

**BARO-VNAV YAKLAŞMA
PROSEDÜRLERİ VE ESKİŞEHİR
ANADOLU HAVAALANI UYGULAMASI**

Ali Ozan CANARSLANLAR
Yüksek Lisans Tezi

Anadolu Üniversitesi
Sivil Havacılık Anabilim Dalı
Kasım-2007

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ali Ozan CANARSLANLAR'ın '**Baro-VNAV Yaklaşma Prosedürleri ve Eskişehir Anadolu Havaalanı Uygulaması**' başlıklı **Sivil Havacılık Anabilim Dalındaki**, Yüksek Lisans tezi 15/10/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Yard. Doç. Dr. ÖZNUR USANMAZ
Üye	: Prof. Dr. MUSTAFA CAVCAR
Üye	: Yard. Doç. Dr. METİN ALTAN

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****BARO-VNAV YAKLAŞMA PROSEDÜRLERİ
VE ESKİŞEHİR ANADOLU HAVAALANI
UYGULAMASI****Ali Ozan CANARSLANLAR****Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Sivil Havacılık Anabilim Dalı****Danışman: Yard. Doç. Dr. Öznur USANMAZ****2007, 72 sayfa**

Günümüz havacılığında hassas yaklaşma yörüngeleri yaygın olarak Aletli İniş Sistemlerinin kullanımına göre tasarlanmaktadır. Gerekli altyapıya sahip olmayan ve sadece hassas olmayan yaklaşma yapılabilen meydanların güvenliği ve etkinliğini arttırmak amacıyla Barometrik Dikey Seyrüsefer (Baro-VNAV) prosedürleri geliştirilmiştir. Baro-VNAV, belirli bir Dikey Yol Açısını referans alarak, pilota hesaplanmış dikey yardım sağlayan bir seyrüsefer sistemidir. Hesaplanan dikey yardım, barometrik irtifaya dayalıdır ve tek bir yol noktasından belirlenen açı ya da iki yol noktası arasındaki geometrik açıya bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada; hassas yaklaşma sistemlerine alternatif olabilecek Baro-VNAV yaklaşma prosedür tasarımı incelenmiş ve şu anda Türk Havasahasında hiçbir meydana uygulaması bulunmayan bu yaklaşma prosedürünün Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 ve 27 pistleri için uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler:Aletli Yaklaşma Prosedürleri, Dikey Rehberlik ile Yaklaşma, Barometrik Dikey Seyrüsefer

ABSTRACT
Master of Science Thesis
BARO-VNAV APPROACH PROCEDURES
AND APPLICATION OF ESKİŞEHİR ANADOLU
AIRPORT

Ali Ozan CANARSLANLAR

Anadolu University
Graduate School of Sciences
Civil Aviation Program

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Öznur USANMAZ

2007,72 pages

Currently, precision approach trajectories are usually designed according to Instrument Landing Systems. Barometric Vertical Navigation (Baro-VNAV) procedure is introduced to enhance safety and efficiency of airports which have not enough substructure and allow only non-precision approach. Barometric Vertical Navigation is a navigational system which presents computed vertical guidance to the pilot referenced to a specified Vertical Path Angle. The computed vertical guidance is based on barometric altitude and is typically computed as a geometric path between two waypoints or an angle extending from a single waypoint. In this study, Baro-VNAV approach procedure design which is alternative to precision approach systems is described and this approach procedure which currently there is no in Turkish Airspace is developed for Eskişehir Anadolu Airport runway 09 and 27.

Keywords: Instrument Approach Procedures, Barometric Vertical Navigation, Approach with Vertical Guidance

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın gerekleőtirilmesinde beni ynlendiren, destekleyen ve alıőmanın her aőamasında yardımcı olan danışman hocam Sayın Yard. Do. Dr. znur USANMAZ'a iten teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, bu alıőma esnasında manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ali Ozan CANARSLANLAR

Ekim, 2007

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. ALETLİ YAKLAŞMA PROSEDÜRLERİ	6
2.1. Yaklaşma Tasarım Kriterleri	6
2.1.1. Uçak kategorileri.....	6
2.1.2. Minimum emniyet payı.....	7
2.1.3. Engel emniyet irtifası/yüksekliği	8
2.1.4. En düşük alçalma irtifası/karar yüksekliği.....	8
2.2. Aletli Yaklaşma ve İniş Sistemleri	9
2.2.1. Geleneksel yaklaşımlar için seyrüsefer sistemleri.....	9
2.2.2. RNAV için seyrüsefer sistemleri	10
2.2.2.1. Temel Saha Seyrüseferi (B-RNAV-Basic Area Navigation)	12
2.2.2.2. Hassas Saha Seyrüseferi (P-RNAV-Precision Area Navigation).....	12
2.2.2.3. Gerekli seyrüsefer performansı (RNP-Required Navigation Performance)	13
2.2.2.4. Uçuş yönetim sistemi (FMS-Flight Management System).....	16
2.3. Aletli Yaklaşma Safhaları	17

3. BAROMETRİK DİKEY SEYRÜSEFER.....	21
3.1. Yatay Seyrüsefer (LNAV-Lateral Navigation)	22
3.1.1. LNAV birincil ve ikincil sahalar	22
3.1.2. Mania değerlendirmesi	23
3.2. Baro-VNAV Kullanım Koşulları	24
3.3. Operasyonel Sınırlamalar	24
3.4. Sistem Performansı.....	28
3.5. VNAV Aletli Yaklaşma Prosedürlerinin Oluşturulması	31
3.5.1. Uluslararası standart atmosfer (ISA) sapmasının belirlenmesi	31
3.5.2. VNAV OCA uygulaması	31
3.5.3. Karar irtifasının (DA) belirlenmesi	35
3.5.4. Görerek segmentinin değerlendirilmesi	38
3.5.5. Yaklaşma rüyetinin belirlenmesi.....	38
3.5.6. Pas geçmenin oluşturulması.....	39
4. ESKİŞEHİR ANADOLU HAVAALANI İÇİN BARO-VNAV YAKLAŞMA PROSEDÜRÜ TASARIMI	42
4.1. Çalışma Bölgesi.....	42
4.1.1. Meydan Verileri	43
4.1.1.1. Seyrüsefer yardımcıları	44
4.1.1.2. Meydan trafiği	44
4.2. Çalışma Yöntemi	45
4.3. Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için Baro-VNAV Uygulaması	45
4.4. Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için Baro-VNAV Uygulaması	54
4.5 Sıcaklık Kısıtlaması	60
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	64

EKLER67

EK-1: Eskişehir Anadolu Havaalanı'nın Planı.....	68
EK-2: Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için VOR/DME yaklaşması	69
EK-3: Eskişehir Anadolu Havaalanı NDB yaklaşması	70
EK-4: Eskişehir Anadolu Havaalanı VOR yaklaşması	71
EK-5: Eskişehir İli Minimum Sıcaklık ve Tarihi Tablosu	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

1.1. ICAO yaklaşma sınıflandırması.....	3
2.1. RNP X doğruluk düzeyi.....	14
2.2. Son yaklaşma yörüngesinin pist merkez hattını 5° den büyük açı ile kestiği durumda son yaklaşma başı düzenlemesi	18
2.3. Son yaklaşma yörüngesinin pist merkez hattını 5° veya daha küçük açı ile kestiği durumda son yaklaşma başı düzenlemesi	19
2.3. Aletli yaklaşma safhaları.....	20
3.1. Kokpitteki LNAV görüntüsü.....	22
3.2. LNAV son yaklaşma	23
3.3. Sıcaklıktan dolayı altimetre sapması.....	25
3.4. VNAV son yaklaşma segmenti-OCS	33
3.5. VNAV birincil ve ikincil sahalar	34
3.6. Son yaklaşma korsununun pist merkez hattını kestiği durumlar	35
3.7. Karar irtifasının belirlenmesi	36
3.8. VNAV pas geçme safhası (profil görünüşü).....	40
3.9. VNAV pas geçme safhası (üstten görünüşü)	41
4.1. Eskişehir Anadolu Havaalanı	43
4.2. Minima Estimation Tool Menüsü	46
4.3. Baro-VNAV main manager	47
4.4. 09 pisti Baro-VNAV parametreleri.....	48
4.5. 09 pisti mania yöneticisi penceresi	50
4.6. 09 pisti Baro-VNAV plan görünümü.....	51
4.7. 09 pisti Baro-VNAV profil görünümü.....	52
4.8. 09 pisti Baro-VNAV sonuç detayları penceresi.....	53
4.9. 09 pisti Baro-VNAV sonuç listesi penceresi	53
4.10. 27 pisti Baro-VNAV parametreleri.....	54
4.11. 27 pisti mania yöneticisi penceresi	56
4.12. 27 pisti Baro-VNAV plan görünümü.....	57
4.13. 27 pisti Baro-VNAV profil görünümü.....	58
4.14. 27 pisti Baro-VNAV sonuç detayları penceresi.....	59
4.15. 27 pisti Baro-VNAV sonuç listesi penceresi	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Uçak kategorilerine göre farklı yaklaşma safhaları için IAS (kt) değerleri	7
2.2. Aletli Yaklaşma Safhaları En Düşük Emniyet Payı (MOC) değerleri	8
2.3. RNP tipleri ve istenen doğruluk değerleri.....	15
3.1. Sıcaklığın değişimine bağlı irtifa farkı.....	26
3.2. Dikey yol açısı sapma (VPA) haritası.....	27
3.3. Barometrik VNAV gerekli mania kleransı (ROC, FEET).....	38
4.1. Anadolu Havaalanı 1999-2005 İstatistikleri	44
4.2. Son beş yılda her yıla ait minimum sıcaklık	47
4.3. 09 pisti mânialarının x-y koordinatları yükseklikleri.....	49
4.4. 27 pisti mânialarının x-y koordinatları yükseklikleri.....	55

KISALTMALAR DİZİNİ

ABAS	: Airborne Based Augmentation System (Uçak Esaslı İyileştirme Sistemi)
APV	: Approach with Vertical guidance (Dikey rehberlik ile yaklaşma)
ATS	: Air Traffic Services (Hava Trafik Hizmetleri)
Baro-VNAV	: Barometric Vertical Navigation (Barometrik Dikey Seyrüsefer)
B-RNAV	: Basic Area Navigation (Temel Saha Seyrüseferi)
DME	: Distance Measuring Equipment (Mesafe Ölçüm Cihazı)
ECAC	: European Civil Aviation Conference (Avrupa Sivil Havacılık Teşkilatı)
FAF	: Final Approach Fix (Son Yaklaşma Fiksi)
FAP	: Final Approach Point (Son Yaklaşma Noktası)
FCU	: Flight Control Unit (Uçuş Kontrol Ünitesi)
FMS	: Flight Management System (Uçuş Yönetim Sistemi)
FTE	: Flight Technical Error (Uçuş Teknik Hataları)

GBAS	: Ground Based Augmentation System (Yer Esaslı İyileştirme Sistemi)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konum Belirleme Sistemi)
GNSS	: Global Navigation Satellite System (Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi)
HSI	: Horizontal Situation Indicator (Yatay Durum Göstergesi)
IAF	: Initial Approach Fix (İlk Yaklaşma Fiksi)
IAS	: Indicated Air Speed (Alet Gösterge Hızı)
ICAO	: International Civil Aviation Organisation (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı)
IF	: Intermediate Fix (Orta Yaklaşma Fiksi)
IFR	: Instrument Flight Rules (Aletli Uçuş Şartları)
ILS	: Instrument Landing System (Aletli İniş Sistemi)
IMC	: Instrument Meteorological Conditions (Aletli Meteorolojik Şartlar)
INS	: Inertial Navigation System (Atalet Seyrüsefer Sistemi)

IRS	: Inertial Referance System (Atalet Referans Sistemi)
ISA	: International Standart Atmosphere (Uluslararası Standart Atmosfer)
LNAV	: Lateral Navigation (Yatay Seyrüsefer)
LORAN-C	: Long Range Navigation (Uzun Menzil Seyrüsefer)
MAPt	: Missed Approach Point (Pas Geçme Noktası)
MCDU	: Multifunctional Control Display Unit (Çok Fonksiyonlu Görüntü Kontrol Ünitesini)
MDA	: Minimum Descent Altitude (Minimum Alçalma İrtifası)
MDH	: Minimum Descent Height (Minimum Alçalma Yüksekliği)
MET	: Minima Estimation Tool (Minima Belirleme Aracı)
MLS	: Microwave Landing System (Mikrodalga İniş Sistemi)
MOC	: Minimum Obstacle Clearance (En Düşük Emniyet Payı)
NDB	: Non Directional Beacon (Yönlendirilmiş Radyo Bıkını)

NPA	: Non Precision Approach (Hassas Olmayan Yaklaşma)
OAS	: Obstacle Assesment Surfaces (Mania Değerlendirme Yüzeyleri)
OCA	: Obstacle Clerance Altitude (Engel Emniyet İrtifası)
OCH	: Obstacle Clerance Height (Engel Emniyet Yüksekliği)
PA	: Precision Approach (Hassas Yaklaşma)
PANS-OPS	: Procedure Approach for Air Navigation Services (Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Yaklaşma Prosedürleri)
P-RNAV	: Precision Area Navigation (Hassas Saha Seyrüseferi)
RNAV	: Area Navigation (Saha Seyrüsefer)
RNP	: Required Navigation Performance (Gerekli seyrüsefer performansı)
RVR	: Runway Visual Range (Pist Görüş Mesafesi)
SBAS	: Satellite Based Augmentation System (Uydu Esaslı İyileştirme Sistemi)
STAR	: Standart Arrival Routes (Standart Geliş Yolları)

- VOR : VHF Omni-directional Range
(VHF Çok Yönlü Radyo Seyrüsefer Cihazı)
- VPA : Vertical Path Angle
(Dikey Yol Açısı)

1. GİRİŞ

Günümüz havacılığında geleneksel prosedürlere göre bir meydana inişin gerçekleştirilmesi için gerekli olan aletli yaklaşma ve iniş yörüngeleri o meydana mevcut yer bazlı seyrüsefer yardımcılara göre belirlenmektedir. Uçak, aletli yaklaşma haritalarında belirtilen yörüngeleri takip ederek inişini gerçekleştirmektedir.

Geleneksel yaklaşımlarda Mesafe Ölçüm Cihazı (DME-Distance Measuring Equipment), Yönlendirilmiş Radyo Bikını (NDB-Non Directional Beacon) ya da VHF Çok Yönlü Radyo Seyrüsefer Cihazı (VOR-VHF Omnidirectional Range) seyrüsefer yardımcıları kullanılmaktadır. VOR uçakların yön bulmak amacıyla kullandıkların bir radyo seyrüsefer yardımcısıdır ve bir meydan yakınına konumlandırıldığı zaman yaklaşma için rehberlik sağlayabilmektedir. DME seyrüsefer yardımcısı pilota yer istasyonu ile uçak arasındaki mesafeyi veren sistemdir. VOR ile birlikte kullanıldığında, pilot aynı anda hem yön hem de mesafe bilgisini elde edebilmektedir. NDB ise yön bulmada kullanılan seyrüsefer yardımcısıdır. Bu seyrüsefer yardımcılarının tamamı yatayda rehberlik sağlayan sistemlerdir.

Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS-Global Positioning System) ve Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemi (GNSS-Global Navigation Satellite System) gibi uydu esaslı seyrüsefer yardımcılarının kullanımı prosedür tasarımcılarına büyük bir esneklik getirecektir. Bunun yanında uçak operatörleri ve hava trafik hizmet sağlayıcıları için de çevresel, ekonomik ve operasyonel avantajlar sağlayacaktır.

Saha Seyrüsefer (RNAV-Area Navigation), istasyon referanslı seyrüsefer yardımcılarının erişim alanı dâhilinde, ya da uçaktaki cihazların kendi seyrüsefer limitleri dâhilinde ya da bunların birleşimi sayesinde istenilen herhangi bir uçuş güzergâhında, uçağın operasyonuna olanak veren bir seyrüsefer yöntemidir. İki boyutlu RNAV sadece yatay düzlemdeki RNAV kabiliyeti ile ilgilidir, üç boyutlu RNAV dikey düzlemde de RNAV yeteneği içerir ve dört boyutlu RNAV ise ek olarak zaman fonksiyonu da sağlar [1].

RNAV yeteneğine sahip uçak VOR, DME, LORAN-C (Long Range Navigation), GNSS, GPS ve Atalet Seyrüsefer Sistemi (INS-Inertial Navigation

System) ve Atalet Referans Sistemi (IRS-Inertial Reference System) gibi seyrüsefer yardımcılarının birinden ya da daha fazlasından aldığı bilgilerle otomatik olarak kendi pozisyonunu belirleyebilmektedir. Çok sensörlü RNAV sistemi, en iyi seyrüsefer kaynağını belirlemek için seyrüsefer sistemlerinin hepsini kontrol ederken, tek sensörlü RNAV sistemi sadece tek bir seyrüsefer kaynağını kullanmaktadır.

RNAV prosedürler daha fazla direkt yollar, kullanıcı tercihli yollar, paralel offsetler ve azaltılmış ayırma minimalarına olanak sağlamaktadır. Trafik akışının radar vektörüne dayandığı yerlerde RNAV prosedürlerinin kullanımı kontrolör ve pilot iş yükünü oldukça azaltabilmektedir.

Gerek geleneksel, gerekse RNAV olsun yaklaşma prosedürlerinde, son yaklaşımda kullanılan yatay ve dikey rehberlik sağlayan ekipmanlara bağlı olarak hassas olmayan, hassas ve dikey rehberlik ile yaklaşma olmak üzere üç tip yaklaşma bulunmaktadır [2]. Konuya ilişkin Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatının (ICAO-International Civil Aviation Organisation) sınıflandırması aşağıda verilmiştir (Şekil 1.1.).

1-Hassas olmayan yaklaşma (NPA-Non Precision Approach)

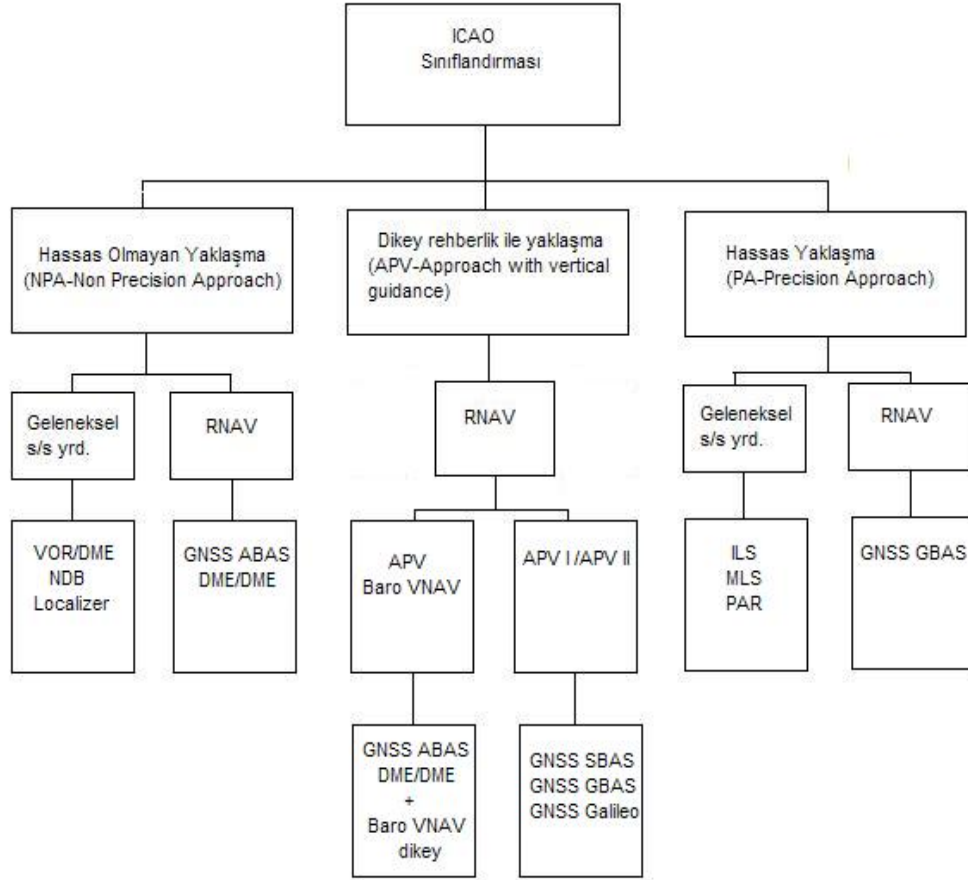
- Sadece yatay rehberlik

2-Dikey rehberlik ile yaklaşma (APV- Approach with Vertical guidance)

- Yatay ve Dikey rehberlik
- Aşağıdaki iki temel teknolojide kullanılabilir;
 - Barometrik dikey rehberlik, GNSS yatay rehberlik benzeri NPA ile birlikte (APV/Baro-VNAV).
 - GNSS dikey rehberlik, yatay rehberlik performansı benzeri düzeltilmiş Localizer içeren iki performans seviyesi ile birlikte (APV-I, APV-II).

3-Hassas yaklaşma (PA-Precision Approach)

- Yatay ve Dikey Rehberlik
- Üç performans seviyesi (Cat I, Cat II, Cat III)



Şekil 1.1. ICAO yaklaşma sınıflandırması [2]

Hassas olmayan yaklaşımlar VOR/DME, NDB ve Lokalizer gibi geleneksel seyrüsefer yardımcıları ya da GNSS ABAS ve DME/DME'ye bağlı RNAV kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir [3]. Hassas olmayan yaklaşımda Engel Emniyet İrtifası/Yüksekliği (OCA/H-Obstacle Clearance Altitude/Height) değerlerine bağlı olarak uçağın görsel şartlar oluşmadan daha düşük irtifa ya da yüksekliğe inemeyeceği değer Minimum Alçalma İrtifası (MDA-Minimum Descent Altitude) ya da Minimum Alçalma Yüksekliği (MDH-Minimum Descent Height) olarak belirtilmektedir. MDA deniz seviyesi, MDH'da meydan ya da pist başı seviyesinden yükseklik referans alınmaktadır.

Hassas yaklaşımlarda yaygın olarak kullanılan seyrüsefer yardımcısı Aletli İniş Sistemidir (ILS-Instrument Landing System). Aletli iniş sistemi görüş

mesafesinin düşük ve bulut tavanının da çok alçak olduğu kötü hava koşullarında uçakların piste emniyetli bir şekilde yaklaşmalarını ve iniş yapmalarını sağlamaktadır.

ILS'in lokalizer, glide path ve marker olmak üzere üç tane ekipmanı vardır. Lokalizer, uçağın pist merkez hattı boyunca yaklaşmasını sağlar. Glide path, uçağın piste en uygun süzülüş açısı ile alçalması sağlar. Marker ise pilota pist başına olan mesafeyi verir.

Karar yüksekliği (DH-Decision Height) ve pist görüş mesafesi (RVR-Runway Visual Range) açısından 3 tip ILS yaklaşması bulunmaktadır. Bunlar;

- Cat I; $DH \geq 200$ ft(60m), $RVR \geq 550$ m
- CatII; $200\text{ft} > DH \geq 100\text{ft}$, $RVR \geq 350$ m
- Cat III; $DH < 100\text{ft}$, $RVR \geq 200$ m

Dikey rehberlik ile yaklaşma ise tanımlanmış her bir waypointteki minimum alçalma irtifasına adım adım alçalmaktan ziyade pilota devamlı dikey alçalma yardımı sunan bir yaklaşma çeşididir. APV yaklaşma, ILS glide path tarafından sağlanan yardım ile benzerdir.

Türk hava sahasında aletli iniş sisteminin kurulumu ve bakımındaki yüksek maliyet nedeniyle birçok meydana hassas yaklaşma hizmeti verilememektedir. Ancak her türlü hava koşulunda karar irtifasına kadar alçalma imkanı veren yatayda ve dikeyde rehberlik hizmeti sunan hassas yaklaşımların, emniyetli iniş açısından büyük önem taşıdığı kesindir.

