



**Turlu Yaklaşma ve Van Ferit Melen
Havalimanı Uygulaması**

Yüksek Lisans Tezi

Erkan UYSAL

ESKİŞEHİR 2020

TURLU YAKLAşMA VE VAN FERİT MELEN HAVALİMANI UYGULAMASI

Erkan UYSAL

Yüksek Lisans Tezi

Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Öznur USANMAZ

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temmuz 2020

ÖZET

TURLU YAKLAŞMA VE VAN FERİT MELEN HAVALİMANI UYGULAMASI

Erkan UYSAL

Hava Trafik Kontrol Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temmuz 2020

Danışman: Prof. Dr. Öznur USANMAZ

Aletli uçuş şartlarında uçan uçaklar bir havalimanına yaklaşırken kullanılan pist yönüne göre o havalimanı için yayımlanmış olan aletli yaklaşma haritalarından en uygun olanını seçerler. Bazı durumlarda, iniş yapılmak istenen piste aletli yaklaşma prosedürü bulunmayabileceği gibi, arazi koşulları veya diğer kısıtlamalar son yaklaşma safhasında uçakların direkt yaklaşma yapabilme kriterlerini sağlayamayabilir ve/veya kuyruk rüzgârı ve operasyonel sebeplerden dolayı pist değişikliğine ihtiyaç duyulabilir. Bu durumlarda çoğunlukla türlü yaklaşımlar kullanılmaktadır. Havalimanının coğrafi yapısı ve kullanılan piste bağlı olarak, birçok manevra tipinde uygulanan türlü yaklaşımlar, pilotlar arasında farklı pistlerde hangi manevranın uygulanacağı ile ilgili karışıklığa neden olabilir. Türlü yaklaşımlar esnasında ön tanımlı rotaların belirlenmiş olması hem pilotun uygulayacağı manevrayı öngörmesi hem de hava trafik kontrolörlerinin takibi açısından büyük fayda sağlayacaktır. Buna ek olarak, türlü yaklaşımlar esnasında ön tanımlı rota kullanılması pilotlar ve hava trafik kontrolörlerinin durumsal farkındalığını artırarak uçuş emniyetine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada dağlık arazide konuşlandırılmış ve yüksek rakıma sahip olan Van Ferit Melen Havalimanı 21 pisti için ön tanımlı rota ile türlü yaklaşma önerileri geliştirilmiş ve bu öneriler gerçek zamanlı B-737 uçuş simülatöründe doğrulanmıştır. Çalışma sonuçları benzer havalimanlarına da referans olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Türlü yaklaşma, Ön tanımlı rota, Görerek manevra, Hava trafik kontrol.

ABSTRACT

CIRCLING APPROACH AND THE APPLICATION OF VAN FERIT MELEN AIRPORT

Erkan UYSAL

Department of Air Traffic Control

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, July 2020

Supervisor: Prof. Dr. Öznur USANMAZ

When approaching the destination airport, aircraft flying under instrument flight rules (IFR) choose the most convenient instrument approach from the published instrument approach procedure (IAP) charts issued for that airport depending on the runway in use. In some cases, there may be no instrument approach procedure available for intended landing runway because of terrain or other constraints cause the final approach track alignment to fall outside the criteria for a straight-in approach and/or sometimes it may be necessary to change the active runway when approaching the opposite runway, especially during tailwind conditions or operational reasons. In the cases mentioned, circling approaches are used frequently. Depending on the geographical structure of the airport and runway in use, circling approaches to be applied in many types of maneuvers, which sometimes may cause confusion among the pilots about which pattern will be applied on different runways. Visual prescribed track (VPT) can be implemented for circling approaches which enables to pilots predicting the maneuver and have a great benefit for air traffic controllers to monitor location of aircraft during circling approach. In addition to this, using visual prescribed track during circling approaches will contribute significantly to flight safety by enhancing the situational awareness of pilots and the air traffic controllers. In this study, visual prescribed track suggestions have been developed for Van Ferit Melen Airport runway 21, which is located in the mountainous terrain and have a high elevation, and these recommendations are verified in real-time B-737 flight simulator. The results of the study will be a reference to similar airports.

Keywords: Circling approach, Visual prescribed track, Visual maneuvering, Air traffic control.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, geneksel turlu yaklaşımlardaki uçuş emniyet kaygılarını minimize ederek, pilotların belirlenmiş bir rota üzerinde uçuş yapabilmesine imkan sağlamak ve hava trafik kontrolölerinin ilgili rotayı takip ederek durumsal farkındalığının artmasına imkan tanıyacak ön tanımlı rota ile turlu yaklaşma konusu irdelenmiştir

Tez konusunun belirlenmesinden tezin son aşamasına gelene kadar bana yol gösteren, yoğun iş temposu arasında değerli vaktini ayırarak bana destek ve yardımlarını esirgemeyen, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca tecrübeleriyle bana ışık tutan değerli danışmanım Prof.Dr. Öznur USANMAZ hocama teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma bölgesi olarak seçilen Van Ferit Havalimanı'nda daha önce hava trafik kontrolörü olarak çalıştığı için tasarlanan prosedürün gerçek hayatta uygulanabilirliği ile ilgili tecrübelerini paylaşan ve hali hazırda Türk Hava Yollarında pilot olarak çalıştığı için pilotaj gözüyle çalışmanın geliştirilmesine katkılar sunan değerli arkadaşım Fikret AYDOĞDU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimi ve tez hazırlama süresince prosedür tasarımıyla ilgili teknik programların kullanılmasında yardımcı olan ve bu süreçte her türlü manevi desteği gösteren değerli eşim Ela UYSAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım

Erkan UYSAL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Aletli Uçuş Prosedürleri	5
1.2. Turlu Yaklaşma (Circling Approach).....	9
1.3. Çalışmanın Amacı	21
2. ÇALIŞMA BÖLGESİ TANITIMI	22
2.1. Van Ferit Melen Havalimanı Terminal Kontrol Sahası.....	23
2.2. Van Ferit Melen Havalimanı Aletli Yaklaşma Prosedürleri.....	25
3. YÖNTEM	32
3.1. Trafik Verileri	32
3.2. Ön Tanımlı Rota Önerisi	34
3.3. Uçuş Simülasyonu ile Ön Tanımlı Rota Önerisinin Doğrulanması.....	40
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKÇA.....	45
EKLER	48
ÖZGEÇMİŞ	52



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. 1000 ft MSL'deki bir meydanda, görerek manevra (turlu yaklaşma) alanı için yarıçap hesaplanmasında kullanılan değerler.....	10
Tablo 1.2. Uçak kategorileri ve görerek manevra için belirlenmiş maksimum hızlar	11
Tablo 1.3. Turlu yaklaşma için MOC ve OCA/H değerleri	12
Tablo 1.4. Uygulama-1-yarı koridor genişliği	18
Tablo 1.5. Uygulama-2 ön tanımlı yol kullanılarak yapılan görerek manevralarda minimum OCA/H değerleri	18
Tablo 1.6. PANS-OPS ve TERPS'e göre minimum görüş değerleri	19
Tablo 1.7. PANS-OPS ve TERPS'e göre uçak kategorileri ve PANS-OPS tarafından kullanılan görerek manevra IAS'ları	20
Tablo 2.1. LTCI 03 pisti RNP yaklaşması minima değerleri.....	28
Tablo 2.2. LTCI 03 pisti LOC-ONLY yaklaşması minima değerleri	30
Tablo 3.1. Meteoroloji rüzgar verileri.....	33
Tablo 3.2. Trafikler ile ilgili bilgiler	34
Tablo 3.3. Uçak kategorilerine göre turlu yaklaşma alan hesaplamaları	35
Tablo 3.4. RNP yaklaşması sonrası VPT RWY 21 için yol tanımlamaları	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Direkt yaklaşma/son yaklaşma baş düzenlemesi.....	9
Şekil 1.2. Görerek manevra (turlu) alanının oluşturulması	10
Şekil 1.3. Görerek manevra (turlu) alanı- mania kleransları	13
Şekil 1.4. Görerek manevra (turlu) alanı- turlu yaklaşmanın yasaklandığı alan	13
Şekil 1.5. Uygulama-1 yaygın rota çeşitleri	15
Şekil 1.6. Uygulama-2 ayrılma safhası ve noktası	16
Şekil 1.7. Go around için ön tanımlı yol	17
Şekil 1.8. Uygulama-4- Alan	18
Şekil 2.1. Van havilamanı (LTCI) terminal kontrol sahası ve iniş kalkış yolları.....	24
Şekil 2.2. LTCI 03 pistine RNP yaklaşması	27
Şekil 2.3. LTCI 03 pistine LOC ONLY yaklaşması	29
Şekil 2.4. LTCI VOR/DME 1 yaklaşması	31
Şekil 3.1. 03 pistine LOC Only yaklaşmasını müteakip VPT RWY 21 önerisi.....	37
Şekil 3.2. 03 pistine RNP yaklaşmasını müteakip VPT RWY 21 önerisi	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

α	: Alpha
θ	: Teta
AIP	: Havacılık Bilgi Yayını (Aeronautical Information Publication)
AMSL	: Ortalama Deniz Seviyesi Üzerinde (Above Mean Sea Level)
AOM	: Havalimanı İşletme Miniması (Aerodrome Operating Minima)
APP	Yaklaşma Kontrol (Approach Control)
APV	Dikey Rehberlikli Yaklaşma (Approach With Vertical Guidance)
ATC	Hava Trafik Kontrol (Air Traffic Control)
ATM	Hava Trafik Yönetimi (Air Traffic Management)
ATS	Hava Trafik Hizmetleri (Air Traffic Services)
CCO	Devamlı Tırmanma Operasyonu (Continuous Climb Operation)
CDA	Devamlı Alçalarak Yaklaşma (Continuous Descent Approach)
CDO	Devamlı Alçalma Operasyonu (Continuous Descent Operation)
CFIT	Engbeli Arazilerde Kontrollü (Controlled Flight Into Terrain)
CFMU	Merkezi Akış Yönetim Birimi (Central Flow Management Unit)
CNS	Haberleşme, Seyrüsefer, İzleme Sistemleri (Communication, Navigation, Surveillance Systems)
CTR	Kontrol Bölgesi (Control Zone)
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DME	Mesafe Ölçüm Cihazı (Distance Measuring Equipment)
ECAC	Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference)
Eurocontrol	Hava Seyrüseferi Emniyeti için Avrupa Teşkilatı (European Organisation for The Safety of Air Navigation)
FAF	Son Yaklaşma Fiksi (Final Approach Fix)
FAS	Son Yaklaşma Segmenti (Final Approach Segment)
FL	Uçuş Seviyesi (Flight Level)
FMS	Uçuş Yönetim Sistemi (Flight Management System)
FSF	Uçuş Emniyet Vakfı (Flight Safety Foundation)

GNSS	Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemi (Global Navigation Sattellite System)
IAC	Aletli Yaklaşma Haritası (Instrument Approach Chart)
IAF	İlk Yaklaşma Fiksi (Initial Approach Fix)
IAS	İşari Hava Sürati (Indicated Air Speed)
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (International Civil Aviation Organisation)
IFP	Aletli Uçuş Prosedürleri (Instrument Flight Procedures)
IFR	Aletli Uçuş Kuralları (Instrument Flight Rules)
ILS	Aletli İniş Sistemi (Instrument Landing System)
ISA	Uluslararası Standart Atmosfer (International Standart Atmoshpere)
LNAV	Yatay Seyrüsefer (Lateral Navigation)
MAPt	Pas Geçme Noktası (Missed Approach Point)
MDA	Minimum Alçalma İrtifası (Minimum Descent Point)
MOC	Asgari Mania Müsaadesi (Minimum Obstacle Clearance)
NDB	Yönlendirilmemiş Radyo Bıkını (Non-directional Radio Beacon)
NM	Deniz Mili (Nautical Mile)
NPA	Hassas Olmayan Yaklaşma (Non Precision Approach)
PA	Hassas Yaklaşma (Precision Approach)
PANS-OPS	Hava Seyrüsefer Hizmetleri İçin Prosedürler (Procedures for Air Navigation Services)
PAPI	Hassas Yaklaşma Hattı Göstergesi (Precision Approach Path Indicator)
PBN	Performans Esaslı Seyrüsefer (Performance Based Navigation)
P-RNAV	Hassas Saha Seyrüseferi (Precision Area Navigation)
RNAV	Saha Seyrüseferi (Area Navigation)
RNP	Gerekli Seyrüsefer Performansı (Required Navigation Performance)
RVR	Pist Görüş Mesafesi (Runway Visual Range)
SI	Uluslararası Birimler Sistemi (System International d'Unités)
SID	Standart Aletli Kalkış (Standart Instrument Departure)
STAR	Standart Geliş Rotası (Standart Arrival Route)
TAS	Gerçek Hava Sürati (True Air Speed)

TERPS	Aletli Prosedürler İçin Standartlar (U.S Standart for Terminal Instrument Procedures)
TMA	Terminal Kontrol Sahası (Terminal Control Area)
VA	Görerek Yaklaşma (Visual Approach)
VASI	Görerek Yaklaşma Hattı Göstergesi (Visual Approach Slope Indicator)
VFR	Görerek Uçuş Kuralları (Visual Flight Rules)
VNAV	Dikey Yaklaşma (Vertical Navigation)
VOR	Çok Yüksek Frekanslı Tüm Yönlü Radyo Verici İstasyonu (Very High Frequency Omni Directional Range)
VPT	Görerek Ön Tanımlı Rota (Visual Prescribed Track)

1. GİRİŞ

Aletli uçuş şartlarındaki (IFR-Instrument Flight Rules) uçak, bir meydana yaklaşma ve inişini gerçekleştirirken ilgili meydan için tasarlanmış olan aletli yaklaşma prosedürlerinden (IAP-Instrument Approach Procedure) uygun olanını takip eder. Ters rüzgâr veya operasyonel sebeplerden dolayı aktif pist yönünün değişebileceği gibi yaklaşma yapılacak meydanın coğrafi yapısı, pist oryantasyonu ve seyrüsefer yardımcılarının konumları, aletli yaklaşma prosedürünün son yaklaşma safhasında (FAS-Final Approach Segment) uçakların direkt yaklaşma yapabilmesi için uygun olmayabilir. Böyle durumlarda uçaklar aletli yaklaşma prosedürü olan piste yaklaşarak, aletli yaklaşma haritasında (IAC-Instrument Approach Chart) belirtilmiş olan minimum alçalma irtifasına (MDA-Minimum Descent Altitude) ulaştıktan sonra, gerekli görüş ve görsel referans sağlanarak aktif piste iniş için turlu yaklaşma (circling approach) manevrasını uygularlar [1].

Turlu yaklaşma manevrası, direkt yaklaşma için uygun olmayan şekilde konuşlandırılmış bir hava aracını bir pist üzerine iniş için gerekli pozisyona getiren ve bir alet yaklaşmasının son yaklaşma safhasının tamamlanmasından sonraki uçuşun görsel safhası anlamına gelir [2].

Turlu yaklaşma manevrası aktif pist ve meydanın coğrafi yapısına göre farklı şekillerde uygulanabilmektedir. Ön tanımlı rota kullanılmayarak yapılan turlu yaklaşımlar, görerek manevra alanı içinde kalmak şartıyla, pilotun tamamen görsel referans yardımıyla ve pilotaj becerilerine dayanarak uygulandığı için belirsizlik içerir. Şirketler envanterindeki uçak tiplerine göre, kendileri belirlemiş olduğu turlu yaklaşma uygulama prosedürlerini yayımlayarak uçucularını bilgilendirirler. Örneğin, Türk Hava Yolları şirketi Boeing 737 tipi için yayımlamış olduğu operasyonel el kitabında, aletli yaklaşma sonrasında turlu yaklaşma için, MDA'ya ulaştıktan sonra (sıfır rüzgârda) sağa veya sola 45 derecelik dönüşün başlaması ile uçak kronometresinde 20 saniyelik sürenin başlatılmasını ve 20 saniye süre ile bu başta uçulmasını sonrasında rüzgar altı bacağına dahil olunarak paterne devam edilmesini ve iniş pisti ile görsel profil oluşana kadar MDA'nın altına alçalmamasını, son yaklaşma hattında hattın dışına çıkmaktan(overshooting) kaçınılmasını, son yaklaşımda meydan rakımından 500 feet yüksekliğe ulaşıldığında kanatların hizalı ve kararlı(stabil) bir yaklaşma yapılabileceğinden emin olunması aksi taktirde inişten vazgeçme (go-around) prosedürünün başlatılmasını söylemektedir [3].

Ön tanımlı rota kullanılmadan yapılan turlu yaklaşımlarda uçağın nasıl bir yol izleyeceğinin öngörülememesi, rüzgâr altı bacağını uzatarak meydana göz temasının kaybolması durumunda uçağın turlu yaklaşma mania kriterlerini delerek olası bir araziye doğru yapılan kontrollü uçuşta yere çarpma (CFIT-Controlled Flight Into Terrain) hadisesi ve benzeri hadiselere sebep olması gibi uçuş emniyeti ile ilgili endişeleri barındırmaktadır [4].

Bu konuyla ilişkili geçmişte yaşanan kaza kırım raporları incelendiğinde turlu yaklaşma esnasında gerçekleşen uçak kaza örnekleri görülmekte olup bunlardan birisi de Gimhae Havalimanına iniş için yaklaşımakta olan Air China Flight 129 kazasıdır. Bu kazaya ilişkili muhtemel kaza sebepleri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

B767-200 uçuş ekibi yaklaşma brifinginde Air China şirketinin operasyonel ve eğitim dokümanlarında belirtilen turlu yaklaşma icra edilirken uçak kategorisine göre belirlenmiş olan asgari alçalma minimalarına dikkat etmemiş ve pas geçme brifingi yapmamıştır.

Uçuş ekibi kötü bir ekip kaynak yönetimi uygulamış ve 18R pistine turlu yaklaşma esnasında durum farkındalığını kaybederek turlu yaklaşma alanının dışına uçmalarına neden olmuş bu durum da kaptan pilotun zamanında esas bacak dönüşü yapma niyetine aykırı olarak esas bacak dönüşünü geciktirmiştir.

Uçuş ekibi, turlu yaklaşma esnasında 18R pist görüşünü kaybetmesine rağmen pas geçme prosedürünü uygulamayarak, uçağın havalimanı yakınlarında bulunan yüksek araziye çarpmasına sebep olmuştur.

Yardımcı pilot, kaptana çarpışmadan 5 saniye önce pas geçme tavsiyesinde bulunmasına rağmen kaptan pilot reaksiyon vermemiş ve yardımcı pilotta pas geçmeyi kendisi başlatmamıştır.

Yukarıda belirtilen muhtemel kaza sebepleri ile alakalı risk değerlendirmesinin bir numarasında, uçuş ekibinin sadece simülâtörde Beijing Havalimanının turlu yaklaşma eğitimini almaları ve daha önce Gimhae Havalimanı 18R pistine turlu yaklaşma eğitimi almamış olmaları bulunmaktadır. Turlu yaklaşma ile ilgili olarak 24. Maddede belirtilen risk değerlendirmesinde ise, Gimhae havalimanı 18R pistine yapılan turlu yaklaşmanın, kötü görüş şartlarında turlu yaklaşma esnasında zorluklara sebep olabilen ve yerdeki görsel referanslar yardımıyla herhangi bir ön tanımlı rota kullanılmadan yapılan geleneksel bir turlu yaklaşma olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kaza esnasında aktif çalışan hava trafik kontrolörünün Air China 129 çağrı adlı uçağın turlu yaklaşma

esnasında limitleri belirlenmiş olan turlu manevra alanının radar ekranında görülmemesi sebebiyle farkındalığının olmadığından bahsedilmiştir [5].

Uçuş Emniyet Vakfı (FSF) Air China Flight 129 kazasıyla ilgili yayımladığı bültende turlu yaklaşımlarla ilgili emniyet kaygılarını şu şekilde ifade etmiştir:

“Bu kaza, turlu yaklaşımlarla ilgili ciddi bir sorunu göstermektedir. Hangi sınırların içinde kalacağını bilmek yeterli değildir; pistin ve arazinin öngörülen turlu alanı içinde her zaman görünür durumda olması büyük önem taşır. Havaalanını ve araziye gözden kaçırırsanız, pas geçmenin zamanı gelmiştir (Flight Safety Foundation. Threat Analysis. s.41)” [6].

