri tabanına kodlanır [10]. Bu çalışmada, RNAV yol tanımlayıcı tipleri, kodlanması ve harita gösterimi tanımlanacak ve örnekler ile açıklanacaktır.

2. YOL TANIMLAYICI TİPLERİ VE KODLAMA KURALLARI

Yol tanımlayıcılar, RNAV rotaların kalkıştan yol safhasına bağlanmasına ve uçağın yol safhasından ayrılıp RNAV prosedürün sonuna kadar, her bir bacağın tanımlanmasında kullanılmaktadır. Yol safhası veya terminal kontrol sahası (TMA-Terminal Control Area) dışındaki diğer rotaları düzenlemekte kullanılmamaktadır. ARINC 424'te tanımlanan 23 farklı yol tanımlayıcı mevcuttur. Bunlardan 11 tanesi RNAV prosedür tasarımında kullanmak için uygundur [10].

İki tane alfa nümerik harften oluşan yol tanımlayıcılarda, ilk harf, uçağın ilgili noktaya nasıl ulaştığını (direkt, vektör vb.) ifade etmektedir. İkinci harf ise bir şart ya da durum belirtmekte olup (bir fiks, irtifa vb.), bir sonraki bacağa geçmek için gerekli olan şartı tanımlamaktadır. Örneğin pilotun pist başını muhafaza ederek 2000 feet'e tırmanması ve daha sonra bir fikse direkt uçma talimatı almasında hem takip edeceği uçuş yolu hem de bir sonraki uçuş bacağına geçiş için gerekli olan şart mevcuttur. Bu örnekte yol, pist başını muhafaza etmesi için korunan uçuş başı; geçiş ise 2000 feet irtifa kısıtıdır. Daha sonraki bacak otomatik olarak düzenlenir. Uçuş prosedürü hazırlanırken, seyrüsefer veri tabanına bir seri bacak tipi kodlanabilir [6]. Tablo 1'de RNAV yol tanımlayıcı bacak tipleri verilmiştir.

RNP uygulamaları için; başlangıç fiksi (IF-Initial Fix), fiske rota (TF-Track to Fix), sabit yarıçap dönüş (RF-Constant Radius Arc to a Fix) ve bekleme noktasından vektörle çıkış (HM-Holding/Racetrack to a Manual Termination) yol tanımlayıcıları kullanılmaktadır. Uçuş prosedürlerinde kullanılan tüm kodlar aşağıda açıklanmıştır. Ayrıca yol tanımlayıcı kodları ve gösterimleri Tablo 2'de verilmiştir.

Başlangıç Fiksi (IF-Initial Fix): RNAV prosedürlerin kodlanması IF ile başlar. IF kendi başına istenilen rotayı oluşturmaz; fakat istenilen rotayı tanımlamak için diğer bacak tipleri ile bağlantı sağlamada kullanılmaktadır.

Tablo 1. RNAV Yol Tanımlayıcı Bacak Tipleri [11]

YOL		TANIMLAYICI	
Tanım	İlk Harf	İkinci Harf	Tanım
Sabit DME yayı (Constant DME Arc)	A	A	İrtifa (Altitude)
Uçuş yoluna (Course to)	C	C	Mesafe (Distance)
Direkt rota (Direct Track)	D	D	DME Mesafesi (DME distance)
Fiksten uçuş yoluna (Course from a fix to)	F	F	Fiks (Fix)
Bekleme (Holding pattern)	H	I	Sonraki bacak (Next leg)
İlk (Initial)	I	M	Manuel geçiş (Manual termination)
Sabit yarıçap (Constant Radius)	R	R	Radyal geçiş (Radial termination)
Rota arası (Track between)	T		
Uçuş başı (Heading to)	V		

Fikse Rota (TF-Track to Fix): RNAV için düz rota safhasıdır. TF rota, iki yol noktası (waypoint-wp) arasında jeodezik yol ile tanımlanmaktadır. Yol noktalarından ilki, önceki safhayı sonlandıran wp ya da başlangıç fiksidir (IF). Orta ve son yaklaşma safhalarının daima TF rota olması gereklidir.