Barometrik Dikey Seyrüsefer (Baro VNAV-Barometric Vertical Navigation) belirli bir dikey yol açısını referans alarak, uçuşun son yaklaşma safhasında pilota dikey yardım sunan bir sistemdir. RNAV/Baro-VNAV prosedürlerin kullanılması hassas olmayan yaklaşma prosedürlerinin emniyetini düzenleyici bir yöntemdir. RNAV/Baro-VNAV prosedürler Uçuş Yönetim Sistemleri (FMS-Flight Management System) ile donatılmış ya da barometrik dikey seyrüsefer yolunu hesaplama kabiliyetine sahip RNAV donanımlı uçaklar tarafından kullanılabilir.

Bu çalışmada, hassas olmayan yaklaşımlara maliyet etkin bir yöntem sunabilecek Baro-VNAV yaklaşma prosedürleri çalışılmıştır. Türk hava sahasında hiçbir havaalanında uygulaması yer almayan Baro-VNAV yaklaşma prosedürleri

ile ilgili Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 ve 27 pistleri için uygulama gerçekleştirilmiştir. Konuya ilişkin hesaplamalar yapılmış, ilgili prosedürlerin Türk hava sahasındaki tüm yaklaşma prosedürlerine uygulanması halinde olası kazanımlara ilişkin değerlendirmeler sonuç bölümünde verilmiştir.

2. ALETLİ YAKLAŞMA PROSEDÜRLERİ

Aletli yaklaşma prosedürlerinin ve iniş yörüngelerinin tasarımında radyo seyrüsefer sisteminin piste olan konumuna ve meydanın bulunduğu alanın coğrafi yapısına uygun olarak standart prosedürlerden yararlanılmaktadır. Tasarımcı, uygulanacak prosedürü basitlik, emniyet ve ekonomi ilkelerine bağlı olarak seçmelidir.

Aletli yaklaşma, aletli uçuş şartlarında (IFR-Instrument Flight Rules) uçuşunu gerçekleştirmekte olan bir uçağın yol safhası ile iniş pisti arasındaki tüm manevralarını kapsamaktadır. Aletli yaklaşmanın bir diğer parçası da piste iniş gerçekleştirememesi durumunda uçağın uygulayacağı pas geçme manevrasıdır. Aletli yaklaşma tasarımları, iniş yapılacak havaalanındaki radyo seyrüsefer sistemleri, meydanın coğrafi yapısı, pist konfigürasyonları ve yaklaşma safhaları ile ilgili yaklaşma tasarım kriterleri referans alınarak gerçekleştirilir [4].

2.1 Yaklaşma Tasarım Kriterleri

2.1.1 Uçak kategorileri

Aletli yaklaşımlarda uçaklara en yüksek iniş ağırlığındaki iniş konfigürasyonunda, uçağın havada tutunabileceği asgari hız olan tutunma hızının 1,3 katı esas alınarak ve ilgili uçakların manevra yapabilme kabiliyetleri de göz önünde bulundurularak beş kategoriye ayrılmaktadır. Sınıflandırma alet gösterge hızına (IAS-Indicated Air Speed) göre yapılmaktadır [5].

Aletli yaklaşma yöntemleri uçak için güvenilir bir hava sahası yaratacak şekilde tasarlanır ve o meydana iniş yapacak en büyük kategorideki uçakları kapsar. Bununla birlikte; hava sahası ve iniş yapılacak havaalanı göz önünde bulundurularak yaklaşma yöntemleri daha düşük hızdaki uçak kategorilerine göre de tasarlanabilir ve aletli yaklaşma haritasında farklı yaklaşma safhalarına göre en yüksek IAS değeri belirtilebilir.

Çizelge 2.1'de uçak kategorilerine göre farklı yaklaşma safhalarında uygulanan IAS değerleri kt (knot) biriminde verilmiştir.

Çizelge 2.1. Uçak kategorilerine göre farklı yaklaşma safhaları için IAS (kt) değerleri
(ICAO-Doc 8168, 2004)

Uçak Kategorileri	Vat	İlk Yaklaşma Hızları	Son Yaklaşma Hızları	Turlu Yaklaşma En Yüksek Hız	Pas Geçme En Yüksek Hız	Pas Geçme En Düşük Hız
A	91	90/150 (110*)	70/100	100	100	110
B	91/120	120/180 (140*)	85/130	135	130	150
C	121/140	160/240	115/160	180	160	240
D	141/165	185/250	130/185	205	185	265
E	166/210	185/250	155/230	240	230	275

Vat - Eşik Hızı: En yüksek iniş ağırlığındaki iniş konfigürasyonunda 1.3 Stall Hızı
*- Yön değiştirme (Reversal) ve Hipodrom (Racetrack) usulleri için en yüksek hız.

2.1.2 Minimum emniyet payı

Aletli yaklaşımlarda uçaklar yaklaşma yörüngesindeki engeller üzerinden en düşük emniyet payı (MOC-Minimum Obstacle Clearance) ile geçmelidir. MOC ifadesi bazı çalışmalarda ROC ismi ile de bilinmektedir. Aletli yaklaşma safhalarında en düşük sektör irtifası/yüksekliği değerinin belirlenmesi için en düşük emniyet payı değeri kullanılmaktadır [6].

Çizelge 2.2’de, ICAO-Doc 8168 PANS-OPS’da (Procedure Approach for Air Navigation Services) belirtilmiş olan aletli yaklaşma safhalarının en düşük emniyet payı değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.2. Aletli Yaklaşma Safhaları En Düşük Emniyet Payı (MOC) Değerleri
(ICAO- Doc 8168, 2004)

Aletli Yaklaşma Safhaları	En Düşük Emniyet Payı (MOC)
Geliş	300m
İlk yaklaşma	300m
Orta yaklaşma	150m
Son yaklaşma	90m
Pas geçme	30m

2.1.3 Engel emniyet irtifası/yüksekliği

Engel Emniyet İrtifası/Yüksekliği, en yüksek yaklaşma engeli ya da pas geçme yüzeyindeki en yüksek engel temel alınarak hesaplanır. Pas geçme safhasının başlayacağı en düşük irtifa OCA veya ilgili pist başına göre en düşük yükseklik OCH olarak tespit edilir [7].

Yaklaşma prosedürlerinin her biri için OCA/H belirlenir. Daha sonra belirlenen bu OCA/H değeri aletli yaklaşma haritasının ilgili bölümünde ilan edilir. Hassas yaklaşma (Precision approach) ve turlu yaklaşma (circling approach) prosedürlerinde OCA/H her kategorideki uçak için ayrı ayrı hesaplanır.

2.1.4 En düşük alçalma irtifası/karar yüksekliği

Hassas olmayan yaklaşma ya da turlu yaklaşımda OCA/H değerlerine bağlı olarak uçağın görsel şartlar oluşmadan daha düşük irtifa ya da yüksekliğe inemeyeceği değer en düşük alçalma irtifası (MDA - Minimum Descent Altitude) ya da en düşük alçalma yüksekliği (MDH - Minimum Descent Height) ismini alır.

MDA'da deniz seviyesi, MDH'da meydan ya da pist başı seviyesindeki yükseklik referans alınır. Hassas yaklaşımda karar irtifası (DA - Decision Altitude) ve karar yüksekliği (DH - Decision Height) ifadeleri kullanılır.

2.2 Aletli Yaklaşma ve İniş Sistemleri

2.2.1 Geleneksel yaklaşımlar için seyrüsefer sistemleri

Daha önce Bölüm 1’de anlatıldığını gibi ICAO sınıflandırmasına göre geleneksel yaklaşımlar;

- Hassas olmayan yaklaşma,
- Dikey rehberlik ile yaklaşma ve
- Hassas yaklaşma olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Hassas yaklaşımlarda pilota sadece yatayda rehberlik sağlanabilmektedir. Hassas olmayan yaklaşımlar VOR/DME, NDB ve Lokalizer gibi geleneksel seyrüsefer yardımcıları ile yapılabildiği gibi GNSS ABAS ve DME/DME’ye bağlı RNAV kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir.

Dikey rehberlik ile yaklaşma, geleneksel hassas yaklaşma prosedürlerinde ihtiyaç duyulan doğruluk olmaksızın dikey rehberliğin kullanılması ile stabilize edilmiş alçalmaya izin verir. Bu tür yaklaşımlarda genelde kullanılan teknolojiler GNSS ABAS, SBAS ve GBAS’ tır.

Hassas yaklaşımlar ILS,MLS ve PAR kullanılarak yapılabildiği gibi GNSS GBAS’a bağlı RNAV kullanılarak da gerçekleştirilebilir.

Uçuşun çeşitli safhalarında hassasiyeti, doğruluğu ve hizmet devamlılığını sağlayabilmek için Küresel Seyrüsefer Uydu Sisteminden yararlanılmaktadır. GNSS yörüngedeki en az 24 uydu sistemini kullanarak tüm dünya üzerinde seyrüsefer hizmeti sağlayan bir sistemdir. Bu sistem, Amerikan Küresel Pozisyon Sistemi ve Rus Küresel Seyrüsefer Uydu Sisteminden (GLONASS-Global Navigation Satellite System) meydana gelmektedir. GNSS’i kullanarak uçaklar çok düşük maliyetli ekipmanlarla donatılarak pozisyonlarını ve yükseklik bilgilerini öğrenebilmektedirler. Sistemin çalışma frekansı Uluslararası İletişim Birliği (ITU-International Telecommunication Union) tarafından 1559-1610 MHz olarak belirlenmiştir. GNSS ile birlikte şu sistemler kullanılmaktadır [8];

- Uçak Esaslı İyileştirme Sistemi (ABAS-Airborne Based Augmentation System)
- Uydu Esaslı İyileştirme Sistemi (SBAS-Satellite Based Augmentation System)
- Yer Esaslı İyileştirme Sistemi (GBAS-Ground Based Augmentation System)

ABAS ilgili avioniklere ve teknolojilere dayalı uçakta kendi kendine yeterli bir sistemdir. Genelde, yolda ve hassas olmayan yaklaşımlarda kullanılması amacıyla geniş gövdeli uçaklar içindir.

SBAS, ek uydu yayını mesajlarının kullanılmasıyla geniş alan veya bölgesel iyileştirme sağlayan bir sistemdir. Bu gibi sistemler çeşitli noktalar yerleştirilmiş çoklu yer istasyonlarından oluşmaktadır. Yer istasyonları bir ya da daha fazla GNSS uydusundan veri almaktadır. SBAS'ın ABD' de kullanıma 2003 yılında başlanmıştır. Diğer ülkelerde (Japonya, Hindistan, Avrupa) benzeri bir sistemi kurmak için çalışmaktadırlar.

GBAS sistemi havaalanlarına yerleştirilir ve uçaklar VHF aracılığıyla doğru sinyalleri yayınlamaya başlar. Diğer iyileştirme sistemlerine nazaran GBAS, geleneksel ILS'in yerine yerleştirilen hassas yaklaşma ve iniş sistemidir. ABAS ve SBAS ile karşılaştırıldığında daha fazla doğruluk sağlamaktadır [9].

2.2.2 RNAV için seyrüsefer sistemleri

RNAV, istasyon referanslı seyrüsefer yardımcılarının erişim alanı dâhilinde ya da uçaktaki cihazların kendi seyrüsefer limitleri dâhilinde ya da bunların birleşimi sayesinde istenilen herhangi bir uçuş güzergâhında uçağın operasyonuna olanak veren bir seyrüsefer yöntemidir[10].

Geleneksel seyrüsefer ile ilgili olarak RNAV uygulama hava seyrüseferinde büyük değişiklikleri içerir. Geleneksel seyrüsefer, Hava Trafik Hizmet (ATS-Air Traffic Services) yolları ile yer bazlı seyrüsefer yardımcılara direkt uçuşla yapılır. Bu seyrüsefer tekniğinde seyrüsefer yardımcılarının koordinatları ikinci derecede önemlidir. Otomatik uçuş sisteminin geliştirilmesiyle, önemli seyrüsefer noktalarının koordinatları gibi, seyrüsefer

verileri önem kazanmaya başlamıştır. Bu sistemle pilot noktaların koordinatlarını bilgisayara girerek, uçağın otomatik yolda uçuşunu sağlar. Arıza ya da anormal bir durumda kalındığında, pilot sistemi kapatıp seyrüsefere manüel olarak devam edebilir.

Saha seyrüseferi, referans seyrüsefer istasyonlarının kapsamı dahilinde ya da uydudan veri alan sistemlerin limitleri dahilinde veya uçakta bulunan sistemlerden veri alabilen ya da bu sistemlerin kombinasyonunda uçağı dilediğı uçuş yolunda uçuş olanağı sağlayan bir seyrüsefer metodudur ve tamamı ile yer bazlı seyrüsefer sistemlerine bağımlılığı ortadan kaldırmaktadır. Uçaktaki RNAV ekipmanı uygun yönlendirme komutlarıyla uçaktaki bir veya daha fazla sensor ve yönlendiriciden aldığı verileri işleyerek uçak pozisyonunu otomatik olarak belirler. Seçilen WP'e olan tahmini zaman, yörünge yanlarından ve yörünge boyunca olan mesafeden hesaplanır ve Yatay Durum Göstergesi (HSI-Horizontal Situation Indicator) gibi devamlı bilgi veren gösterge ile kullanılabilir.

Dünyanın çeşitli yerlerinde RNAV tekniklerinin uygulanması geleneksel seyrüsefere göre sayısız faydalar sağlamıştır. Bunlar;

- a) Uçuş mesafesinde azalmaya izin vererek daha fazla direkt yolların kurulması,
- b) Yol safhasındaki trafik akışını düzenlemede çift ya da paralel yolların kurulması,
- c) Çok yoğun terminal sahalarda transit uçaklar için daha kestirme yolların kurulması,
- d) Planlanmış ya da bu zamana kadar olan yollar yerine alternatif ya da olası rotalar oluşturulması,
- e) Bekleme paternleri için en iyi konumların oluşturulması,
- f) Yer esaslı seyrüsefer sistemlerinin sayısında azalma sağlamasıdır.

RNAV, temel olarak iki grupta incelenir. Bunlar B-RNAV (Basic RNAV) ve P-RNAV (Precision RNAV)'dir.

2.2.2.1 Temel Saha Seyrüseferi (B-RNAV-Basic Area Navigation)

Temel saha seyrüseferi, RNAV programının temelidir. B-RNAV, RNP 5'e eşittir. Uçağa, uçuş süresinin en az %95'inde uçuş yörüngesinin ± 5 NM doğrulukla muhafaza etme zorunluluğu getirmektedir. Bu seyrüsefer doğruluk değeri, VOR/DME ile tanımlanan ATC rotaları üzerinde geleneksel seyrüsefer teknikleri ile sağlanan doğrulukla birbirine benzemektedir [11].

Sunulan hava sahası içersinde gerekli seyrüsefer performans değerinin sağlanması sadece uçak seyrüsefer ekipmanlarının işlevselliğine ve doğruluğuna bağlı değildir. Aynı zamanda; seyrüsefer yardımcılarının yeterli kapsama alanı ve bölgedeki seyrüsefer altyapısı tarafından sağlanan pozisyon koordinat doğruluğuna bağlıdır. Uygun uçak pozisyonunun belirlenmesi aşağıdaki seyrüsefer kaynaklarından elde edilmektedir;

- DME/DME
- VOR/DME
- INS (Inertial Navigation System)
- LORAN-C
- GPS

Avrupa Sivil Havacılık Teşkilatı ECAC (European Civil Aviation Conference) hava sahası içersinde B-RNAV operasyonlarının mevcut emniyet standartlarını muhafaza ederken; geleneksel yere dayalı seyrüsefere karşın avantajlar sağladığını ifade etmektedir.

2.2.2.2 Hassas Saha Seyrüseferi (P-RNAV-Precision Area Navigation)

Hassas saha seyrüseferi operasyonları için onaylanan hava aracının bütün uçuş süresinin %95'inde ± 1 NM'lik rota muhafaza doğruluğuna eşit veya ondan daha iyi seyrüsefer performansına sahip olması gerekmektedir. P-RNAV, RNP 1'e eşittir. Seyrüsefer doğruluk seviyesi DME/DME, GPS veya VOR/DME kullanılarak elde edilmektedir [12].

P-RNAV, son yaklaşma ve pas geçme safhaları dışındaki tüm uçuş safhalarında kullanılmaktadır. Bu durum; havaalanı, kontrolör ve pilot ihtiyaçlarının karşılanması için terminal hava sahasındaki yolların en iyi şekilde belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Bunun sonucunda daha kısa ve uçuşun yol

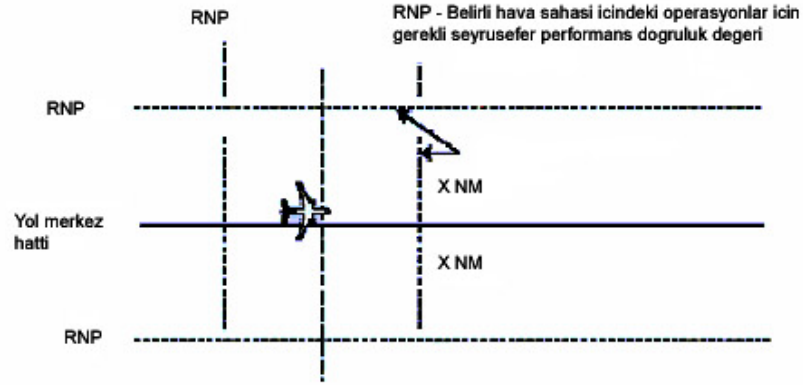
safhasına daha kolay bağlanan direkt yollara imkân verilmektedir. Dikkatli bir şekilde yapılan tasarım sonucunda ayrılmış geliş ve kalkış trafik akışı sağlanmakla birlikte, radar vektörlerine olan ihtiyaç azalmış olacak ve böylelikle kontrolör ve pilot iş yükü hafifleyecektir.

2.2.2.3 Gerekli seyrüsefer performansı (RNP-Required Navigation Performance)

Modern havacılık seyrüsefer sistemlerinin doğruluğu, direkt rota ve rota muhafaza doğruluğu açısından operasyonel verimliliği arttıracak gereksinimler, Gerekli Seyrüsefer Performansı yani RNP' yi ortaya çıkarmaktadır. RNP, Aletli Meteorolojik Şartlar (IMC-Instrument Meteorological Conditions) altında uçağın emniyetli bir şekilde diğer uçak veya mânalara daha yakın uçmasına imkân veren operasyonel yapabilirliktir. RNP, belirlenmiş hava sahası içerisinde yatay düzlemde sağlanması istenen seyrüsefer doğruluğu olarak tanımlanmaktadır. Böylelikle RNP ile prosedür tasarımında esneklik ve direkt rota oluşturma imkanı sağlanarak, terminal hava sahası kapasitesi ve kullanımı arttırılacaktır [13].

RNP; bir tek yol, birkaç yol, hava sahası, hava sahasının bir kısmı veya hava sahası planlayıcısı tarafından boyutları belirlenen bir hava sahası için belirlenebilir.

RNP, hava sahasında deniz mili (NM) olarak ifade edilen ve doğruluk değerini gösteren tip numarası ile belirlenebilmektedir. Uygulamanın yapıldığı hava sahasında ya da yolda uçağın uçuş süresinin %95'inde yanlamasına ve boylamasına olarak uçak seyrüsefer hatasının, X NM değerini aşmaması gerektiği, RNP X doğruluk düzeyi olarak açıklanır (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. RNP X doğruluk düzeyi

RNP terimi, kalkış, geliş ve aletli yaklaşımları kapsayan prosedürler, yollar ve hava sahası için tanımlayıcı olarak kullanılır. RNP, hava sahası içerisindeki seyrüsefer performansını sağlar ve hem mevcut alt yapı hem de uçak kabiliyetini ilgilendirir. RNP tipleri, hava sahası için seyrüsefer gerekliliklerini belirlemede kullanılır. RNP 1, RNP 2, RNP 12,6 ve RNP 20 ICAO tarafından standartlaştırılmış RNP tipleridir. Gerekli performans, uçak kabiliyeti ile seyrüsefer alt yapısının sağladığı hizmet seviyesinin kombinasyonundan elde edilir [14].

Uçak kabiliyeti, uçağın uçabilirlik sertifikasının olması ve uçağın onaylanmış operasyonel elemanları (avionik, bakım, veritabanı, insan faktörleri, pilot usulleri, eğitim ve diğer konular) sağladığını göstermektedir. Hizmet seviyesi ise, ulusal hava sahası sisteminin alt yapısını (yayınlanan yollar, sahanın performansı ve hava trafik yönetimi) göstermektedir.

Çizelge 2.3’de RNP tipleri, istenen doğruluk değerleri ve uçuşun hangi fazında kullanılacağı gösterilmektedir.

Çizelge 2.3. RNP Tipleri ve istenen doğruluk değerleri [11]

RNP Tipi	İstenen doğruluk (%95)	Tanımlama
0.003/z	± 0.003NM [± z ft]	CAT III hassas yaklaşma, iniş manevraları ve kalkış manevra gereksinimlerini kapsayacak şekilde planlanır.
0.01/15	± 0.01NM [± 15 ft]	100ft DH CAT II hassas yaklaşımları için önerilir. (ILS, MLS ve GBAS)
0.02/40	± 0.02NM [± 40 ft]	200ft DH CAT I hassas yaklaşması için önerilir. (ILS, MLS, GBAS ve SBAS)
0.03/50	± 0.03NM [± 50 ft]	SBAS (Space Based Augmentation System) kullanımıyla RNAV/VNAV yaklaşımları için önerilir.
0.3/125	± 0.3NM[± 125 ft]	Barometrik girdiler veya SBAS kullanımıyla RNAV/VNAV yaklaşımları için önerilir.
0.3	± 0.3NM	İlk/orta yaklaşma, 2D RNAV yaklaşma ve kalkışı destekler. En genel uygulama olması beklenir.
0.5	± 0.5NM	İlk/orta yaklaşma ve kalkışı destekler. Sadece RNP 0.3' ün uygulanmadığı (zayıf seyrüsefer alt yapısı) ve RNP 1 in uygun olmadığı (büyük çevresel engeller) durumlarda kullanılması beklenir.
1	± 1.0NM	Geliş, ilk/orta yaklaşma ve kalkışı destekler; aynı zamanda daha etkili ATS operasyonlarını göz önünde bulundurur. P- RNAV' a eşittir.
4	± 4.0NM	Seyrüsefer yardımcıları arasındaki mesafe limitlerini temel olarak ATS yollarını hava sahasını destekler. Normal olarak Avrupa kıtasındaki ülkelerin hava sahasıyla ilişkilidir, fakat bazı terminal prosedürlerinin bir kısmında kullanılabilir.
5	± 5.0NM	Mevcut seyrüsefer ekipmanların devam eden işlemlerine müsaade ederek ECAC hava sahasında uygulanabilir. B-RNAV' a eşittir.
10	± 10NM	Okyanus ve mevcut seyrüsefer yardımcılarının sınırlandığı uzak yerlerde azalan yatay ve düşey ayırmayı ve artan operasyonel etkinliği etkiler.
12.6	± 12.6NM	Seyrüsefer veri kaynaklarının azaldığı sahalarda yönlendirmenin en iyi şekilde yapılmasını sağlar.
20	± 20.0NM	Kabul edilebilir minimum kabiliyetteki ATS yol operasyonlarını desteklemek için göz önünde tutulur.

Yol safhası için RNP tiplerinin belirlenmesinde dikey seyrüsefer (vertical navigation) veya zamana önem verilmemiştir. Gelecekte beklenen uygulamalarda seyrüsefer, barometrik altimetreye dayalı olacaktır. Bu durumda, sınıflandırma kriterindeki dikey performansın göz önüne alınması gerekli olabilir.

Gerekli seyrüsefer performansı, uçuşun kalkıştan inişe kadar olan farklı safhalarında uygun RNP tipi ile uygulanabilir. Uçağın iniş ve kalkışı sırasında RNP tipinin çok hassas olması gerekmektedir. Yol safhasında ise daha az hassas RNP tipi talep edilebilir.

2.2.2.4 Uçuş yönetim sistemi (FMS-Flight Management System)

Uçuş Yönetim Sistemi, uçağın seyrüsefer ve uçuş ile ilgili tüm fonksiyonlarını yerine getirmesine yardımcı olan bir bilgisayar sistemidir. Uçağın yatay ve dikey düzlemde kontrolü söz konusudur. Bu sistem, yatay düzlemde uçuşun yönlendirilmesi optimizasyonunu RNAV ile yaparken, dikey düzlemde de kontrol ve optimizasyonu Performans Yönetim Sistemi (PMS-Performance Measurement System) ile yapmaktadır [14].