Havacılıkta en riskli yaklaşımlar arasında gösterilen geleneksel turlu yaklaşımların yerine, görsel referansların izin verdiği açık bir şekilde belirlenen meydanlarda görerek manevralar ile ön tanımlı bir rota (VPT-Visual Prescribed Track) tasarlanabilir. Uçaklar ön tanımlı rota kullanarak yapılan turlu yaklaşımlarda, görsel referansların yardımıyla önceden tasarlanmış ön tanımlı rotayı takip eder. Alçalışlarını ve esas bacak dönüşlerini VOR (VHF omnidirectional radio) radyali veya DME (Distance Measuring Equipment) mesafesi yardımıyla gerçekleştirebilir ve bu durum uçakların daha kararlı (stabil) bir yaklaşma yapılabilmesine imkân sağlar.

Stabil yaklaşma; pilotun, iniş pistinde önceden karar verilmiş olan bir noktaya doğru sabit bir süzülüş açısı oluşturup muhafaza ettiği bir yaklaşımdır. Stabil yaklaşma, iniş konfigürasyonunda istikrarlı bir sürat ve alçalma oranı ile pilotun belirli görsel ipuçlarına ilişkin yargılarına dayanır [7].

Aletli yaklaşma prosedürü sonrasında VOR radyali, DME vb. radyo seyrüsefer yardımcılarını kullanarak uçaklar için ön tanımlı rota tasarlanabilir. Arazi koşulları izin verdiği takdirde, gerekli hesaplamalar ve emniyet payları konularak uçakların bu ön tanımlı rotayı takip etmesi sağlanabilir [2]. Ön tanımlı rota kullanımı pilotların nasıl bir yol izleyeceklerini kontrolörler tarafından bilinmesine ve takibine imkân verdiği için durumsal farkındalık açısından önemli bir kriterdir.

Bu çalışmada; ön tanımlı rota kullanılarak yapılan turlu yaklaşımlar konusu incelenmiş, dünyada uygulanan havalimanları analiz edilmiştir. Çalışma bölgesi olarak özellikle yüksek arazi değerlerine sahip ve de 21 pistinde direkt yaklaşması bulunmayan Van Ferit Melen Havalimanı için ön tanımlı rota ile turlu yaklaşma önerisi geliştirilmiştir. Van meydanı 03 pisti için tasarlanmış mevcut aletli yaklaşma prosedürleri ile turlu yaklaşımlar incelenmiş, 03 ve 21 pistleri için ön tanımlı rota

kullanılarak turlu yaklaşma manevra tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, şu an Van Havalimanında uygulamada bulunan ön tanımlı rota kullanılmadan yapılan mevcut turlu yaklaşmalar ile karşılaştırması yapılarak öneriler sunulmuştur.

Ülkemizde henüz hiçbir havalimanına tesis edilmemiş olmasına rağmen dünyada birçok meydana n tanımlı rota kullanarak turlu yaklaşma tasarımı mevcuttur. Bastia, Ajaccio, Bergerac, Bern, Dublin, Dobrovnik, Grenoble, Innsbruck, Klagenfurt, Tel Aviv, Manchester havalimanları VPT’yi kullananlardan bazılarıdır [8].

Bastia (LFKB) havalimanı 16 pisti VPT B yaklaşması incelediğinde, aletli bir yaklaşma olan ILS yaklaşmasının devamında tasarlanan bir VPT görülmektedir. Uçak hız kategorilerine göre A, B, C, D kategorileri için maksimum sürat kategorileri belirlenerek dönüş yarıçapları hesaplanmış ve buna göre pilotun uçtuğu uçak kategorisine göre yaklaşma haritasındaki uçuş başı ve radyal bilgilerini takip ederek turlu yaklaşma yapmasına imkân tanımaktadır [EK-1].

Cannes (LFMD) havalimanı 17 pisti VPT A yaklaşması incelendiğinde RNP (Required Navigatin Performance) ve LOC yaklaşmalarından sonra sadece A, B ve C uçak kategorilerine göre tasarlanmış ve minimaları ilan edilmiş bir VPT görülmektedir. RNP A yaklaşmasından sonra yapılan VPT’de A ve B kategori uçaklar için 3200 metre visibility (görüş) C kategori uçaklar için ise 5000 metre visibility değeri ilan edilmiştir. LOC A yaklaşmasından sonra yapılan VPT için ise A, B ve C kategorileri için gündüz şartlarda 5000 metre visibility ilan edilmiştir. Her iki aletli yaklaşmadan sonra yapılan VPT’ler gece şartlarında yapılması uygun görülmemiştir. Ayrıca her üç kategori uçaklar için tek tip bir VPT tasarımı dizayn edilmiştir [EK-2].

Nice Cote D’azur (LFMN) havalimanı 04L/R pistlerine VPT A yaklaşması incelendiğinde VPT tasarımı direkt yaklaşmalı alet alalmalarından farklı olarak RNP yaklaşmasından sonra uçakları 354 derece uçuş başında meydana yaklaştırdıktan sonra 043 uçuş başında son yaklaşma hattını karşılatan bir tasarım kullanılmıştır. A, B, C ve D uçak kategorilerine göre tek bir görüş ve MDA miniması ilan edilmiştir ve Balked Landing durumunda uygulanması gereken prosedürler yaklaşma haritasında belirtilmiştir [EK-3].

Dobrovnik (LDDU) havalimanı 30 pisti VPT yaklaşması incelendiğinde ise VOR DME veya Lctr yaklaşmasından sonra 118 derece uçuş başında ve LOC (GS out) yaklaşmasından sonra 115 derece uçuş başında, CAVTAT noktasından başlayan bir VPT tasarlanmış ve A, B, C, D kategori uçakların hangi uçuş başında kaç deniz mili (NM-

Nautical Miles) uçuş yapacakları VPT yaklaşma haritasında gösterilmiştir. 30 pistine VPT yaklaşması gece şartlarında uygun görülmemiş, sadece gündüz şartlarında uçak kategorilerine göre belirtilen minamaların sağlanması durumunda uygulanabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca VPT yaklaşmasının herhangi bir anında 183 uçuş radyalini geçmeden önce ve geçtikten sonra olmak üzere görsel referansların kaybolması durumunda uygulanacak pas geçme prosedürleri VPT haritasında belirtilmiştir [EK-4].

Yukarıda örnekleri incelenen VPT'ler de uçak kategorilerine göre hız, MDA ve görüş minimalalarının ilanı ile PAPI ışıklarının faaliyeti zorunludur. Bazı tasarımlar arazi ve meydan koşullarına ek olarak donanımsal eksiklere göre gece şartlarında uygulanabilirken bazıları buna imkân tanımamaktadır. Örneğin, Nice Cote D'azur (LFMN) havalimanı VPT 04L/R yaklaşma haritası uyarılar bölümünde 04L/R pistine bu prosedürün yapılabilmesi için PAPI ışıklarının çalışıyor olması gerekmektedir. Aynı meydanın VPT 22L/R yaklaşma haritasında ise PAPI ışıklarının çalışmasının yanında pist eşik ışıkları ile yüksek mania teşkil eden ALBAN ve BORON noktalar üzerindeki ikaz ışıklarının da çalışma gerekliliği bulunmaktadır.

1.1. Aletli Uçuş Prosedürleri

Turlu yaklaşma aletli bir yaklaşma prosedürünün devamında görsel referanslar yardımıyla yapılan bir yaklaşma olduğu için çalışma kapsamında aletli uçuş prosedürlerinden kısaca bahsedilmiştir. Ayrıca çalışma bölgesi olarak seçilen Van Havalimanı 03 pisti için RNP yaklaşmasının devamında bir ön tanımlı yol kullanılarak turlu yaklaşma tasarlanacağı için saha seyrüseferi (RNAV-Area Navigation) uygulamalarından da kısaca bahsedilecektir.

Aletli Uçuş Prosedürleri (IFP-Instrument Flight Procedures) bir havaalanından kalkıştan diğer havaalanına inişe kadar emniyetli ve düzenli uçuş operasyonları gerçekleştirmek için yayımlanan önceden tanımlı bir seri manevradan oluşur. Bir aletli uçuş prosedür süreci, verilerin elde edilmesini, prosedürlerin tasarlanmasını ve yayımlanmasını kapsamaktadır [2].

Ulusal havacılık yayınumuz AIP'nin ENR1.5. bölümünde "Türkiye'de Bekleme, Yaklaşma ve Kalkış usullerinin oluşturulmasında kullanılan kriterler; ICAO DOC 8168, VOL-2 Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Kurallar-Uçak İşletmeciliği (PANS-OPS) dokümanının son versiyonunda yer alanları içerir." ifadesi yer almaktadır. Bu tez

kapsamında ICAO-8168 VOL-2 Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Kurallar dokümanı rehber doküman olarak kullanılacaktır [9].

Bir Aletli Uçuş Prosedürü tasarım bilgisi ilgili bütün hava sahası kullanıcılarıyla koordine edilerek ve aşağıda belirtilen hususlar çerçevesinde ele alınmalıdır.

- ICAO Ek 11, 14 ve 15 gerekliliklerine uygun ve doğrulanmış havaalanı, seyrüsefer yardımcısı, engel ve arazi koordinat ve yükseklik verileri,
- Hava Sahası Gereksinimleri,
- Kullanıcı Gereksinimleri: prosedürü kullanacak operatörlerin ve hava trafik hizmeti sağlayıcılarının ihtiyaçları,
- Pist sınıflandırması, aydınlatma, iletişim, pist işaretlemeleri ve yerel altimetre ayarının kullanılabilirliği gibi havalimanı altyapısı;
- Çevresel Hususlar,
- Prosedürle ilişkili diğer potansiyel sorunlar

Mevcut hava sahasında, geleneksel aletli yaklaşma prosedürleri (veya RNAV gereksinimi), operasyonel gereklilikler, sivil ve askeri hava sahası kullanıcıların ihtiyaçları gibi unsurlar hava sahalarının yeniden tasarımını gerekli kılabilir.

Yeni yerleşimlerin gelişimi, terminal kontrol sahasını (TMA-Terminal Control Area) kat eden transit yol ile en-route ağı arasında bağlantı kurulması, tercihli pist gereksinimleri (rüzgâr, çevresel faktörler, yaklaşma prosedürleri, arazi koşulları) ve benzeri parametreler TMA tasarımının diğer temel kriterlerindendir [10].

Uçuş prosedürleri, geleneksel prosedürler ile saha seyrüsefer ve uydu bazlı prosedürler olarak iki başlık altında sıralanır.

Geleneksel Prosedürler, VOR, NDB ve DME gibi yer bazlı radyo seyrüsefer yardımcılarının kullanımı ile gerçekleştirilir. Tasarım radyo seyrüsefer istasyonunun konumuna bağlıdır ve istasyon üzerinden uçuş gerektirir [2].

Saha Seyrüsefer (RNAV); istasyon referanslı seyrüsefer yardımcılarının erişim alanı dahilinde ya da uçaktaki cihazların kendi seyrüsefer limitleri dahilinde ya da bunların birleşimi sayesinde istenilen herhangi bir uçuş güzergahında uçağın operasyonuna imkân sağlayan bir seyrüsefer yöntemidir [11].

TMA operasyonlarında, günümüzde gelişmekte olan Performansa Dayalı Seyrüsefer (PBN-Performance-Based Navigation) uygulaması ile hava sahasının daha

verimli kullanılması hedeflenmektedir. Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (EUROCONTROL-The European Organisation For The Safety of Air Navigation), Haberleşme, Seyrüsfer ve İzleme sistemleri (CNS-Communication, Navigation and Surveillance) gelişim programında PBN konseptinin hayata geçirilmesi için 2000’li yıllarda hava trafik yönetimi stratejileri belirlemiş ve bu stratejiye göre de kısa vadede, radarlı yaklaşma hizmeti verilen yoğun TMA’larda DME/DME gibi yer bazlı veya GNSS sistemlerle RNAV1 prosedürlerin hayata geçirilmesini sağlamıştır. Radar bulunmayan TMA’larda ise ana sensörü GNSS olan Baro-VNAV uygulamasının hayata geçirilerek hava sahasının daha etkin ve emniyetli kullanılmasını hedeflemiştir [12]. Federal Havacılık Teşkilatı (FAA-Federal Aviation Administration), 2006 yılında “Roadmap for Performance Based Navigation” dokümanı ile 2006-2025 yılları arası hava sahası ve havalimanlarında PBN kullanımı yol haritasını belirlemiş ve 2016 yılı itibarı ile FAA’in Entegre Havaliman Sistemleri Ulusal Plan’ındaki 2684 havalimanlarından %95’ine en az bir PBN aletli yaklaşma prosedürü tasarlamıştır. Rakamsal olarak ise 5795 RNAV aletli yaklaşma prosedürü ve 391 RNP (RNP-Required Navigation Performance) yaklaşma prosedürü tasarlayarak kullanımını sağlamıştır [13].

PBN içinde yer alan Saha Seyrüseferi ve Gerekli Seyrüsefer Performansı RNP (RNP-Required Navigation Performance); uçaklara, yere dayalı seyrüsefer yardımcıları üzerinden uçmak yerine direkt rotalar kullanarak operasyonlarını gerçekleştirme olanağı sağlamaktadır.

Geleneksel SID/STAR’lar IFR şartlarda uçuşa kabiliyeti olan tüm uçaklar için uygundur, çünkü VOR-NDB gibi geleneksel seyrüsefer yardımcılara dayanmaktadır, fakat bir uçağın RNAV bir prosedürü uygulayabilmesi için uçak ve mürettebatın RNAV sertifikalı olması ve ilgili SID/STAR haritasında belirtilen Gerekli Seyrüsefer Performansı (RNP) özelliklerine sahip olması gerekmektedir.

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO-International Civil Aviation Organization) Doküman 9613 Performansa Dayalı Seyrüsefer Manuel’ine göre PBN, konvansiyonel yer-bazlı seyrüsefer ve prosedürlerden uydu bazlı ve saha seyrüseferi (RNAV) prosedürlerine göre büyük bir değişimi içerir. PBN daha doğru ve daha kısa süren direkt rotanın yanı sıra daha etkin kalkış ve iniş yapılmasına imkân sağlar. Bu durum yakıt yanışını, havaalanı ve hava sahası tıkanıklığını ve uçak emisyonlarını azaltır [14].

Bu tez kapsamında turlu yaklaşma çalışılacağı için aletli yaklaşma prosedürleri ve aletli yaklaşma prosedürleri safhalarından olan son yaklaşma safhası üzerinde durulacaktır.

Aletli Yaklaşma Prosedürleri, son yaklaşma safhasına (FAS-Final Approach Segment) göre Hassas Yaklaşma (PA-Precision Approach), Hassas Olmayan Yaklaşma (NPA-Non-Precision Approach) ve Dikey rehberlik ile yaklaşma (APV-Approach with Vertical Guidance) olarak üçe ayrılmaktadır. Van Havalimanında hassas olmayan aletli yaklaşma prosedürleri tesis edildiği için son yaklaşma safhalarından olan Hassas Olmayan Yaklaşma (NPA) safhası ele alınacaktır. Hassas olmayan yaklaşımlar da kendi içinde geleneksel seyrüsefer yardımcıları ve RNAV yaklaşımlar olarak ikiye ayrılır. Van Havalimanında her iki yaklaşma tipine uygun prosedürler tasarlanmış olup çalışma bölgesi tanıtımında ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

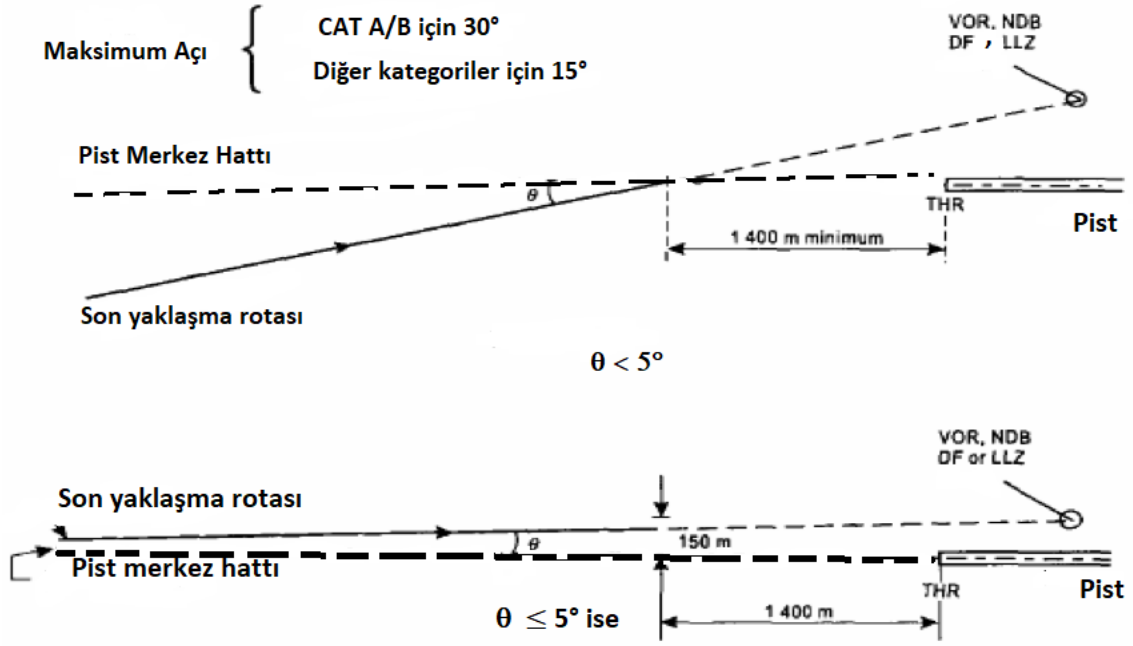
Hassas olmayan yaklaşımlarda son yaklaşma safhası, iniş için alçalmanın tamamlanacağı son yaklaşma fiksi ile başlar pas geçme noktasında sona erer. Son yaklaşma ile orta yaklaşma rotası arasındaki maksimum açı 30 derece olmalıdır. Ayrıca direkt yaklaşma koşullarının sağlanabilmesi için pist başında en az 1400 metre de son yaklaşma rotası ile pist merkez hattı arasındaki açı A ve B kategori uçaklar için 30 dereceyi, C ve D kategori uçaklar için 15 dereceyi aşmamalıdır.

Son yaklaşma rotası ile pist merkez hattının 5 dereceye eşit veya daha düşük bir açı değerinde olması halinde ise son yaklaşma rotası pist başından 1400 metre mesafede maksimum 150 metre açıklık olabilir. [Şekil 1.1]

Son yaklaşma aşamasında kullanılan özel seyrüsefer cihazları ve diğer yardımcı cihazlar esnek alçalma kriterlerini içermekte olup, optimum ve maksimum alçalma oranlarını belirlemekte kullanılır. Genel olarak hassas olmayan yaklaşımlarda kullanılan optimum alçalma oranı %5,2, maksimum alçalma oranı kategori A, B uçaklar için %6,5, kategori C, D ve E için %6,1'dir.

Uygulanacak MOC değeri son yaklaşma fiksi kullanılırsa 75 m, son yaklaşma fiksi yoksa 90 m'dir.

Her yaklaşma yönteminde manialardan arınma kriterlerine uymayı sağlamak için pas geçme aşamasının başlatılması gereken pistin eşik irtifasının üzerindeki en düşük irtifa belirlenerek OCA (Obstacle Clearance Altitude) ilan edilmek zorundadır [9].



