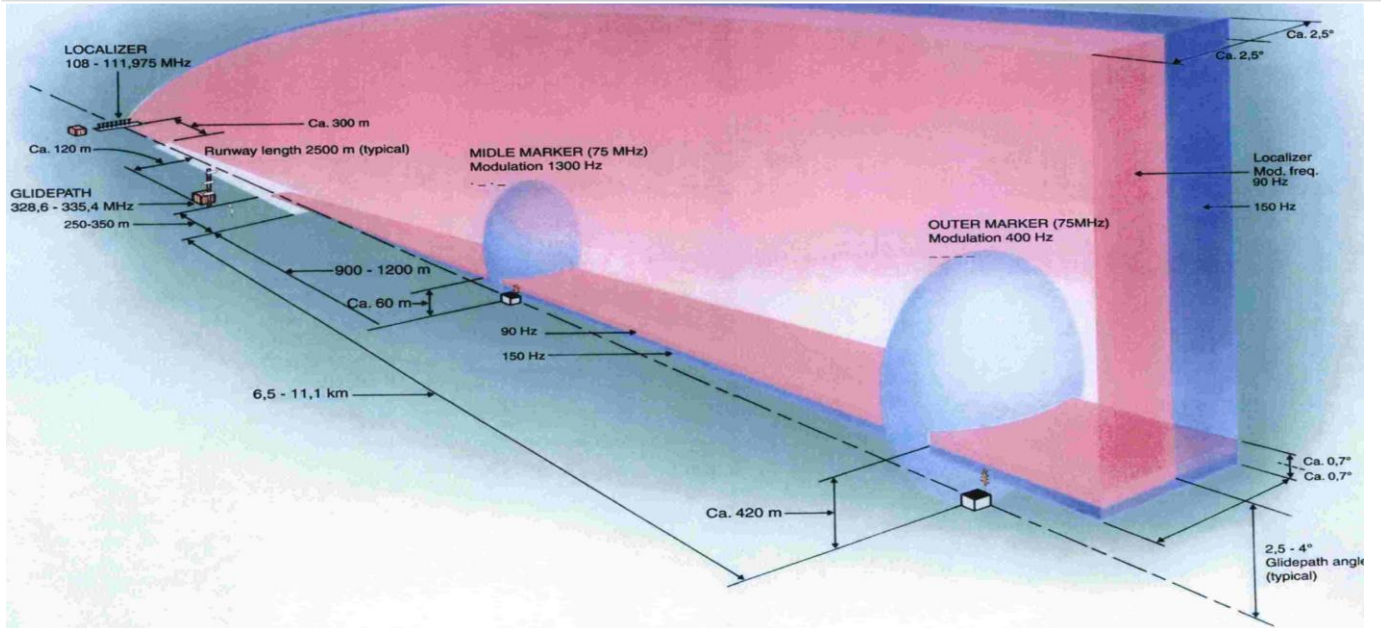


SEYRÜSEFER

RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCI SİSTEMLERİ UYDU TABANLI SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS) HAVA TAŞITI SİSTEMLERİ / UYARI SİSTEMLERİ UÇUŞ KONTROL

Haluk ÖZER/2010

Instrument Landing System



4.6. SEYRÜSEFER
4.7 RADYO SEYRÜSEFER YARDIMCI SİSTEMLERİ
4.8. UYDU TABANLI SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS)
4.9. HAVA TAŞITI SİSTEMLERİ / UYARI SİSTEMLERİ
4.10. UÇUŞ KONTROL

ÖNSÖZ

ATSEP, ilgili konularda bilgi ve kültür sahibi olmalı, kendisini her koşulda geliştirmeye açık olmalıdır. Bu gerçekten hareketle oluşturulan müfredat gereği bu bölümde ;

-Hava Seyrüsefer Yardımcı Sistemleri temel bilgilerinden önce, hava seyrüseferinin gelişim süreci, hava seyrüsefer yöntemleri, hava seyrüseferine etki eden faktörler, yeryüzünün şekil ve hareketi , koordinat sistemi, manyetizma, yön, zaman, rüzgar hız kavramları, havacılık haritaları gibi Hava Seyrüseferine yönelik temel konulara yer verilmiş, aday ATSEP'in bu konularda bilgi ve kültür sahibi olması amaçlanmıştır.