FMS, mürettebatın yapması gerekli olduğu tüm karmaşık seyrüsefer hesaplamaları dahil kalkıştan inişe kadar olan tüm uçuşu kontrol edebilmektedir. FMS'in tipik fonksiyonları içerisinde yol noktalarının (waypoint) ve yön kesişmelerinin, tahmini varış zamanının hesaplanması, bekleme paternleri, irtifa geçiş kısıtlamaları, optimum bekleme hızı ve yakıt yakış bilgileri yer almaktadır.

Pilot, ön panelde bulunan Uçuş Kontrol Ünitesi(FCU-Flight Control Unit) ve Çok Fonksiyonlu Görüntü Kontrol Ünitesini (MCDU-Multifunctional Control Display Unit) kullanarak uçuş planı ve uçuşla ilgili gerekli bilgileri girer. Veriler girildikten sonra FMGC(Flight Management and Guidance Computer) uçağın kalkış yerinden varış yerine kadar olan en uygun uçuş profilini düzenler. Bu sistem, otomatik olarak uçuş rehberliği görevini görmektedir. Bu esnada, uçuş planı üzerinden hesaplamalar yapar, görüntüler ve tahmini değerleri iletir [15].

FMS, bu işlemleri yerine getirmek için seyrüsefer radyolarını otomatik olarak ayarlar ve rotayı seyrüsefere yardımcı yer istasyonlarının sinyallerine ayarlama zorunluluğu ortadan kalkmış olur. Bu sayede seyrüsefer işlevleri

zorlanmadan yerine getirilebilir. Ayrıca FMS uçuş planı boyunca ve uçuşun varış noktasına olan varış zamanını ve harcanan yakıt miktarını hesaplamaktadır [16].

Bütün bu özellikler sayesinde daha ekonomik, daha etkin yakıt tüketimi, zaman kazanımı sağlayan ve emniyeti artırılmış bir uçuş sağlamaktadır.

2.3 Aletli Yaklaşma Safhaları

Aletli yaklaşma beş safhadan oluşmaktadır. Bunlar;

- Geliş safhası
- İlk yaklaşma safhası
- Orta yaklaşma safhası
- Son yaklaşma safhası
- Pas geçme safhasıdır.

Geliş safhası yoldaki uçakların ilk yaklaşma fiksine (IAF-Initial Approach Fix) ulaştırılmasını hedefler. Standart geliş yolları (STAR-Standart Arrival Routes) takip edilerek geliş gerçekleştirilebileceği gibi geliş sektörleri ile de bu safha belirlenebilir.

İlk yaklaşma safhası ilk yaklaşma fiksine başlar ve orta yaklaşma fiksine (IF-Intermediate Fix) sona erer. Standart uzunluğu yoktur, prosedürün gerektirdiği irtifa değişimini sağlayabilecek bir uzunlukta olması gerekir. Alçalma eğimi optimum %4, maksimum %8 olmalıdır.

Orta yaklaşma safhası orta yaklaşma fiksine başlar ve hassas olmayan yaklaşımlar için son yaklaşma fiksine (FAF-Final Approach Fix) sona erer. 5NM'den az 15NM'den fazla olamaz. Optimum uzunluğu 10NM'dir. Orta yaklaşma safhası uçağı, hızı ve konfigürasyonu açısından son yaklaşıma hazırladığı için düz bir safha olabilir. Eğer alçalma gerekli ise alçalma eğimi %5 olarak seçilmelidir. İlk yaklaşma ve orta yaklaşma safhalarının amacı ise uçağı son yaklaşıma hazırlamaktır.

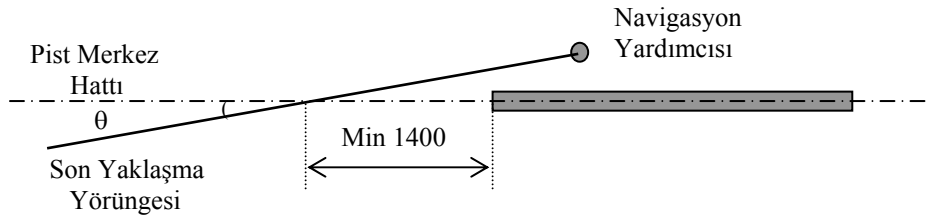
Son yaklaşma safhası, hassas olmayan yaklaşımlarda son yaklaşma fiksine başlar ve pas geçme noktasında (MAPt-Missed Approach Point) sona erer. Hassas yaklaşımlarda ise son yaklaşma noktasında (FAP-Final Approach Point) başlar. Pist eşiğine göre FAF'ın optimum 5NM'da maksimum 10NM'ı aşmayacak mesafede olması öngörülmektedir. Son yaklaşımda en uygun alçalma

eğimi %5, en çok %6,5 olmasına arazi şartları göz önünde bulundurularak, tasarımda dikkate alınması gerekmektedir. Son yaklaşma piste direkt inişle yapılabileceği gibi turlu yaklaşma ile de yapılabilir.

Direkt yaklaşma şartları, hassas olmayan yaklaşımlarda, son yaklaşma yörüngesinin pist merkez hattını kestiği veya kesmediği durumlara bağlı olarak son yaklaşma başı düzenlemesi ile belirlenmektedir [6].

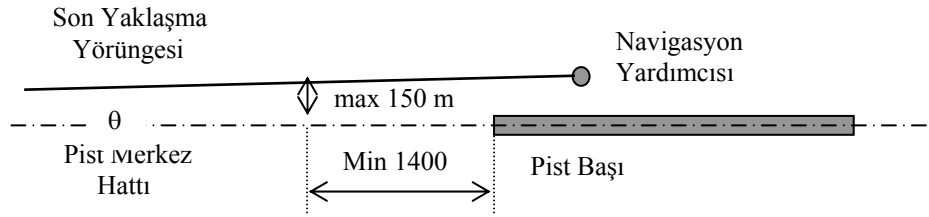
Direkt yaklaşma için aşığıdaki şartlar sağlanmalıdır:

- a) Son yaklaşma rotasının pist merkez hattını kesmesi durumunda aralarındaki açı düzenlemesi A ve B kategorileri için 30° yi, diğer kategoriler için 15° yi geçmeyecek şekilde olmalı ve kesişme noktası pist eşiğine en az 1400 m mesafede olmalıdır. θ , 5° den büyük olmalı ve θ en büyük, cat A/B için 30° ; diğer kategoriler için 15° dir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Son yaklaşma yörüngesinin pist merkez hattını 5° 'den büyük açı ile kestiği durumda son yaklaşma başı düzenlemesi

- b) Son yaklaşma rotasının pist merkez hattını 5° veya daha küçük açı ile kestiği durumda ise bu rotanın pist merkez hattı uzantısının pist eşiğinden en az 1400 m ötesinde 150 m açıklığa kadar olan yanlamasına uzaklığın içinden geçmesi gerekmektedir (Şekil 2.3.). (θ , 5° ye eşit veya daha küçük olmalıdır.)



Şekil 2.3. Son yaklaşma yörüngesinin pist merkez hattını 5° veya daha küçük açı ile kestiği durumda son yaklaşma başı düzenlemesi

Her uçak kategorisinin iniş konfigürasyonundaki performansları göz önünde bulundurularak son yaklaşma safhasında en yüksek ve en düşük iniş oranları belirlenmiştir.

Son yaklaşma safhasında, pilot karar yüksekliğine veya minimum alçalma yüksekliğine kadar alçalıp inişi gerçekleştirememesi durumunda pas geçme safhasını uygular.

Hassas olmayan yaklaşımda pas geçme safhası, pas geçme noktasından başlar [16]. MAPt noktası bir seyrüsefer yardımcısının üzerinde, FAF' dan itibaren belli bir uzaklık sonra tanımlanabileceği gibi pist başı olarak da tanımlanabilir.

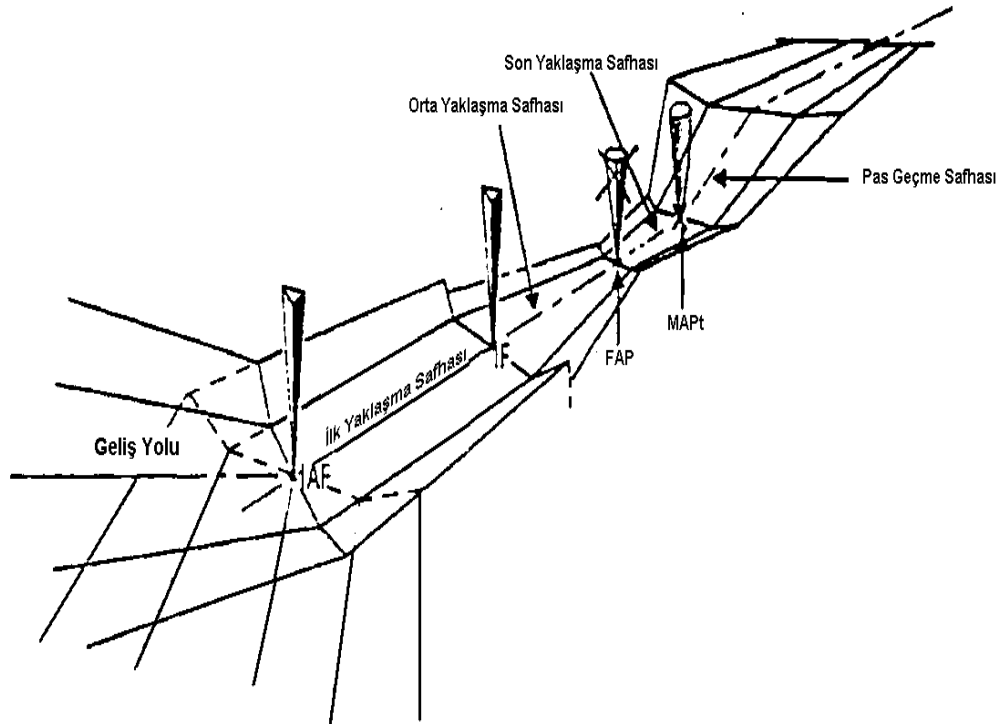
İki tür pas geçme vardır. Bunlar;

- a) Düz Pas Geçme,
- b) Dönerek Pas Geçme,

Dönerek pas geçme iki şekilde olur;

- 1-Dönüş noktasından itibaren,
- 2-Dönüş yüksekliğinden itibaren.

Düz pas geçme durumunda, uçak pist eksenini boyunca tırmandırılarak bir bekleme referans noktası üzerine gönderilir. Dönerek pas geçmede, genellikle DME mesafesi olarak belirlenen dönüş noktasına ulaştıktan sonra, veya pas geçme yüzeyindeki engeller üzerinden emniyetli geçişi sağlayacak yüksekliğe ulaştıktan sonra dönerek pas geçilir. Şekil 2.4'de Aletli yaklaşma safhaları gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Aletli yaklaşma safhaları

3. BAROMETRİK DİKEY SEYRÜSEFER

Uçak seyrüsefer sistemlerinin bilgisayar teknolojisinin çok daha işlevsel hale gelmesi nedeniyle uçak ve avionik üreticileri uçak operasyonlarında bu bilgisayar yeteneğinden daha fazla yararlanabilmek için çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. Bunlardan birisi ILS glideslope ya da Mikrodalga İniş Sistemi (MLS-Microwave Landing System) rakım sinyali gibi dış elektronik rehberlik sinyali olmaksızın uçağın aletli yaklaşma sırasında dikey olarak seyrüsefer yapabilmesidir [17]. Bu operasyona Barometrik Dikey Seyrüsefer adı verilmektedir. Barometrik dikey seyrüsefer, pilota belirli bir Dikey Yol Açısına (VPA-Vertical Path Angle) referansla hesaplanmış dikey yardım sunan bir seyrüsefer sistemidir. Bilgisayar tarafından hesaplanan dikey rehberlik barometrik irtifaya dayalıdır ve referans başlangıç noktası yüksekliğinden itibaren dikey yol açısı olarak belirlenir [18]. Bu açı, iki yol noktası (waypoint) arasındaki geometrik yol ya da tek bir yol noktasından olan açığa göre hesaplanmaktadır ve bu açı genelde 3°'dir. Dikey rehberlik genel olarak seyrüsefer sensörlerinden alınan bilgiyle barometrik altimetreye dayanmaktadır. RNAV/Baro VNAV yaklaşma prosedürleri dikey yol göstermeyle yaklaşma ve iniş operasyonlarını destekleyici aletli yaklaşma prosedürleri olarak sınıflandırılmıştır [19]. Bu gibi prosedürler, yaklaşıma devam etmek için yerle görsel referansın sağlanamaması durumunda pas geçmenin başlayacağı deniz seviyesinden belirlenmiş bir irtifa ya da yükseklik olarak tanımlanan karar irtifası ya da yüksekliği ile resmen ilan edilmelidir. Bunlar uçağın minimum karar irtifası/yüksekliğinin altına alçalmaması gerektiği klasik hassas olmayan yaklaşımlarla karıştırılmamalıdır. RNAV/baro-VNAV prosedürler Uçuş Yönetim Sistemleri ile donanmış ve barometrik VNAV yolunu hesaplama yeteneğine sahip olan saha seyrüsefer (RNAV) uçakları tarafından kullanılması için tasarlanmıştır [20]. Dikey komuta bilgisine uçağın havacılık bilgisi veritabanından ya da uçuş bilgi sistemi içersindeki pilot girdilerinden ulaşılmaktadır. RNAV/baro-VNAV prosedürlerinin kullanılması hassas olmayan yaklaşma prosedürlerinin emniyetini düzelterektir. Bunlar özellikle minimum irtifaya erken alçalmanın alternatif tekniklerinden daha güvenilir oldukları düşünülen geniş ticari jet taşıma uçakları ile ilgilidir. Bununla birlikte, barometrik

altimetredeki var olan hatalar ve belirli RNAV modunun belgeli performansı sebebiyle bu prosedürler hassas yaklaşma sitemlerinin bütünlüğü ve doğruluğu ile rekabet edemez [21]. Dikey seyrüsefer prosedürleri yatay seyrüsefer prosedürleri (LNAV-Lateral Navigation) ile birlikte oluşturulmaktadır.

3.1 Yatay Seyrüsefer (LNAV-Lateral Navigation)

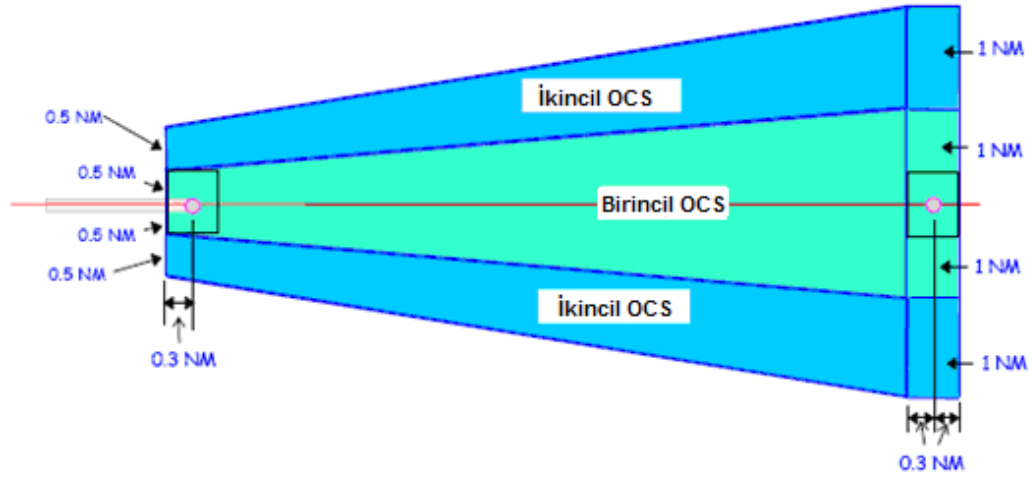
LNAV, uçağın yatay düzlemde seyrüseferini hesaplayan, gösteren ve sağlayan bir RNAV ekipmanı fonksiyonudur [22]. Bu yatay seyrüsefer, yol noktaları ile tanımlanan kesin bir yol sağlamaktadır. Aşağıda Şekil 3.1' de uçak kokpitindeki LNAV görüntüsü verilmiştir [23].



Şekil 3.1. Kokpitteki LNAV görüntüsü[23]

3.1.1 LNAV birincil ve ikincil sahalar

LNAV prosedürlerinde son yaklaşma safhası son yaklaşma fiksinde başlamaktadır. Birincil OCS, FAF noktasında başlar ve pist eşiğinden 0.3 NM sonrasına kadar uzatılır (Şekil 3.2.). Eğer FAF ve pist eşiği arasındaki mesafe 10NM'dan fazla olursa LNAV minimumları onaylanmaz [22].



Şekil 3.2. LNAV son yaklaşma

Birincil sahanın FAF noktasının sağına ve soluna olan yarım genişliği aşağıdaki formüle bulunmaktadır:

$$\frac{1}{2}W_p = \frac{0.5NM}{fl} \times (D + 1822.83) + 3038.06 \quad (3.1)$$

Bu denklemde D, merkez hattı boyunca pist eşiğinden feet olarak uzaklıktır ve fl, FAF noktası ile pist eşiği arasındaki son uzunluğun NM cinsinden uzaklığıdır.

İkincil sahanın genişliğinde oluşturulurken yukarıda formül kullanılır ve birincil sahanın genişliğine eklenir.

3.1.2 Mânia değerlendirmesi

Birincil sahadaki mânia kleransı oluşturulurken en yüksek mania değerine en az 250 feetlik ROC değeri eklenmektedir. İkincil sahadaki mania kleransı oluşturulurken ise ROC'yi hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanılmaktadır [22];

$$W_s = \frac{0.5NM}{fl(NM)} \times (D + 1822.83) + 3038.06 \quad (3.2)$$

$$ROC_s = \frac{250}{W_s} \times \left(\left(\frac{1}{2} W_p + W_s \right) - D_y \right) \quad (3.3)$$

Denklem (3.2)'de W_s , ikincil sahanın NM cinsinden genişliği ve D_y , manianın merkez hattına olan dikey uzaklığıdır.

3.2 Baro-VNAV Kullanım Koşulları

LNAV/VNAV operasyonlarının uygun seviyesi için ülke operatörü tarafından onaylanmış RNAV/Baro VNAV sistemleri ile donanmış uçak RNAV/baro-VNAV yaklaşmayı tamamlamak için aşağıdaki koşulları sağlaması halinde bu sistemleri kullanabilir [24];

- a) Seyrüsefer sisteminin %95 olasılıkla 0,6 km'ye (0.3NM) eşit veya daha düşük hata paylı performansa sahip olmalıdır;
- b) RNAV/baro-VNAV ekipmanları işler durumda olmalıdır;
- c) Uçak ve uçak sistemleri tasarlanmış RNAV/Baro-VNAV operasyonları için uygun bir şekilde onaylandırılmış olmalıdır ve barometrik irtifanın hassas kaynağı ile birleştirilmiş LNAV/VNAV sistemler ile donatılmış olmalıdır; ve
- d) VNAV irtifalar ve bütün ilgili prosedürler ve seyrüsefer bilgileri seyrüsefer veritabanından tekrar düzeltilmektedir.

LNAV/baro-VNAV prosedürlerinin resmen ilan edildiği yerlerde ICAO Annex 14 iç yaklaşma, iç geçiş ve engelli iniş yüzeyleri içersinde kalan mânialar için yaklaşma sahaları belirlenmelidir. Eğer mânialar bu yüzeylerin içersinde kalırsa söz konusu mânialar kısıtlayıcı olabilir ve OCA/H'ın belirlenmesinde dikkate alınır.

3.3 Operasyonel Sınırlamalar

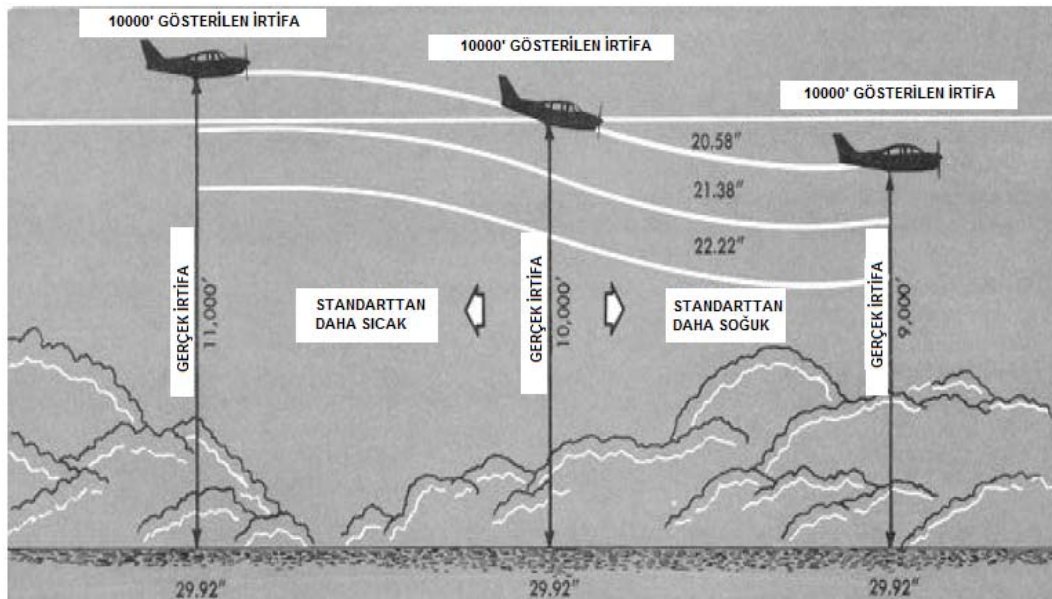
Olağandışı havalarda altimetre, önemli derecede hatalı veriler vermektedir. Bu durum soğuk havalarda oldukça tehlikelidir, çünkü bu durumda gerçek irtifa altimetrenin gösterdiği irtifa değerinden daha az bir irtifada olacaktır. Bu hatanın 1000 feet ya da daha fazla olması ve yalnızca altimetrenin gösterdiği değere güvenilmesi halinde maniaları aşmak için gerekli irtifalar muhafaza edilemez.

Birçok uçak, irtifa verileri için basınç altimetrelere güvenmektedirler. Bu aletler radar altimetrelere yaptığı gibi direkt olarak irtifayı okumazlar. Daha doğrusu; hava basıncını okurlar ve bunu irtifa tahminine çevirirler. Uçakta kullanılan basınç altimetresi uçuş seviyesindeki hava basıncının ölçülmesi için oldukça hassas bir alettir. Bununla birlikte, altimetre tarafından gösterilen irtifa bilgisi deniz seviyesi ya da yer üzerindeki uçağın gerçek yüksekliğinden daha farklı olabilir [25].

Basınç altimetrelere Uluslararası Standart Atmosfer (ISA) şartlarındaki gerçek irtifayı göstermesi için ayarlanmaktadır. Uluslararası Standart Atmosfer şartları aşağıda verilmiştir:

- Deniz seviyesindeki basınç 29.92 inçtir.
- Deniz seviyesindeki sıcaklık 15°C'dir.
- Her 1000 feette sıcaklık 1.98°C azalmaktadır.

Bu şartlar çoğunlukla oluşmamaktadır. Bu standartlardan herhangi bir sapma altimetrede yanlış okumaya neden olabilmektedir. Sıcaklık standartlardan daha yüksek olduğu zamanlarda irtifanız altimetrenin gösterdiğinden daha yüksek olacaktır. Sıcaklığın standarttan daha düşük olduğu zamanlarda ise irtifanız altimetrenin gösterdiğinden daha düşük olacaktır (Şekil 3.3.). Son derece soğuk havalar altimetrede gösterilen veriden %10 daha fazla bir hataya neden olabilir [26].



Şekil 3.3. Sıcaklıktan dolayı altimetre sapması[26]

Hava basıncı hava şartlarına bağlı olarak zamana ve yere göre farklılıklar göstermektedir. Aşağıda havanın fazlasıyla soğuk olduğu durumlarda ne kadar hatanın mevcut olduğunu gösteren bir çizelge verilmiştir. Bu çizelge ICAO tarafından hazırlanmıştır. Buna göre; -10°C sıcaklıkta ve FAF'ın meydan rakımının 500ft yukarısında olduğu durumlarda mevcut irtifa altimetrede gösterilen irtifanın 50ft altında olacaktır.