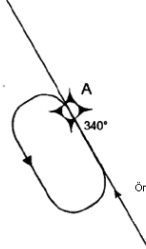
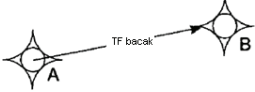
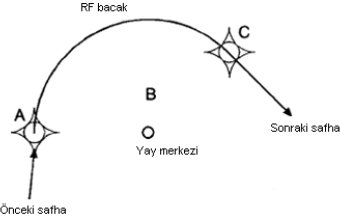
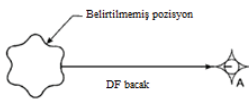
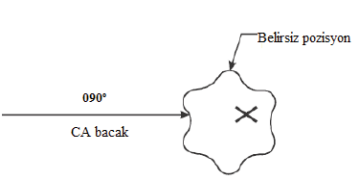
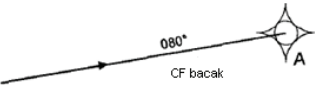
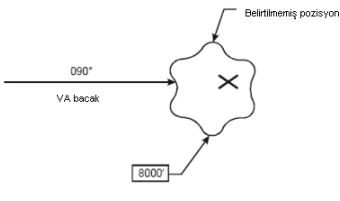
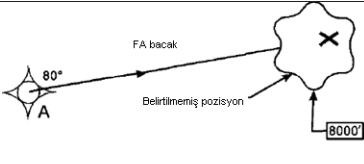
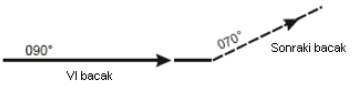
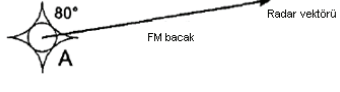

Direkt Fikse (DF-Direct to Fix): Uçağın rotası üzerindeki belirsiz bir pozisyondan belirli bir fikse ya da wp'e uçuş bacağı tanımlamak için kullanılmaktadır. DF yol tanımlayıcısı, tahmin edilebilir, tekrarlanabilir uçuş yolu sağlamaz. Aynı zamanda DF, dönüş noktasından ya da dönüş irtifasından en kısa rota mesafesini sağlamaktadır.

Uçuş Yolundan İrtifaya (CA-Course to an Altitude): Belirsiz bir pozisyon ve irtifada sonlanan uçuş yolunu tanımlamak için kullanılmaktadır.

Fikse Uçuş Yolu (CF-Course to a Fix): Belirli bir uçuş yolunun ardından fiks veya wp'te son bulan uçuş bacağı tanımlanmaktadır. CF, son yaklaşma segmentinin tanımlanması için izin veren tek yol tanımlayıcıdır. CF'nin normal kullanımı kalkışta veya pas geçmede FA veya CA'dan sonra gelir. CA/CF'nin birlikte kullanılması, kalkışın çevresel etkilerini azaltmada etkili olabilir.

Fiksten İrtifaya Uçuş Yolu (FA-Course from a Fix to an Altitude): Fiks veya wp'te başlayan, uçağın belirli bir irtifada veya üzerinde olduğu noktada sona eren uçuş yolunu tanımlamak için kullanılmaktadır. İrtifa noktası için pozisyon belirlenmemiştir. FA; bilinmeyen noktada son bulması nedeniyle tahmin edilebilir, tekrarlanabilir uçuş rotası sağlamamaktadır; fakat pas geçme prosedürleri için yararlı yol tanımlayıcıdır.

Tablo 2. Yol Tanımlayıcı Kodları ve Gösterimleri [10]

IF		HM	
TF		RF	
DF		CA	
CF		VA	
FA		VI	
FM		VM	

Fiksten Manüel Sonlandırma (FM-Course from a Fix to a Manual Termination): Uçuş bacağı, radar vektörü ile sonlandığında kullanılmaktadır. VM ile benzer işlevselliği sağlamaktadır. Uçak, pilot müdahalesine kadar belirtilen başta uçuşuna devam eder.

Bekleme Noktasından Vektörle Çıkış (HM-Holding/Racetrack to a Manual Termination): Uçuş ekibi tarafından manüel olarak sonlandırılan bekleme paternini tanımlamak için kullanılmaktadır.