Şekil 1.1. Direkt yaklaşma/son yaklaşma baş düzenlemesi [9]

1.2. Turlu Yaklaşma (Circling Approach)

Turlu yaklaşımların ön tanımlı yol kullanılarak ve kullanılmayarak yapılması konusu çalışmanın giriş bölümünde açıklanmıştır. Turlu yaklaşma tasarımında temel alınan en büyük kriter Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Usuller-Uçak Operasyonları Cilt I, II (Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations VOL I, II – PANS-OPS) (Doc 8168) dokümanıdır. Turlu yaklaşma tasarım kriterleri ile ilgili diğer bir doküman ise Aletli Terminal Prosedürleri için Standartlar- (TERPS-U.S Standart for Terminal Instrument Procedures) olup bu iki doküman arasındaki turlu yaklaşımlarla ilgili tasarım farklılıkları ileriki bölümlerde karşılaştırılacaktır. Bu tez kapsamında PANS-OPS Doc8168 kriterleri esas alınmıştır ve bu dokümana göre kriterler aşağıda ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Görerek manevra (turlu yaklaşma) alanı

Görerek manevra (turlu) alanı, bir hava aracının görerek (turlu) manevra yaparken dikkate alınması gereken mania klerans alanıdır. Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Usuller-Uçak Operasyonları Cilt I, II (Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations VOL I, II – PANS-OPS) (Doc 8168) dokümanında “Turlu (circling)” olarak ifade edilen terim bu çalışmada “Turlu Yaklaşma” olarak kullanılacaktır.

Turlu yaklaşma alanını tanımlama yöntemi

Turlu yaklaşma alanının boyutu hava aracının kategorisine göre değişmektedir.

Alanın sınırlarını tanımlamak için:

Kullanılabilir her pist eşiğinin merkezinden, hava aracı kategorisine uygun bir yarıçapla yay çizilir. Örnek değerler Tablo 1.1 ve Şekil 1.2’de gösterilmiştir.

Bitişik yayların uçlarından arklara teğet çizgiler çizilir ve teğet çizgiler birleştirilir.

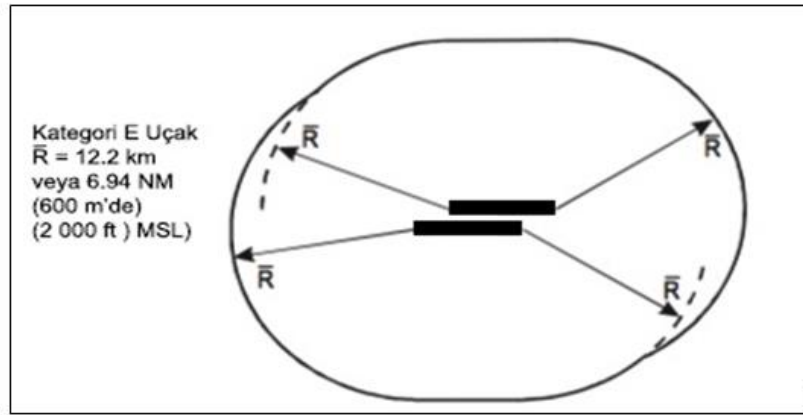
Kapatılan alan görerek manevra (turlu) alanıdır. Şekil 1.2’de gösterilmiştir.

Tablo 1.1. 1000 ft MSL’deki bir meydanda, görerek manevra (turlu yaklaşma) alanı için yarıçap hesaplanmasında kullanılan değerler

Uçak Kategorisi/IAS (kt)	A/100	B/135	C/180	D/205	E/240
2000 ft’te ki TAS MSL +25 KT Rüzgar Faktörü (kt)	131	168	215	242	279
Dönüş yarıçapı(r) (NM)	0.69	1.13	1.85	2.34	3.12
Direkt Yaklaşma Safhası(NM) (Havalimanı rakımından bağımsız sabit değer)	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
Pist eşiğinden çizilen çap (R) (NM)	1.68	2.66	4.20	5.28	6.94

Not. - Pist eşiğinden çizilen yarıçap (R) = 2r + Direkt yaklaşma safhası

Şekil 1.2’de, Kategori E uçakları için gerekli olan yarıçap değerine göre belirlenmiş görerek manevra alanı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Görerek manevra (turlu) alanının oluşturulması

Turlu yaklaşımlarda görerek manevra için parametreler ICAO PANS-OPS Doc 8168 Vol-2’ de aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

Hız

Uçak performans farklılıkları, hava sahası ve uçuş prosedürleri ile ilgili doğrudan bir etkiye sahiptir.

Aletli yaklaşımlarda uçaklar, maksimum iniş ağırlığında ve iniş konfigürasyonundaki uçağın 1,3 stall hızı (stall hızı: uçağın havada tutunabileceği asgari hız) baz alınarak ve de ilgili uçakların manevra yapabilme kabiliyetleri de göz önünde bulundurularak beş kategoriye ayrılmaktadır. Sınıflandırma uçak hız göstergesinde okunan hıza (IAS- Indicated Air Speed) göre yapılmaktadır.

Uçakların son yaklaşma süratlerine göre hesaplanmış hız kategorileri ve görerek manevra için belirlenmiş olan maksimum hızlar Tablo.1.2 ‘de gösterildiği gibidir.

Tablo 1.2. Uçak kategorileri ve görerek manevra için belirlenmiş maksimum hızlar [9]

Uçak Kategorileri	Sınıflandırma Hızları	Görerek Manevra İçin Maksimum Hızlar (IAS)
A	<91kt	100kt
B	91kt/120kt	135kt
C	121kt/140kt	180kt
D	141kt/165kt	205kt
E	166kt/210kt	240kt

Metinde ilgili şekilden önce atıfta bulunulmalıdır. Sayfa düzenine uyulmak şartıyla, şekil ilk söz edildiği yere yakın yerleştirilmelidir. Tezinize şekil eklemek için “Ekle” panelinin altındaki “Hızlı Bölümler” menüsünde yer alan “ESTÜ Şekil” şablonunu kullanabilirsiniz.

Rüzgâr

Uçaklar genelde; emniyet, pist konfigürasyonu, meteorolojik koşullar ve mevcut aletli yaklaşma prosedürleri veya hava trafik koşulları farklı bir yönün tercih edilebileceğini belirtmediği sürece iniş ve kalkışlarını rüzgâra karşı gerçekleştirirler. Bununla birlikte, pist seçiminde, meydan kontrol kulesi, yer rüzgâr hızı ve yönünün yanı sıra meydan trafik paterni, pistlerin uzunluğu ve yaklaşma ve iniş için gerekli olan seyrüsefer yardımcıları gibi diğer ilgili faktörleri de dikkate almalıdır [15].

İniş ve kalkışta arka rüzgâr (tailwind) değeri uçak tiplerine göre değişiklik göstermektedir. Örneğin bu tez kapsamında çalışma bölgesi olarak seçilen Van Havalimanına gelen uçaklar genelde B-737 ve A-320 tipindedir. Bazı şirketlerin bu uçak tipleri için arka rüzgâr limiti 10-12 knot iken bazı şirketler 15-18 knot arka rüzgârda da iniş yapabilmektedir.

Görerek manevra (turlu yaklaşma) dönüş hesaplamalarında sabit rüzgâr değeri 25 kt olarak kullanılır [9].

Yatış açısı

Saniyede 3 derece dönüş oranı veya ortalama 20 derece yatış açısı değerlerinden hangisi daha küçük yatış gerektiriyorsa turlu yaklaşımda görerek manevra alanı tasarımında dikkate alınır.

Turlu yaklaşma alanların belirlenmesi

Yarıçap, "Dönüş alanı oluşturma" da ki formüller], $[R= 2r+sabit]$ kullanılarak, Tablo.1.2'de gösterilen görerek manevra IAS' ını kullanan her uçağın gerçek hava süratine (TAS) 46 km / s (25 kt) rüzgar değeri ilave edilerek hesaplanmıştır. TAS aşağıdakileri temel alır:

İrtifa: havalimanı rakımı+ 300 m (1000 ft); ve

Sıcaklık: ISA + 15°

Yarıçap hesaplama formülü;

$$r = \frac{(TAS+Wv)^2}{g \cdot \tan \alpha} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

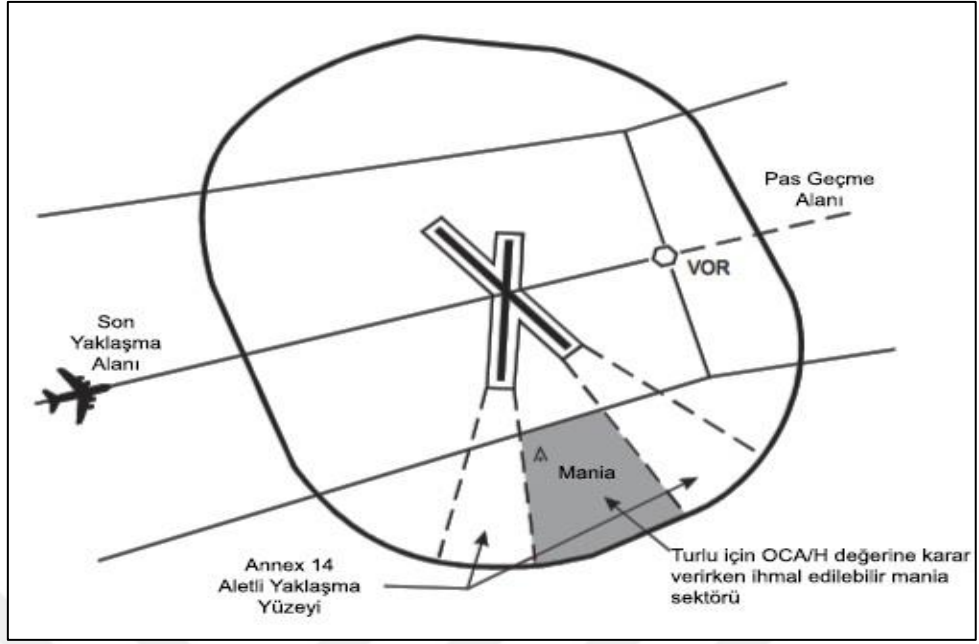
Görüş ve en düşük OCA/H

En düşük OCA/H değeri pilotlar için mevcut minimum görüş oranının Tablo 1.3' de görüldüğü gibi olacağı varsayılmaktadır. Bu bilgi, prosedürün geliştirilmesi için gerekli değildir, ancak işletme minimasının geliştirilmesi için bir temel olarak dahil edilmiştir.

Tablo 1.3. Turlu yaklaşma için MOC ve OCA/H değerleri

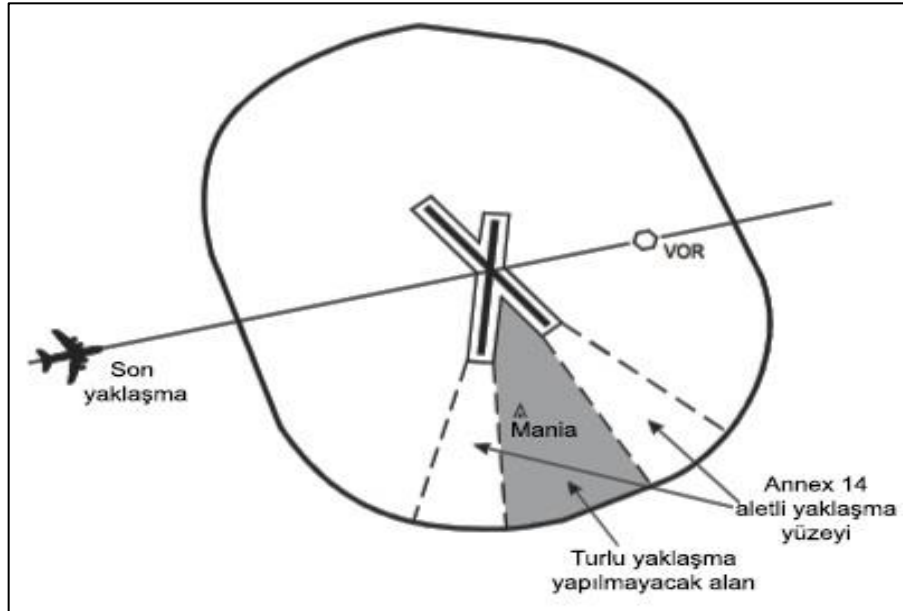
Havaaracı Kategorisi	MOC (ft)	Meydan Rakımı Üzerindeki OCH için Alt limit m(ft)	Minimum Görüş km (NM)
A	90 (295)	120 (394)	1.9 (1.0)
B	90 (295)	150 (492)	2.8 (1.5)
C	120 (394)	180 (591)	3.7 (2.0)
D	120 (394)	210 (689)	4.6 (2.5)
E	150 (492)	240 (787)	6.5 (3.5)

Pas geçme ve son yaklaşma alanlarının dışında kalmak şartıyla, turlu yaklaşma alanındaki bir sektörde var olan önemli bir mania, OCA/H hesaplamaları için ihmal edilebilir. Bu sektör, Annex 14 aletli yaklaşma yüzeylerinin boyutlarıyla sınırlandırılmıştır. (Bkz. Şekil-1.3)



Şekil 1.3. Görerek manevra (turlu) alanı- mania kleransları [9]

Şekil 1.4 uygulandığında, yayımlanan prosedür, pilotun manianın bulunduğu tüm sektör içinde turlu yaklaşma yapmasını yasaklamalıdır.



Şekil 1.4. Görerek manevra (turlu) alanı- turlu yaklaşmanın yasaklandığı alan [9]

Görerek manevra ile ilgili pas geçme (missed approach)

Görerek manevraya özgü bir pas geçme alanı oluşturulamamaktadır. Ancak turlu yaklaşma esnasında görsel referansın kaybolması durumunda veya inişten vazgeçme durumunda (go-around) PANS-OPS 8168, Volume I dokümanı uygulanacak prosedürü aşağıdaki şekilde ifade etmektedir [2]:

“İniş için bir aletli yaklaşma sonrası yapılan turlu yaklaşma esnasında görsel referans kaybolduğunda o prosedür için belirtilmiş olan pas geçme prosedürü uygulanacaktır. Turlu yaklaşımdan pas geçme prosedürüne geçiş turlu yaklaşma alanında iniş pistine doğru dönerek tırmanışla başlayıp, turlu yaklaşma irtifası veya daha yüksek bir irtifaya tırmanışla birlikte ivedi bir şekilde ilgili yaklaşmanın pas geçme prosedürüne dahil olunup uygulanacaktır. Bu manevralar esnasında işari hava sürati, görerek manevra için belirlenen maksimum işari hava süratini geçmemelidir. Turlu yaklaşma manevrası birden fazla istikamette uygulanabilir. Bu nedenle, görsel referansın kaybolduğu zamanda uçağın çizilen pas geçme hattına dahil olabilmesi için farklı patern varyasyonları gereklidir (PANS-OPS 8168, Volume I, Bölüm 4, S. I-4.7.2.)”.

Yayımlama

Genel kriterler, Hava Seyrüsefer Hizmetleri için Usuller-Uçak Operasyonları dokümanı Volume II, Bölüm 9, “Charting/AIP” kısmında belirtilmiştir. Görerek manevra için aletli yaklaşma haritası, son yaklaşma da yatay rehberlik sağlayan seyrüsefer yardımcısının tipine, ardından A harfi ile başlayan, tek harfi bir son ek ile tanımlanacaktır. Son ek harfi, ilgili havalimanındaki herhangi bir prosedürde, aynı şehir isminde hizmet veren başka bir havalimanında veya aynı eyaletteki başka bir havalimanında veya aynı isimde hizmet veren bir şehirde herhangi bir prosedürde tekrar kullanılamaz. Prosedür için OCA/H değerleri, yaklaşma veya pas geçme için yüksek olan OCA/H değeri olmalıdır ve ilgili dokümanın Bölüm 5, 5.5.5,1 “OCA’H’in ilan”ı ve 5.4.4, “Görerek Manevra (Turlu) için OCA/H” esaslarına göre yayımlanmalıdır [9].

Ön tanımlı yol kullanarak görerek manevra

Açıkça tanımlanmış görsel özelliklerin izin verdiği ve operasyonel açıdan arzu edilirse, görerek manevra için ön tanımlı bir yol tasarlanabilir (turlu yaklaşma alanına ek olarak). Bu yol, aynı uçak kategorileri için tasarlanmış olan turlu yaklaşma alanı

boyutlarının içinde kalmalıdır. Eğer bu durum sağlanamazsa, prosedür, “GÖREREK manevra” yerine “GÖREREK yaklaşma prosedürü” olarak adlandırılmalıdır.

Görsel özellikler yolu ve (gerekirse) yoldaki radyo fiksleri (ör: VOR radyali, DME mesafesi, vb). ile tamamlanan irtifa değiştirme noktalarını tanımlamak için kullanılır. Radyo fiksi toleransı, görsel özellik toleransına eşit veya daha iyi olmalıdır. İlgili görsel özellik yok ise radyo fiksi kullanılamaz.

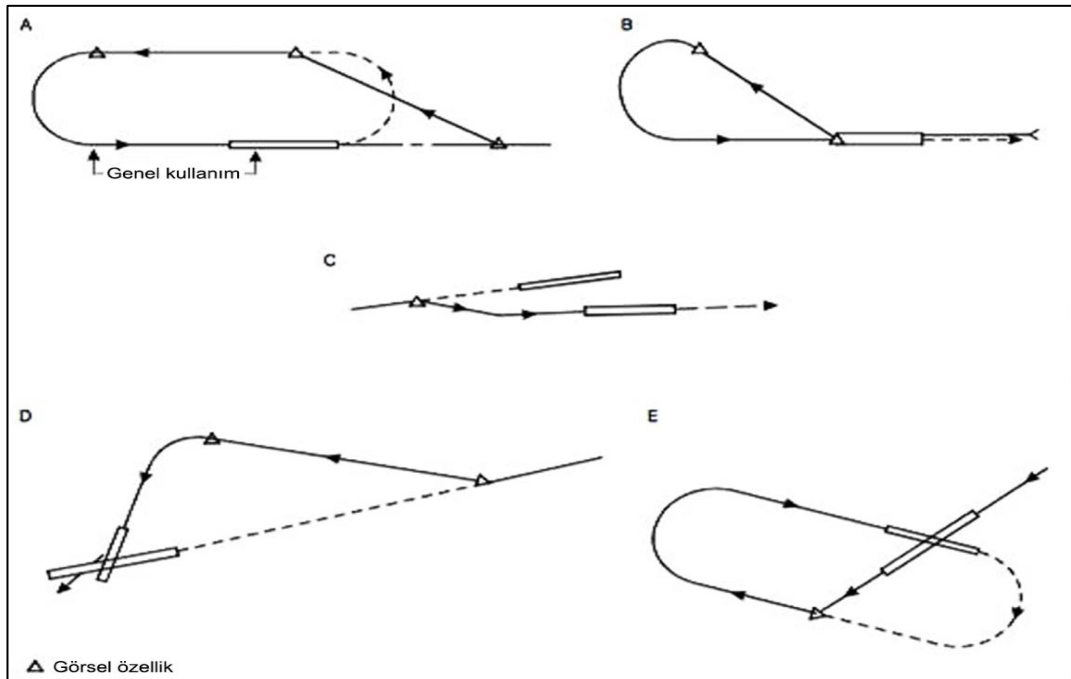
Görerek manevra yolunun sonunda, ikinci bir ön tanımlı yol manevrası için bir go-around prosedürü teşkil edilmelidir. Bazı durumlarda, go-around prosedürü aletli yaklaşmanın pas geçme prosedürüne dahil olabilir.

Yol

İlgili birçok rota ve daha yaygın durumlar Şekil 1.5 uygulama-1’de gösterilmiştir.

Rotaları bir araya getirmek: Her kategori uçak için bir rota oluşturmak mümkündür, fakat basit olması açısından, şayet operasyonel kısıtlamalara yol açmayacaksa, bütün kategoriler için tek bir rota veya kategori A ve B için bir rota ve kategori C, D, E için ise farklı bir rota kullanılması tavsiye edilmektedir.

Ayrılma noktası: Bu nokta, açıkça tanımlanabilen görsel bir özellik ile tanımlanmalıdır. (0.5 NM’den daha düşük bir toleransa sahip bir radyo fiksi ile tamamlanır, örneğin; orta marker veya DME mesafesi).