Çizelge 3.1. Sıcaklığın değişimine bağlı irtifa farkı

		Meydan üzerindeki yükseklik(ft)													
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000	4000	5000
Rapor edilen sıcaklık $^{\circ}\text{C}$	+10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	30	40	60	80	90
	0	20	20	30	30	40	40	50	50	60	90	120	170	230	280
	-10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	290	390	490
	-20	30	50	60	70	90	100	120	130	140	210	280	420	570	710
	-30	40	60	80	100	120	130	150	170	190	280	380	570	760	950
	-40	50	80	100	120	150	170	190	220	240	360	480	720	970	1210
-50	60	90	120	150	180	210	240	270	300	450	590	890	1190	1500	

Pilotlar DA/H ve öncesindeki ilk ve orta yaklaşma/yaklaşmalarda ilan edilmiş minimum irtifalar/yükseklikler ve de sonrasındaki pas geçme irtifa/yükseklikler için soğuk havadan kaynaklanan düzeltmeler için sorumludurlar.

Son yaklaşma yolu VPA, prosedürlerin tasarımındaki düşük sıcaklık etkilerine karşı korunmuştur.

Uçuş yönetim sistemleri son yaklaşma için onaylı soğuk havadan kaynaklanan düzeltmelerle donatılmadıkça havaalanı sıcaklığının resmen ilan edilen minimum havaalanı sıcaklığının altında olduğu zamanlarda Baro-VNAV prosedürlere izin verilmez [27]. Bu sebepten dolayı; ekipmanlar için minimum sıcaklık limitleri içersinde olduğunda minimum sıcaklık ihmal edilebilir. Bu sıcaklığın altında ve son yaklaşma için onaylı soğuk havadan kaynaklanan düzeltmelerle donatılmış uçuş yönetim sistemleri olmayan uçaklar için LNAV prosedürler kullanılabilir eğer;

- a) Yaklaşma için konvansiyonel RNAV hassas olmayan prosedürler ve RNAV/LNAV OCA/H değerleri resmen ilan edilirse; ve
- b) Resmen ilan edilmiş bütün minimum irtifalar/yükseklikler için uygun soğuk hava altimetre düzeltmeleri pilot tarafından uygulanabilirse.

Seyrüsefer doğruluğunun en uygun seviyesini elde edebilmek için ekipmanların nasıl idare edileceğinin bilgisine pilotlar sahip olmalıdır.

Baro-VNAV prosedürler sadece yerel altimetre kaynağı değeri mevcut olduğunda ve uçağın altimetresine QNH/QFE ayarlandığında uygulanmalıdır. Altimetre ayarlarının kaynağının uzaktan kullanıldığı prosedürler Baro-VNAV yaklaşma prosedürlerini desteklemez [28].

Baro-VNAV dikey rehberlik hassasiyeti farklı ekipmanlara göre değişiklikler göstermektedir. Bununla birlikte, mânia kleransı sağlamak üzere dikey yol salınışlarının +30 m den ve -15m den az olması için pozitif hareket uygulanmalıdır.

LNAV FAF ve MAPt, Baro-VNAV prosedürlerinin standartlaştırılması amacı için kullanılmaktadırlar ve FAP' daki alçalmaya engel olmak ya da DA/H' yı sınırlamak için tasarlanmamaktadır.

VPA sapma planı gerçek VPA ile birlikte havaalanı sıcaklığının ayrıntılı anlatılmasıyla Baro-VNAV aletli yaklaşma prosedür haritalarında yayımlanabilir (Çizelge 3.2.) Bu haritalar uçuş mürettebatına bilgi vermek için tasarlanmaktadır. Havaalanı sıcaklığının VPA planlarında yayımlanmış en düşük sıcaklığın altında olduğu durumlarda sıcaklık ayarlaması yapılamayan sistemlerle Baro-VNAV uygulanamaz.

Çizelge 3.2. Dikey yol açısı sapma (VPA) haritası[29]

Sıcaklık ayarlaması yapılmayan sistemler için VPA sapmaları	
A/D Sıcaklığı	Gerçek VPA
+30°C	3.20°
+15°C	3.00°
0°C	2.80°
-15°C	2.68°
-31°C	2.50°

3.4 Sistem Performansı

Baro-VNAV prosedürlerinin dikey seyrüsefer performansının bağlı olduğu faktörler şunlardır;

Atmosferik etkiler. Standart olmayan sıcaklıklarla ilgili atmosferik hatalar yaklaşma mânia kleransı yüzeylerinin tasarımında göz önünde bulundurulmalıdır. Standart sıcaklıktan daha düşük sıcaklık uçağın gerçek irtifasının barometrik irtifasından daha düşük olmasına neden olmaktadır. Birçok mevcut VNAV sistemler standart olmayan sıcaklıklar için doğru değildirler [30]. Standartın altındaki sıcaklıklardaki bu hatalar önemli olabilirler. Yaklaşma mania kleransı yüzeylerinin eğimi prosedürler için resmen ilan edilmiş minimum sıcaklığının fonksiyonları olarak azaltılabilir.

Uluslararası Standart Atmosferi (ISA-International Standart Atmosphere) sıcaklığı deniz seviyesinde 15°C' dir ve her 1000 feette 2°C sıcaklık kaybı meydana gelir.

Yol-boyu pozisyon belirsizliği. Bütün RNAV sistemlerini bir miktar yol boyu hatasına sahiptirler. Bu yol boyu belirsizlikleri VNAV sistemlerinin alçalmaya çok erken başlayabileceği anlamına gelebilir. Bu yüzden yol boyu hataları dikey yoldaki hatalarda sonuçlanabilir. Bu, yaklaşma mania kleransı yüzeyinin pist eşiği seviyesi orijinin kaydırılması ile oluşturulmaktadır.

Uçuş teknik hataları (FTE-Flight Technical Error). Uçuş teknik hataları 75metrelik (246ft) hassas olmayan yaklaşımlar için belirlenmiş standart pay içerisinde olduğu farz edilmektedir. Bu, mânia klerans yüzeyinin soğuk hava ve yol boyu hataları için ayarlanmasından sonra dikey yol açısının altına eklenmektedir.

Diğer sistem hataları. Diğer hatalar statik kaynak hatalarını, homojen olmayan hava olayları ve gecikme süresi etkilerini içermektedir. Bu hatalar mevcut sınırlar içerisinde hesaba katılmalıdır.

Ciddi yapılan hatalar. Hem hava trafik kontrolörü hem de pilot tarafından doğru olmayan ya da tarihi geçmiş altimetre ayarlarının uygulanması mümkündür ve uygun operasyonel tekniklerle engellenmelidir.

Dikey yol sapması. Baro-VNAV dikey yol sapmasını gösteren kokpit ekranı uygun bir yere yerleştirilmeli ve pilotun uçuş teknik hatalarında tanımlanan toleransları koruyarak yolunu muhafaza etmesine olanak sağlayacak hassasiyete sahip olmalıdır. Ekipmanların bu kriterleri karşılamadığı durumlarda baro-VNAV operasyonlarının onaylanması için operasyonel değerlendirmelere ve belirli uçuş mürettebatı prosedürlerine ihtiyaç duyulacaktır. Kabul edilebilir gözükebilecek operasyonel alternatifler, uçuş yöneticisi ve otopilot sistemi ile birlikte çalışan Baro-VNAV operasyonlarını içermektedir.

Baro-VNAV yaklaşma prosedürleri, APV ile birlikte yaklaşma ve iniş operasyonlarını desteklemek için aletli prosedürler olarak sınıflandırılmıştır [31]. Bu prosedürler, DA/H kullanmaktadır ve MDA/H kullanmazlar. Ne FAF ne de pas geçme noktası (MAPt) tanımlanmamaktadır. Bu prosedürler ILS de olduğu gibi mania değerlendirme yüzeyini kullanmaktadırlar, fakat belirli yatay rehber sistemine dayalıdır.

Baro-VNAV prosedürler LNAV prosedürleri ile birlikte kullanılmaktadır. LNAV prosedürler FAF ve MAPt noktalarını saha içersinde tanımlamak için kullanılırlar, fakat VNAV prosedürlerin bir parçası değildirler.

Baro-VNAV prosedürler uzak altimetre ayarları (remote altimeter setting) ile birlikte kullanılamaz. Buna bağlı olarak uzaktan altimetre verisinin elde edildiği yerlerde Baro-VNAV prosedürler oluşturulamaz.

Baro-VNAV prosedürlerin yapısı aşağıda belirtilen üç adımı gerektirmektedir;

- a) VPA'nın belirlenmesi ve son yaklaşma yüzeyi (FAS-Final Approach Surface);
- b) APV-OAS (Obstacle Assesment Surface) yapısı; ve
- c) APV-OAS yüzeyini içine alan manalara dayalı OCA/H hesaplamaları

Baro-VNAV prosedürleri uygulayacak olan uçak en azından aşağıda belirtilen ekipmanlarla donatılmış olmalıdır:

- a) Pas geçme için pozitif yol rehberini zamanında değiştirecek yeteneğe sahip yaklaşma operasyonları için sertifika edilmiş VNAV sistemi

b) 0.6 km'den (0.3 NM) daha az ya da eşit, %95 olasılığına sahip sertifika edilmiş TSE (along- and across-track performance) ile birlikte LNAV sistemi. Aşağıdaki sistemler bu gerekliliği karşılamaktadır:

- 1) Yaklaşma operasyonları için sertifika edilmiş GNSS seyrüsefer ekipmanları; ya da
- 2) yaklaşma operasyonları için sertifika edilmiş DME/DME ya da GNSS ile birleşimindeki "inertial" referans ünitelerini kullanan multi-sensor sistemler;ya da
- 3) RNP 0.3 yaklaşma operasyonları ya da daha azı için onaylanmış RNP sistemleri

c) Prosedürler ve pas geçme için mürettebat tarafından seçildiğinde otomatik olarak seyrüsefer sistemi uçuş planı içersine yüklenen yol noktalarını içine alan ve RNAV ve VNAV bilgilerine bağlı seyrüsefer veritabanı.

Bu bölüme uygun olarak geliştirilen Baro-VNAV prosedürlerin kullanılması şunların var olduğunu kabul etmektedir;

- a) Mânialar, görsel koruma yüzeyi içinde yer alamaz. Bu yüzey şu şekilde tanımlanmaktadır;
 - 1) Pist eşiğinde 60 m önce başlayan ve pist eşiğinden (OCH-RDH)/tan VPA+ATT hesabı ile bulunan mesafede son bulan Annex 14 pist kod no.3/4 ilk ve ikinci kısım yaklaşma yüzeylerinin yatay ayırması;
 - 2) Pist eşiği seviyesindeki pist eşiğinden 60 m önce meydana gelen %3.33'lük eğim; ve
 - 3) Yüzey ve pist eşiği arasındaki pist parçası payı.

Eğer bu gibi mânialar mevcutsa, Baro-VNAV prosedürler resmi olarak yayımlanmayabilir. Buna rağmen; görsel koruma yüzeyi belirlendiği zamanlarda pist eşiğinin 5m yukarısından daha az bir yükseklikle mânialar ihmal edilebilir.

- b) Daha düşük sınır aşağıdaki şekilde OCA/H göre uygulanmaktadır;
 - 1) Annex 14 inner yaklaşma, iner geçiş ve engelli iniş yüzeylerinin tayin edildiği ve içinde ter almadığı durumlarda sağlanan 75 m; ve
 - 2) Bütün diğer durumlarda 90m.

Resmi olarak ilan edilmiş en uygun VPA açısı 3° olmalıdır; bu değer 3°'den daha az ya da 3.5°'den daha fazla olamaz. Referans başlangıç noktası yüksekliği 15 m olmalıdır (50ft). Bütün mânia yükseklikleri pist eşiği rakımına göre referans alınmaktadır.

3.5 VNAV Aletli Yaklaşma Prosedürlerinin Oluşturulması

3.5.1 Uluslararası standart atmosfer (ISA) sapmasının belirlenmesi

(1) Söz konusu meydan için, son beş yılın verileri ile yılın en soğuk ayının en düşük sıcaklıklarının elde edilmesinde sonra bu sıcaklıkların ortalamaları hesaplanır [32].

(2) Eğer veriler Fahrenheit cinsinden verilmişse, aşağıdaki formül kullanılarak sıcaklık değeri Celcius'a çevrilir.

$$TC = 5/9 \times (TF-32) \quad (3.4)$$

TC : Celcius

TF : Fahrenheit

(3) Elde edilen esas sıcaklık, aşağıdaki formülü kullanarak ISA'dan olan sapmaya çevrilir:

$$T_{DEV} = TC - [15-(rakım/500)] \quad (3.5)$$

T_{DEV} : ISA'dan olan sapma (Celcius)

T_C : yukarıdaki 2 no'lu basamaktaki esas sıcaklık

Rakım : meydan rakımı

(4) Yapılan işlem sonucunda bulunan T_{DEV} değeri, en düşük 5⁰'ye yuvarlanır. VNAV OCS eğimini bulmak için, yuvarlanmış bu T_{DEV} değerini ya da -15⁰'yi (hangisi küçükse) ve VPA kullanılır.

Sıcaklık kısıtlamaları aletli yaklaşma planlarında yayınlanmalıdır [33].

3.5.2 VNAV OCA uygulaması

(1) VNAV OCS, son segment Mania Klerans Alanı'nın (OCA) altındadır ve 250 feet HATH noktasında, ASB üzerine denk gelen noktadan başlar. Şekil

3.4'de VNAV OCS'in temel yapısını gösterilmektedir. (Bütün örnekler 3^0 'lik VPA'ya, -30^0 'lik T_{DEV} 'e, 50 feetlik TCH'a ve 1500 feet HATh noktasına yerleştirilmiş FAF'a dayalıdır). Bu şekilde OCS, A noktasından ve eşikten 3816,23 feet mesafede başlamaktadır. OCS'nin başlama noktası, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

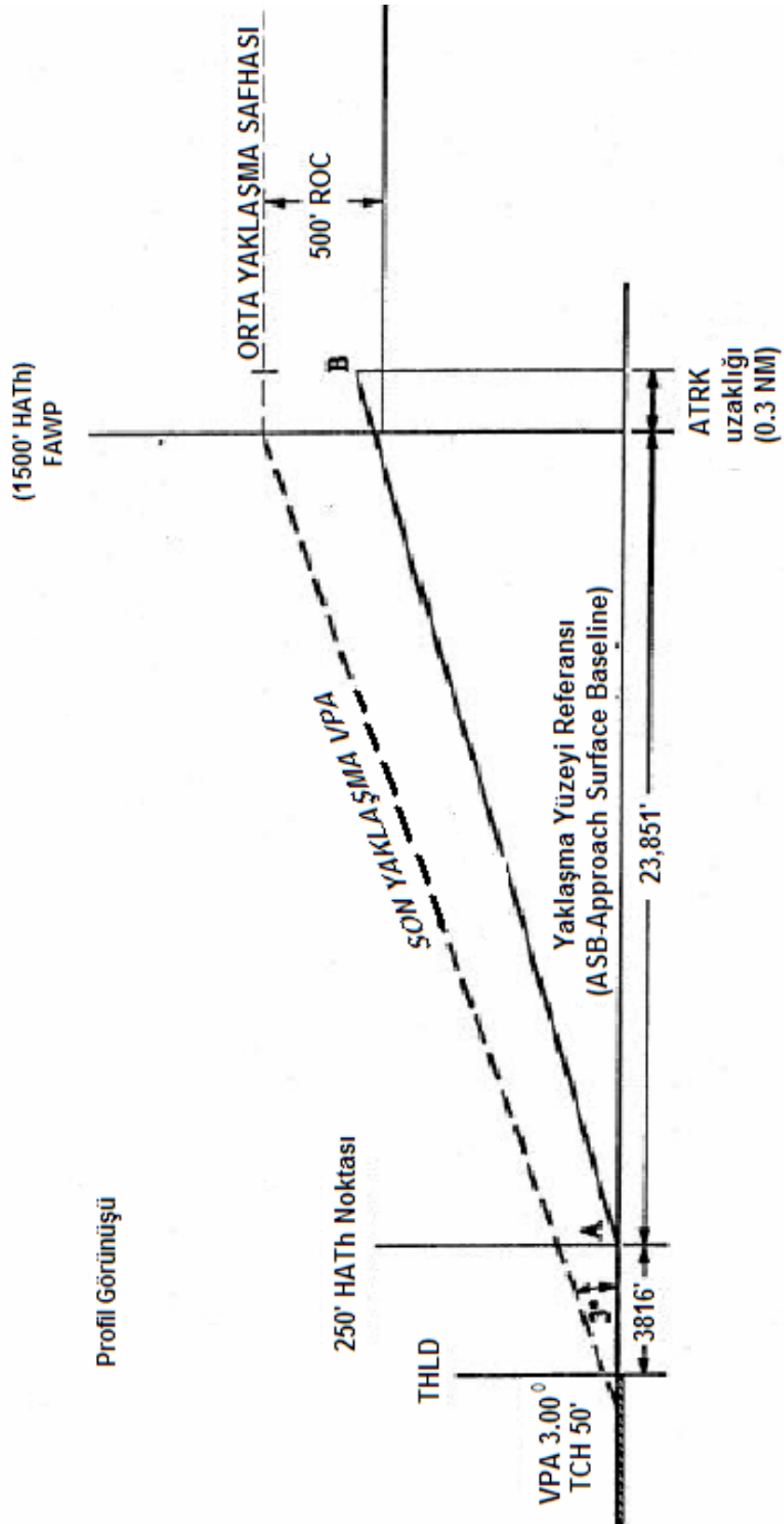
$$D_{250' HATh} = (250' - TCH) / \tan(VPA) \quad (3.4)$$

$$D_{250' HATh} = (250' - 50') / \tan 3^0 = 3816.23'$$

Buradaki $D_{250' HATh}$, ASB üzerinde $250'$ HATh noktasındaki mesafedir.

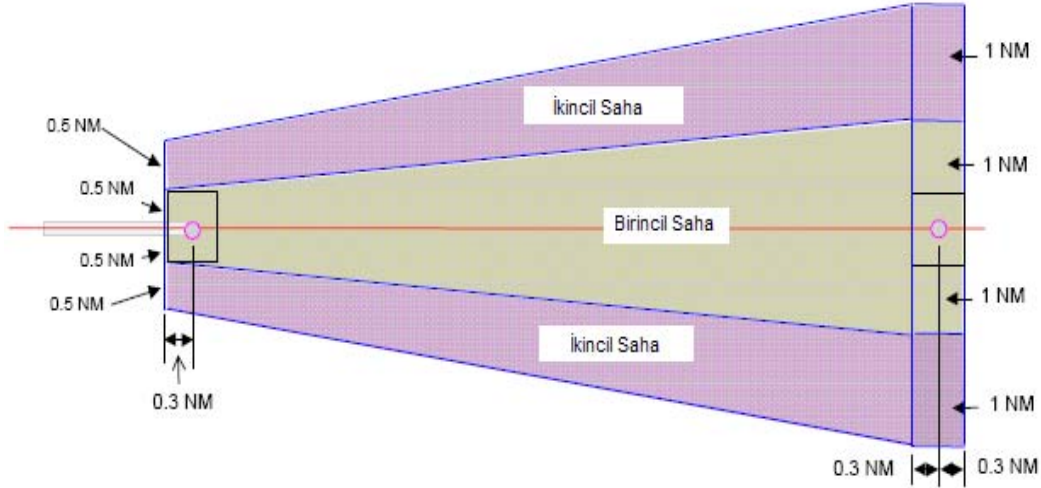
(2) OCS, A noktasından itibaren yuvarlanmış T_{DEV} değerini ya da -15^0 'yi (hangisi küçükse) ve VPA kullanılması ile belirlenen eğim üzerinde, FAF artı 0.3 NM mesafeye çizilir. Bu nokta aşağıdaki şekilde B noktası olarak gösterilmektedir (Şekil 3.4.).

(3) VNAV OCS'in yatay ölçüleri, ikincil sahalar da dahil olmak üzere, Kural 8260.38 ya da Kural 8260.40'tan alınan son segment OCA ölçülerine eşittir.



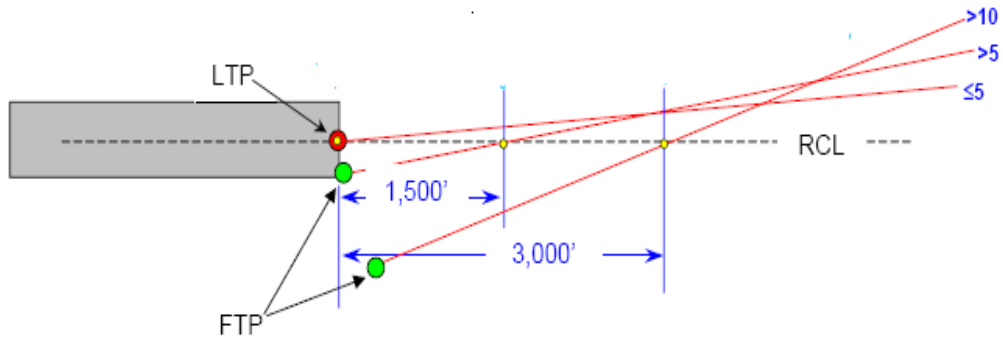
Şekil 3.4. VNAV son yaklaşma segmenti-OCS

VNAV son yaklaşma safhasının mania değerlendirme yüzeyi LNAV prosedürlerde olduğu gibi oluşturulmaktadır. Bu yüzeyin birincil ve ikincil sahaların genişlikleri Şekil 3.5’ de verilmiştir.



Şekil 3.5. VNAV birincil ve ikincil sahalar

Amerika Birleşik Devletleri Ulaştırma Bakanlığınca belirlenen Uçuş Prosedürleri Standartlarına (TERPS) göre son yaklaşma korsunun pist merkez hattını 5° 'ye eşit ya da daha az bir açı ile kestiği durumlarda son yaklaşma korsu pist merkez hattını pist eşiğinde kesmelidir. Son yaklaşma korsunun pist merkez hattını 5° 'den daha büyük bir açı ile kestiği durumlarda da son yaklaşma korsu pist merkez hattını pist eşiğinden en az 1500 feet sonra kesmelidir. Son yaklaşma korsunun pist merkez hattını 10° 'den daha fazla bir açı ile kestiği durumlarda ise son yaklaşma korsu pist merkez hattını pist eşiğinden en az 3000 feet sonra kesmelidir (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Son yaklaşma korsununun pist merkez hattını kestiği durumlar [34]

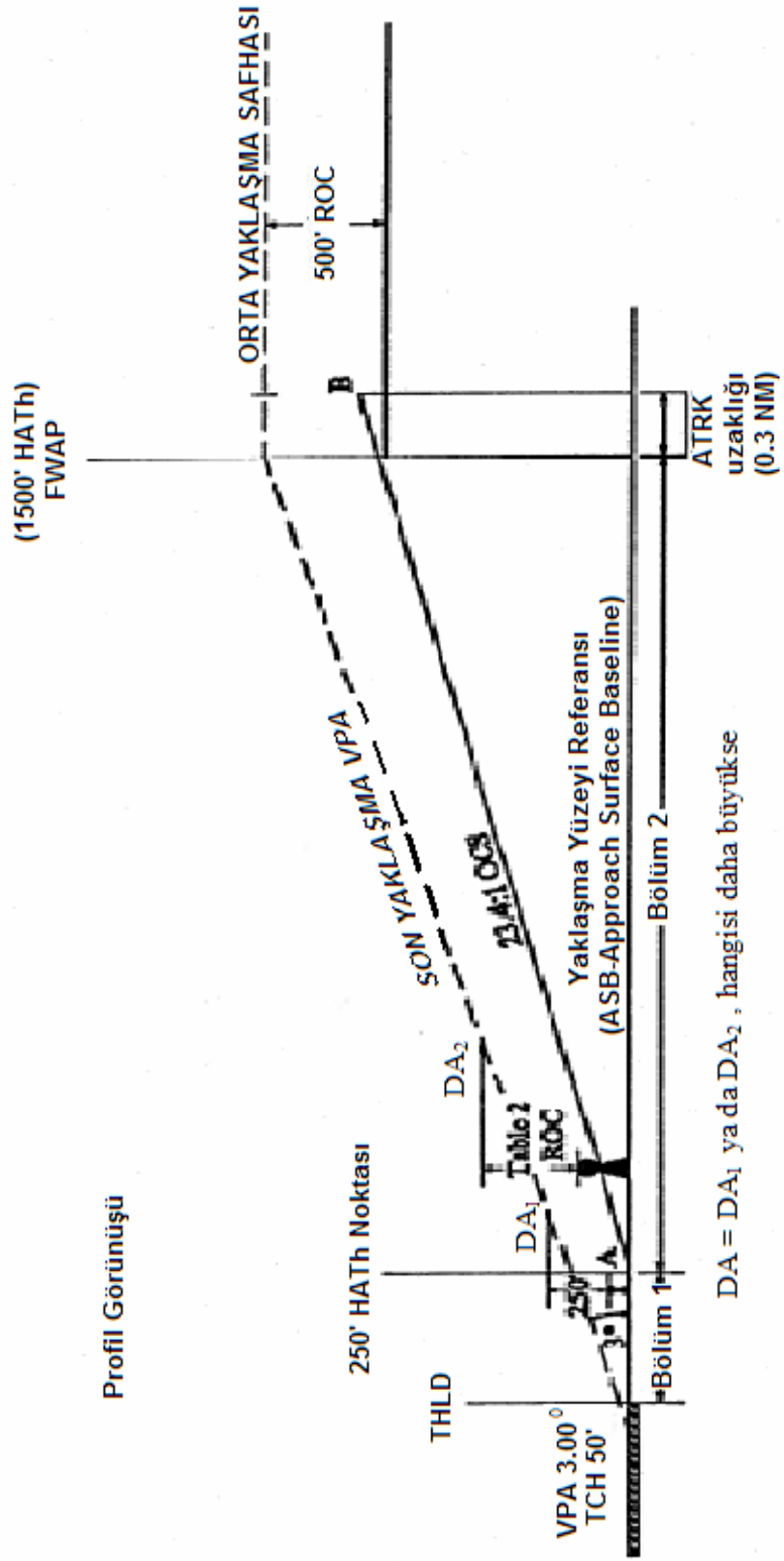
3.5.3 Karar irtifasının (DA) belirlenmesi

Prosedürün DA'sı, aşağıda anlatılan iki değerlendirme sonucunda elde edilen değerlerin en büyüğü olmak zorundadır.