Tablo 3. İlk ve Son Yol Tanımlayıcıları [10]

RNAV Prosedür	İlk Bacak	Son Bacak
SID	CA, CF, VA, VI	CF, DF, FM, RF, TF, VM
STAR	IF	CF, DF, FM, HM, RF, TF, VM
Yaklaşma	IF	CF, TF, RF
Pas Geçme	CA, CF, DF, FA, HM, RF, VI, VM	CF, DF, FM, HM, RF, TF, VM

Sabit Yarıçap Yay (RF-Constant Radius Arc to a Fix): Yol noktasında son bulan dairesel bir rotadır. Yayın başlangıcı, önceki safhanın son bulunduğu wp olarak tanımlanmaktadır. Yayın sonundaki wp, bacağın dönüş yönü ve dönüş merkezi seyrüsefer veri tabanı tarafından sağlanmaktadır. Yarıçap, RNAV sistem tarafından dönüş merkezinden bitiş wp'ine olan mesafe olarak hesaplanır. Tek bir yay, 2° ile 300° arasındaki herhangi bir dönüş için hesaplanabilir. Sistemlerdeki mevcut RF işlevselliği genellikle sadece RNP-RNAV gereksinimlerini karşılamak için tasarlanmaktadır.

İrtifaya Vektörle Rota (VA-Heading to an Altitude): Kalkış safhasında, vektörün tercih edildiği kalkışlar için kullanılmaktadır. Uçuş bacağı, bitiş pozisyonu olmadan, belirli bir irtifada son bulmaktadır. VA, RNAV tasarım içinde sadece başlangıç vektör bacaklarının gerekli olduğu, paralel kalkışlarda kullanılmaktadır.

Sonraki Bacak için Vektör (VI-Heading to an Intercept): Uçak bir sonraki bacağına dahil oluncaya kadar belirtilen başta uçuşuna devam eder.

Manuel Sonlandırma için Vektör (VM-Heading to a Manual Termination): Prosedürün sonunda, radar vektörünün sağlandığı yerde kodlanabilir. FM ile benzer işlevselliği sağlamaktadır. Pilot müdahalesine kadar, uçak belirtilen başta uçuşuna devam eder [10-12].

Uçuş prosedürlerinde yol tanımlayıcılar önceki ve sonraki bacak olarak belirli bir sırayı takip etmelidir. İzin verilen bacak sıralaması, yol tanımlayıcı sıralaması olarak ifade edilebilir. Tablo 4'te içi dolu alanlar izin verilmeyen önceki bacak/sonraki bacak sıralamasını göstermektedir. Tablo 4'te yer alan 1, 2 ve 3 ise aşağıdaki maddeleri ifade etmektedir:

1. CF/DF veya DF/DF sıralaması sadece birinci bacak üzerinden uçulması amaçlandığında kullanılabilir, aksi halde alternatif kodlama kullanılması gerekir.
2. IF bacak yalnızca, her bir FA veya HM bacağının sonundaki irtifa kısıtlarının farklı olması durumunda kodlanır.
3. IF/RF kombinasyonuna sadece son yaklaşmanın başlangıcında izin verilmektedir.



Tablo 4. Yol Tanımlayıcı Sıralaması [10]

	Sonraki Bacak											
	IF	CA	CF	DF	FA	FM	HM	RF	TF	VA	VI	VM
Önceki Bacak	CA											
	CF				1							
	DF				1							
	FA											
	FM											
	HM											
	IF					2	2	2	3			
	RF											
	TF											
	VA											
	VI											
	VM											

Tablo 5. Gerekli Yol Tanımlayıcı Verileri [10]