Şekil 1.5. Uygulama-1 yaygın rota çeşitleri [9]

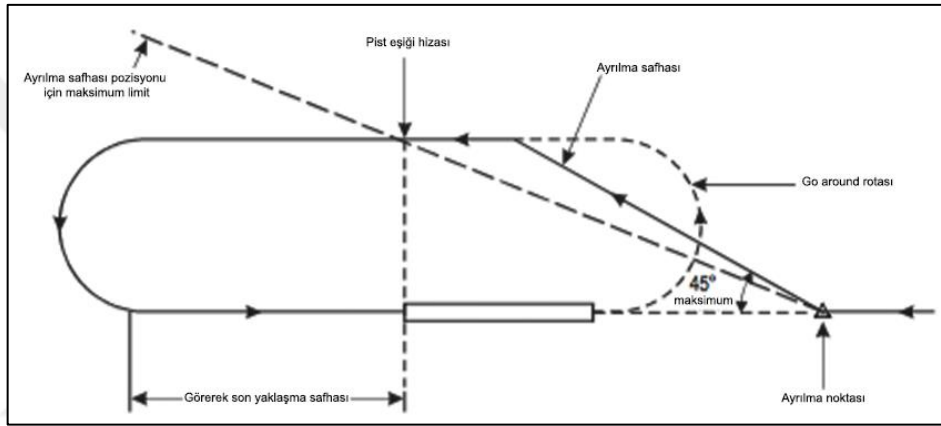
Ayrılma safhası

Bu safha, aletli yaklaşmanın son yaklaşma safhasını, ön tanımlı yolun rüzgârlı bacağına bağlar. Bazı durumlarda, bu safha bir dönüşle değiştirilebilir (Şekil 1.5 Uygulama-1-E) veya bir S-tipi manevra uygulanabilir (Şekil 1.5 Uygulama-1-C).

Şekil 1.6 Uygulama-2'nin durumunda, ayrılma safhanın sonu, ön tanımlı yol için kullanılan pist eşiği hizasından önce olması tavsiye edilmektedir.

Ayrılma safhası ve ön tanımlı yol için kullanılan pist arasındaki açı 45 dereceye eşit veya daha küçük olmalıdır.

Ayrılma safhasının uzunluğu ve manyetik sapması ilan edilmelidir.



Şekil 1.6. Uygulama-2 ayrılma safhası ve noktası [9]

Rüzgârlı bacağı

Bu bölüm pist eksenine paralel olup; uzunluğu ön tanımlı yolun son yaklaşma safhasının uzunluğuna ve ayrılma safhasının pozisyonuna göre karar verilir. “Rüzgârlı” bacağının uzunluğu ve manyetik oryantasyonu ilan edilmelidir.

Dönüş yarıçapı

Hız, görerek manevra için maksimum hava süratinden hesaplanan gerçek hız olmalıdır: (Tablo-1.5 ve Tablo 1.6)

İrtifa: meydan rakımı + 300 m (1 000 ft); ve

Sıcaklık: ISA + 15°C

Gerekli görüldüğü takdirde, işari hava sürati, son yaklaşma segmenti için belirtilen maksimum işari hava süratinden (Tablolar 1.5 ve tablo 1.6) daha düşük olmayabilir. Böyle bir durumda, maksimum işari hava sürati ilgili aletli yaklaşma haritasında ilan edilmelidir.

Ön tanımlı yol için son yaklaşma safhası

Ön tanımlı yolun son bölümünün uzunluğu, son yaklaşma için maksimum işari hava süratinden hesaplanan gerçek hava süratine tekâmül eden bir hızda 30 saniyelik uçuşa dayanır.

İrtifa: meydan rakımı + 300 m (1 000 ft); ve

Sıcaklık: ISA + 15°C.

Bu safhanın başlangıcında minimum bir irtifa muhafaza edilmesi gerektiğinde, prosedür tasarımcısı, son yaklaşma alçalışındaki süzülüş açısının yüzde 10'dan daha az (optimum %5,2 veya 3 derece) olmasına imkân sağlayacak şekilde uzunluğunu kontrol etmelidir.

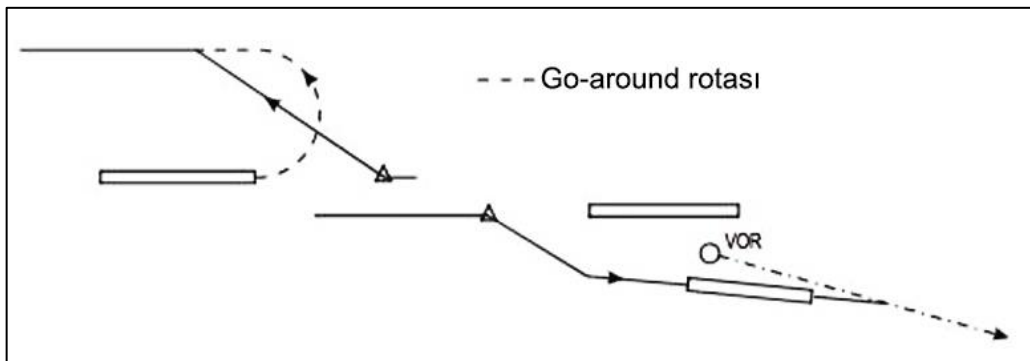
Yatış açısı

Ortalama 25° yatış açısı için uygundur.

İnişten vazgeçme (go around)

İnişten vazgeçme “go around” olarak ifade edilmektedir ve bu çalışmada bundan sonra “go around” ifadesi kullanılacaktır.

Tüm koşullarda, ön tanımlı yol bir go around yörüngesine imkân sağlar. Genel olarak, bu manevra, pist sonunda başlayan ve ön tanımlı yolun "rüzgâraltı" bacağına ulaşan 180 °'lik bir dönüşten oluşur. Bu tarz bir prosedür uygun olmadığında, şayet 180 derecelik dönüş manevrası altında kısıtlayıcı bir mania varsa veya özel bir ön tanımlı yol varsa (Şekil 1.7), aletli pas geçmeye dahil olunacak bir go around prosedürü belirlenecektir.



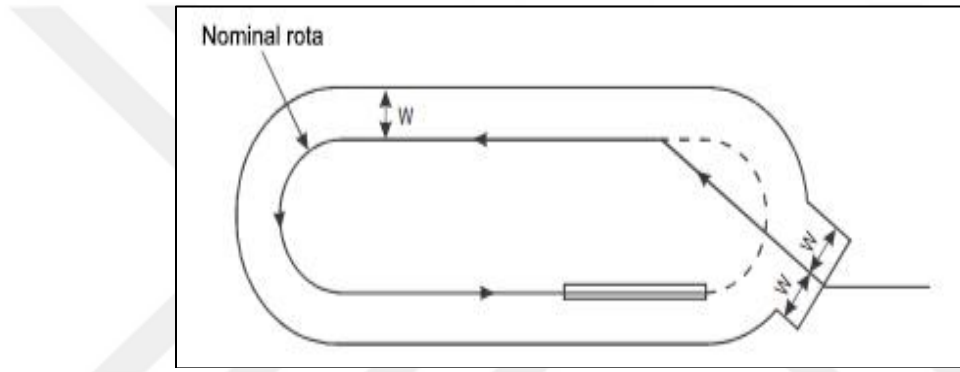
Şekil 1.7. Go around için ön tanımlı yol [9]

Ön tanımlı yol ile ilişkili alan

Bu alan, nominal yol üzerinde ve ayrıca nominal yolun dışındaki genişliğin (w) koruma alanına (buffer) dayanmaktadır. Koruma alan "ayrılma" noktasından başlar ve ön tanımlı yol kullanılarak yapılan ikinci bir görerek manevrayı, pas geçme de dahil olmak üzere kapsayan yolu takip eder. (Tablo 1.4 Uygulama-1 ve Şekil 1.8 Uygulama 4)

Tablo 1.4. Uygulama-1-yarı koridor genişliği

Uçak Kategorisi	A	B	C	D	E
Yarı koridor genişliği (w)	1400	1500	1800	2100	2600
metre	4593	4921	5905	6890	8530
(feet)					



Şekil 1.8. Uygulama-4- Alan [9]

Minimum mania kleransı ve OCA/H

Ön tanımlı yollarda görerek manevra OCA/H değeri, ön tanımlı yol alanı içindeki en yüksek maniaya eklenen minimum engel kleransı (MOC-Minimum Obstacle Clearance) ile elde edilir. Bu değer ayrıca Tablo 1.5 Uygulama 2’de belirtilen limitlere uygundur ve görerek manevra ile sonuçlanan aletli yaklaşma prosedürü için hesaplanan OCA/H değerinden daha az olmamalıdır.

Tablo 1.5. Uygulama-2 ön tanımlı yol kullanılarak yapılan görerek manevralarda minimum OCA/H değerleri

Uçak Kategorisi	Mania Kleransı (m) ft	Meydan Rakımı Üstündeki en düşük OCH Limiti m (ft)	Minimum Görüş km (NM)
A	90 (295)	120 (394)	1.9 (1.0)
B	90 (295)	150 (492)	2.8 (1.5)
C	120 (394)	180 (591)	3.7 (2.0)
D	120 (394)	210 (689)	4.6 (2.5)
E	150 (492)	240 (787)	6.5 (3.5)

Görsel yardımcılar

Ön tanımlı yol için kullanılan pist ile ilgili görsel yardımcılar (ör. sıralı yanıp sönen ışıklar, PAPI, VASIS) temel özellikleriyle (ör. PAPI veya VASIS' in eğimi) yaklaşma haritalarında gösterilir. Mania üzerindeki ışıklandırmalar yaklaşma haritalarında gösterilmelidir [9].

Turlu yaklaşımlar için ICAO prosedürleri, ICAO 8168 dokümanında (PANS-OPS) belirtilmiştir. Bunlar, tüm Avrupa ile dünya genelindeki çoğu ülkelerde uygulanan uluslararası kriterlerdir. Turlu yaklaşımlar ile ilgili diğer bir doküman ise TERPS olup TERPS prosedürleri 8260 Numaralı FAA Direktifinde tanımlanmıştır. TERPS prosedürleri, Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere, Kanada, Kore, Suudi Arabistan, Tayvan ve bazı NATO askeri prosedürlerinde kullanılmaktadır [16].

Turlu yaklaşımlarla ilgili görüş değerleri, turlu yaklaşma alanının belirlenmesi vb. gibi konularda bazı farklılıklar bulunmaktadır. ICAO PANS-OPS ile TERPS arasındaki farklılıklardan aşağıda kısaca bahsedilmiş olup, bu tez kapsamında yapılan çalışmada, tasarım kriterleri ve hesaplamalarda daha önce de belirtildiği gibi ICAO, PANS-OPS Doc 8168 Vol-II dokümanı esas alınmıştır.

ICAO Doc 8168 PANS-OPS ve TERPS her ikisi de turlu yaklaşma manevrasını; direkt yaklaşma için uygun olmayan şekilde konuşlandırılmış bir hava aracını bir pist üzerine iniş için gerekli pozisyona getiren ve bir alet yaklaşmasının son yaklaşma safhasının tamamlanmasından sonraki uçuşun görsel safhası şeklinde ifade etmektedir [9,12].

PANS-OPS ve TERPS görüş değerlerindeki farklılıklar Tablo 1.6'da verilmiştir. Buna göre PANS OPS'un minimum görüş değerleri TERPS'e göre daha düşüktür.

Tablo 1.6. PANS-OPS ve TERPS'e göre minimum görüş değerleri [9,12]

Uçak Kategorisi	A	B	C	D	E
Minimum Görüş PANS-OPS	1.9 km	2.8 km	3.7 km	4.6 km	6.5 km
Minimum Görüş US TERPS	1.6 km	1.6 km	2.4 km	3.2 km	3.2 km

Uçak performans farklılıklarının, turlu yaklaşma gibi manevralar için gerekli olan hava sahası ve görüş değerlerine doğrudan etkisi vardır. Bu yüzden görerek manevra

(turlu yaklaşma) alanının boyutunu kararlaştırmadaki en önemli parametre uçağın yaklaşma süratidir.

Uçak tip kategorileri, uçakların belirli aletli yaklaşma prosedürleri uygularken uçak manevra kabiliyeti ile alakalı standart bir temel oluşturabilmek amacıyla belirlenmiştir. Hem PANS-OPS hem de TERPS uçakları yaklaşma kategorilerine göre ayırırken, stall süratının 1.3 katına eşit olan bir referans sürat esasına göre gruplandırmaktadır. Her iki dokumanda da sürat kategorileri aynı ve işari hava süratine (IAS-Indicated Air Speed) göre gösterilmiş olsa da önemli bir farklılık bulunmaktadır. Bu fark, görerek manevra (turlu yaklaşma) alanın boyutuna karar verirken TERPS, görerek manevra için yapılan gerçek hava sürati (TAS-True Air Speed) hesaplamalarında tablo 1.7, 2.sütunda belirtilen hızları kullanmaktadır. PANS-OPS ise Tablo 1.7, 3. sütunda belirtilen ve daha yüksek bir değer olan görerek manevra IAS değerlerini kullanmaktadır. Diğer şartların hepsi eşit olmasına rağmen, bu farklılık daha geniş yarıçaplı bir yay uygulanmasına sebep olmaktadır. Her iki dokumanda hesaplamalarda, rüzgârın hangi yönden estiğine bakılmaksızın görerek manevra IAS'ını kullanan her uçak kategorisi için gerçek hava süratine (TAS) 25 knot rüzgâr faktörünü sabit olarak eklemektedir [17].

Tablo 1.7. PANS-OPS ve TERPS'e göre uçak kategorileri ve PANS-OPS tarafından kullanılan görerek manevra IAS'ları

Uçak Kategorileri	TERPS'ün Kullandığı Sınıflandırma Hızları	PANS-OPS'un Kullandığı Görerek Manevra için Max IAS Değerleri
A	<91kt	100kt
B	91kt/120kt	135kt
C	121kt/140kt	180kt
D	141kt/165kt	205kt
E	166kt/210kt	240kt

PANS-OPS görerek manevra (turlu) alanının boyutunu belirlemek için sabit bir yatış açısı değeri varsaymaktadır. Değer, ortalama 20 derece yatış açısı veya saniyede 3 derecelik dönüş oranı değerlerinden küçük olanına göre seçilir. TERPS ise uçak kategorilerine göre 20 ve 25 derece yatış açısı değerlerini kullanmaktadır. Buna göre, TAS hesaplaması için kullanılan IAS daha büyük ve varsayılan yatış açısı daha düşük olduğundan, PANS-OPS'da kullanılan turlu yaklaşma alanının yarıçapı TERPS'te kullanılanıdan daha büyüktür. Bu, PANS-OPS kriteri kullanılarak hesaplanan varsayılan turlu yaklaşma alanı içindeki bir manianın, TERPS kullanılarak hesaplanan mania alanının dışına düşebileceği anlamına gelmektedir. Bu durum yapılan araştırmalarda, 2002 yılında, Gimhae Havalimanı yakınında B767-200 tipindeki uçağın turlu yaklaşma

esnasında araziye çarpması sonucu 129 kişinin ölmesine sebep olan kazada önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir [18].

1.3. Çalışmanın Amacı

Turlu yaklaşımların güvenilirliğini ve yapılacak manevranın öngörülebilirliğini sağlamak amacıyla bu çalışmada ön tanımlı yol ile turlu yaklaşma tasarımının yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma bölgesi olarak seçilen Van Ferit Melen Havalimanı bu tezin ikinci bölümünde detayları ile tanıtılmıştır.

Van Ferit Melen Havalimanında aletli yaklaşma yapılabilen tek pistin 03 pisti olması rüzgârın yön değiştirmesi ile aktif pistin 21 olduğu durumlarda bu piste turlu yaklaşma yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Meydanın doğu tarafında yüksek rakımlı dağlar olduğu için otoriteler 040 radyal ile 210 radyal arasında kalan bölümü turlu yaklaşımlara yasaklamıştır. Bu durum, 21 pistine sadece batı tarafından turlu yaklaşma yapılabileceğini göstermektedir ve turlu yaklaşma esnasında 21 pisti tarafında bulunan yüksek rakımlı dağlardan dolayı turlu yaklaşma manevrası esnasında uçakların özellikle esas bacak dönüşünde turlu alanının içinde kalıp kalmama ile ilgili kaygılarının yanı sıra, yüksek kalma veya stabil olamama gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Turlu yaklaşma esnasında, turlu manevra alanı sektör sınırları belirlenmiş, pist veya yer ile görsel referans kaybı durumunda pas geçme prosedürü olan, pilotların uçuş radyalleri ve uçuş başları ile belirlenmiş olan bir rota üzerinde uçmalarına imkân sağlayan ve pilotların farkındalığını arttırarak daha emniyetli bir uçuşa imkân sağlayan ön tanımlı rota ile turlu yaklaşma önerisi Van Ferit Havalimanı 21 pisti için geliştirilmiştir.

2. ÇALIŞMA BÖLGESİ TANITIMI

Bu tez kapsamında çalışma bölgesi olarak Van Ferit Melen Havalimanı seçilmiş olup, bu bölümde Van Ferit Havalimanı karakteristik özellikleri ve meydanla ilgili genel bilgiler verilecektir.

Türkiye'nin en yüksek rakımlı bölgeleri üzerinde bulunan Van ili volkanik dağlarla kaplıdır. İl topraklarının yaklaşık olarak %53'ü dağlardan %33'ü platolardan ve %14'ü ovalardan oluşmaktadır. Yüzölçümü bakımından Türkiye'nin 5. nüfus bakımından ise 19. büyük ilidir. Deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1700 m olup, havalimanı çevresi meydan batısı dışında oldukça dağlıktır [19].

1943 Yılında hizmete açılan Van Havalimanı Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMİ) tarafından yayımlanan 2018 yılı ocak ayı sonu kesin olmayan yolcu ve uçak istatistik verilerine göre İç Hat ve Dış Hat toplam 157.825 yolcu sayısı ile Doğu Anadolu Bölgesindeki Havalimanları arasında 1. Türkiye geneli ise 11. sıradadır ve 2017 Ocak ayı kesin olmayan istatistik verilerine göre kıyaslandığında 2018 Ocak ayında bir önceki seneye kıyasla, yolcu sayısında %26'lık bir büyüme kaydetmiştir. [24]

Havalimanı, 382805 kuzey paralelleri ile 431956 doğu meridyenleri arasında Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü kıyısında yer alır. Meydan rakımı 5473 ft'tir [20].

Havalimanı çevresinde yüksek dağlar mevcuttur. Bu durum ayrıca, havalimanına aletli yaklaşma ve aletli kalkış prosedürü tasarlanırken hesaplanan koruma alanları içindeki engel yüzeylerini delen manialar bulunması sebebiyle dikey rehberlikle veya hassas yaklaşma prosedürü tasarlanmasına imkân sağlamamaktadır.

Meydan 03-21 oryantasyonuna sahip, 2750 uzunluğunda 45 metre genişliğinde tek piste sahiptir. Meydanda 03 istikametinden 21 istikametine doğru A-B-C olarak isimlendirilmiş 3 adet taksi yolu bulunmaktadır. C taksi yolu sadece askeri apronda bulunan veya gelen askeri trafikler tarafından kullanılmaktadır. Pist başlarında uçakların geri-dönüş (backtrack) manevrası yapabilmeleri için cepler bulunmaktadır.