(1) İlk değerlendirme, 250' HATh noktasından olan son yaklaşma segmentinde yürütülür. Bu saha, Şekil 3.7'de 1.Bölüm olarak gösterilmektedir. 1.Bölüm, DA₁ olarak adlandırılmıştır.

- (a) Esas saha, 1. Bölüm'ün esas sahasındaki en yüksek mania değerine 250 feetlik gerekli mania kleransı (ROC) değerinin eklenmesi ile elde edilmektedir.
- (b) İkincil saha, esas sahanın kenarına 250 feetlik ROC uygulanması ve ikincil sahanın kenarına doğru bu değerinin 0 feete kadar azaltılması ile elde edilir.

(2) İkinci değerlendirme, VNAV OCS kullanılarak yapılmaktadır. Şekil 3.7'de de gösterildiği gibi, VPA ve sıcaklığa bağlı olan ilgili OCS, bölüm 3.5.2'de belirtildiği gibi çizilmiştir. Bu saha, Şekil 3.7'de 2. Bölüm olarak gösterilmektedir ve DA₂ olarak adlandırılmıştır. Eğer OCA içersine hiç bir mania girmiyorsa DA₂ DA₁'e eşittir.



Şekil 3.7. Karar irtifasının belirlenmesi

(a) 2. Bölüm ikincil saha maniaları. İkincil saha, segment merkez hattına paralel olarak ölçülmek üzere 7:1 oranında bir eğime sahiptir. İkinci sahadaki bir mâniayı değerlendirmek üzere, birincil sahadaki eş değer bir manianın yüksekliğini belirlenir. Daha sonra ise, bölüm 3.5.2’de açıklandığı şekilde, bu eşdeğer mâniayı VNAV OCS’ye göre değerlendirilir.

Örneğin; 9839 feet MSL değerindeki bir manianın ikincil bölgede bulunması ve ikincil saha kenarına olan mesafesinin 2700 feet olması halinde eşdeğer mânia yüksekliği şu şekilde bulunmaktadır;

Esas sahanın kenarının 7:1 oranındaki eğimi : $2700 \text{ feet} / 7 = 385.7 \text{ feet}$

Eş değer manianın yüksekliği : $9389 \text{ feet} - 385,7 \text{ feet} = 6,453.3 \text{ feet}$

(b) Eğer bir mania OCS’yi deliyorsa, aşağıdaki seçeneklerden biri uygulanır;

1. Manianın kaldırılması.
2. VPA arttırılabilir ve bölüm 3.5.3’de anlatılan ilk değerlendirme ve ikinci değerlendirmelerdeki adımlar tekrarlanabilir. VPA, 3.5^0 ’yi geçmemelidir.
3. Mania yüksekliğine, Çizelge 3.3’den alınan ROC eklenerek, DA_2 ’de bir ayarlama yapılabilir. ROC’u belirlemek için, Çizelge 3.3’ye bölüm 3.5.1’ in 4.adımında elde edilen T_{DEV} değeri ve manianın pist eşiğine göre yüksekliği girilir. Bu ROC değerini, yüzeyi delen manialardan en yüksek olanın MSL yüksekliğine eklenir. Burada bulduğumuz sonuç da DA_2 ’dir.
4. Eşik kaydırılabilir ve bölüm 3.5.3’de anlatılan ilk değerlendirme ve ikinci değerlendirmelerdeki adımlar tekrarlanabilir.

(3) Yaklaşma için olan DA ; DA_1 ve DA_2 ’den yüksek olanı olmalıdır. Bu değeri bir sonraki en yüksek 20 feete yuvarlamak gerekmektedir. Yaklaşma DA ’sı hiçbir zaman için 250 feetten az bir HATH değeri ile sonuçlanmayacaktır.

Çizelge 3.3. Barometrik VNAV gerekli mania kleransı (ROC, FEET)

ISA altında sıcaklık sapması(derece)	Manianın ilgili pist eşiğine göre yüksekliği (ft)							
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
10	250	250	250	250	250	250	250	250
15	250	250	250	250	250	250	250	250
20	250	250	250	250	250	250	250	250
25	250	250	250	250	250	250	250	275
30	250	250	250	250	250	250	275	310
40	250	250	250	250	250	270	305	345
45	250	250	250	250	255	295	340	380
50	250	250	250	250	280	325	370	410
55	250	250	250	260	305	355	400	445
60	250	250	250	280	330	380	430	480
55	250	250	270	300	355	410	460	515

3.5.4 Görerek segmentinin değerlendirilmesi

Bir VNAV DA(H)'ısını belirlemek için, uçağın maniadan kaçınması gerekmeden, DA'dan piste doğru manevra yapabilmesi gerekmektedir. Yaklaşma safhasında olan bu saha, görerek segmenti olarak adlandırılmaktadır. Görerek segmenti, pist merkez hattı uzantısı ile hizalanır. Görerek segmenti, pist eşiğinde başlar ve DA noktası artı 0.3 NM mesafeye kadar uzanır. Görerek segmenti yüzeyinin açısı $2/3$ VPA'dır.

Örneğin 3^0 'lik bir VPA için, görerek segmentinin eğimi 2^0 'dir. Görerek yüzeyinin yarı genişliği $(0.2d) + 200$ feet'tir; buradaki d, eşikten olan feet cinsinden mesafedir. Bu yüzeyi herhangi bir manianın delmesine müsaade edilmez.

3.5.5 Yaklaşma rüyetinin belirlenmesi

Eğer FAC, pist bearinginin 3^0 dahilindeyse, ışıklandırma toleransından önceki minimum rüyet, ASB üzerinde, eşikten DA noktasına kadar olan mesafe ya da $3/4$ mildir (hangisi büyükse). Eğer FACV pist bearinginden 3^0 'den fazla offset ise (maksimum 5^0 'ye kadar), ışıklandırma toleransından önceki minimum rüyet, ASB üzerinde, eşikten DA noktasına kadar olan mesafe ya da 1 mildir

(hangisi büyükse). Rüyat hiç bir zaman için $\frac{1}{2}$ milden ya da 2400 m pist rüyatinden (RVR) az olmayacaktır.

3.5.6 Pas geçmenin oluşturulması

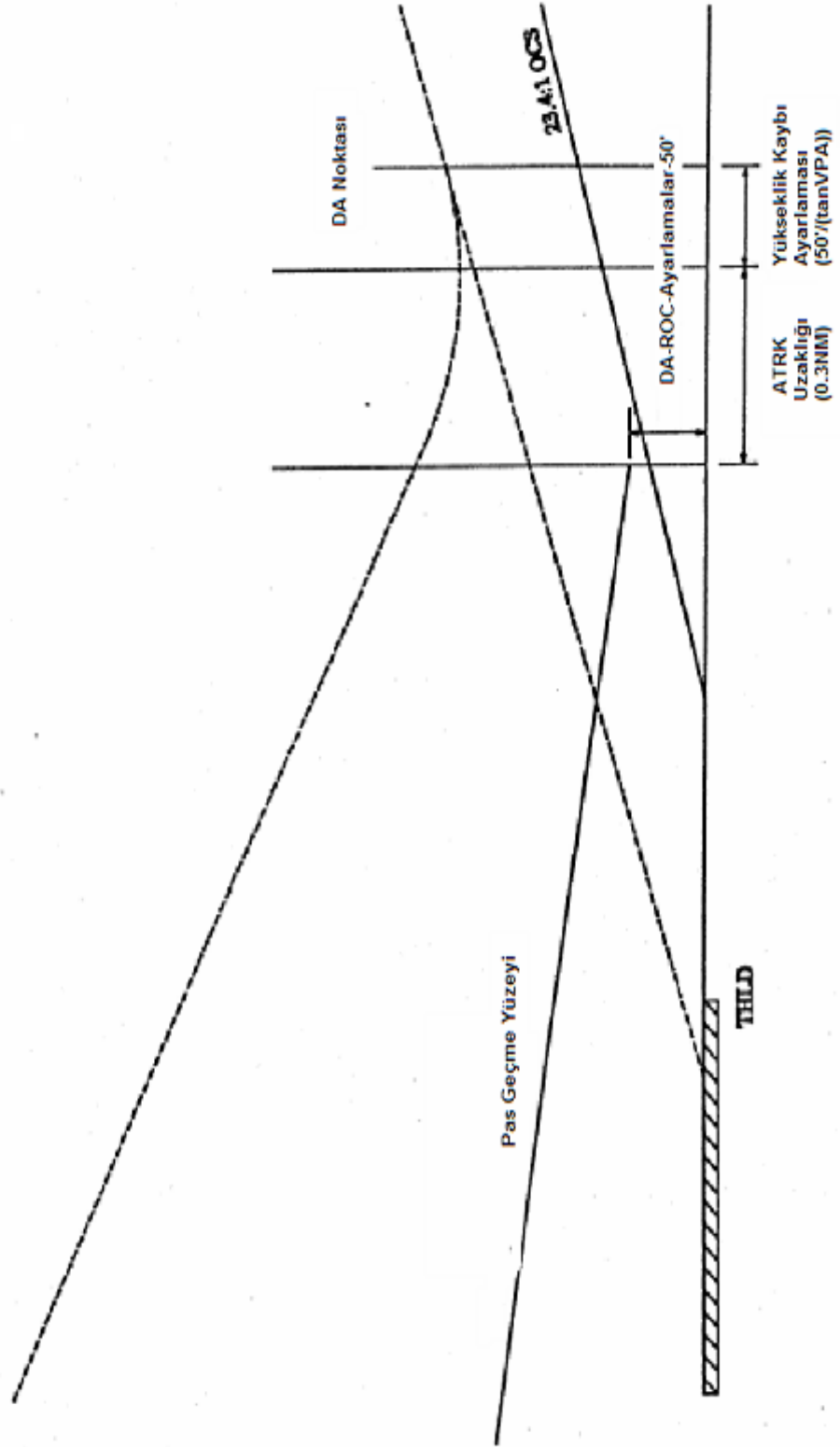
Aşağıdakiler hariç olmak üzere, FAA Kural 8260.38'te belirtilen pas geçme kriterlerini uygulanır. Bu kurallar aşağıda belirtilmiştir;

(1) Pas geçme safhası, FAC üzerinde DA noktası eksi irtifa kaybı düzeltmesine eşit bir mesafede başlamaktadır. İrtifa kaybı düzeltme mesafesi $[50'/\tan(VPA)]$ 'dır. Bir seyrüsefer sistemi deplasman sahası, bu nokta etrafında çizilir ve genişliği OCA genişliğine eşittir, uzunluğu da ± 0.3 NM'dır. Şekil 3.8 ve 3.9'da VNAV pas geçme safhasını profil ve plan görünüşleri gösterilmektedir.

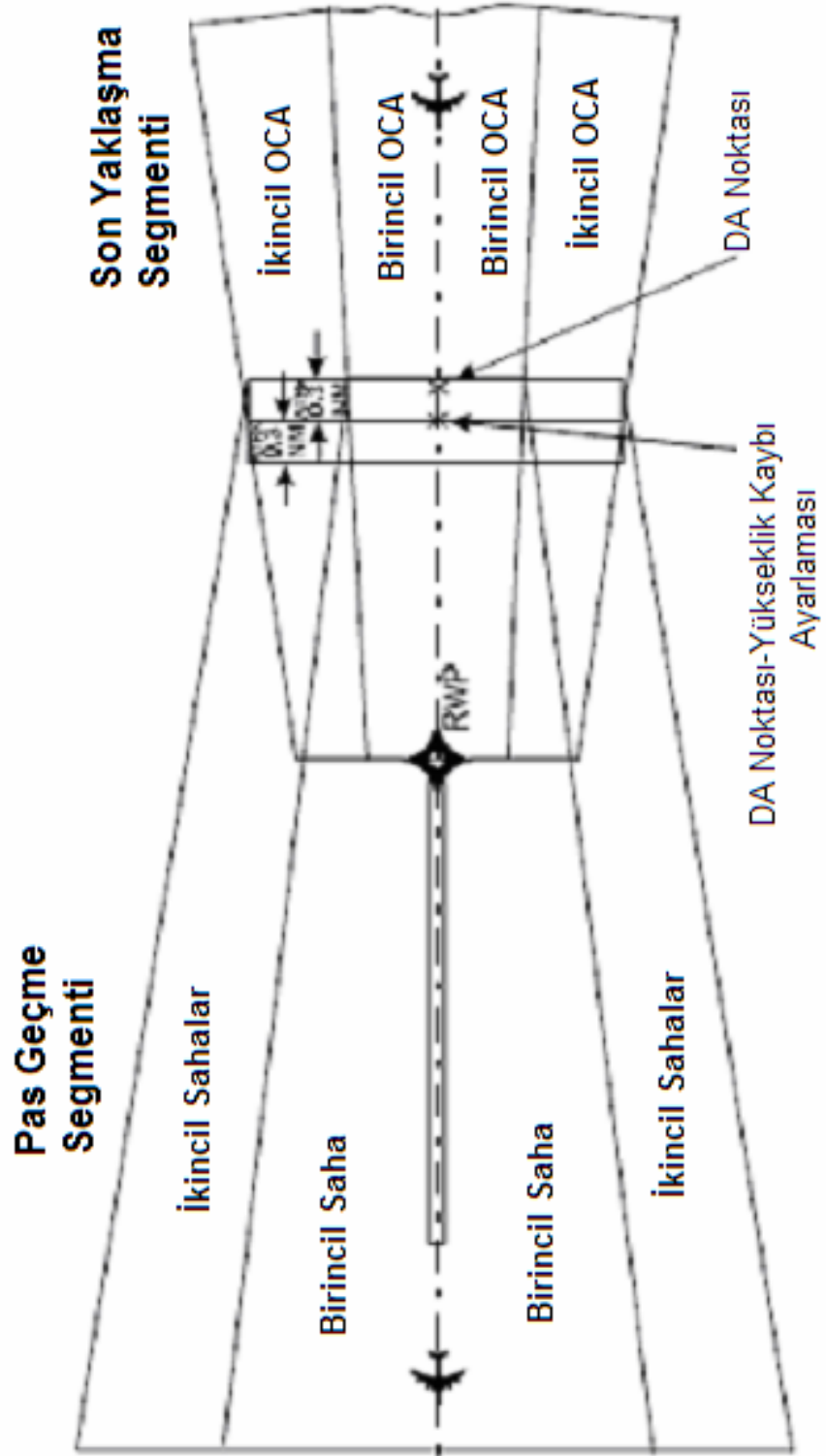
(2) Pas geçme sahası, deplasman sahasının en ön noktasından başlar ve 15 NM (ölçülen yol) boyunca, korsun her iki yanında 6 NM genişliğinde üniform olarak uzanır. Pozitif kors rehberliği sağlandığında, ikincil sahada bir azaltmaya müsaade edilebilir.

(3) 40:1 oranındaki yüzey, $(DA - ROC - ayarlamalar - 50')$ 'a eşit bir irtifadan başlayacaktır. 40:1 yüzeyi, deplasman sahasının en son noktasından başlar.

(4) Pist eşiği yol noktasından (RWP) önce hiç bir dönüş izin verilmez.



Şekil 3.8. VNAV pas geçme safhası (profil görünüşü)



Şekil 3.9. VNAV pas geçme safhası (üstten görünüş)

4. ESKİŞEHİR ANADOLU HAVAALANI BARO-VNAV YAKLAŞMA

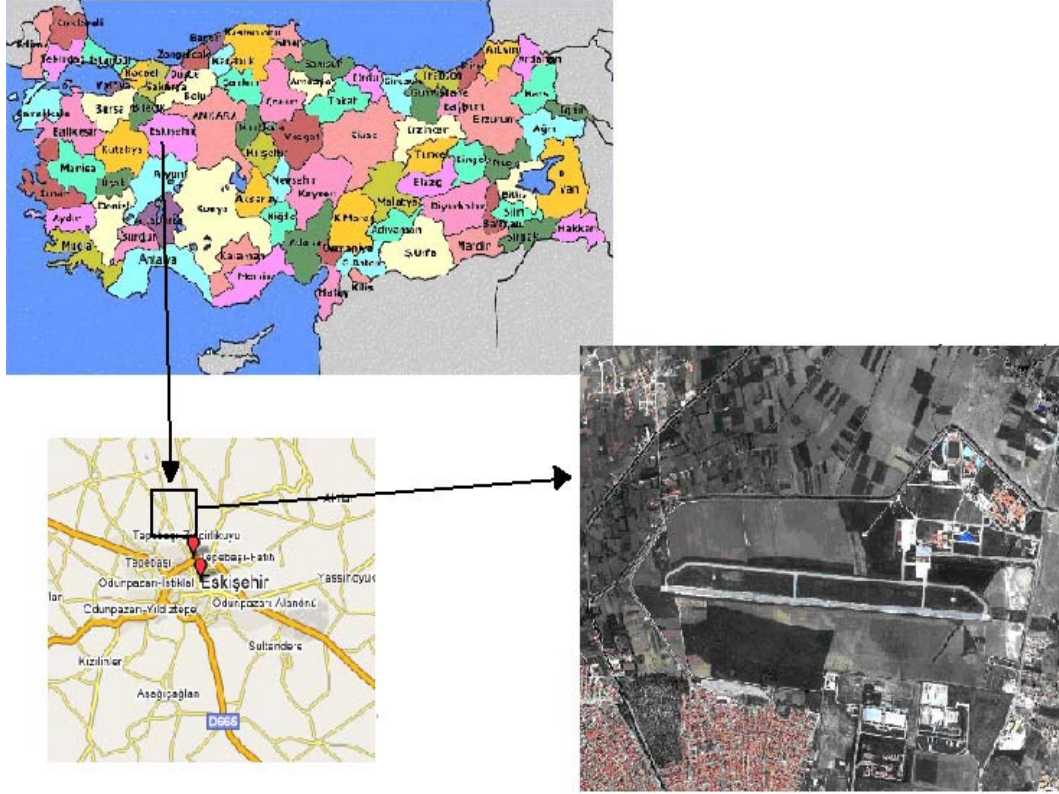
PROSEDÜRÜ TASARIMI

4.1 Çalışma Bölgesi

Çalışmada uygulama alanı olarak Eskişehir Anadolu Havaalanı seçilmiştir. İşletme sorumluluğu Anadolu Üniversitesinde bulunan Havaalanı 29 Mart 1989 tarihinde trafiğe açılmıştır ve özellikle Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu Pilotaj Bölümü'nün uçuş eğitimleri ile Eskişehir ve çevre illerdeki hava taşımacılığı talebini karşılamak üzere kurulmuştur. Temmuz 2005 tarihine kadar eğitim uçuşları ile birlikte hava taksi, ambulans, özel uçuş okullarının eğitim uçuşları, bakım, VIP, mecburi iniş ve seyrüsefer cihazlarının kalibrasyon uçuşları da gerçekleştirilmiştir. Anadolu Üniversitesi Havaalanına 1990-1991 yıllarında Imsık Air, 1995-1996 yıllarında TOP AIR ve 1997-1998 yıllarında da Türk Hava Yolları tarafından Eskişehir-İstanbul arasında tarifeli iç hat seferleri düzenlenmiş, ancak uçuş saatlerinin uygun olmaması, talebe oranla büyük uçaklar kullanılması sonucu doluluk oranının düşük olması gibi nedenlerle uçuşlar durdurulmuştur.

Mayıs 2005 tarihinde Brüksel-Eskişehir arasında hem Ulaştırma Bakanlığına hem de Anadolu Üniversitesi Rektörlüğüne yapılan resmi başvurular sonucunda hızlı bir çalışma ile pist, terminal binası uluslararası trafiğe uygun hale getirilmiş, Ulaştırma Bakanlığına bağlı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü ile Devlet Hava Meydanları İşletmesi, Eskişehir Valiliği ve Büyükşehir Belediyesi, Eskişehir Ticaret Odası katkıları ile uçuş operasyonları için gereken ekipman temin edilmiş ve sertifikasyon çalışmaları tamamlanarak 25 Temmuz 2005 tarihinde Brüksel-Eskişehir seferleri başlatılmıştır. Corendon Havayolları Anadolu Üniversitesi Havaalanına Pazartesi ve Cumartesi günleri olmak üzere haftada 2 gün ve Fly Air de talep üzerine bir defaya mahsus olmak üzere sefer düzenlemişlerdir. Seferlerin tamamı gece uçuşu olarak yapılmıştır. Yaz sezonunda gerçekleştirilen seferler 8 Ekim 2005 tarihinde sona ermiştir. 21 Haziran 2007 tarihi itibariyle THY, Eskişehir-İstanbul arasındaki seferlerine tekrar başlamıştır ve Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cumartesi olmak üzere haftanın beş günü gerçekleştirilmektedir. Ayrıca 14 Ekim 2007 tarihinden itibaren Brüksel Havayolları Pazar günleri olmak üzere haftanın bir günü Brüksel-İstanbul-

Eskişehir bağlantılı seferler düzenlemeye başlamıştır. Aşağıda Eskişehir'in coğrafik olarak yeri ve Eskişehir Anadolu Havaalanı'nın uydudan alınan görüntüsü gösterilmektedir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Eskişehir Anadolu Havaalanı

Baro VNAV prosedürlerinin belirlenmesinde ilgili meydana ait son beş yıllık sıcaklık istatistikleri, meydanın topografik yapısı ve güncel mania bilgileri büyük önem taşımaktadır. Anadolu Havaalanı için ilgili verilere ulaşabilme kolaylığı bu havaalanının çalışma bölgesi olarak belirlenmesinde önemli rol oynamıştır. Tasarlanan prosedürün Anadolu Üniversitesi uçakları ile test edilebilmesi de önemli bir tercih nedenidir.

4.1.1 Meydan Verileri

Havaalanı verileri 21 Aralık 2006 tarihli AIP referans alınarak belirlenmiştir. Eskişehir Anadolu Havaalanı'nda 09/27 oryantasyonuna sahip tek bir pist bulunmaktadır (EK1). 2525 m uzunluğunda ve 30m genişliğinde asfalt

kaplama bir piste, 100mx80m boyutlarında beton bir aprona, iç hat ve dış hat trafiği için kullanılacak bir yolcu terminaline sahip olan havaalanına meydan ve pist ışıklandırma kolaylığının olması dolayısıyla gece şartlarında da iniş-kalkış yapmak mümkündür.