Yol Sonlandırıcı	Yol Noktası Tanıtıcısı	Uğrak Nokta	Dönüş Yönü	Önerilen Seyrüsefer Yardımcısı	Seyrüsefer Yardımcısına Mesafe	Seyrüsefer Yardımcısına Doğru	Manyetik Yol	Yol Uzunluğu	İrtifa Kısıtı 1	İrtifa Kısıtı 2	Hız Limiti	Dikey Açı	Yay Merkezi
CA			0				√		6		0		
CF	√	1	0	√	√	√	√		0	0	0	0	
DF	√	1	0	0	0	0			0	0	0		
FA	√		0	√	√	√	√		6		0		
FM	√		0	√	√	√	√		0		0		
HM	√		0	0	0	0	√	√	0		0		
IF	√			0	0	0			0	0	0		
RF	√	0	√	0		2	3	5	0	0	0	0	√
TF	√	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VA			0				4		6		0		
VI		0	0	0			4		0	0	0		
VM	0		0				4		0		0		

√-Gerekli	1- Sadece CF/DF veya DF/DF kombinasyonları için gereklidir	3- Rotadan uzaklaşma	5- Rota boyunca mesafe
o-İsteğe bağlı	2- Rotaya yaklaşma	4- Yol harici uçuş başı	6- İrtifada veya üzerinde
İçerideki boş alanlar, yol tanımlayıcısı için geçerli olmayan verileri temsil eder.			

Yol tanımlayıcıların sıralanmasında aşağıdaki temel kurallar uygulanmaktadır:

- FA, CA ve VA bacakları, DF veya CF (DF tavsiye edilen) tarafından izlenmesi gerekir.
- TF'den uğrak noktaya (fly over) geçiş, TF veya CF tarafından izlenecektir.
- Uğrak noktadan sonra prosedürün DF'ye ihtiyacı varsa, önceki bacak CF veya DF olarak kodlanacaktır.
- DF rota, geçiş noktası (fly by) wp' i izlemez.
- RF bacağına başlangıcı ve sonundaki wp, uğrak nokta olarak kodlanmaz.

Tablo 5'te her bir yol tanımlayıcıyı desteklemek için gerekli olan veriler yer almaktadır. İçi dolu olarak gösterilen alanlar, bu yol tanımlayıcı için uygun olmayan veriyi göstermektedir. Örneğin, yay merkezi sadece RF yol tanımlayıcısı için gereklidir [10].

3. HARİTA GÖSTERİMİ

ICAO'nun aletli yaklaşma haritalarının tanımlanmasına ilişkin yayımladığı bültende, PBN yaklaşma haritalarının başlıkları 30 Kasım 2022'ye kadar RNAV (GNSS) RWY XX ve RNAV (RNP) RWY XX olabileceği gibi, alternatif olarak sırası ile RNP RWY XX ve RNP RWY XX (AR) şeklinde kullanılabilir. Ancak, 1 Aralık 2022'den itibaren alternatif olarak sunulan kullanım şekilleri geçerli olacaktır [13].

FMS için veri tabanı kodlamasında RNAV prosedürün açık, net, doğru ve anlaşılır şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Harita gösterimlerinde kısaltılmış ve çizelgeleme üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ilgili yol tanımlayıcıların harita üzerinde gösterimleri Samsun /Çarşamba Havalimanındaki 13 pist için açıklanacaktır.

Samsun/Çarşamba Havalimanı'nın 13 pisti RNAV (GNSS) aletli geliş prosedürüne göre farklı yönlerden giriş yapan trafiklerin takip edebileceği beş tane standart geliş yolu bulunmaktadır (DETOS 1T, BAFRA 1T, TERME 1T, HAVZA 1T ve ALMUS 1T). Haritanın sağ alt köşesinde, bu STAR'ları uygulayacak trafikler için köşeli parantezler içerisinde kısaltılmış açıklamalar verilmiştir. Kısaltılmış açıklamada, hız, rota ve irtifa ile ilgili kısıtlar gösterilmektedir. Bu kısıtların yol noktasının isminden önce gelmemesi durumunda, kısıta ulaşıncaya kadar en son hesaplanan rotada uçulacaktır (Şekil 1).