Taksi yolu bağlantıları olmaması ve pist başlarında piste giriş için bir taksi yolu tasarlanması uçakların kalkış manevrası için piste girdikten veya inişten sonra pisti terk ederken pist işgal sürelerini arttırmaktadır. Bu durum, uçakların inişten sonra pist terk etme sürelerini de hesaba katılarak yapılan yaklaşma trafik sıralamalarında uzun süreler oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca iki pist başı rakımı arasında 56 feet (18 m)'lik fark olması uçakların, operasyonel olarak kalkış için rakımı daha yüksek olan 21 pist başından

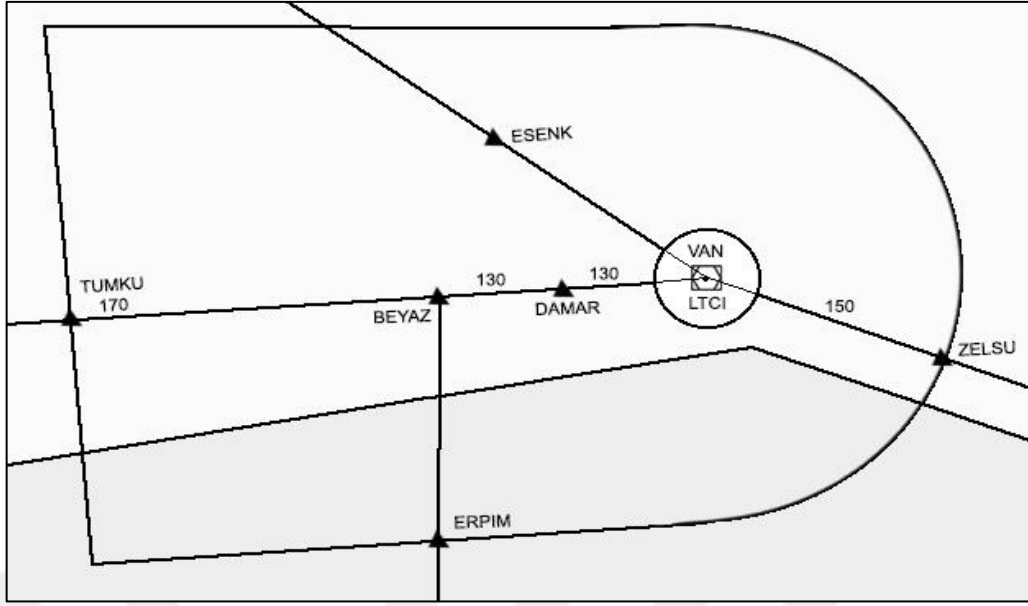
kalkış yapmayı tercih etmelerine sebep olmaktadır. Bu durumda hâkim rüzgâr yönünün 03 pisti istikametinde olması durumunda geliş trafiklerinin 03 pistine iniş yapmaları, kalkışların ise yaklaşık 10 knot arka rüzgâra kadar 21 pistini tercih etmelerine sebep olmaktadır. Bunun sonucunda hava trafik kontrolörleri tarafından ters pist operasyonu kullanılmak zorunda kalındığı için kalkış trafiklerinin uzun süreli beklemlerine veya geliş trafiklerine hız azaltma talimatı uygulanmaktadır. Ayrıca ICAO, Hava Seyrüseferi için Prosedürler Dokümanı, Hava Trafik Yönetimi- Doküman 4444 ters pist operasyonu ayırma minimalarına göre karşı trafiği inbounda dönmeden veya pist başına 5 dakikalık bir mesafeye gelmeden önce kalkış trafiğinin kalkışını tamamlamış olması gerekmektedir [15].

Meydanda 03 pisti için yayımlanmış aletli yaklaşma prosedürleri mevcut olup, 21 pisti için tasarlanmış bir aletli yaklaşma prosedürü mevcut değildir. Hâkim rüzgârın 21 pistine doğru esmesi durumunda uçaklar gündüz şartlarında, 03 pistine mevcut aletli yaklaşımlardan birini uygulayarak, sonrasında 21 pisti için görerek manevra (turlu yaklaşma) yapmaktadırlar. Şirket politikası gereği ise hiçbir hava yolu şirketi gece şartlarında 21 pistine turlu yaklaşmayı tercih etmemektedir. Arka rüzgârın uçakların performansına göre limit dışı olması durumunda ise trafikler yedek meydanlara yönlendirilmek (divert) zorunda kalmaktadırlar.

2.1. Van Ferit Melen Havalimanı Terminal Kontrol Sahası

Terminal kontrol sahası, havaalanları çevresinde belirlenmiş kontrollü bir hava sahasıdır. TMA'ların oluşturulma amacı, bir TMA içinde yer alan tüm askerî ve sivil meydanların uçuş faaliyetleri ile bu meydanlara dışarıdan gelen ve dışarı giden trafiklerin uçuşlarının düzenli ve emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktır. Meydan seviyesinden değil, belirli bir irtifadan başlar ve üst limiti genellikle uçuş seviyesi (FL–Flight Level) olarak ifade edilir [21].

Van Havalimanı Terminal Kontrol Sahası (TMA); merkezi 382756N-0431859E, yarıçapı 25 NM doğuda, kuzeyde, batıda ve güneyde 385300N-0431847E, 385940N-0420914E, 380940N-0420352E, 380334N-0431422E koordinatlarla birleşen 6500 feet AMSL (Above Mean Sea Level) ile FL200 (yaklaşık 20500 feet AMSL) arasındaki sahadır [22]. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Van havilamanı (LTCl) terminal kontrol sahası ve iniş kalkış yolları

Van Terminal Kontrol Sahasında 4 adet giriş noktası bulunmaktadır. Bunlar, TUMKU, ZELSU ve ESENK ve ERPİM noktalarıdır. Trafikler bu giriş noktalarına yaklaşık 2 dakikalık uçuş mesafesinde ve uçuş seviyesi FL210'a alçalışta iken Ankara Saha Kontrol tarafından devredilmektedirler. İç hat uçuşlarının gün içindeki dağılımlarına bakıldığında, en yoğun hatların Ankara ve İstanbul'dan olduğu gözlemlenmektedir. Bu trafiklerin terminal kontrol sahasına girişleri TUMKU noktasından olmaktadır. Meydanda aktif çalışan hava trafik kontrolörleri ile yapılan ikili görüşmelerde gün içindeki sivil iç hat uçuşların meydana geliş ve meydana ayrılışları ağırlıklı TUMKU noktasından, askeri nakliye veya ambulans trafiklerin zaman zaman ESENK noktasından giriş yaptıkları, dış hat uçuşları ise genelde İran ve Afganistan güzergahında olduğu için dış hat trafikleri tarafından ZELSU noktasının kullanıldığı aktarılmıştır. Bu tez kapsamında TMA'ya gelişlerin yoğunlukla yapıldığı TUMKU noktası dikkate alınacaktır.

DHMI, web sitesinden geçmişe yönelik trafik analizine bakıldığında, havalimanında yoğun kış koşulları yaşanmasından dolayı kışın tarifeli havayolu seferlerin sabah 09:00'da ilk trafiğin inişiyle başlayıp akşam 19:00'da son trafiğin kalkışı ile tamamlandığı gözlemlenmektedir. Yaz tarifeli havayolu seferleri ise, sabah 07:30 ile akşam 20:30 aralığında gerçekleşmektedir. Havalimanına gelen uçakların tipleri genelde Airbus 320 ve 321, Boeing 737 ve 738 ve orta kategori sınıfındaki uçaklardır [23,28].

Havalimanı meteoroloji ofisi tarafından alınan Van Havalimanı bir yıllık rüzgâr verilerine bakıldığında hâkim rüzgârın 030°'ler ile 140°'lerden estiği gözlemlenmektedir. Bu durumda aletli yaklaşma pisti olan 03 pisti kullanılmaktadır. Ancak, yılın belirli zamanlarında, oraj geçişlerinde, kar yağışı esnasında veya mevsim değişimlerinde rüzgâr yönünün 210°'ler ile 280°'lerden estiği tespit edilmiştir [24]. Bu durumda ise uçaklar 03 pistine mevcut aletli yaklaşma prosedürü uygulayarak yaklaşp, turlu yaklaşma irtifasına ulaştıktan sonra 21 pistine turlu yaklaşma yapmaktadırlar. Meydan doğusunda yüksek dağların bulunması sebebiyle 21 pistine turlu yaklaşıma sadece meydan batısından (göl üzerinden) izin verilmektedir ve bu durum aletli yaklaşma haritasında meydan doğusundan turlu yaklaşma yapılamayacağı şeklinde belirtilmiştir. Meydana daha önce iniş yapmış olan pilotlarla yapılan ikili görüşmelerde, 21 pistine turlu yaklaşman esnasında meydanla olan göz temasının zaman zaman kaybolduğu ve 21 pisti esas bacak civarında Van kalesinin varlığı, esas bacak dönüşünde pilotları tedirgin ettiği için kalenin arkasında kalacak şekilde dönüş planladıkları ve bu durumun da stabil olmayan bir yaklaşıma sebep olduğu, sonrasında ise pas geçip ikinci bir yaklaşma yapmak zorunda kaldıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca gece şartlarında şirket politikaları gereği turlu yaklaşma yapılmadığından ve 21 pisti için tasarlanmış bir aletli yaklaşma prosedürü olmamasından dolayı, şirketler gün batımı saatinden sonra pistin 21'e dönebileceği varsayımından, meydana uçuş planlamamaktadırlar. Bu tür durumlarda havalimanını kullanımını arttırabilmek için bu tez kapsamında Van Ferit Melen Havalimanına, ön tanımlı yol kullanılarak (prescribed track) yapılan turlu yaklaşma modeli önerilmiştir. Ön tanımlı yol kullanılarak yapılan turlu yaklaşma modeli ülkemizde henüz uygulamaya geçmemiş olsa da giriş kısmında verilen örneklerde olduğu gibi Avrupa da ve diğer ülkelerde uygulamaları mevcuttur.

2.2. Van Ferit Melen Havalimanı Aletli Yaklaşma Prosedürleri

Van Havalimanı aletli yaklaşma pisti 03'tür. 03 pisti için yer bazlı ve uydu bazlı aletli yaklaşma prosedürleri tesis edilmiştir. Uydu bazlı sistemlerden olan RNAV(GNSS) yaklaşma (yeni adıyla RNP RWY-03) prosedürü 2012 yılında havalimanına tesis edilmiştir. Hali hazırda meydana yaklaşan uçaklar tarafından en çok tercih edilen yaklaşma prosedürüdür. 26-30 Kasım 2018 tarihlerinde Fransa / Paris'te düzenlenen toplantıda ICAO EUR üyesi ülkelere, RNP APCH harita tanımlarının Avrupa Bölgesel Geçiş Planına göre "RNAV (GNSS) to RNP" olacak şekilde yeniden düzenlemesine

yönelik bir karar alınmıştır ve bu karar kapsamında 5 Aralık 2019'dan sonra tüm yaklaşma haritaları RNP APCH şeklinde değişmiştir, bundan sonraki kullanımlarda RNP yaklaşması adı kullanılacaktır.

Geleneksel yaklaşma prosedürlerinden olan VOR/DME, NDB, Localizer Only yaklaşımları da 03 pisti için tasarlanmış olup, RNAV kabiliyeti olmayan uçaklar tarafından tercih edilmektedir.

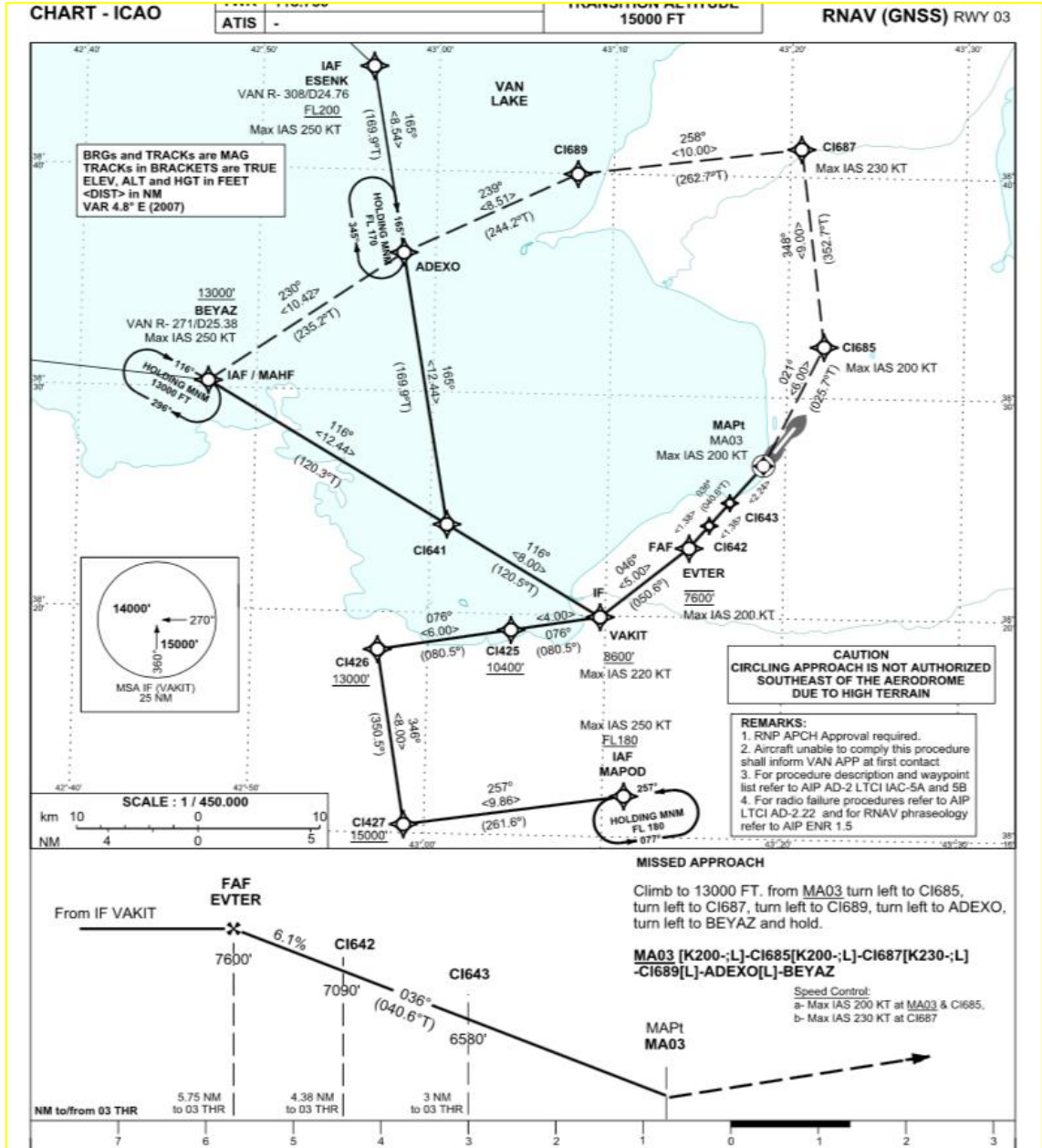
Van Havalimanına iniş-kalkış yapan uçakların tiplerine göre tercih edilen yaklaşma türleri incelendiğinde ticari trafiklerin RNP ve Loc-Only yaklaşımlarını tercih ettiklerini, askeri nakliye trafiklerin ise (C-130, CN235, C-160 vb.) VOR/DME-1 veya VOR/DME-2 yaklaşma prosedürlerini tercih ettikleri görülmektedir. Bu çalışma kapsamında trafik yoğunluğuna göre meydana en fazla kullanılan Loc Only ve RNP yaklaşımları dikkate alınacaktır. VOR/DME-1 ve VOR/DME-2 yaklaşımlarından ise kısaca bahsedilecektir.

Van Ferit Melen Havalimanı (LTCI) RNP RWY 03 yaklaşması

Van Havalimanında radar konuşlandırılmadığı için trafikler radarsız yaklaşma usullerine göre kontrol edilir. Trafikler arasında ayırma temini, ICAO, Hava Seyrüseferi için Prosedürler Dokümanı, Hava Trafik Yönetimi- Doküman 4444'te belirtilen zaman esasına dayalı ayırma usullerine göre sağlanır.

Van TMA'ya TUMKU noktasından giren ve 03 pisti için RNP yaklaşması yapan bir trafiğe ATC tarafından öncelikli olarak FL170'e alçalma müsaadesi verilir, sonrasında, 13000 feet irtifaya alçaltılarak BEYAZ (R-271/25.38 DME) ilk yaklaşma fiksine gönderilir. BEYAZ noktasından 03 pisti RNP yaklaşmasına serbest kılınan bir trafik 8600 feet irtifaya alçalarak, CI641- ve ara yaklaşma fiksi olan VAKIT noktasına devam eder. VAKIT noktasından sonra 7600 feet irtifaya alçalarak son yaklaşma fiksi olan EVTER'e devam eder ve %6.1 eğimle alçalarak CI642-CI643-MA03 (MAPt) noktaları üzerinden geçer ve uçak kategorisine uygun olan OCA/H değerine ulaştıktan sonra 03 pistine emniyetli inişini sağlar veya rüzgar durumuna göre pistin 21 olması durumunda uçak kategorisine uygun turlu yaklaşma irtifasına ulaşır ve meydan batısından turlu yaklaşıma girer veya bunların dışında unstabil bir yaklaşma olması veya pist üzerindeki herhangi bir sebepten dolayı pas geçmesi gerektiği durumlarda ise missed approach(pas geçme) prosedürünü uygulayarak 13000 feet'e tırmanır ve ikinci bir yaklaşma için BEYAZ ilk yaklaşma fiksine devam eder.

03 pisti için RNP yaklaşma prosedürü IAP haritası şekil 2.2’de, türlü yaklaşma için OCA/H değerleri ise Tablo 2.1 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. LTCI 03 pistine RNP yaklaşması [25]

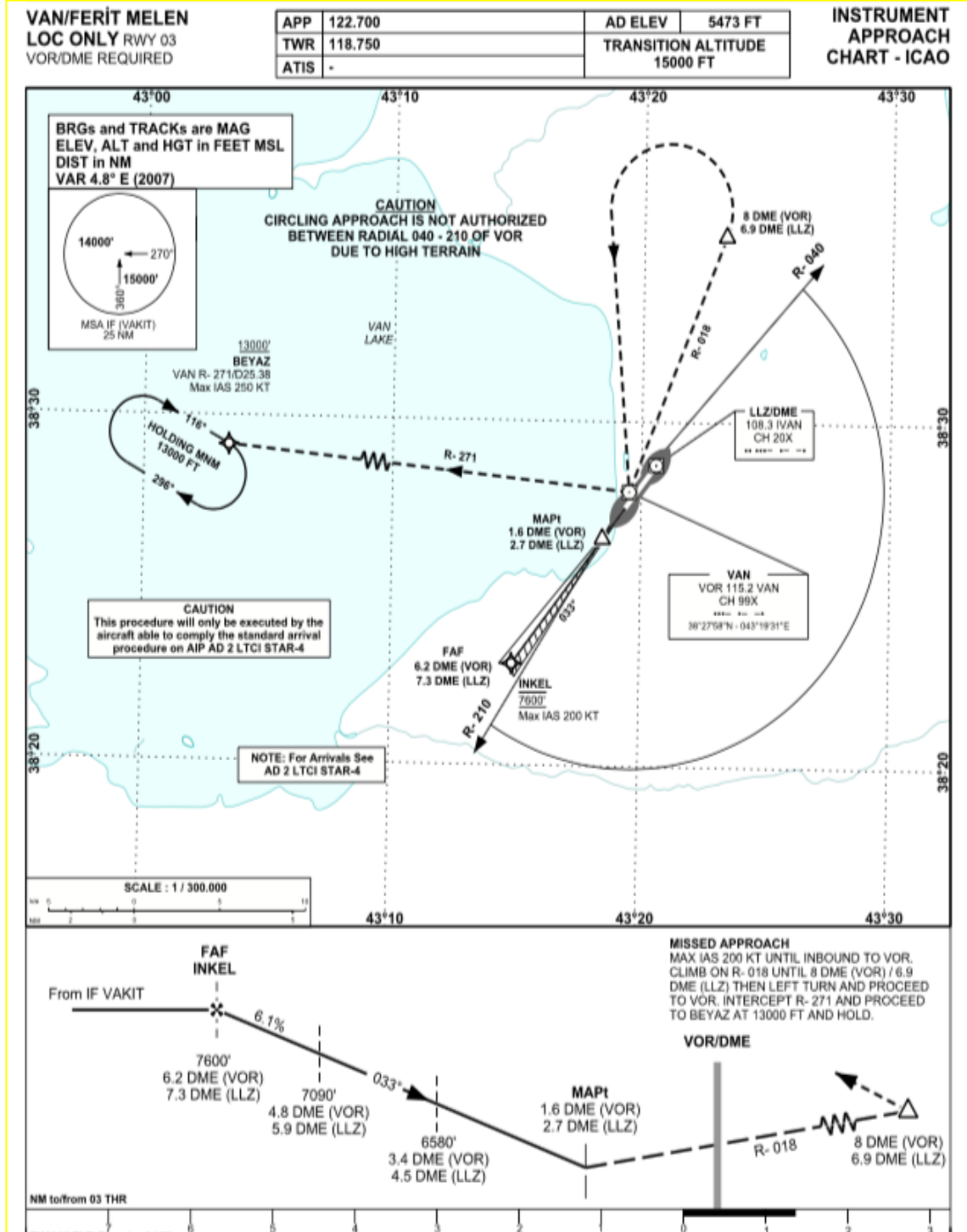
Tablo 2.1. LTCI 03 pisti RNP yaklaşması minima değerleri

OCA (H)		A	B	C	D
LNAV	Missed APP	6050'	6050'	6050'	6050'
	GR 2.5%	(633')	(633')	(633')	(633')
	Missed APP	5880'	5880'	5880'	5880'
	GR 5%	(463')	(463')	(463')	(463')
CIRCLING		6300' (827')		6900' (1427')	7200' (1727')

Van Ferit Melen Havalimanı (LTCI) Localizer-Only RWY 03 yaklaşması

Havalimanına yaklaşan trafiklerin Localizer yaklaşması yapabilmeleri için RNP 1 gerekliliği olan RNAV STAR'ları uygulayabilmesi gerekmektedir. Ayrıca VOR DME gerekliliği vardır. TUMKU noktasından terminal kontrol sahasına giren bir trafik 13000 feet irtifaya alçaltılarak BEYAZ 1A geliş yolu ile Localizer yaklaşmasına serbest kılınır. BEYAZ 1A STAR'ı ile 8600 feet irtifaya alçalan trafik CI-641 ve VAKİT noktasına devam eder. 8600 feet irtifada VAKİT noktasına geçtikten sonra 7600 feet irtifaya alçalırla INKEL noktasına devam eder. INKEL noktası yaklaşan trafiğin Localizer'a establish olduğu nokta olup trafikler INKEL'den sonra uçak kategorisine göre olması gereken MDA (Minimum Descent Altitude)'ya alçalır ve MAPt noktasına geldiğinde 03 pistine emniyetli inişin yapar veya pas geçmesi gerekirse IAC'da belirtilen usullere göre pas geçme prosedürünü uygular.