4.1.1.1 Seyrüsefer yardımcıları

Eskişehir Havaalanı'nda VOR, DME ve NDB seyrüsefer yardımcıları mevcuttur. 09 pisti için NDB, VOR veya VOR/DME yaklaşması yapılabilmektedir. Ek 2, Ek 3 ve Ek 4'de Anadolu Havaalanı 09 pistine VOR/DME, NDB ve VOR yaklaşma haritaları verilmiştir [35].

4.1.1.2 Meydan trafiği

1999-2005 yılları arasında Anadolu Üniversitesi Havaalanında gerçekleşen eğitim uçuşu ve harici uçuşlar ile gelen-giden yolcu sayıları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Anadolu Havaalanı 1999-2005 İstatistikleri

YIL	SHYO EĞİTİM UÇUŞ SAYISI (İNİŞ-KALKIŞ)	HARİCİ UÇUŞ SAYISI (İNİŞ-KALKIŞ)	GELEN-GİDEN YOLCU SAYISI
1999	2689	103	293
2000	1875	76	350
2001	2000	111	214
2002	1750	82	286
2003	1382	71	140
2004	1485	88	73
2005	2766	104	454

4.2 Çalışma Yöntemi

Eskişehir Anadolu Havaalanı'nda hassas iniş imkân veren ILS cihazı mevcut değildir. Bu çalışmada yüksek kurulum maliyeti gerektiren ILS hassas yaklaşımlarına alternatif olabilecek, ekonomik anlamda avantajlı bir yöntem olan Baro-VNAV yöntemi kullanılarak 09 pisti direkt yaklaşma miniması belirlenmiştir.

Eskişehir Havaalanı 09 pisti için Baro-VNAV tasarımı yapılırken ENAC tarafından EUROCONTROL için geliştirilmiş bir yazılım olan Minima Belirleme Aracı (MET-Minima Estimation Tool) kullanılmıştır.

MET, ICAO 8168 PANS-OPS kriterleri doğrultusunda son yaklaşımlardaki minimaların hesaplanması için oluşturulmuş, bir programdır. Farklı yaklaşma tiplerini kullanarak elde edilmiş operasyonel minimaların hızlı bir değerlendirmesinin yapılabilmesini sağlamaktadır. Bu yazılım sadece direkt son yaklaşma ve ilk ile orta pas geçmeyi ifade edebilmektedir. MET programı aşağıda verilen yaklaşımların minimalarını hesaplayabilmektedir [36];

- APV I/II
- LNAV
- Baro VNAV
- ILS Category I

4.3 Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için Baro-VNAV Uygulaması

MET programı içersine uygulaması yapılacak havaalanının dosyası oluşturulduktan sonra Şekil 4.2'de gösterilen menüden meydan ile ilgili veriler girilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi çalışma yapılacak pist başı 09, pist başı koordinatları 39°48'47"N-030°31'16"E, pist rakımı 2593 feet ve çalışma türü de Baro-VNAV olarak belirlenmiştir.

Minima Estimation Tool

Data File
 Name: ozan1.met
 Created: 06/27/07 Last Update: /27/07 14:06:00

Aerodrome
 Name: LTBY Altitude: 2593 Ft

Threshold
 Name: 09 Altitude: 2593 Ft
 Latitude: 039°48'47.160"E True axis
 Longitude: 30°31'15.960"N 090.00°

Studies

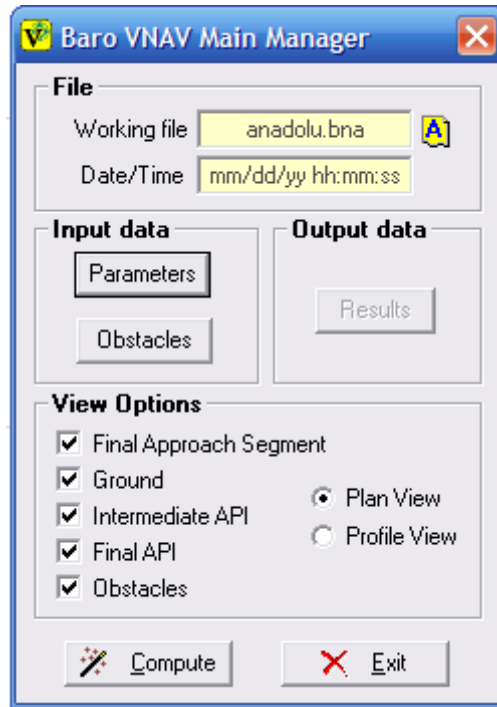
Name	Updated
ozy.bna	New !!!

Work New Delete

Exit

Şekil 4.2. Minima Estimation Tool Menüsü

Daha sonra Baro-VNAV Main Manager penceresinden gerekli parametreler ve maniaların verileri girilmiştir (Şekil 4.3.). Bu pencereden girilen parametreler meydana iniş yapan uçakların kategorileri, meydan sıcaklığı, en uygun dikey yol açısı, ilgili pist eşiğinin son yaklaşma fiksine olan uzaklığı ve pas geçme eğimidir.



Şekil 4.3. Baro-VNAV main manager

Söz konusu meydan için, Ek 5’de verilen son beş yılın verileri ile bu yılların en soğuk ayının en düşük sıcaklıklarının elde edilmiştir [37]. Daha sonra bu minimum sıcaklıkların ortalamaları alınmıştır. Son beş yıla ait minimum sıcaklıklar, hangi tarihe ait oldukları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Eskişehir Anadolu Havaalanı için ortalama minimum sıcaklık -13,7 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Son beş yılda her yıla ait minimum sıcaklık

Tarihi	Minimum Sıcaklık
2002 Aralık	-13,4
2003 Aralık	-19
2004 Şubat	-14,2
2005 Şubat	-17,7
2006 Aralık	-14,2
ORTALAMA	-13,7

Daha sonra elde edilen esas sıcaklık, aşağıdaki formülü kullanarak ISA'dan olan sapmaya çevrilmiştir.

$$T_{DEV} = TC - [15 - (\text{rakım}/500)] \quad (4.1)$$

$$T_{DEV} = -13,7 - [15 - (2593/500)]$$

$$T_{DEV} = -23,51$$

Bulunan -23,51 T_{DEV} değeri en düşük 5^0 ye yuvarlanmıştır ve BaroVNAV Parametreleri penceresindeki sıcaklık verisi bölümünde en son elde edilen -25 sıcaklık değeri kullanılmıştır (Şekil 4.4.).

Şekil 4.4. 09 pisti Baro-VNAV parametreleri

Bu aşamadan sonra mania tanımlama sürecine geçilmiştir. Arazinin topografik verileri harita genel komutanlığının 1/25000 ölçekli Eskişehir paftalarından temin edilmiş ve ayrıca güncellemeleri yapılmıştır. Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için Baro-VNAV mania değerlendirme yüzeyinin 1/25000 ölçekli olarak çizilmesinden sonra Eskişehir haritası üzerinden bu yüzey içine giren manialar bulunmuştur. Bulunan bu maniaların x-y koordinatları ve yükseklikleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. 09 pisti manialarının x-y koordinatları ve yükseklikleri

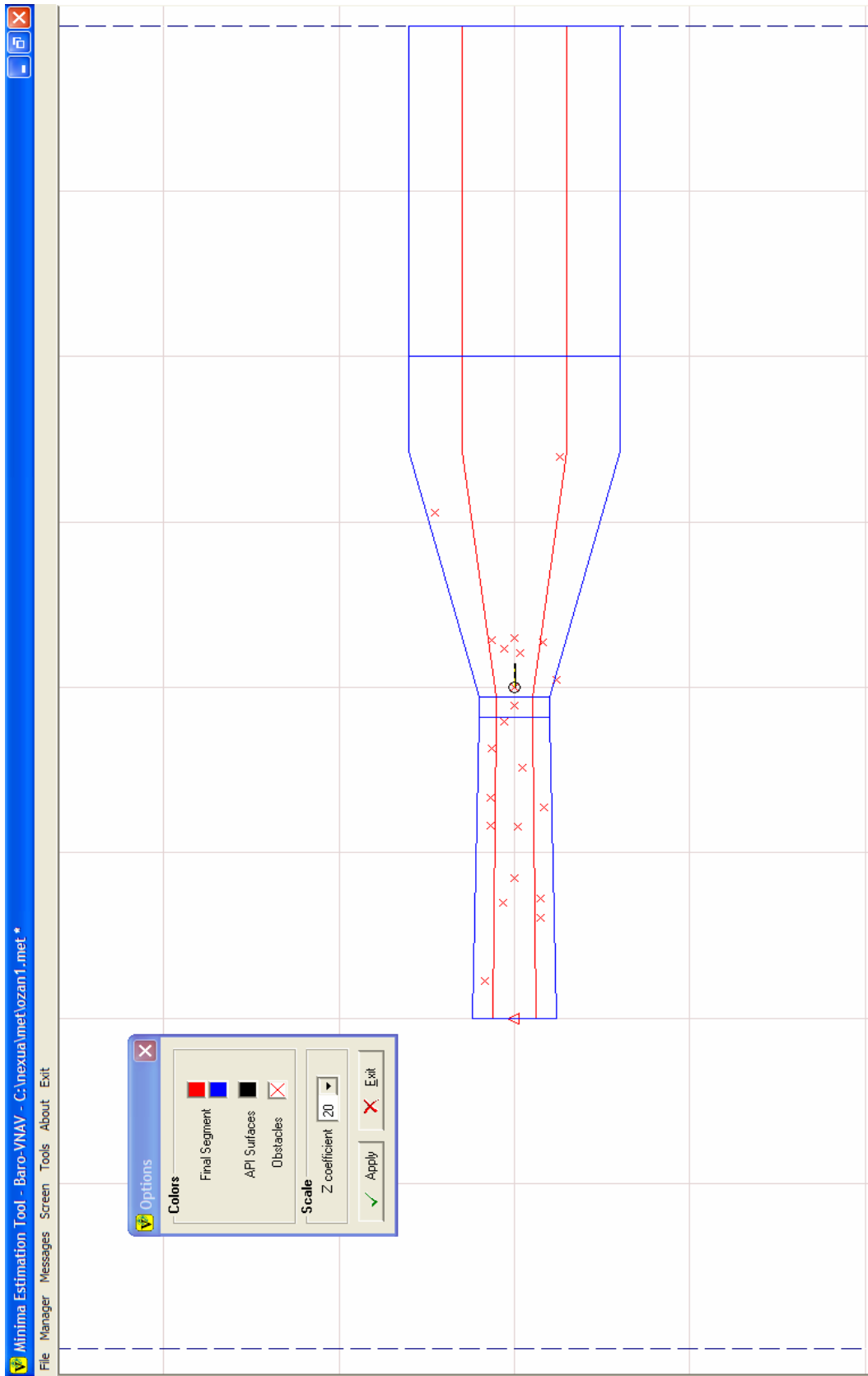
	Z(m)	X(m)	Y(m)
KAVAK	30	1000	0
ENGEL 1	18	1925	-525
ENGEL 2	27	3450	-1225
ENGEL 3	36	4500	450
ENGEL 4	63	6200	-1250
ENGEL 5	57	6725	1575
ENGEL 6	42	7750	-1250
ENGEL 7	52	7800	200
ENGEL 8	64	10700	0
ENGEL 9	21	-1950	325
ENGEL 10	53	11825	1375
ENGEL 11	85	12075	-575
ENGEL 12	38	12875	1375
ENGEL 13	67	16450	-1550
ENGEL 14	75	17800	1325
ENGEL 15	153	17900	2925
ENGEL 16	50	-450	2200
ENGEL 17	27	-2650	-1200
ENGEL 18	125	-12875	2425
ENGEL 19	180	-9750	-4225
ENGEL 20	20	-2175	-525
ENGEL 21	32	-2500	1500
ENGEL 22	10	-2825	0
ENGEL 23	10	-2750	0

Daha sonra engellerin x-y koordinat ve yükseklik bilgileri MET programındaki Mania Yönetimi penceresi içersine girilmiştir (Şekil 4.5.).

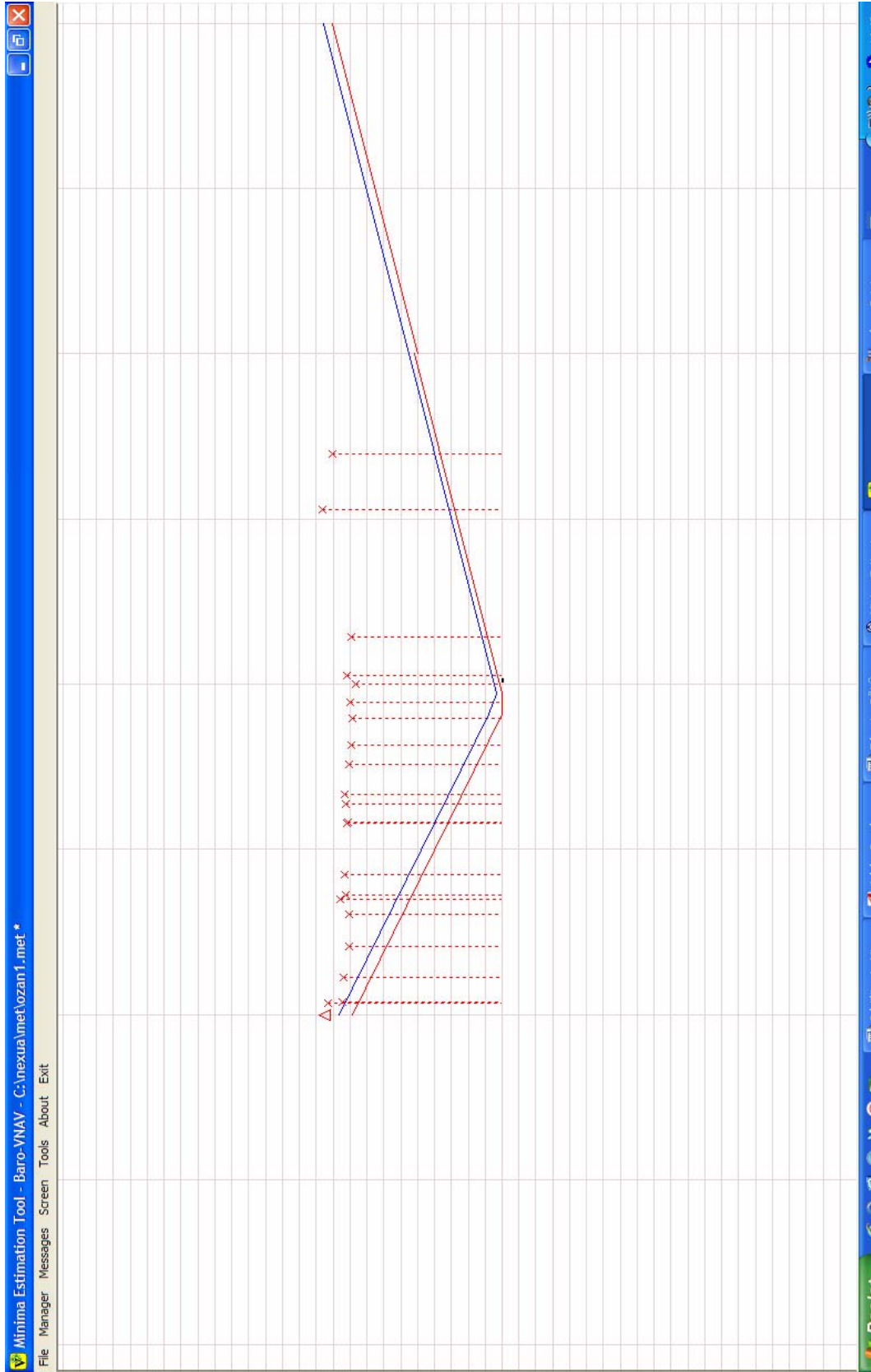
Ref	Description	X	Y	Height	VR	Altitude	Updating
000	LTP	0.0	0.0	-0		2593	06/27/07 14:23:52
001	kavak	1000.0	0.0	98		2691	10/06/07 13:27:45
002	engel 1	1925.0	-525.0	59		2652	10/06/07 14:11:07
003	engel 2	3450.0	-1225.0	89		2682	10/06/07 14:11:14
004	engel 3	4500.0	450.0	118		2711	10/06/07 13:29:46
005	engel 4	6200.0	-1250.0	207		2800	10/06/07 14:11:29
006	engel 5	6725.0	1575.0	187		2780	10/06/07 14:06:34
007	engel 6	7750.0	-1250.0	138		2731	10/06/07 14:10:53
008	engel 7	7800.0	200.0	171		2764	10/06/07 14:12:53
009	engel 8	10700.0	0.0	210		2803	10/06/07 14:13:15
010	engel 9	11825.0	1375.0	174		2767	10/06/07 14:13:36
011	engel 10	12075.0	-575.0	279		2872	10/06/07 14:13:58
012	engel 11	12875.0	1375.0	125		2718	10/06/07 14:14:23
013	engel 12	14675.0	1750.0	128		2721	10/06/07 14:15:05
014	engel 13	16450.0	-1550.0	220		2813	10/06/07 14:15:38
015	engel 14	17800.0	1325.0	246		2839	10/06/07 14:16:03
016	engel 15	17900.0	2925.0	502		3095	10/06/07 14:16:21
017	engel 16	-450.0	2200.0	164		2757	10/06/07 14:19:36
018	engel 17	-2650.0	-1200.0	89		2682	10/06/07 14:27:10
019	engel 18	-12875.0	2425.0	410		3003	10/06/07 14:26:43

Şekil 4.5. 09 pisti için mania yönetici penceresi

MET programı, girilen parametreler ve mania bilgileri dahilinde gerekli hesaplamaları yapmış ve Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilen BaroVNAV yaklaşma yüzeylerini plan ve profil görüntüleri elde edilmiştir.

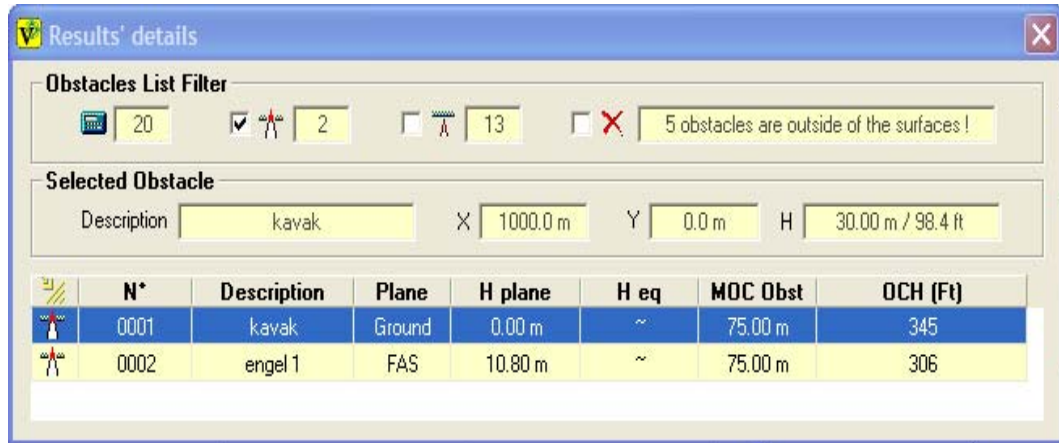


Şekil 4.6. 09 pisti Baro-VNAV plan görünümü



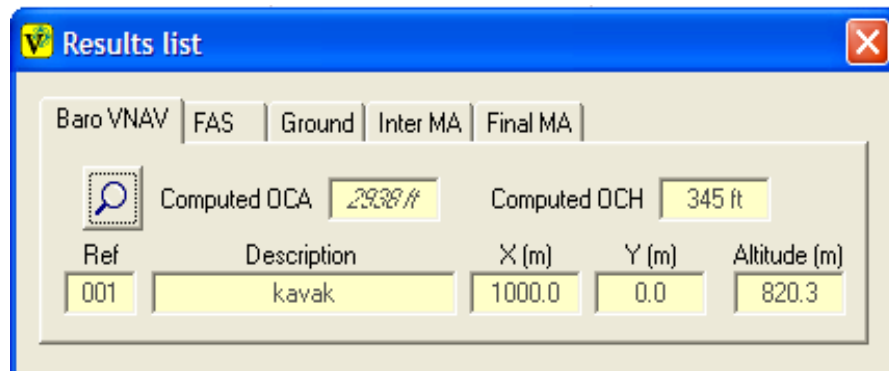
Şekil 4.7. 09 pisti Baro-VNAV profil görünümü

MET programının Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için yaptığı hesaplamalarda referans aldığı mania ve bulunan OCH/OCA değerleri Şekil 4.8’de verilen Baro-VNAV sonuç detayları penceresinde gösterilmiştir. Program içersine girilen engellerden iki tanesi mânia değerlendirme yüzeyini delmektedir.



Şekil 4.8. 09 pisti Baro-VNAV sonuç detayları penceresi

MET programı son yaklaşma yüzeyindeki en kritik engel olarak 30m’lik bir numaralı engeli belirlemiştir. Programın bu engeli referans alarak yaptığı hesaplamalar sonucunda Şekil 4.9’da gösterilen OCA/OGH sonuçları elde edilmiştir.



Şekil 4.9. 09 pisti Baro-VNAV sonuç listesi penceresi

4.4 Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için Baro-VNAV Uygulaması

Uygulaması yapılacak olan Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için MET programı içersine dosyası oluşturulduktan sonra meydan ile ilgili veriler girilmiştir. Pist başı koordinatları 39°48'36.79"N-030°32'20"E, pist rakımı 2593 feet ve çalışma türü de Baro-VNAV olarak belirlenmiştir. En uygun dikey yol açısı 3°, uçak kategorisi A'dan C'ye kadar ve en uygun pas geçme eğimi de %2.5 olarak Baro-VNAV parametrelerine girilmiştir. Şekil 4.10'da da görüldüğü gibi FAF noktası pist eşiğine 10NM (18520m) uzaklıkta olacak şekilde belirlenmiştir.