-Temel Hava Seyrüsefer bilgisinden sonra daha iyi ve net olarak anlaşılabilceği öngörülen Radyo Seyrüsefer Yardımcı Sistemleri, temel bir düzeyde işlenmiş, Kuruluşumuzda bünyesinde tüm Türkiye'de hizmet vermekte olan NDB, VOR, DME ve ILS konularında temel bilgiler verilmiştir.

-Uçakta yer alan Sistemler ve uydu bazlı seyrüsefer sistemlerine de (GNSS) farkındalık boyutunda yer verilmiş, ATSEP'in kullanılan ve gelişim sürecinde olan GNSS sistemleri temel ilke ve kavramlarının farkında olması istenilmiştir.

-Son olarak, Radyo Seyrüsefer Sistemleri için büyük önem taşıyan Uçuş Kontrol konusunda temel bilgiler verilerek Uçuş Kontrol şekil, yöntem ve periyotlarının bilinmesi ve anlaşılması hedeflenmiştir.

İçerikte yer alan Hava Seyrüseferi konusunda üyesi bulunduğumuz Eurocontrol, ICAO ve Genel Müdürlüğümüz Seyrüsefer Daire Başkanlığınca yayınlanan dokümanlar, Radyo Seyrüsefer Yardımcı Sistemleri konusunda ICAO ANNEX 10 ve Elektronik Daire Başkanlığınca çeşitli eğitimler için hazırlanmış dokümanlar, GNSS sistemleri ve diğer konular için de ICAO, Eurocontrol ve geliştirici firma internet dokümanları kaynak olarak kullanılmıştır.

Yukarıda belirtilen konuları içeren bu bölüm ATSEP Temel Eğitiminde kullanılmak ve ilgili tüm personelin bilgi ve kültürünü artırabilmesine olanak sağlamak üzere, Elektronik Dairesi Başkanlığı adına Elektronik Baş Mühendisi Haluk ÖZER tarafından hazırlanmıştır.

4.6. SEYRÜSEFER

4.6.1-2 SEYRÜSEFERİN TANIMI/AMACI/KULLANILIŞI

Hava araçlarının keşfiyle beraber, insanlar bir an ulaşım sorunlarının çözüldüğünü düşünmeye başlamıştı. Çünkü bu “Uçan araçlar” insanları bir yerden ötekine çok daha hızlı taşıyacaktı. Kara araçları dünya üzerinde coğrafi cisimleri, birinin özel arazisi olup olmadığını da dikkate alarak önceden belirlenen bir yol üzerinde hareket etmek zorundadırlar. Fakat hava araçları 3 boyutta çok daha kolay hareket edebilirdi. Ama bunların icadıyla beraber “Hava sahası” terimi de önem kazanarak, devletler topraklarının üzerindeki alanlarda amaçsız uçuşları engellemeye çalıştılar. Bu dönemdeki en önemli sorun da uçuş süresi boyunca pilotların kaybolmamak için yerlerini belirlemesiydi. Tabii uçuşun belli bir amacı olması gerektiğini de hesaba katarsak, seyrüsefer yani yer ve hızın tespiti kavramının önemi daha da açığa çıkmış olur.