Her bir kısıt "UNNNNCD" formatında kodlanmaktadır. "U", aşağıdaki harflerden biri için kullanılabilir:

A: deniz seviyesi üzerindeki (AMSL-above mean sea level) irtifa (feet)

F: uçuş seviyesi

K: knot cinsinden işari hava hızı

M: manyetik derece

T: gerçek derece

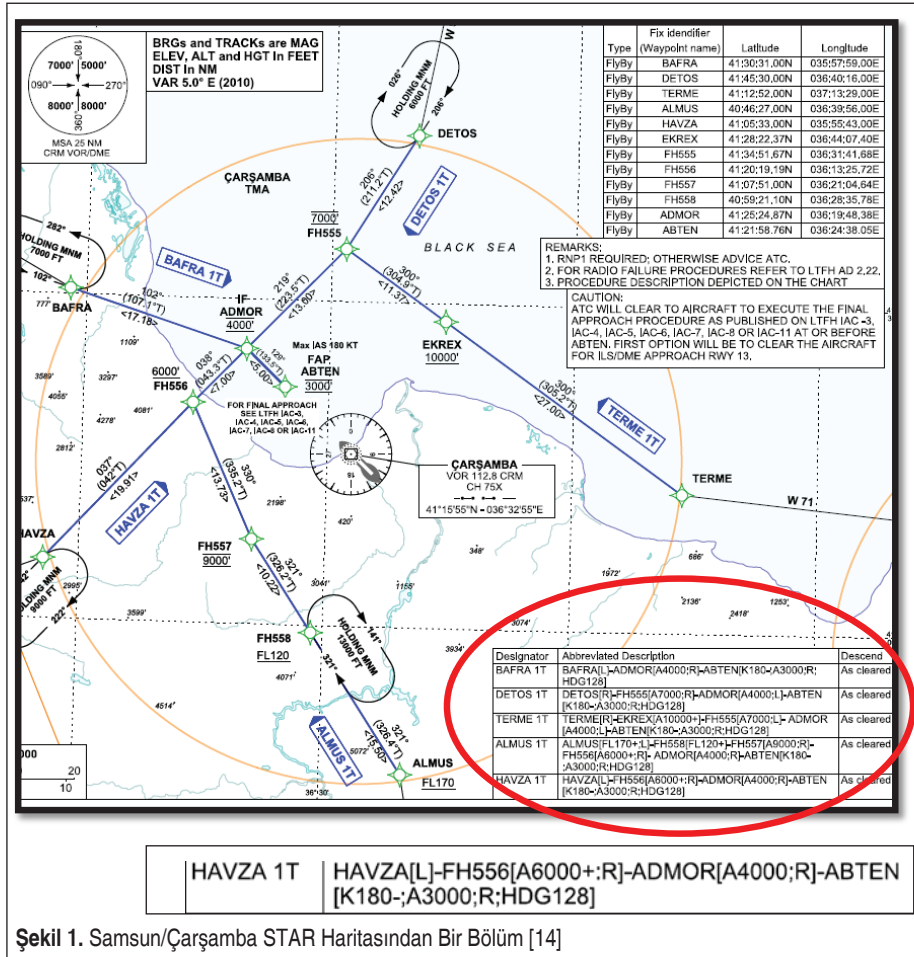
“NNNNN” formatı, 000’den 99999’e kadar bir sayıyı ifade etmektedir. “C”, aşağıdakilerden biri olabilir:

+ : -de, da veya üzerinde

- : -de, da veya altında

Boşluk: -de, da

“L”, sola dönüş; “R” ise sağa dönüşü ifade etmektedir. Birden fazla kısıt olması durumunda, kısıtlar noktalı virgül (;) ile birbirinden ayrılmalıdır. Tek bir yol noktası için