Şekil 4.10. 27 pisti Baro-VNAV parametreleri

Çalışma için gerekli parametrelerin girilmesinden sonra mania tanımlama işlemine geçilmiştir. Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için Baro-VNAV mânia değerlendirme yüzeyi 1/25000 olarak çizildikten sonra harita genel komutanlığından elde edilen Eskişehir paftalarından bu yüzey içine giren manialar bulunmuştur. Bulunan bu maniaların x-y koordinatları ve yükseklikleri Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. 27 pisti manialarını x-y koordinatları ve yükseklikleri

	Z(m)	X(m)	Y(m)
ENGEL 1	27	75	-1200
ENGEL 2	32	0	-1500
ENGEL 3	6	4975	1175
ENGEL 4	125	10350	2425
ENGEL 5	52	14876	2950
ENGEL 6	22	14900	-1325
ENGEL 7	11	17400	-450
ENGEL 8	20	-325	525
ENGEL 9	10	-250	0
ENGEL 10	10	-325	0
ENGEL 11	30	-3500	0
ENGEL 12	49	-6950	-2875
ENGEL 13	30	-4300	2275
ENGEL 14	62	-8200	3075
ENGEL 15	194	-17425	-4975
ENGEL 16	18	525	600

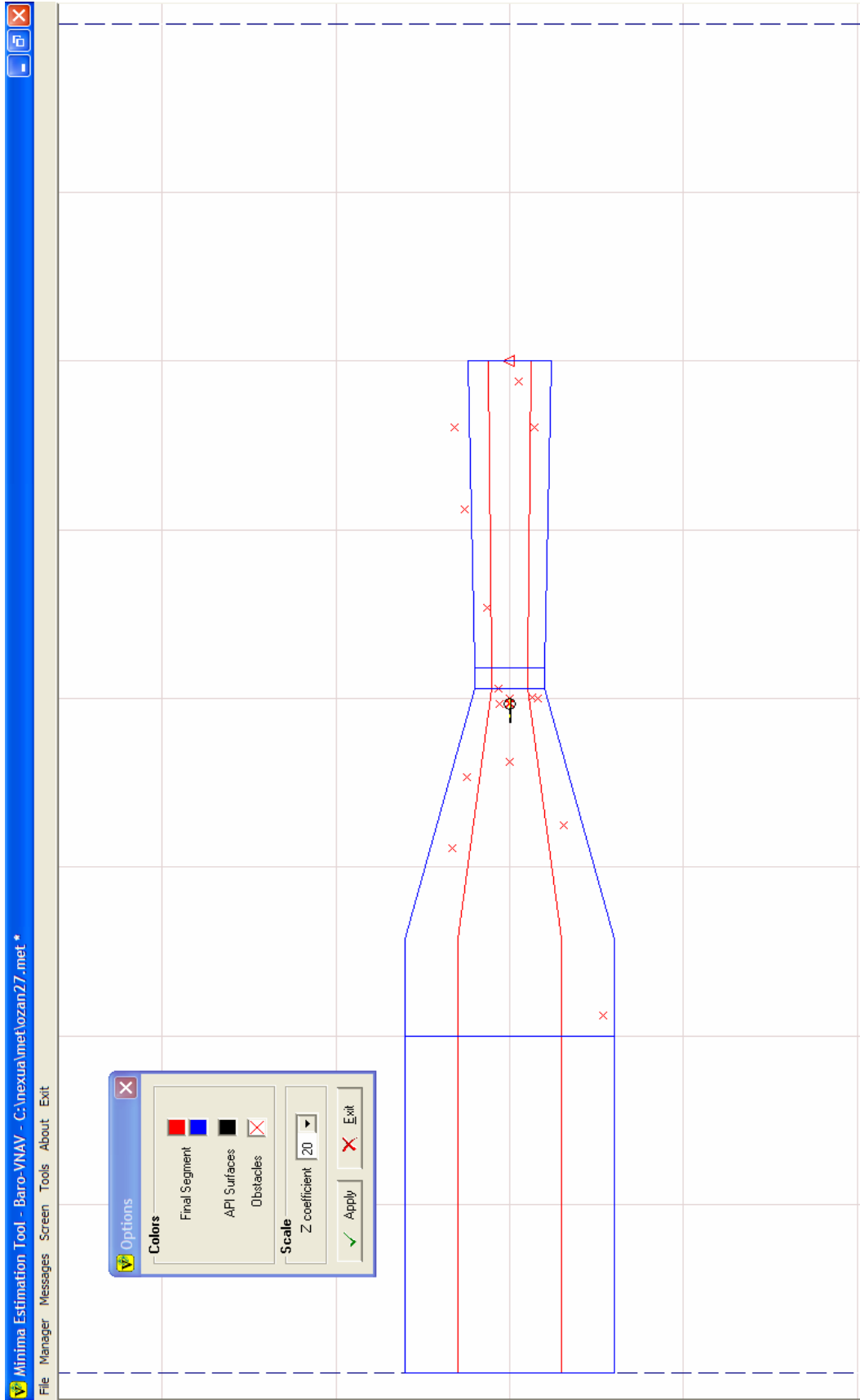
27 pisti için mania değerlendirme yüzeyi içersine giren engellerin bulunmasından sonra bu veriler MET programı içerisine girilmiştir (Şekil 4.11.).

The screenshot shows the 'Obstacle manager' window with a table of 16 obstacles. The table columns are Ref, Description, X, Y, Height, VR, Altitude, and Updating. The first row is highlighted in yellow and represents the LTP (Landing Threshold Point). The following 15 rows represent individual obstacles (engel 1 to engel 15) with their respective coordinates, heights, and altitudes.

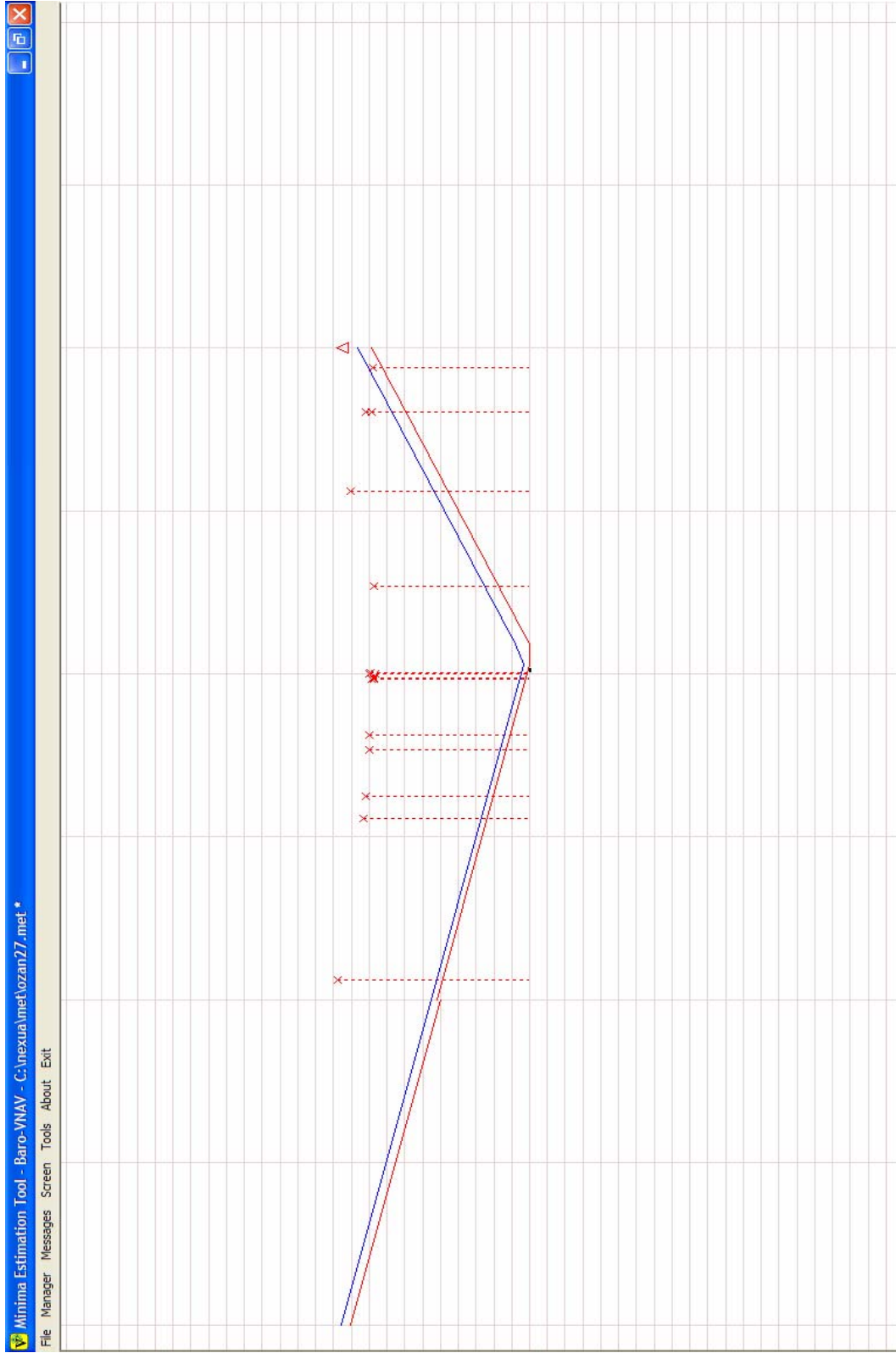
Ref	Description	X	Y	Height	VR	Altitude	Updating
000	LTP	0.0	0.0	-0.0		790.3	10/03/07 23:32:51
001	engel 1	75.0	-1200.0	27.0		817.3	10/07/07 19:49:29
002	engel 2	0.0	-1500.0	32.0		822.3	10/07/07 19:50:10
003	engel 3	4975.0	1175.0	6.0		796.3	10/07/07 19:51:24
004	engel 4	10350.0	2425.0	125.0		915.3	10/07/07 19:51:52
005	engel 5	14876.0	2950.0	52.0		842.3	10/07/07 19:53:00
006	engel 6	14900.0	-1325.0	22.0		812.3	10/07/07 19:54:10
007	engel 7	17400.0	-450.0	11.0		801.3	10/07/07 19:54:25
008	engel 8	-325.0	525.0	20.0		810.3	10/07/07 19:55:33
009	engel 9	-250.0	0.0	10.0		800.3	10/07/07 19:56:02
010	engel 10	-325.0	0.0	10.0		800.3	10/07/07 19:56:36
011	engel 11	-3500.0	0.0	30.0		820.3	10/07/07 19:58:22
012	engel 12	-6950.0	-2875.0	49.0		839.3	10/07/07 19:59:16
013	engel 13	-4300.0	2275.0	30.0		820.3	10/07/07 19:59:35
014	engel 14	-8200.0	3075.0	62.0		852.3	10/07/07 19:59:51
015	engel 15	-17425.0	-4975.0	194.0		984.3	10/07/07 20:00:15

Şekil 4.11. 27 pisti mania yöneticisi penceresi

MET programı, girilen parametreler ve mania bilgileri dahilinde gerekli hesaplamaları yapmış ve Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için Şekil 4.12 ve Şekil 4.13’de gösterilen BaroVNAV yaklaşma yüzeylerini plan ve profil görüntüleri elde edilmiştir.

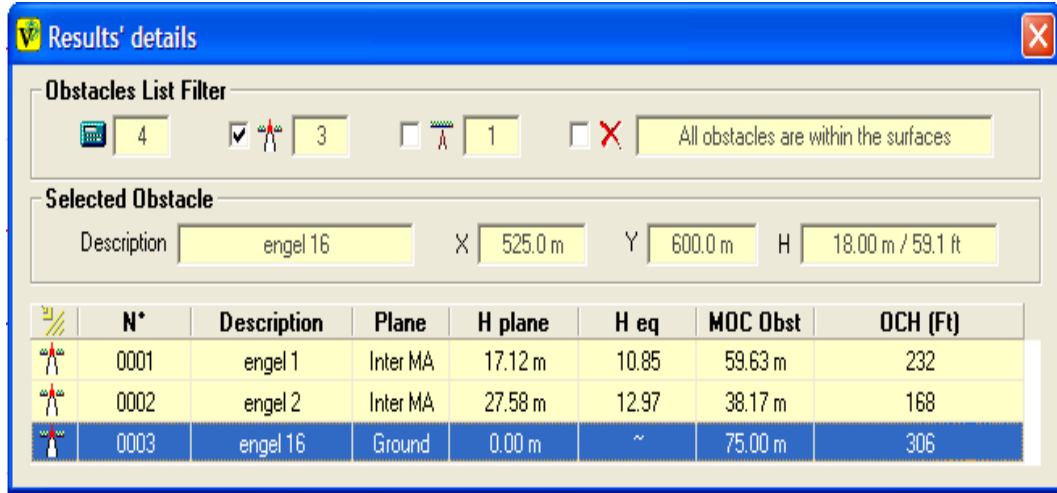


Şekil 4.12. 27 pisti Baro-VNAV plan görünümü



Şekil 4.13. 27 pisti Baro-VNAV profil görünümü

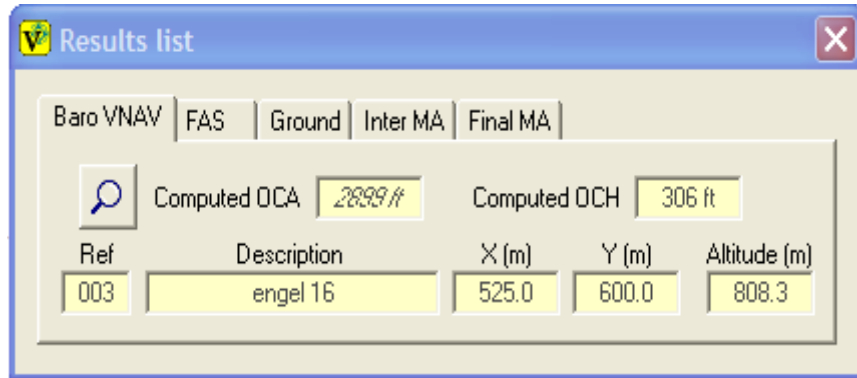
MET programının Eskişehir Anadolu Havaalanı 27 pisti için yaptığı hesaplamalarda referans aldığı mania ve bulunan OCH/OCA değerleri Şekil 4.14'de verilen BaroVNAV sonuç detayları penceresinde gösterilmiştir.



	N*	Description	Plane	H plane	H eq	MOC Obst	OCH (Ft)
	0001	engel 1	Inter MA	17.12 m	10.85	59.63 m	232
	0002	engel 2	Inter MA	27.58 m	12.97	38.17 m	168
	0003	engel 16	Ground	0.00 m	~	75.00 m	306

Şekil 4.14. 27 pisti Baro-VNAV sonuç detayları penceresi

MET programı son yaklaşma yüzeyini delen üç engel bulmuştur. Bu engeller 1,2 ve 16 numaralı engellerdir. Programın bu engelleri referans alarak yaptığı hesaplamalar sonucunda Şekil 4.15'da gösterilen sonuç elde edilmiştir.



Ref	Description	X (m)	Y (m)	Altitude (m)
003	engel 16	525.0	600.0	808.3

Şekil 4.15. 27 pisti Baro-VNAV sonuç listesi penceresi

4.5 Sıcaklık kısıtlaması

Her bir BARO VNAV yaklaşması, prosedürün VNAV kısmının uygulanmasına artık izin verilmeyecek bir sıcaklık kısıtlaması içermektedir.

Eskişehir Anadolu Havaalanı için Baro-VNAV yaklaşmanın müsaade edilemeyeceği sıcaklık sınırı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır;

$$T_{LIM,C} = T_{DEV} + [15-(rakım/500)] \quad (4.2)$$

Buradaki T_{DEV} değeri daha önce Bölüm 4.3'de yapılan hesaplamalarda elde edilen $-23,51^{\circ}$ 'lik ISA sapmasıdır.

$$T_{LIM,C} = -23,51 + [15-(2593/500)]$$

$$T_{LIM,C} = -13,69^{\circ}C$$

Daha sonra bu değer $-15^{\circ}C$ olarak yuvarlanmıştır ve Eskişehir Anadolu Havaalanı için VNAV minimasının $-15^{\circ}C$ altında uygulanamayacağı belirlenmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüz havacılığında geleneksel yaklaşma prosedürlerinin oluşturulması VOR, DME, NDB ve ILS gibi yer bazlı seyrüsefer yardımcılarının kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Bu durum seyrüsefer sistemlerinin kurulumunda hava trafik hizmet sağlayıcılarına oldukça yüksek bir maliyet yükü getirmektedir.

Hassas yaklaşımlar alternatif olabilecek dikey rehberlik ile yaklaşma, pilota devamlı dikey alçalma yardımı sunan bir yaklaşma çeşididir.

RNAV/Baro-VNAV prosedürler FMS ile donatılmış ya da barometrik dikey seyrüsefer yolunu hesaplama kabiliyetine sahip RNAV donanımlı uçaklar tarafından kullanılabilen havaalanlarında herhangi bir yer altyapısı gerektirmeyen bir yöntemdir.

Bu çalışmada Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 ve 27 pistileri için Baro-VNAV yaklaşma prosedürü tasarlanmış ve miniması hesaplanmıştır. Yapılan barometrik dikey seyrüsefer çalışması sonucunda, ilgili havaalanı 09 pisti direkt yaklaşma miniması 345 feet (OCH) ve 27 pisti için de 306 feet (OCH) olarak belirlenmiştir.

Anadolu Havaalanı 27 pisti için yayınlanmış bir direkt yaklaşma prosedürü bulunmamaktadır. Bu çalışma direkt yaklaşma olması halinde, son yaklaşma ve pas geçme yüzeyleri dikkate alınarak yapılmıştır.

Ek 2' de görüldüğü gibi, 09 pisti hassas olmayan yaklaşma haritalarında OCH 507 ft olarak uygulanmaktadır. Bu doğrultuda ilgili tasarım sonucu minima değerinde 162 feetlik bir azalış olmuştur.

Ayrıca Anadolu Havaalanı'na ILS Cat I kurulması durumundaki Cat I DH değerinin 200 ft olduğu ve bu değerinde meydan civarındaki manialara göre değerlendirilmesi gerektiği dikkate alındığında, herhangi bir ek donanım gerektirmeksizin uçaktaki FMS yardımıyla uygulanabilecek Baro-VNAV yaklaşma prosedürü OCH değerinin ILS DH değerine oldukça yakın olması herhangi bir ekonomik yük getirmeksizin kayda değer bir avantaj sunmuştur.

Fakat barometrik dikey seyrüseferin ILS'e yakın sonuç elde edilmesi ve ayrıca herhangi bir maliyet gerektirmemesi avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır.

Standart sıcaklıktan daha düşük sıcaklık, uçağın gerçek irtifasının barometrik irtifasından daha düşük olmasına neden olmaktadır.

VNAV bilgisi uçağın veritabanından ya da bazı durumlarda uçuş mürettebatı tarafından uçuş yönetim sistemlerine (FMS) girilen komutlardan alınmaktadır. Uçuşun yaklaşma safhası için modern uçak avioniklerinin VNAV yeteneğinin yükseltilmesi beraberinde daha çözülememiş veritabanı hata sayısını arttırmaktadır. Bütün minimum uçuş irtifası veritabanları ülke havacılık bilgisi kaynaklarına dayalı olarak veritabanı sağlayıcıları tarafından kodlanmaktadır. Bütün aletli yaklaşma prosedürleri, prosedürün her bir safhası için minimum uçuş irtifası sağlanması için geliştirilmektedir. Veritabanı sağlayıcıları bu minimum uçuş irtifalarını uçağın veritabanı içersine kodlamaktadırlar. Veritabanı sadece yayımlanmış irtifaları yansıtmaması nedeniyle hassas olmayan yaklaşımdaki uçak pilot veritabanı irtifalarına eklenen değerler için bazı düzeltmeler almadıkça pilotu doğru yoldan saptıracaktır. Uçağın konvansiyonel operasyonundaki yayımlanmış irtifalara düzeltme değerinin eklenmesi oldukça kolay bir meseledir.

Aletli yaklaşma prosedürleri yerel ya da uzaktan altimetre kaynaklarına dayalı geliştirilebilir. Veritabanı minimum uçuş irtifası problemi prosedürün yarım gün yerel altimetre ve diğer zamanlarda da uzaktan altimetre kaynağına dayandığı zamanlarda ortaya çıkmaktadır. Veritabanı sağlayıcıları sadece aletli yaklaşma planında yayımlanmış irtifaları kodlamaktadırlar, bu yüzden uzaktan altimetre kaynağına dayalı uçuş prosedürü gerçekleştirilirse, pilota sunulan prosedür veritabanı irtifaları hatalı olacaktır ve veritabanı hatasını da ona ileticek hiçbir mesajda gönderilmeyecektir.

Uçak veritabanı içersindeki minimum uçuş irtifaları sadece ISA şartları altında kesindirler. Aslında uçak VNAV veritabanına düzeltme faktörünün eklenmesi kolayca tamamlanamaz. VNAV bilgisayar hesaplaması veritabanı içersine kodlanmış irtifalar dayanmaktadır. Terminal sahası içersinde mürettebatın uçak veri tabanını idare etmesi pilot iş yükünün yüksek olduğu zamanlarda

istenmeyen bir durumdur. Minimum uçuş irtifası veritabanına düzeltme faktörü için hesaplama metodu geliştirilmek zorunludur.

Ayrıca hem hava trafik kontrolörlü tarafından yanlış veya zamanı geçmiş barometre bilgisinin pilota aktarılması ya da pilotu yanlış barometre bilgisinin veri tabanına girmesi sonucu ciddi operasyonel tehlikeleri de beraberinde getirecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Usanmaz, Ö., *Hava Sahasında RNAV Prosedürler*, Kayseri IV. Havacılık Sempozyumu, 2002
- [2] Direction Generale de l'Aviation Civile (DGAC), *Implementation of RNAV approaches in France*, Toulouse, 5-6 October 2005
- [3] Rao, B. S., Sarma, A.D. and Rao, V.R., *A Non-Preision Instrument Approach Procedure With Vertical Guidance (IPV) For Aircraft Landing Using GPS*, Osmania University, India, 2001
- [4] Aktaş, R., *Saha Seyrüsefer (RNAV) Yaklaşma, Bekleme, Kalkış Prosedürleri ve Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2002.
- [5] International Civil Aviation Organisation (ICAO), *Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS), Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures*, 2004.
- [6] Usanmaz, O., *Aletli Yaklaşma Prosedürleri Ders Notları*, Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu, Eskişehir, 2007.
- [7] Usanmaz, O., *Hava Alanlarına GPS ile Yaklaşma ve İnişlerin Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Tasarımı*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1998.
- [8] http://www.dsnadi.aviationcivile.gouv/gb/actualites/revuesgb/revue67gb/67pgarticle5gb/egnos_bgb.htm (2007)
- [9] <http://www.gnssapproach.com.au/pages/page7.asp> (2007)
- [10] <http://www.allstar.fiu.edu/aero/RNAV.htm> (2007)
- [11] Şahin, O., *Birbirine Yakın Paralel Pistlerde RNP Uçuş Prosedürlerinin CBS Yöntemine Dayalı Tasarımı*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2006.
- [12] EUROCONTROL, *Approval Guidance Information P-RNAV Enhanced Navigation*, 2005.
- [13] Şahin Ö., *RNP Kavramı ve RNP Hava Sahasında Hava Trafik Kontrol Hizmet Prosedürleri*, Kayseri V. Havacılık Sempozyumu, 2004.

- [14] Delipınar, E., *Modern Yolcu Uçaklarında Uçuş Yönetim Sistemine Girilen Maliyet Katsayı Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2001.
- [15] Malkoç, M., *Terminal Sahası Geliş-Kalkış Yolları ve İstanbul Terminal Sahası Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2002.
- [16] Tribble, A. and Miller, P.S., *Software Safety Analysis of A Flight Management System Vertical Navigation Function*, ABD, 2005.
- [17] <http://www.ivpa.com/vta/gschool/iaps-1.htm> (2006)
- [18] http://www.airspaceusa.com/Terps_VNAV.htm (2006)
- [19] International Civil Aviation Organisation (ICAO), *Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS)*, Volume I, Flight Procedures, Chapter 9 RNAV/Baro-VNAV Approach Procedures, 2004.
- [20] Department of Transportation, *United States Standard for Terminal Instrument Procedures (TERPS) (8400.10 and 8700.10)*, 1999.
- [21] <http://www.transportcanada.org/civilaviaion/commence/circulars/DOC/AC0238> (2006).
- [22] Department of Transportation, *Area Navigation (RNAV) Approach Construction Criteria (8260.48)*, (1999)
- [23] Miller, S., *Flight Management Computer System Vertical Navigation, Flight Deck, Flight Crew Operations and Integration Boeing Commercial Airplanes*, ABD, 2004.
- [24] International Civil Aviation Organisation (ICAO), *Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations (Doc 8168 PANS-OPS)*, Volume II, Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, Chapter 34 APV/Barometric Vertical Navigation, 2004.
- [25] U.S Department of Transportation Federal Aviation Administration, *Altimeter Errors at Cold Temperature*, ABD, 2004.
- [26] U.S Department of Transportation Federal Aviation Administration, *Instrument Flying Handbook*, ABD, 2001.