Hava araçlarının ilk pilotaj dönemlerinde, yön bulmak gerçekten zordu. Uçaklarda hız ölçümü için anemometre, yükseklik ölçümü için barometre ve yön tayini içinde yüzyıllardır denizcilikte kullanılmış eski pusula sistemi kullanılmaktaydı. Hızın vektörel değişimi hesaplanabilirse, bazı integral hesaplarıyla yer değişimi bulunabilir. Eğer başlangıç pozisyonu da bilinir ise hava aracının zamana bağlı koordinatları elde edilmiş olunur. Fakat hava araçları denizciliktekine oranla çok daha yüksek hız ve ivmeyle hareket ettiği için bu işlemi sadece kontrolü de elinde tutan pilota bırakmak yanlış olurdu. Bu sebepten yardımcı bir pilota ihtiyaç duyuluyordu eski zamanlarda. Bu iki pilotun uyumu eski zamanların seyrüsefer mantığını oluşturuyordu. Ayrıca uçuş yapılacak bölgenin coğrafi özelliklerini iyi bilen pilotlar tercih edilirdi, çünkü az önce de bahsettiğimiz gibi bu dönemin seyrüsefer yöntemleri sadece pilotların gözlem ve haritayı kullanma yeteneklerine bağlıydı.

Daha sonra 1920’lerde aydınlatma yeteneklerinin de gelişmesiyle özellikle posta uçaklarına yardımcı olmak için Amerika’nın belirli yerlerine rotalarını belirten aydınlatma kuleleri kuruldu. Bu sistemin ötekinden pek de bir farkı olmayıp yine pilotun gözlemine bağlı bir sistemdi. Fakat 1920’lerin sonunda gelişen anten teknolojisiyle uçaklara pilotun yanı sıra sensör de denilen “harici gözler” takılmaya başlandı. Bu gözler yerdeki, ışık değil ama Radyo dalgalarını saçan kulelerdeki kullanarak yer bulmaya yardımcı olmaya başlamıştı. Bu sensörler kuleden aldığı bilgiyi kullanarak çeşitli göstergelerle pilota aktarıyordu.

II. Dünya Savaşı’na kadar Fransa, Güney Amerika ve Kuzey Afrika’da dönen değil fakat sadece dört yönde dalgalar yayarak yön bulmaya yardımcı olan işaret kuleleri kurulmuştu bile.

Ayrıca yine 1920’lerin sonunda hava araçlarında orta ve düşük frekansla çalışan sistemler yaygınlaşmıştı. II. Dünya Savaşı sonrasında havacılığın özellikle askeri alandaki önemi daha da çok anlaşıldı. Bunun üzerine gelişmiş ülkeler aviyonik sanayine yaptıkları yatırımları arttırdı.

NDB(İng: Non-directional beacons), VOR (VHF Omni-directional Ranging) gibi yön bulmaya yarayan sistemler geliştirildi.

Fakat doğru bir yer tespiti için bu işaret kulelerine olan mesafenin de ölçülmesi gerekiyordu. TACAN bu görevi tek başına yapan ilk sistemlerden olmuştur.

TACAN hem bir işaret kulesine olan yönelimi hem de aradaki mesafeyi ölçerek hava taşıtının yerini tam olarak bulabiliyordu. Sivil ve askeri amaçlı kullanımlar arası farklılıklar yüzünden bazı sistemler birleştirilerek kullanılıyordu. (Örneğin VOR-TAC ve VOR-DME (İng: Distance Measurement Equipment - Mesafe ölçme aracı)) Havacılık endüstrilerinin de kuruluşundan itibaren seyrüsefer sistemlerinin gelişimi artık çok daha başka olmuştur. Mesela Amerika'nın Ulusal Güvenlik yatırımlarıyla da desteklenen uzay araştırmaları sonucu, yer tayini artık sadece karadaki noktalardan değil de uzayda koordinatları devamlı düzenlenen uydulardan yapılmaktadır. GPS (İng: Global Positioning System- Küresel yer bulma sistemi) halen gelişmekte olan, sivil ve askeri kullanıma da açılmış bir yer bulma sistemidir. Diğer ülkeler de kendi uydularını kullanarak buna benzer sistemleri geliştirmeye çalışmaktadır – örneğin GALILEO (Avrupa Birliği), GLONASS (Rusya), BEIDOU (Çin).