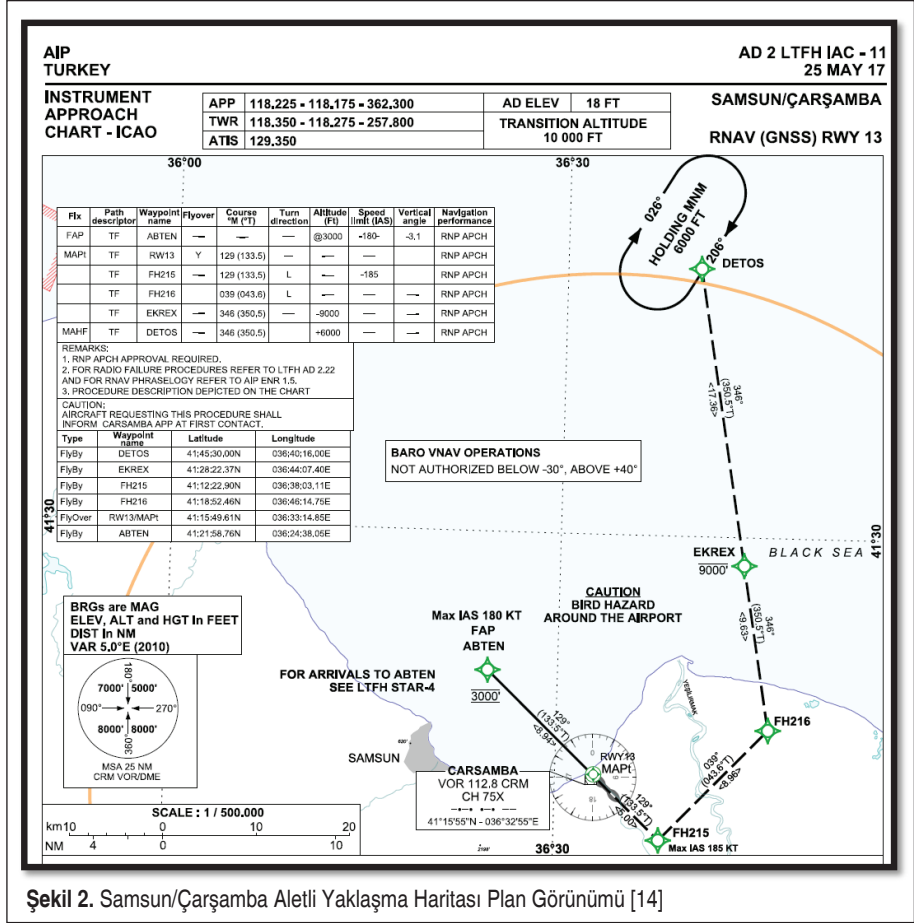


Şekil 1. Samsun/Çarşamba STAR Haritasından Bir Bölüm [14]

verilen kısıt tire (-) ile ayrılarak gösterilebilir; fakat sonraki bacağın DF gerektirmesi durumunda ok (→) işareti kullanılmalıdır [10].

Samsun/Çarşamba için ilan edilen HAVZA 1T STAR'ına göre, HAVZA noktasından terminal kontrol sahasına giren trafik, girişi takiben FH556 noktasına 6000 ft ve üzerinde uçacak, ADMOR noktasına ilerleyecek ve bu noktada 4000ft' te olacaktır. Daha sonra 128 uçuş başı için sağa dönecek ve ABTEN noktasına 180 kt hızla, 3000 ft' te olacak şekilde uçacaktır (Şekil 1).

Uçuş prosedürlerinin harita gösteriminde kullanılan çizelgeleme yönteminde ise yol tanımlayıcılar, yol noktası isimleri, yol noktası tipi, manyetik uçuş başı, dönüş yönü, varsa irtifa, hız kısıtları, dikey açı ve seyrüsefer performans gereklilikleri çizelge şeklinde gösterilmektedir.





Samsun/Çarşamba Havalimanı 13 pisti için RNAV (GNSS) aletli yaklaşma haritasında çizelge yöntemi kullanılmıştır. Son yaklaşma noktasından (FAP-Final Approach Point) pas geçme prosedürünün sonundaki DETOS bekleme noktasına kadar ilgili veriler çizelge halinde verilmiştir. Aynı zamanda yol noktalarının koordinatları da çizelgede yer almaktadır. Fiksler; FAP, pas geçme noktası (MAPt-Missed Approach Point), pas geçme bekleme noktası (MAHP-Missed Approach Holding Fix) olarak verilmiştir. Tüm yol tanımlayıcılar TF'dir. MAPt uğrak nokta, diğer fiksler ise geçiş noktası olarak belirlenmiştir. Dönüş yönü, hız ve irtifa tahditleri, dikey açı ve sağlanması gereken RNP seyrüsefer performansı gereklilikleri çizelgede verilmiştir (Şekil 2).