03 pisti için LOC-Only Yaklaşma prosedürü IAC'ı şekil 2.3'te türlü yaklaşma için OCA/H değerleri ise Tablo 2.2' de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. LTCI 03 pistine LOC ONLY yaklaşması [25]

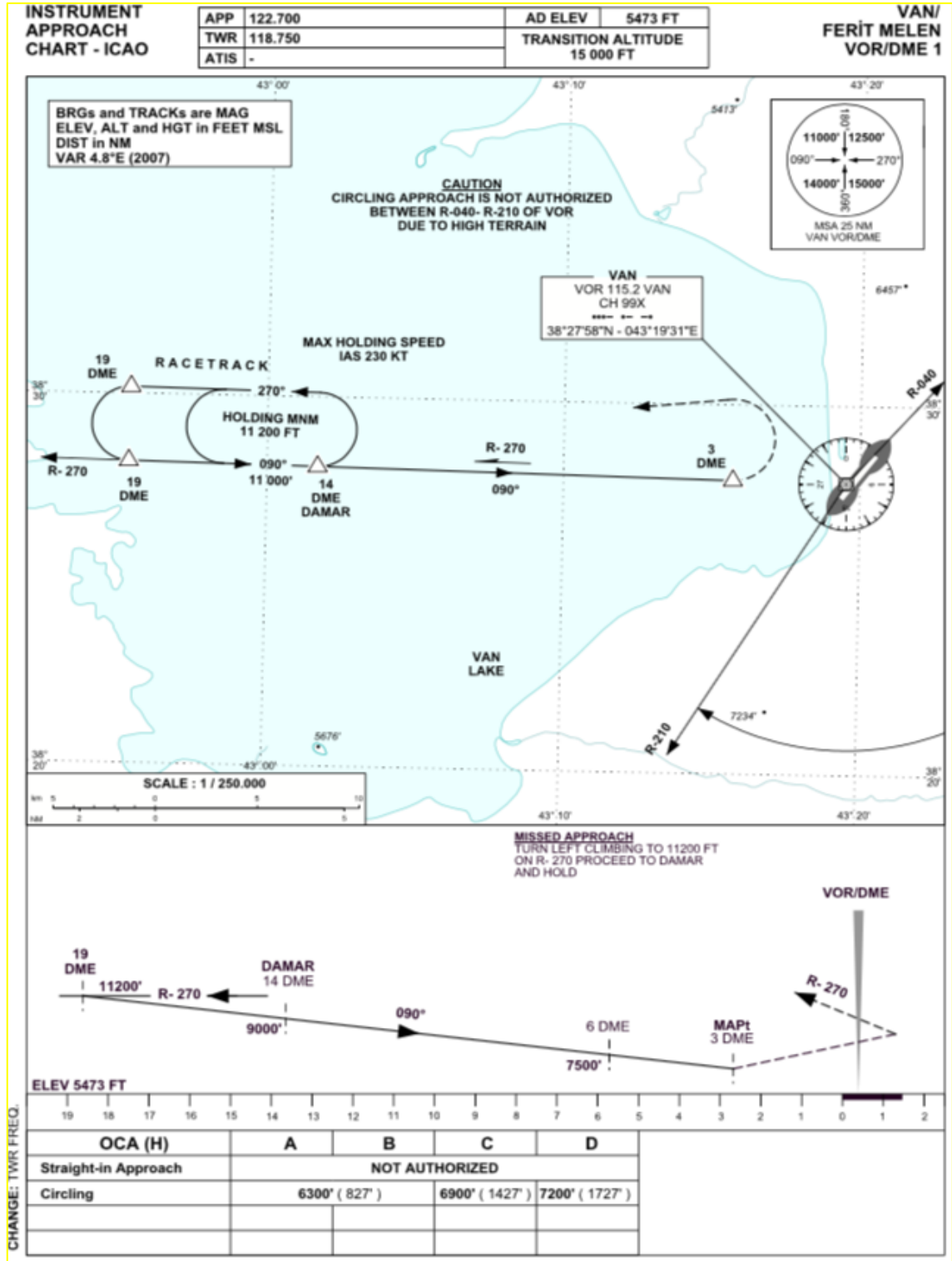
Tablo 2.2. *LTCI 03 pisti LOC-ONLY yaklaşması minima değerleri*

OCA (H)		A	B	C	D
Straight-in Approach	Missed APP	6117'	6117'	6117'	6117'
	GR2.5%	(700')	(700')	(700')	(700')
	Missed APP	5917'	5917'	5917'	5917'
	GR 5%	(500')	(500')	(500')	(500')
CIRCLING		6300' (827')		6900' (1427')	7200' (1727')

Van Ferit Melen Havalimanı (LTCI) VOR/DME 1 RWY 03 yaklaşması

Van Ferit Melen Havalimanı VOR/DME alçalması 03 veya 21 pistine direkt yaklaşarak alçalmaya imkân sağlamadığı için bu alçalma ile yaklaşan trafikler kategorilerine uygun turlu yaklaşma irtifasına ulaştıktan sonra 03 veya 21 pistine turlu yaklaşmaya girerler veya MAPt noktasına geldiklerinde pistle görsel teması sağlayamazlarsa pas geçme prosedürünü uygulayarak VOR/DME 1 ilk yaklaşma fiksine devam ederler. TUMKU noktasından terminal kontrol sahasına giren bir trafik 13000 feete alçaltılır ve BEYAZ noktasına devam etmesi söylenir. BEYAZ noktasını geçtikten sonra bekleme yapacaksa 11200 feet irtifaya bekleme planlanmıyorsa 9000 feet irtifaya alçaltılarak VOR/DME 1 yaklaşmasına serbest kılınır. Alçalma ve yaklaşma müsaadesini alan trafik 19 DME' de 11200 feet, 14 DME (DAMAR)'de 9000 feet, 6 DME' de 7500 feet olacak şekilde profile uygun alçalır ve uygun uçak kategorisi OCA/H değerine ulaştığında 03 veya 21 pistine turlu yaklaşmaya girer ya da pas geçme prosedürünü uygulayarak 11200 feet irtifaya tırmanarak DAMAR noktasına devam eder.

03/21 pistleri için VOR/DME 1 Yaklaşma prosedürü IAC'ı ve turlu yaklaşma için OCA/H gösterilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. LTCI VOR/DME 1 yaklaşması [25]

3. YÖNTEM

Bu çalışmada Van Ferit Melen Havalimanı türlü yaklaşma operasyonu için ön tanımlı rota önerisi geliştirilecek olup, ICAO PANS-OPS Volume 2 kriterleri tasarım aşamasında dikkate alınacaktır. Mevcut yaklaşma haritaları aynı şekilde kalacaktır. Bunlara ek olarak 03 pisti için Loc-only ve RNP yaklaşımların MAPt noktasından başlayıp 21 pist başına kadar devam eden ön tanımlı bir rota tasarlanacaktır. Tasarım kapsamında yıllık bazda trafik verileri, meteorolojik şartlar, 21 pistinin kullanılma sıklığı, gündüz ve gece şartlarında havalimanına inen kalkan uçak sayıları vb. parametreler ayrıntılı bir şekilde değerlendirilecektir.

3.1. Trafik Verileri

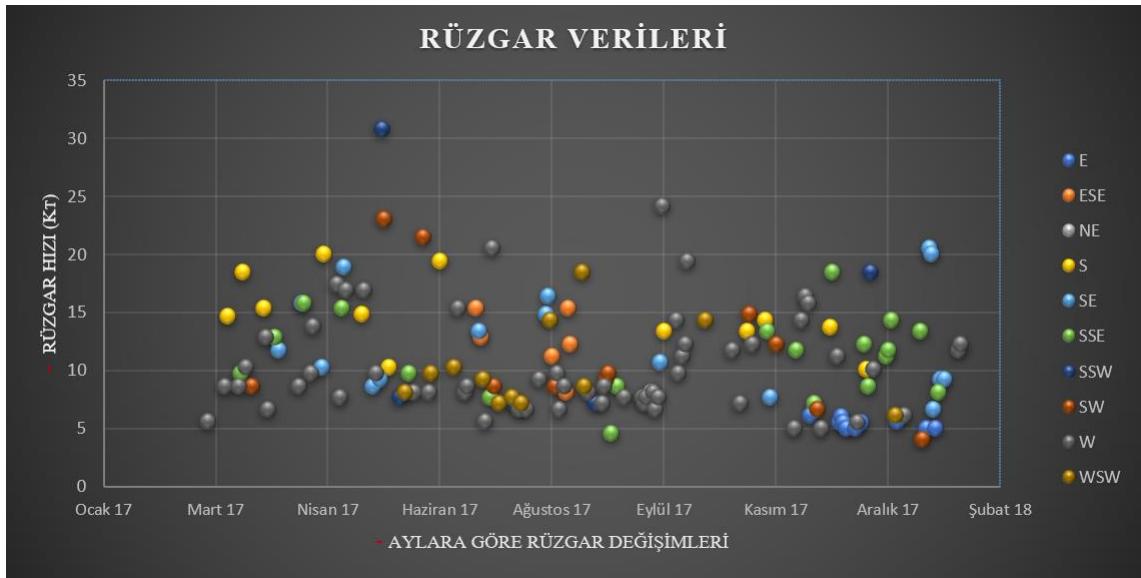
AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunication Network); Mesajların ve/veya sayısal bilgilerin aynı veya uygun haberleşme özelliklerine sahip havacılık sabit istasyonları arasında emniyetli, doğru ve güvenilir bir şekilde alınıp verilmesi için, havacılık sabit servisinin bir parçası olarak, havacılık sabit devreleriyle sağlanan dünya çapında bir sistemdir. Türkiye’de DHMİ bünyesindeki tüm havalimanlarında uçuş plan işlemleri bu sistem üzerinden sağlanmaktadır. AFTN sistemi, CIDIN (Common ICAO Data Interchange Network) ile bütünleşmiş bir sistem olup, ülkemiz hava ulaşımında esas unsuru oluşturan havacılık uçuş emniyet mesajlarının (FPL, DEP, ARR, CNL, CHG, notamlar, permiler, permi müsaadeleri, meteorolojik mesajlar vb.) AFTN üzerinden iletilmesinde X.25 protokolü ve paket programı ile sorumluluk listesine göre (RoutingTable) yurtdışına çıkışlarını sağlamaktadır [26].

DHMİ uçuş takip sistemi ise DHMİ havalimanlarında meydan kontrol kulelerinde konuşlandırılmış bir sistem olup, ilgili meydana inen ve kalkan trafiklerin kalkış saati, kalkış pisti, iniş saati, iniş pisti, yaklaşma tipi, iniş ve kalkışta meydan aydınlatması kullanılıp kullanılmadığı gibi bilgiler, sisteme görevde olan hava trafik kontrolörü tarafından kazandırılarak, hasılat, briefing, istatistik gibi ilgili birimler uçaklarla ilgili gerekli verileri alarak kayıtlarını tutmaktadırlar.

Çalışma kapsamında Van Ferit Melen Havalimanına ait rüzgâr verileri, Van Havalimanı Meydan Meteoroloji Müdürlüğünden alınmış olup, veriler grafik olarak sunulmuştur [Tablo 3.1]. Rüzgâr verileri grafiğinde, 2017 Ocak ile 2018 Şubat ayları arasındaki 1 yıllık rüzgâr verileri analiz edilmiştir. Pist değişimleri teoride 6 knot ve üzeri

arka rüzgârda gerçekleşmektedir [15] ancak uygulamada uçak tipine göre hava yolu pilotları genelde 9-10 knot üzeri arka rüzgârda diğer piste inmeyi tercih ederler. Çalışma kapsamında Van Havalimanı 21 pisti çalışılacağı için grafikte 120 derece ile 300 derece arasından ve 6 knot'ın üzerinde o güne ait maksimum şiddette esen batı (W), güney (S), doğu (E), güney batı (SW), güney doğu (SE), istikametli rüzgarlar seçilmiştir.

Tablo 3.1. Meteoroloji rüzgar verileri



Van Ferit Melen Havalimanı 2017-2018 yılına ait trafik sayısı en yoğun gün, 10 Haziran 2017 günü olarak tespit edilmiştir. Ancak 21 pistine türlü yaklaşmanın en fazla yapıldığı gün olan 18 Ocak 2018 tarihi çalışmada kullanılmak üzere tespit edilmiştir. Trafiklerin 18 Ocak 2018 tarihine ait kalkış ve iniş meydan verileri ile hangi piste ne tür bir yaklaşma yaptıkları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Trafikler ile ilgili bilgiler

Trafik Adı	Uçak Tipi	Yaklaşma Tipi ve İniş Pisti	İniş Saati
TRF-001	B738	RNP 03	08:50
TRF-002	B738	RNP 03	09:35
TRF-003	B738	RNP 03 / CIRCLING APPROACH 21	10:20
TRF-004	B738	VOR/DME 1 CIRCLING APPROACH 21	11:04
TRF-005	B738	VOR/DME 1 CIRCLING APPROACH 21	11:09
TRF-006	B738	RNP 03 / CIRCLING APPROACH 21	11:42
TRF-007	B738	RNP 03 / CIRCLING APPROACH 21	12:37
TRF-008	B738	VISAUAL APPROACH 21	14:30
TRF-009	B738	RNP 03	14:47
TRF-010	B738	RNP 03	15:25
TRF-011	B738	VOR/DME 1 CIRCLING APPROACH 21	16:05
TRF-012	B738	VOR/DME 1 CIRCLING APPROACH 21	16:27

Bu çizelgede 12 trafik görülmektedir. AFTN verilerine göre 18 Ocak 2018 günü 8 iniş ve 8 kalkış olmak üzere toplam 16 trafik olması planlanmıştır. Ancak 18 Ocak günü Van ili gün batım saatinin 17:01 olması ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü tahminlerinde gün batım saatinden sonra rüzgârın 21 pisti yönünde ve 10 knot'ın üzerinde esecek olması öngörüsünden dolayı, şirketler gece şartlarında türlü yaklaşma yapamadıklarından saat 17:30'dan sonraki uçuşları iptal etme kararı almıştır.

3.2. Ön Tanımlı Rota Önerisi

Geliştirilen Prosedür Önerisinde 03 pistine en yaygın olarak kullanılan aletli yaklaşımlardan, RNP ve Loc-only yaklaşımlarının devamında bir ön tanımlı rota kullanılarak türlü yaklaşma prosedürü tasarlanmıştır. Tasarım için aşağıdaki kabuller dikkate alınarak A, B, C ve D kategorisi için hesaplamalar yapılmıştır.

Kabuller;

A, B, C ve D Kategori uçaklar için dönüş yarıçapı hesaplaması kabulleri;

İrtifa= Meydan rakımı [Van meydanı için 5473 ft] +300m (1000ft)

İrtifa=5473 ft +1000 ft =6473 ft yaklaşık 7000 ft olarak alınmıştır.

Yatış açısı ($\tan \alpha$) = 20° (standart)

Sabit rüzgar hızı W_v (wind velocity) = 25kt

Yer çekimi (g) =9.81m/s²

Atmosferik Şartlar: ISA+15°

7000 ft ISA+15 'e göre cf=1,1406

Görerek Manevra İçin Belirlenmiş Maksimum Hızlar [Tablo 1.5'e göre]

A Kategori için 100 kt

B Kategori için 125 kt

C Kategori için 180 kt

D Kategori için 205 kt

$$r=(TAS+Wv) / g.tan \alpha \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$TAS \text{ için } cf \times IAS \text{ (kt)} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$R=2r + sbt \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Bu kabuller doğrultusunda kategori A, B, C ve D uçaklar için hakiki hava süratleri (TAS) hesaplanmıştır. Çıkan değerler eşitlik 1'e yerleştirilerek dönüş yarıçapı (r) hesaplanmıştır ve sonrasında çıkan değerler eşitlik 3'e yerleştirilerek pist eşiğine göre dönüş oranları (R) hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen değerler tablo 3.3 de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Uçak kategorilerine göre turlu yaklaşma alan hesaplamaları

Uçak Kategorisi	IAS (kt)	TAS (kt) (7000ft ve ISA+15°)	R (m)
A	100	114,06	3423
B	135	153,9	5490
C	180	205,3	8780
D	205	233,8	11035

R değeri dikkate alınarak belirlenen LOC Only ve RNP APCH için belirlenmiş ön tanımlı rotalara bu bölüm içerisindeki alt başlıklarda yer verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen veriler Google Earth programında Van Havalimanı üzerine yerleştirilmiş ve her iki pist başından uçak kategorilerine göre daireler çizilmiştir. Çizilen dairelerin içinde kalan alan turlu manevra alanı olarak belirlenmiştir. Uçak kategorilerine göre bu alanın içinde kalacak şekilde MAPt noktasından başlayan ve meydan batısında rüzgâr altı pozisyonunun sonuna kadar devam eden rotalar çizilmiştir. Çizilen rotanın kesişim noktaları VAN VOR'e göre radyal ve mesafe olarak Google Earth haritalarda işaretlenmiştir. Gerekli bütün parametrelerin harita üzerine işaretlenmesinden sonra charting (harita) kısmına geçilerek veriler Autocad programına aktarılmış ve Van havalimanı için 03 pistine Loc-only ve RNP yaklaşımlarından sonra 21 pistine ön tanımlı

rota kullanılarak turlu yaklaşma haritaları tasarlanmıştır. Prosedürlerin nasıl uygulanacağı aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Loc only 03 yaklaşmasının ilan edilen MAPt noktası VAN VOR'a göre 1.6 NM, RNP yaklaşmasının MA03 olarak adlandırılan MAPt noktası ise VAN VOR'a göre 1.4 NM' dir. Loc Only yaklaşması yapan uçaklardan turlu yaklaşıma girecek olanlar MAPt noktasından sonra VAN VOR'a göre 1.6 NM'den önce uçak tipine uygun MDA'ya ulaşarak 1.6 NM' de iken ön tanımlı yol için turlu yaklaşıma başlayacaklardır. RNP yaklaşması yapan uçaklardan turlu yaklaşıma girecek olanlar CI643 noktasından sonra VAN VOR'a göre 1.4 NM'dan önce uçak tipine uygun MDA'ya ulaşarak MA-03 noktasında iken ön tanımlı yol için turlu yaklaşıma başlayacaklardır. Her iki yaklaşma için ilan edilen turlu yaklaşma irtifaları C kategorisi uçaklar dışında mevcut aletli yaklaşma haritalarında belirtildiği gibidir. C kategorisi uçakları için mevcut haritalarda 6900 ft olan değer D kategorisi irtifasına çıkartılarak 7200 feet olarak değiştirilmiştir.