- [27] Gregory, W.J., *CFIT-Procedure Design Considerations Use of VNAV on Conventional Non-Precision Approach Procedures*, ABD, 2002.
- [28] Karatsinides, S., *Flight Management VNAV Approach Paths*, Guidance, Navigation and Control Conference, California, ABD, 2002.
- [29] Transport Canada, *Barometric Vertical Navigation (Baro-VNAV) Approach Procedure Construction*, 2003.
- [30] http://www.faa.gov/gslac/ALC/libview_search.aspx?id=6848 (2005)
- [31] Transport Canada, *Flight Management System (FMS) Barometric Vertical Navigation (VNAV) Temperature Compensation Advisory Circular (AC)*, 2006.
- [32] Department of Transportation, *United States Standard for Terminal Instrument Procedures (TERPS) (8260.47)*, 1998.
- [33] Federal Aviation Administration, *Use of Barometric Vertical Navigation (VNAV) for Instrument Approach Operations Using Decision Altitude*, Advisory Circular, 2000.
- [34] Department of Transportation, *United States Standard for Terminal Instrument Procedures (TERPS)(8260.3B CHG19)*, 2002.
- [35] DHMİ Genel Müdürlüğü, *Havacılık Enformasyon Yayını (AIP)*, (2007)
- [36] <http://www.ecacnav.com/content.asp?PageID=336> (2007)
- [37] Eskişehir Meteoroloji Ofisi, Türkiye, (2007)

EKLER

EK-1: Eskişehir Anadolu Havaalanı'nın Planı

EK-2: Eskişehir Anadolu Havaalanı 09 pisti için VOR/DME yaklaşması

EK-3: Eskişehir Anadolu Havaalanı NDB yaklaşması

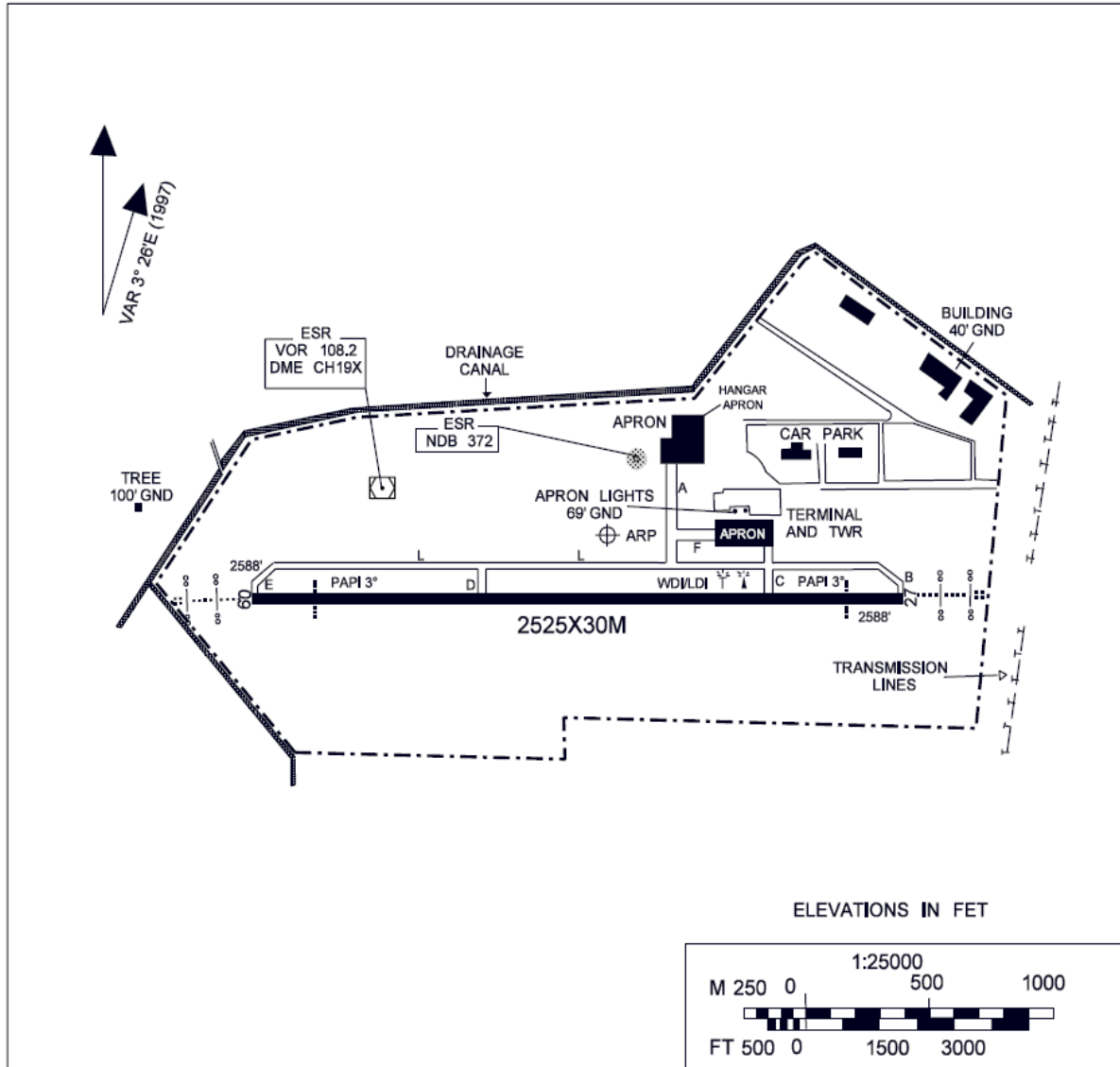
EK-4: Eskişehir Anadolu Havaalanı VOR yaklaşması

EK-5: Eskişehir İli Minimum Sıcaklık ve Tarihi Tablosu

AIP
TURKEY

AD 2 LTBY LDG
26 OCT 06

LANDING CHART-ICAO 39°48'45"N ELEV 790.43M TWR: 123.75 ESKİŞEHİR/
030°31'14"E (2593.24 FT) GND: 121.9 ANADOLU



AERODROME LIGHTING

APP LIGHTING

RWY 09 : Available 300M
PAPI Available 3 DEG
RWY 27 : Available 300M
PAPI Available 3 DEG

RWY LIGHTING

RWY 09/27 : Edge, End, THR

OTHER LIGHTING

ABN : Flg.W, G
TWY : Edge
OBST : Not LGTD
APRON : Available
WDI/LDI" T" : Available (LGTD)

CHANGE: ELEV

AD 2 LTBY IAC- 2
12 APR 07

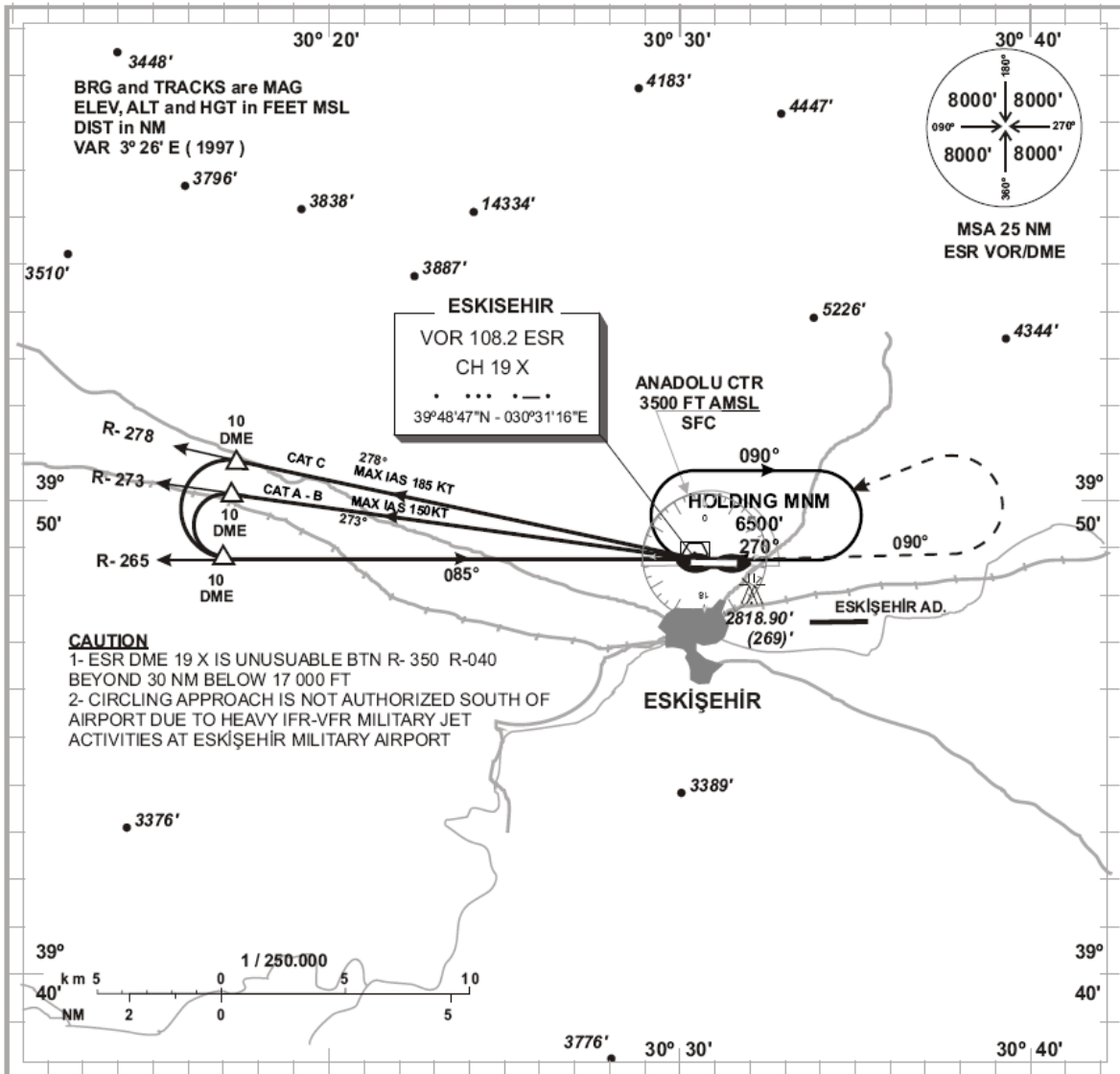
AIP
TURKEY

ESKİŞEHİR/ANADOLU

APP : -
TWR : 123.750 -

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO

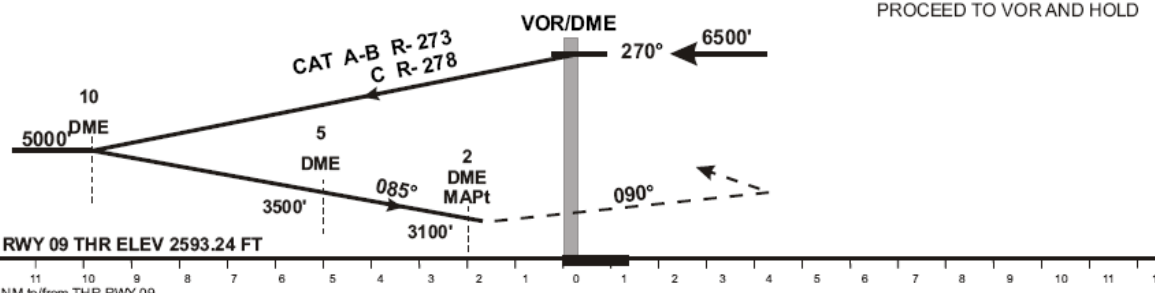
VOR/DME RWY 09 ELEV 2593.24 FT



CAUTION
1- ESR DME 19 X IS UNUSABLE BTN R- 350 R-040 BEYOND 30 NM BELOW 17 000 FT
2- CIRCLING APPROACH IS NOT AUTHORIZED SOUTH OF AIRPORT DUE TO HEAVY IFR-VFR MILITARY JET ACTIVITIES AT ESKİŞEHİR MILITARY AIRPORT

TRANSITION ALT 10 000 FT

MISSED APPROACH
CLIMB ON 090° OF VOR TO 6000 FT WITHIN 7 NM THEN LEFT CLIMBING TO 6500 FT PROCEED TO VOR AND HOLD



OCA (H)	NM to/from THR RWY 09			
	A	B	C	D
Straight-in approach	3100' (507')			
Circling	3500' (907')	4800' (2207')		

CHANGE: OBSTACLE

AIRAC AMDT 03/07

DHMI - TURKEY

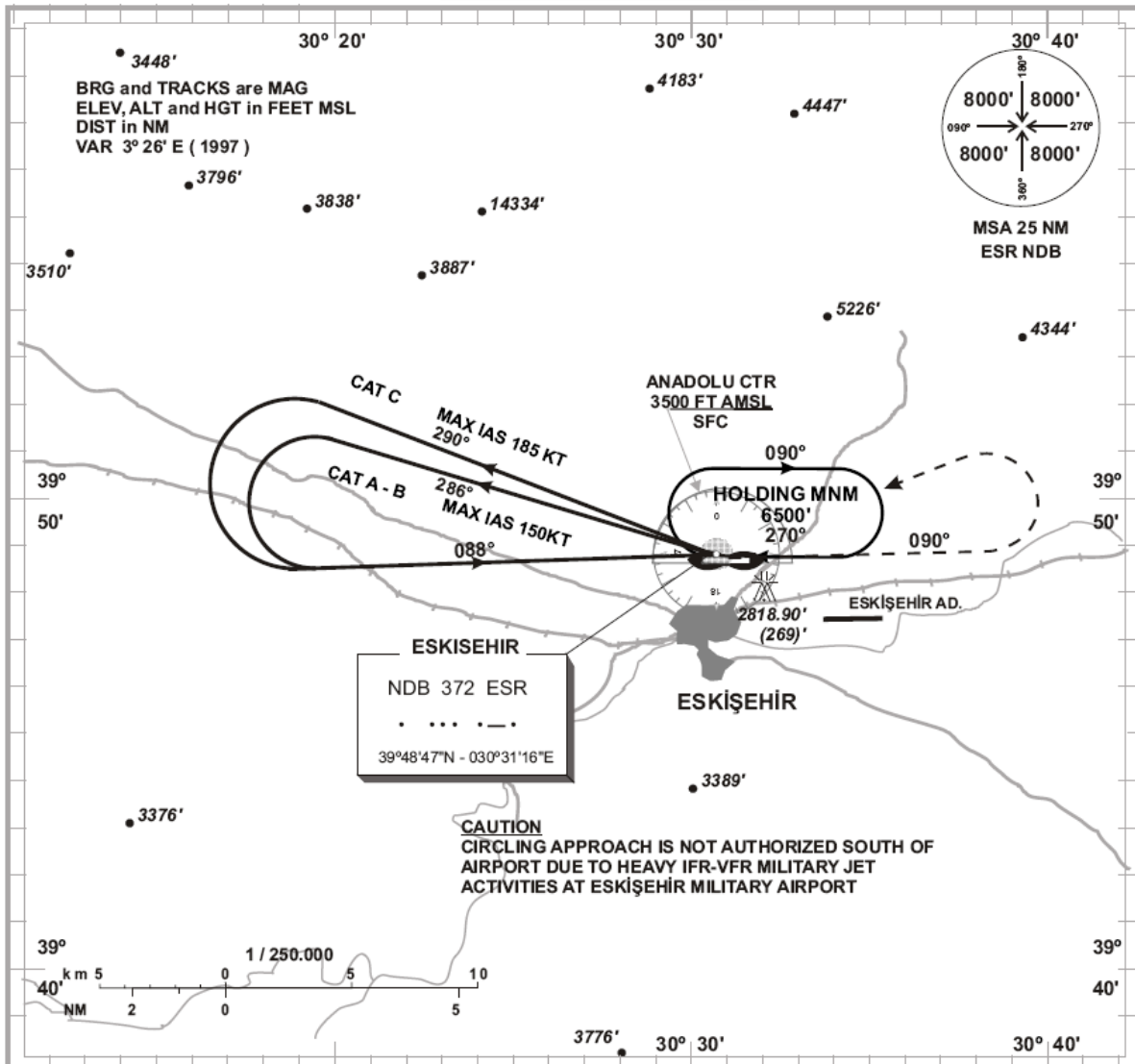
AIP
TURKEY

AD 2 LTBY IAC- 3
12 APR 07

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO ELEV 2593.24 FT

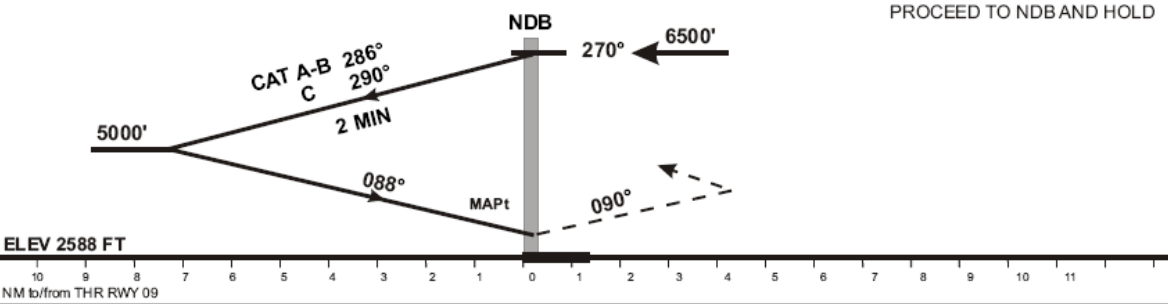
APP : -
TWR : 123.750 -

ESKİŞEHİR/ANADOLU
NDB



TRANSITION ALT 10 000 FT

MISSED APPROACH
CLIMB ON 090° OF NDB TO 6000 FT WITHIN 7 NM THEN LEFT CLIMBING TO 6500 FT PROCEED TO NDB AND HOLD



CHANGE: OBSTACLE

OCA (H)	A	B	C	D
Straight-in approach	NOT AUTHORIZED			
Circling	3500' (907')	4800' (2207')		

AIP
TURKEY

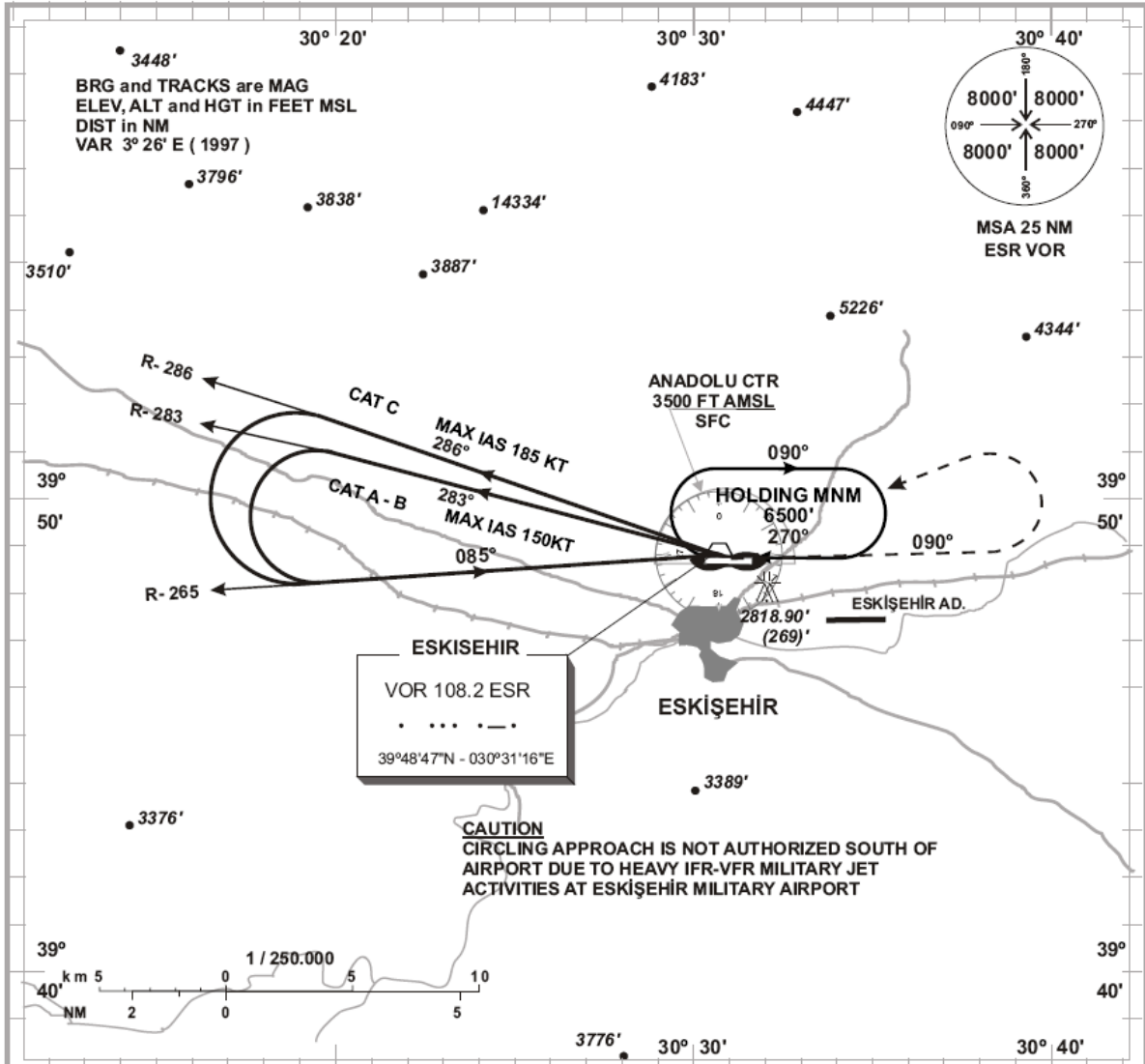
AD 2 LTBY IAC- 1
12 APR 07

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO ELEV 2593.24 FT

APP : -
TWR : 123.750 -

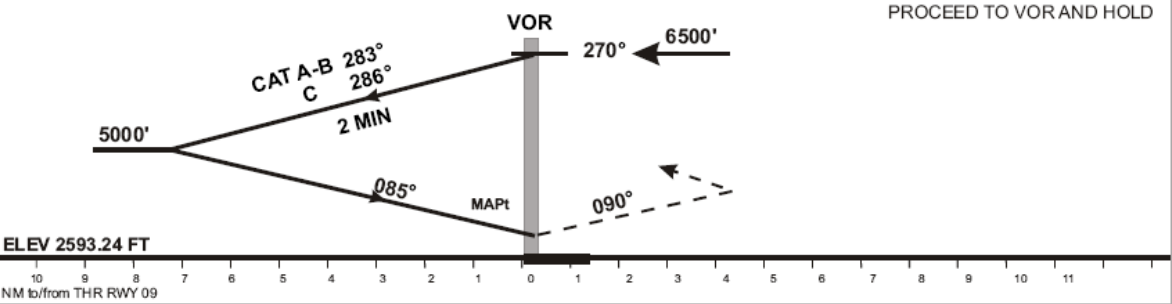
ESKİŞEHİR/ANADOLU

VOR



TRANSITION ALT 10 000 FT

MISSED APPROACH
CLIMB ON 090° OF VOR TO 6000 FT WITHIN 7 NM THEN LEFT CLIMBING TO 6500 FT PROCEED TO VOR AND HOLD



ELEV 2593.24 FT

NM to/from THR RWY 09

CHANGE: OBSTACLE

OCA (H)	A	B	C	D
Straight-in approach	NOT AUTHORIZED			
Circling	3500' (907)		4800' (2207)	

DHMI - TURKEY

AIRAC AMDT 03/07

MINİMUM SICAKLIK ve TARİHİ

	OCAK	ŞUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
2002	-9,2	-9,4	-5,4	-1,4	0,4	3,4	10,8	5,4	1	-6,8	-8,4	-13,4
	26.01.2002	21.02.2002	09.03.2002	15.04.2002	16.05.2002	07.06.2002	09.07.2002	31.08.2002	29.09.2002	30.10.2002	22.11.2002	15.12.2002
2003	-18,6	-7,2	-6,4	-3	-0,1	4	9,8	7	3,8	-5,2	-5,8	-19
	10.01.2003	04.02.2003	20.03.2003	08.04.2003	10.05.2003	05.06.2003	25.07.2003	29.08.2003	19.09.2003	31.10.2003	21.11.2003	22.12.2003
2004	-5,2	-14,2	-12	-10,4	2,8	6,6	6,6	9	2,6	-3,4	-5,9	-12,1
	29.01.2004	23.02.2004	23.03.2004	09.04.2004	07.05.2004	01.06.2004	02.07.2004	14.08.2004	08.09.2004	30.10.2004	28.11.2004	22.12.2004
2005	-15	-17,7	-8,8	-6,1	3	7	11,5	10,4	4,9	4,8	-8,4	-9
	08.01.2005	15.02.2005	08.03.2005	04.04.2005	20.05.2005	02.06.2005	18.07.2005	30.08.2005	13.09.2005	14.10.2005	27.11.2005	17.12.2005
2006	-9,3	-13,7	-7	-7	9,2	4,7	9	11	3,8	-5,6	-9,8	-14,2
	24.01.2006	12.02.2006	05.04.2006	05.04.2006	01.05.2006	23.06.2006	06.07.2006	31.08.2006	29.09.2006	22.10.2006	22.11.2006	21.12.2006