4. SONUÇ

Terminal hava sahası operasyonları için RNAV sistem tarafından kullanılan tüm seyrüsefer verileri, seyrüsefer veritabanında tutulmaktadır. Bu veritabanı, havacılık standartları ARINC 424 Seyrüsefer Sistemi Veritabanı özelliklerine göre kodlanmış verilerden türetilmiştir.

ARINC 424 uçuş prosedür tasarımı için geliştirilmemiş olmakla birlikte; prosedür tasarımcılarının ilgili kodlamaları iyi derece bilmesi ve doğru şekilde kullanması, havacılık haritalarının da doğru şekilde yorumlanmasını sağlayacaktır [15].

Bu çalışmada, seyrüsefer sistemleri için haritalarda belirtilen rotaların uygun kodlara çevrilmesinde kullanılan yol tanımlayıcı kavramı anlatılmıştır. Yol tanımlayıcıların kullanımı ve havacılık haritaları üzerinde gösterim şekilleri olan kısaltılmış ve çizelgeleme yöntemleri örnek üzerinde açıklanmıştır.

KAYNAKÇA

1. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2008. Doc 9613, Performance-Based Navigation (PBN) Manual, Canada.
2. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2013. Doc 9997, Performance-Based Navigation (PBN) Operational Approval Manual, Canada.
3. Federal Aviation Administration (FAA). 2017. "Performance Based Flight Systems Branch Performance Based Navigation (PBN) Guidance & Approval," https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/pbn/, son erişim tarihi: 03.07.2017.
4. **Miller, S.** 2009. "Contribution of Flight Systems to Performance Based Navigation," *Aero-Quarterly*, p. 21-28.

5. **Herndon, A. A., Cramer, M., Nicholson, T., Miller, S.** 2010. “Analysis of Advanced Flight Management Systems (FMS), Flight Management Computer (FMC) Field Observations Trails; Standard Instrument Departures,” The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 3-7 October 2010, Salt Lake City, USA.
6. Federal Aviation Administration (FAA). 2016. “Airborne Navigation Database,” https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/instrument_procedures_handbook/media/Chapter_6.pdf, son erişim tarihi: 17.03.2016.
7. **Herndon, A. A., Cramer, M., Sprong, K., Mayer, R. H.** 2007. “Analysis of Advanced Flight Management Systems (FMSs), Flight Management Computer (FMC) Field Observations Trials, Vertical Path,” The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 21-25 October 2007, Dallas, USA.
8. **Herndon, A. A.** 2012. “Flight Management Computer (FMC) Navigation Database Capacity,” Integrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS) Conference, 24-26 April 2012, Virginia, USA.
9. **Haag, M.** 2016. “Flight Management Systems- Databases,” http://www.ohio.edu/people/uijtdeha/ee6900_fms_07_databases.pdf, son erişim tarihi: 16.03.2016.
10. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2014. Document 8168-Procedures for Air Navigation Services Aircraft Operations Volume II, Sixth Edition, ICAO, Canada.
11. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2015. Development and Validation of Procedures, Celebrating 70 Years of the Chicago Convention, 7-10 April 2015, Canada.
12. ICAO. 2009. “RNAV (GNSS) Procedures and ARINC 424,” <http://www.icao.int/SAM/Documents/2009/SAMIG4/presentacion%20jeppesenPeru%20ICAO%20PBN%202009.pdf>, son erişim tarihi: 20.02.2016.
13. International Civil Aviation Organization (ICAO). 2017. “Transition to RNP Chart Instrument Approach Depiction,” Electronic Bulletin, EB 2017/5, Canada.
14. Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI). 2017. “Aeronautical Information Publication (AIP),” <http://ssd.dhmi.gov.tr/ANSLogin.aspx>, son erişim tarihi: 16.06.2017.
15. Eurocontrol and Federal Aviation Administration (FAA). 2010. “Procedure Modelling & Encoding,” <http://www.aixm.aero/document/aixm-xml-developers-seminar-6>, son erişim tarihi: 03.07.2017.