03 pistine LOC Only yaklaşmasından sonra 21 pisti için tasarlanan Ön Tanımlı Rota Kullanılarak Turlu Yaklaşma Önerisi

03 pistine Loc Only yaklaşması ile yaklaşan trafik aktif pistin 21 olması durumunda, son yaklaşma safhasında 033 derece inbound uçuş başında ilgili uçak kategorisine göre ilan edilen MDA'ya alçalarak MAPt noktasına ulaşır. A ve B kategori uçaklar MAPt noktasından sonra 360 uçuş başında 2,5 NM uçtuktan sonra 036 uçuş başında 2.0 NM uçuşu müteakip, C ve D kategori uçaklar ise, MAPt noktasından sonra 351 uçuş başında 3.5 NM uçtuktan sonra 036 uçuş başında 2.9 NM uçuşu müteakip, 21 pisti için karşılama dönüşü ile alçalarak son yaklaşıma girer ve inişini gerçekleştirir. İnişten vazgeçilmesi durumunda ise ilgili MDA'ya tırmanarak VAN VOR'a doğru uçuşa devam ederek, VOR üzerinde 271 radyale establish olarak, Loc only yaklaşmasının pas geçmesine dahil olup 13000 ft irtifaya tırmanarak BEYAZ noktasına devam ederek beklemeye girer. Bu prosedür 21 pisti PAPI ışıklarının gayri faal olması durumunda uygulanamaz.

03 pistine Loc only yaklaşmasından sonra, 21 pistine ön tanımlı yol kullanılarak yapılan turlu yaklaşma minimaları tüm kategori uçaklar için mevcut Loc only 03 yaklaşmasının turlu yaklaşma minimaları ile aynıdır. Yaklaşmanın herhangi bir bölümünde görsel referansların kaybolması durumunda 21 pist başına uçuşa devam ederek son yaklaşma pozisyonundan sonra pas geçme talimatlarını uygulamaları gerekmektedir [Şekil 3.1].

VAN TURKEY
VPT RWY 21



03 pistine RNP 03 yaklaşmasından sonra 21 pisti için tasarlanan Ön Tanımlı Rota Kullanılarak Turlu Yaklaşma Önerisi

03 pistine RNP yaklaşması ile yaklaşan trafik aktif pistin 21 olması durumunda, son yaklaşma safhasında 036 derece inbound uçuş başında ilgili uçak kategorisine göre ilan edilen MDA'ya alçalarak MA-03 (VAN VOR'a 1.4 NM) noktasına ulaşır. A ve B kategori uçaklar MA-03 noktasından sonra sırasıyla VAN10, VAN11 ve VAN14 noktalarına uçarlar. C ve D kategori uçaklar ise MA-03 noktasından sonra sırasıyla VAN12, VAN13 ve VAN14 noktalarına uçarlar. Unstabil bir yaklaşımdan kaçınmak için A ve B kategori uçaklar VAN11, C ve D kategori uçaklar VAN13 noktalarından VAN14 noktasına uçuşta (esas bacak dönüşü) ilgili MDA'yı terk ederek iniş için görsel referanslar yardımıyla alçalmaya başlanmasıdır. Ancak bu durum prosedürün optimum seviyede uçulabilmesi için tavsiye niteliğindedir, uçak performansı, yük durumu, rüzgâr düzeltilmesi vb. gibi durumlarda iniş için ne zaman alçalınacağı pilot sorumluluğundadır. Uçuşun herhangi bir bölümünde görsel referansların kaybolması veya inişten vazgeçilmesi durumunda uçak kategorisinde göre ilan edilen MDA'ya tırmanarak VAN15 noktasına uçuşa devam edilir ve sonrasında 271 derece uçuş başında BEYAZ noktasına doğru 13000 ft irtifaya tırmanışla birlikte RNP-03 yaklaşmasının pas geçme prosedürüne dahil olunur. Bu prosedür 21 pisti PAPI ışıklarının gayri faal olması durumunda uygulanamaz.

03 pistine RNP yaklaşmasından sonra, 21 pistine ön tanımlı yol kullanılarak yapılan turlu yaklaşma minimaları C kategori (7200'ft) dışında tüm kategori uçaklar için mevcut RNP 03 yaklaşmasının turlu yaklaşma minimaları ile aynıdır. [Şekil 3.2]

RNP yaklaşmasından sonra uygulanacak VPT için flyby ve flyover way pointlerin koordinatları Tablo 3.4'te gösterilmiştir. Bu noktalar, uçakların uçuş yönetim sistemine (FMS) yüklenmesi ile oto pilot modunda uçulabileceklerdir.

VAN TURKEY
VPT RWY 21

CAUTION: This procedure will only be executed
After RNP Approach Rwy 03
Procedure Prohibited
When PAPI RWY 21 U/S

MISSED APPROACH : If visual contact to the apt lost, initially climb to MDA (H), then fly the procedure until VAN - 15 point , then turn right onto 271 to BEYAZ climbing 13000 feet and then follow missed apch procedure as described for RNP apch.

[illegible]

CAUTION: Procedure prohibited when
RWY 21 PAPI unserviceable

	Max K15	MDA(H)	VIS
A	100	6300' (827')	1500m
B	135	6300' (827')	1600m
C	180	7200' (1727')	2400m
D	205	7200' (1727')	3600m

Şekil 3.2. 03 pistine RNP yaklaşmasını müteakip VPT RWY 21 önerisi

Tablo 3.4. RNP yaklaşması sonrası VPT RWY 21 için yol tanımlamaları

Waypoint	Flyover/Flyby	Turn Direction	Course °M	Coordinates
MA03	Flyby	Left	036	38°26'54.01"N 43°18'46.72"E
VAN10	Flyby	Right	360	38°29'12.73"N 43°18'42.47"E
VAN11	Flyby	Right	036	38°30'49.91"N 43°20'12.44"E
VAN12	Flyby	Right	351	38°30'10.12"N 43°18'02.08"E
VAN13	Flyby	Right	036	38°32'29.89"N 43°20'12.50"E
VAN14	Flyover	----	216	38°30'47.08"N 43°22'39.48"E
VAN15	Flyby	Right	216	38°27'56.42"N 43°19'29.39"E
BEYAZ	Flyover	Right	271	38°30'30.50"N 42°47'33.07"E

3.3. Uçuş Simülasyonu ile Ön Tanımlı Rota Önerisinin Doğrulanması

Çalışma kapsamında Loc-Only ve RNP yaklaşımlarından sonra önerilen ön tanımlı rotaların doğrulama işlemi lisanslı pilotlar tarafından B-737 simülatöründe gerçekleştirilmiştir. Farklı simülasyon senaryoları ile gerçekleştirilen simülatör uçuşları RNP ve Loc-Only yaklaşımlarının IAF'ı olan BEYAZ noktasından 13000 ft irtifada başlamıştır. RNP yaklaşmasından sonra gerçekleştirilen uçuşta, tablo 3.4'te belirtilen koordinat bilgileri B-737 simülatörü FMS sistemine tanımlanmış ve MA-03 noktasından başlayıp, sırasıyla VAN12, VAN13 ve VAN14 noktalarını uçtukten sonra, uçağın 21 pistine inişiyle tamamlanmıştır. Loc-Only yaklaşmasından sonra gerçekleştirilen uçuşta ise MAPt noktasından başlayan VPT üzerindeki uçuş başları ve deniz milleri takip edilerek missed approach prosedürünün doğrulanması için 21 pist başında inişten vaz geçilerek missed approach prosedürü uygulanmıştır.

B-737 simülatöründe gerçekleştirilen uçuşlara ilişkin sonuçlara 4.bölümde detayları ile yer verilmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Turlu yaklaşımlar operasyonel sebeplerden dolayı aktif pist yönünün değişmesi, kuyruk rüzgârı (tail wind), meydanın coğrafi yapısı, seyrüsefer yardımcılarının konumları veya aletli yaklaşma prosedürünün son yaklaşma safhasında uçakların direkt yaklaşma yapabilmesi için uygun olmaması gibi durumlardan dolayı bir gerekliliktir. Çalışma kapsamında bu gereklilikten yola çıkarak turlu yaklaşımlar konusu ele alınmış, turlu yaklaşımlar esnasında yaşanan uçuş emniyet kaygıları incelenmiş ve bu emniyet kaygılarını minimize edebilmek için Avrupa ve dünyada örnekleri olan ön tanımlı rota kullanılarak turlu yaklaşma prosedürü ülkemizde Van Ferit Melen Havalimanı 21 pisti için tasarlanmıştır.

Van Havalimanı yıllık bazda rüzgâr verileri analizinde bir yıl içinde yaklaşık 151 günde rüzgârın 5 knot ve üzerinde 21 pist istikametinde estiği ve bu günlerin yaklaşık 70'inde ise 10 knot ve üzerinde estiği tespit edilmiştir. 70 günlük dilimde aktif pist 21 iken, 81 günlük dilimde rüzgâr şiddetine göre günün belirli zamanlarında 21 pisti aktif olarak kullanılmıştır. Bu durum Van havalimanı için turlu yaklaşımların bir gereklilik olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında RNP ve Loc-Only yaklaşımlarından sonra tasarlanan ilk VPT'de RNP yaklaşmasının pas geçme noktası olan MA-03 noktası iptal edilerek Loc-Only yaklaşmasının MAPt (1.6 DME) noktasından başlayan, aynı uçuş başını ve deniz milini takip eden ortak bir VPT tasarlanmıştır. Ancak RNP yaklaşması sonrası VPT için ön tanımlı rotaya ilk girişten pas geçme aşamasına kadar rotanın belirli yerlerine flyby ve flyover way point'ler eklendiğinde tasarlanan VPT'nin hem uçakların FMS sistemlerine kooordinat bilgileri ile kolayca girilebilmesi hem de RNP yaklaşmasından sonra VAN11 ve VAN13 noktalarına kadar kesintisiz bir uçuş yapılabilmesine imkan sağladığı için Loc-Only ve RNP yaklaşımlarının orijinal MAPt noktalarından başlayan iki ayrı VPT tasarımının daha verimli olacağı düşünülmüştür. Bu VPT'lerin tasarımında Van Havalimanı seyrüsefer yardımcılarının konumu, pist başı koordinatları gibi gerekli olan bilgiler AIP'den alınarak Google Earth haritalar üzerine işaretlenmiştir. Loc-Only ve RNP yaklaşımlarının MAPt noktasından başlayan VPT tasarımları A, B, C ve D kategori uçaklar için ICAO Doc 8168 Volume II dokümanı turlu yaklaşma alanı hesaplama formüllerine göre elde edilen parametreler Google Earth haritalar üzerine konumlandırılarak, turlu yaklaşma alanı içinde kalan manialar belirlenmiştir. Bu

değerlendirme sonucunda ön tanımlı yol kullanılarak yapılan turlu yaklaşma operasyonlarını engelleyecek kritik engel bulunamamıştır.

Loc-Only ve RNP yaklaşmasından sonra tasarlanan VPT'ler haritalandırıldıktan sonra gerçek pilotlarla ve gerçek zamanlı Boeing-737 uçuş simülatöründe test uçuşları gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan VPT'ler ile ilgili uçuşlara geçmeden önce, çoğu havayolu şirketinin turlu yaklaşma prosedürü uygulanması ile ilgili standart usuller dokümanında belirtildiği şekilde zaman esasına dayalı uçuş ve pist ile görsel referansları kaybetmeyecek şekilde B-737 simülatöründe Van havalimanına turlu yaklaşma uçuşları gerçekleştirilmiştir. Bu uçuşlarda elde edilen uçuş rotaları (flight tracks) ile tasarlanan VPT'lerden elde edilen uçuş rotaları ve pilot deneyimleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucunda özellikle RNP yaklaşmasından sonra uçulan ön tanımlı yolda, uçuştan önce koordinat bilgilerinin gerçek zamanlı B-737 simülatörü FMS sistemine girilmesi ile turlu yaklaşmanın oto pilot ile yapılabilmesi pilotların iş yükünü belirli bir düzeyde hafifletmiştir. Bu uçuşta uçak FMS ile belirlenen rotayı uçarken, pilotlar görsel referanslara odaklanmış ve A, B kategori uçaklar için VAN11 noktasından C, D kategori uçaklar için ise VAN13 noktasından sonra uçağı oto pilot modundan çıkartarak esas bacak dönüşü ile pisti karşılayarak inişlerini gerçekleştirmişlerdir. Loc-Only yaklaşmasından sonra uçulan VPT'de ise pilotlar geleneksel turlu yaklaşıma giriş ve outbound uçuşlarındaki saniye hesaplaması yerine VPT haritasında belirtilen uçuş başı ve deniz milini aletli uçuşta alışkın oldukları göstergelerinden takip ederek görsel referanslar yardımıyla esas bacak dönüşünden sonra pisti karşılayıp inişlerini gerçekleştirmişlerdir. Her bir uçuş için elde edilen uçuş geçmişlerine bakıldığında VPT tasarımı ile yapılan uçuşların uçuş rotaları aynı iken geleneksel turlu yaklaşımlar ile yapılan uçuşların uçuş geçmişlerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Bu durum da bize simülatör ortamında VPT ile yapılan uçuşların geleneksel turlu yaklaşımlara kıyasla daha stabil bir rotada uçuş yapılabilmesine imkân sağlandığını göstermektedir. Her iki prosedür uçuşundan önceki geleneksel turlu yaklaşma uçuşlarında esas bacak dönüşüne ve alçalmaya ne zaman başlanacağı gibi belirsizlikler VPT uçuşlarında yaşanmamıştır.

Geçek zamanlı B-737 simülatöründe yapılan uçuşlar sonucunda ilk tasarımda 4.3 DME ARC olarak ilan edilen turlu yaklaşma overshoot alan sınırı VPT esnasında görsel referansların kaybolmaması ve alanda engel mania olmamasından dolayı 5.6 DME ARC şeklinde değiştirilmiştir. Ayrıca RNP yaklaşmasından sonra tasarlanan VPT'nin FMS sistemine girilmesi ile kokpit ekranında görülen rotada VAN-14 way point

koordinatlarında çok hafif bir sapma olduğu tespit edilmesi üzerine ilk belirlenen 38°29'58.42"N, 43°21'30.32"E koordinatı, 38°30'47.08"N, 43°22'39.48"E koordinatı ile değiştirilmiştir.

İniş için bir aletli yaklaşma sonrası yapılan geleneksel turlu yaklaşma esnasında görsel referans kaybolduğunda o prosedür için belirtilmiş olan pas geçme prosedürü uygulanmaktadır. Turlu yaklaşımdan pas geçme prosedürüne geçiş turlu yaklaşma alanında iniş pistine doğru dönerek tırmanışla başlayıp, turlu yaklaşma irtifası veya daha yüksek bir irtifaya tırmanışla birlikte ivedi bir şekilde ilgili yaklaşmanın pas geçme prosedürüne dahil olunarak uygulanmaktadır [2]. Loc-Only ve RNP yaklaşımlarından sonra tasarlanan ön tanımlı yol kullanılarak yapılan turlu yaklaşımlarda ise uygulanacak missed approach prosedürleri VPT yaklaşma haritalarında açık bir şekilde belirtilmiştir. Bu sayede uçaklar inişten vazgeçme durumlarında VPT haritalarında belirtilen missed approach usullerini takip ederek geleneksel turlu yaklaşma prosedürü go-around'una göre daha kısa uçuş mesafesinde BEYAZ noktasına ulaşarak yeni bir alçalma için karar vereceklerdir. Bu durum ayrıca ATC kontrolünde, meydan trafik paterninde başka uçaklar varken geleneksel turlu yaklaşma yapan uçakların go-around durumunda pist başı hizalarında dönerek tırmanması ile oluşabilecek trafik karşılaşmalarının önüne geçecektir. Hava trafik kontrolörleri VPT'deki uçağın muhtemel go-around durumunda nasıl bir prosedür uygulayacağını VPT yaklaşma haritaları sayesinde öngörebileceği için meydan trafik paternindeki uçakların yaklaşma planlamasını VPT'deki trafiğe göre yapabileceklerdir.

Tasarlanan VPT sayesinde Van Havalimanına inişe gelen uçaklar ilgili yaklaşma haritasında belirtilen rota üzerinde uçmak şartıyla turlu yaklaşma alanının içinde kalabilecekler ve dünyada riskli yaklaşımlar arasında gösterilen geleneksel turlu yaklaşma yerine, ön tanımlı rota kullanılarak yapılan turlu yaklaşma ile uçarak uçuş emniyet riskleri azalacak ve daha kararlı (stabil) bir yaklaşma yapabileceklerdir.

Daha önce de bahsedildiği gibi ulusal ve uluslararası bir kısıtlama olmamasına rağmen bazı havayolu şirketleri gece şartlarında turlu yaklaşma yapılmasına izin vermemektedir. Van havalimanı 21 pistine tasarlanan ve gerçek pilotlarla B-737 simülasyon ortamında farklı simülasyon senaryoları ile doğruluğu sağlanan bu prosedürün AIP'e entegre edilmesi ile uçaklar, yaklaşma haritasında ilan edilen rotalarda uçabilecekler ve muhtemel bir pas geçişte hareket tarzlarını önceden

değerlendirebilecekleri için havayollarının tercihi doğrultusunda gece şartlarında da Van havalimanına uçuş yapmalarına imkân sağlanabilecektir.

Ön tanımlı rota kullanılarak turlu yaklaşma modelinin uçuş emniyete ve hava trafik yönetimine olan katkısı nedeniyle ülkemizde diğer havalimanlarında da kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Bu bağlamda, Siirt Havalimanı (LTCL), Şırnak Havalimanı (LTCV) ve Mardin Havalimanı (LTCR) gibi tek bir piste direkt yaklaşması olan havalimanlarına öncelik verilerek divert ve uçuş iptallerinin azalacağı ve ekonomimize katkı sağlanacağı değerlendirilmektedir.



KAYNAKÇA

- [1] DHMİ. (2011). Havacılık Terimler Sözlüğü. Ankara.
- [2] ICAO. (2014). Procedure for air navigation services aircraft operations volume I construction of visual and instrument flight procedures. *ICAO Doc 8168*. Montreal.
- [3] THY. (2017). Operations Manual Part-A, Chapter 8, Operating Procedures, Document Number: Ek.10.73.001. (n.d.).
- [4] Korea Aviation Accident Investigation Board (KAIB). (2005). Aircraft Accident Report of Air China Flight 129. Gangseo-Gu, Kore.
- [5] Cramoisi, G. (2012). *Deadly Mistakes The Crash of Air Chine Flight 129*. Mabuhay Yayınları.
- [6] Flight Safety Foundation. (2011). *Threat Analysis*.
https://flightsafety.org/wp-content/uploads/2016/10/asw_feb11_p38-43.pdf.
(Erişim tarihi: 20/12/2019)
- [7] FAA. (2018). *Stabilized Approach And Landing*.
https://www.faa.gov/news/safety_briefing/2018/media/SE_Topic_18-09.pdf
(Erişim tarihi: 20/12/2019)
- [8] JEPPESEN. (2020).
<https://ww1.jepesen.com/icharts/index.jsp>
(Erişim tarihi: 06.01.2020)
- [9] ICAO. (2014). Procedures for air navigation services aircraft operations volume II construction of visual and instrument flight procedures. *ICAO DOC 8168*. Montreal.
- [10] EUROCONTROL. (2000). Manuel for air space planning II. Belçika.
<https://www.icao.int/safety/pbn/Documentation/EUROCONTROL/Eurocontrol%20Manual%20for%20Airspace%20Planning.pdf>. (Erişim tarihi: 20/05/2020)

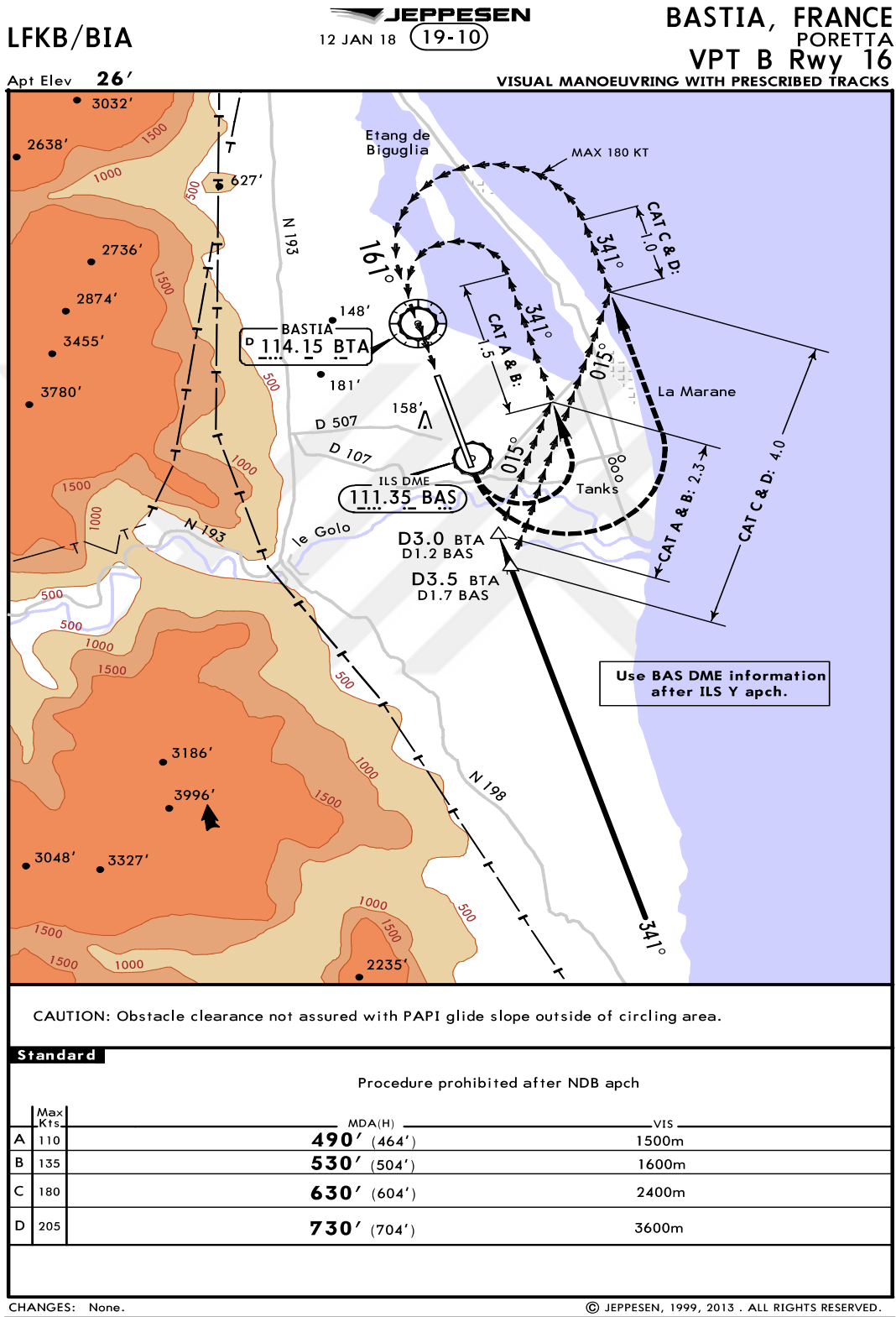
- [11] ICAO. (2011). Air Traffic Services. *Annex-11, 13'üncü baskı*.
- [12] EUROCONTROL. (2000). Air traffic management strategy for the years.
- [13] FAA. (2016). Performance based navigation strategy.
- [14] ICAO. (2008). Performance based navigation manuel. *Doc 9613, 3'üncü baskı*.
- [15] ICAO. (2007). Air Traffic Management. *Doc 4444*.
- [16] United States Standard for Terminal Instrument Procedures (TERPS). (2018). United states standarts for terminal instrument procedures. *Order 8260.3D*.
- [17] FSF. (2011). Discussion Paper, Circling Approach, Part II. *Issues Identified*.
- [18] EUROCONTROL. (2002). *B762, Vicinity Busan Korea*.
https://www.skybrary.aero/index.php/B762,_vicinity_Busan_Korea,_2002
(Erişim tarihi: 28/12/2019)
- [19] T.C Kültür Bakanlığı. (2020). *Van ili coğrafi özellikleri*.
<https://van.ktb.gov.tr/TR-90248/cografi-konumu.html>.(Erişim tarihi: 27/12/2019)
- [20] DHMİ. (2020).
<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Havalimani/Van/AnaSayfa.aspx>.
(Erişim tarihi: 28/12/2019)
- [21] DHMİ. (2009). Ankara ACC WEL sektörü ile Esenboğa APP arasındaki anlaşma mektubu. Ankara.
- [22] DHMİ. (2017). AIP Enr 3.1-Lower Ats Routes.
- [23] DHMİ. (2018).
<https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Havalimani/Van/AnaSayfa.aspx#>
(Erişim tarihi: 07/01/2020)
- [24] DHMİ. (2018). Van Ferit Melen Havalimanı-Meteoroloji Ofisi. Van.
- [25] DHMİ. (2018). *AIP AD2 LTCI Charts*.

- [26] DHMİ. (2018). <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Istatistikler.aspx>. (Erişim tarihi: 07/01/2020)
- [27] DHMİ. (2018).
<https://ssd.dhmi.gov.tr/sayfalar/Icerik.aspx?oid=519> (Erişim tarihi: 07/01/2020)
- [28] FLIGHTRADAR. (2018).
<https://www.flightradar24.com/data/airports/van> (Erişim tarihi: 10/10/2018)



EKLER

EK-1 LFKB (BASTIA) HAVALİMANI RWY 16 VPT B YAKLAŞMASI



EK-2 LFMD (CANNES) HAVALİMANI RWY 17 VPT A YAKLAŞMASI

LFMD/CEQ

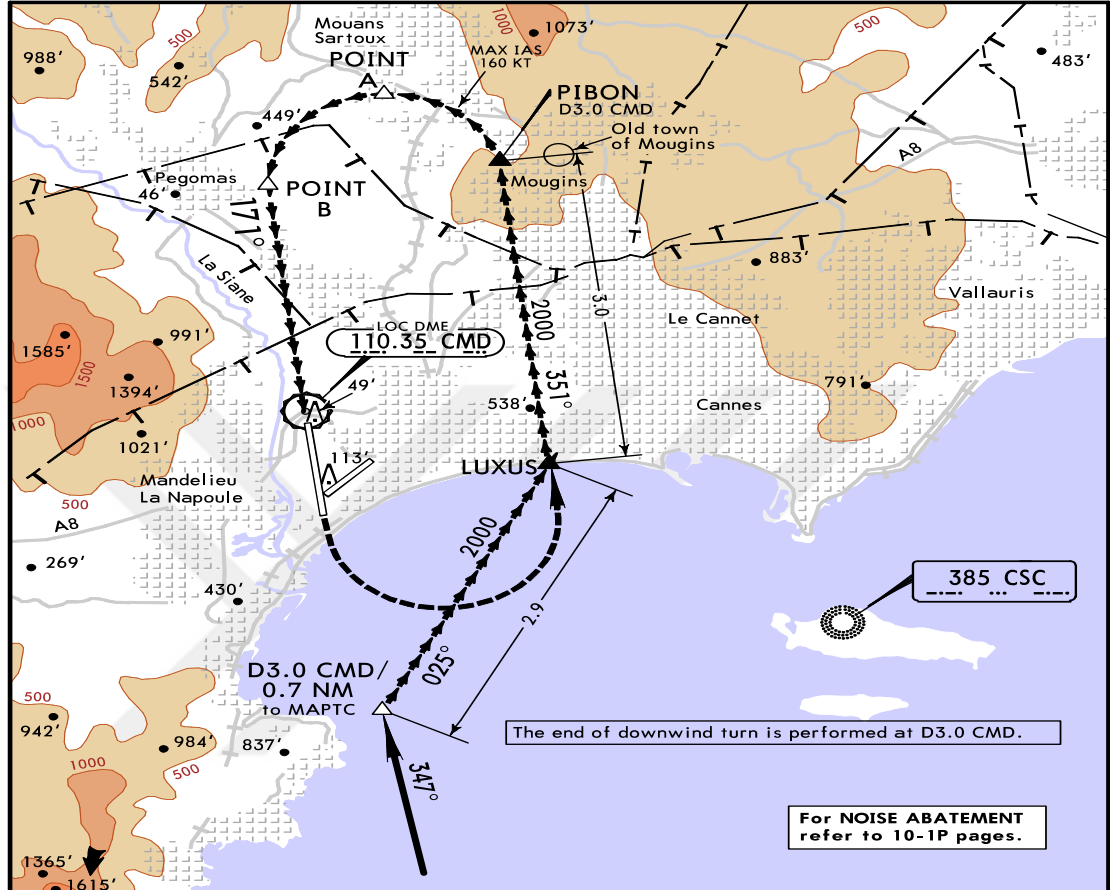
JEPPesen
11 AUG 17 19-10 Eff 17 Aug

CANNES, FRANCE

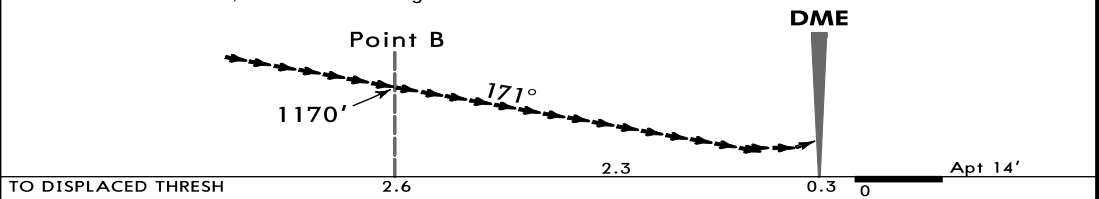
MANDELIEU

VPT A Rwy 17

Apt Elev 14' VISUAL MANOEUVRING WITH PRESCRIBED TRACKS



PIBON situated 0.5 NM/1km West of Mougins old town.



TO DISPLACED THRESH
MISSED LANDING: Climb STRAIGHT AHEAD to 800', then turn LEFT to rejoin down wind leg climbing to 1500'.

Standard		DAY		NIGHT	
	Max Kts.	After RNAV (GNSS) A approach MDA(H) VIS	After LOC A approach MDA(H) VIS		
A	110	2000' (1986') 3200m	2000' (1986') 5000m	NOT AUTHORIZED	
B	135				
C	180	2000' (1986') 5000m			
D		NOT APPLICABLE			

CHANGES: Crossing altitude withdrawn.

© JEPPESEN, 2003, 2017. ALL RIGHTS RESERVED.

EK-3 LFMN (NICE) HAVALİMANI RWY 22L/R VPT B YAKLAŞMASI

LFMN/NCE

21 APR 17

Eff 27 Apr

13-2B

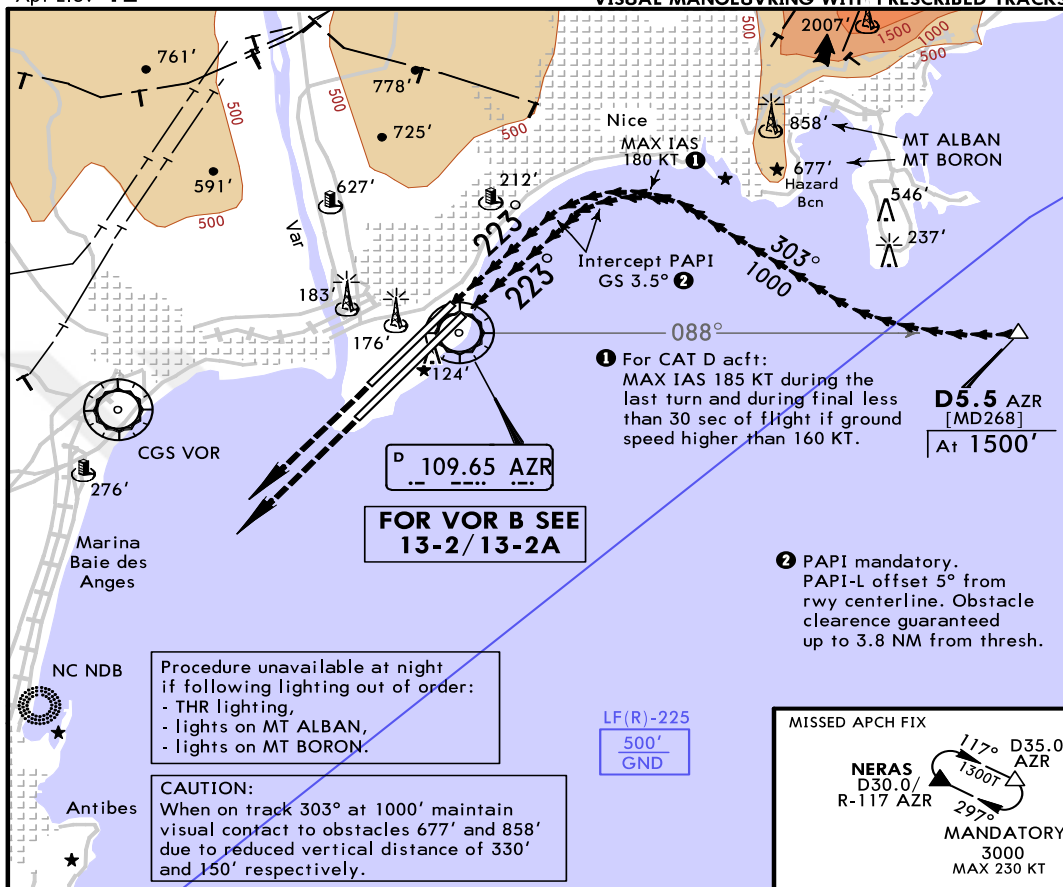
JEPPES NICE/COTE D'AZUR, FRANCE

NICE/COTE D'AZUR

VPT B Rwy 22L/R

Apt Elev 12'

VISUAL MANOEUVRING WITH PRESCRIBED TRACKS



VISUAL BALKED LANDING:

Climb STRAIGHT AHEAD up to 3000', then expect LEFT turn on ATC clearance.

VISUAL BALKED LANDING WITH COMM FAILURE:

Climb STRAIGHT AHEAD up to 3000', then join NERAS at 3000'.

Standard

	Max Kts
A	110
B	135
C	180
D	180

MDA(H)

VIS

1500' (1488')

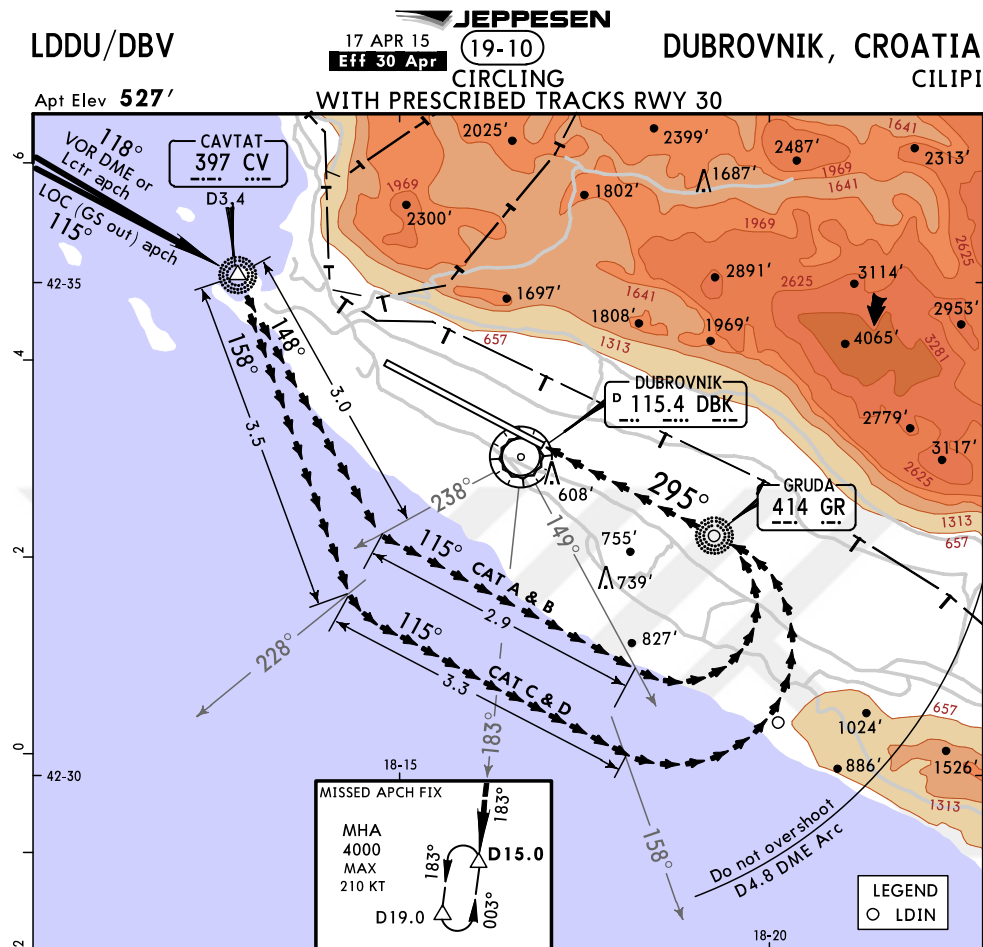
8 km

Conditions needed in the South-East area of apt to use VOR B RWY 22L/R:
- Visibility equal to or above 8km
- Ceiling equal to or above 1500'

CHANGES: Visual bailed landing.

© JEPPES, 2004, 2017. ALL RIGHTS RESERVED.

EK-4 LDDU (DUBROVNIK) HAVALİMANI RWY 30 VPT YAKLAŞMASI



DME required.
CAUTION: During North-Easterly winds strong turbulence possible.
Minimum altitudes correction, due to wind effect, to be applied on pilot's discretion.

MISSED APCH:

If visual reference is lost **before** R-183:
Intercept R-183 climbing to D15.0 and hold.

If visual reference is lost **after** R-183:
Turn LEFT inbound VOR to intercept R-183 climbing to D15.0 and hold.

Standard		DAY				NIGHT	
		Not authorized Northeast of airport					
	Max Kts.	After ILS or LOC (GS out) apch		After VOR apch		After Lctr apch	
		MDA(H)	VIS	MDA(H)	VIS	MDA(H)	VIS
A	100	1300' (773')	1500m	2170' (1643') 5000m		2300' (1773') 5000m	
B	135	1300' (773')	1600m				
C	180	2170' (1643')	2400m				
D	205	2170' (1643')	3600m				
							NOT AUTHORIZED

CHANGES: None.

© JEPPESSEN, 2001, 2013. ALL RIGHTS RESERVED.

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0000-0001-8209-460X

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2003-2005, Hava Teknik Okulları Hava Astsubay MYO, Hava Trafik Kontrol Sınıfı, İzmir
- 2007-2013, Anadolu Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Hava Trafik Kontrol Bölümü, Eskişehir
- 2005-2010, Hava Trafik Kontrolörü, 10'uncu Tanker Üst Komutanlığı, Meydan Kontrol Kulesi-Yaklaşma Kontrol Ünitesi, Adana
- 2010-2014, Hava Trafik Kontrolörü, Sivrihisar Hava Meydan Komutanlığı, Meydan Kontrol Kulesi, Eskişehir
- 2014-2016, Hava Trafik Kontrolörü, 7'nci Ana Jet Üs Komutanlığı, Meydan Kontrol Kulesi, Malatya
- 2016-2018, Hava Trafik Kontrolörü, DHMİ Van Ferit Melen Havalimanı, Meydan Kontrol Kulesi-Yaklaşma Kontrol Ünitesi, Van
- 2018-Halen, Hava Trafik Kontrolörü, DHMİ Atatürk Havalimanı Başmüdürlüğü, Yaklaşma Kontrol Ünitesi, İstanbul

Mesleki Birlik/Dernek/Kuruluş Üyelikleri:

2016, Türkiye Hava Trafik Kontrolörleri Derneği (TATCA), İstanbul.