Seyrüsefer Çeşitleri

a-)Hesabi Seyrüsefer(Dead Reckoning):Hiçbir yardımcı seyrüsefer cihazı kullanmadan sadece mesafeyi, uçuş istikametini, havada geçen zamanı ve yer süratini hesaplayarak uçağın mevkisinin bulunmasına denilir.

b-)Pilot Seyrüseferi(Pilotage):Harita kullanarak, arazi şekillerini takip etmek suretiyle yapılan seyrüsefere denilir.

c-)Radar ve Radyo Seyrüseferi:Çeşitli tipte radyo istasyonlarını (VOR, NDB, OMEGA) ve radar kullanarak yapılan seyrüseferdir.

d-)Yıldızlarla Seyrüsefer(Celestial Navigation):Güneş, ay, gezegenler (Venus-Jupiter-Saturn) ve özel olarak seçilmiş 57 yıldızdan faydalanılarak yapılan seyrüseferdir.

Hava Seyrüseferi: Bir uçağın bir noktaya yöneltmesi ve her an bulunduğu yerin bilinmesi sanatıdır. Tüm seyrüsefer yardımcı cihazları hava taşıtlarına temel olarak pozisyon bilgisi sağlarlar.İki nokta arasında hareket eden bir hava taşıtının bulunduğu yeri belirlemesi inişte de bulunduğu yeri belirlemesi gibi .Buna göre,bir hava taşıtının pozisyonunun belirlenebilmesi için açı bilgisine ihtiyaç vardır.Bütün bu bilgiler seyrüsefer yardımcı cihazlarıyla sağlanır

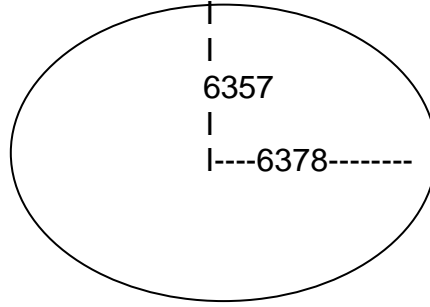
Hava Seyrüseferinin Özellikleri:

- Sürekli hareket ihtiyacı
- Sınırlı havada kalış
- Yüksek sürat
- Havanın tesiri

4.6.3. YERYÜZÜNÜN ŞEKLİ YERİ VE HAREKETİ

Dünya' nın şekli tam bir küre olmayıp kutuplar-dan biraz basık, Ekvator bölgesinde ise daha şişkin küreye yakın bir şekildir. Dünya' nın bu özel şekline GEOID denir.

Ortalama yarıçapı 6367 km., ortalama çevresi ise 40000 km. 'dir. Yer' in ekvator çapı ile kutup yarıçapı arasında yaklaşık 42 km.' lik bir fark vardır. Ancak tüm bu şekilsel özelliklerine karşın, pratikte seyrüsefer amaçları açısından dünya' nın şeklinin tam bir küre olduğu kabul edilir.



Dünya' nın GEOID olarak isimlendirilen özel şeklinin genel sonuçları aşağıya çıkarılmıştır;

- Paralellerin uzunluğu kutuplara gidildikçe azalır,
- İki meridyen arasındaki uzaklık kutuplara gidildikçe azalır,
- Güneş açısının düşme açısı kutuplara doğru azalır,
- Yer şekilleri haritaya gerçeğe tam uygun olarak aktarılamaz,
- Aynı anda dünya' nın yarısında gece, diğer yarısında gündüz yaşanır,
- Dünya' nın dönüş hızı ekvator dan kutuplara gidildikçe azalır (Ekvator da 1670 km/saat, kutuplarda 0 km/saat)

Dünya' nın Güneş Sistemi İçerisindeki Yeri

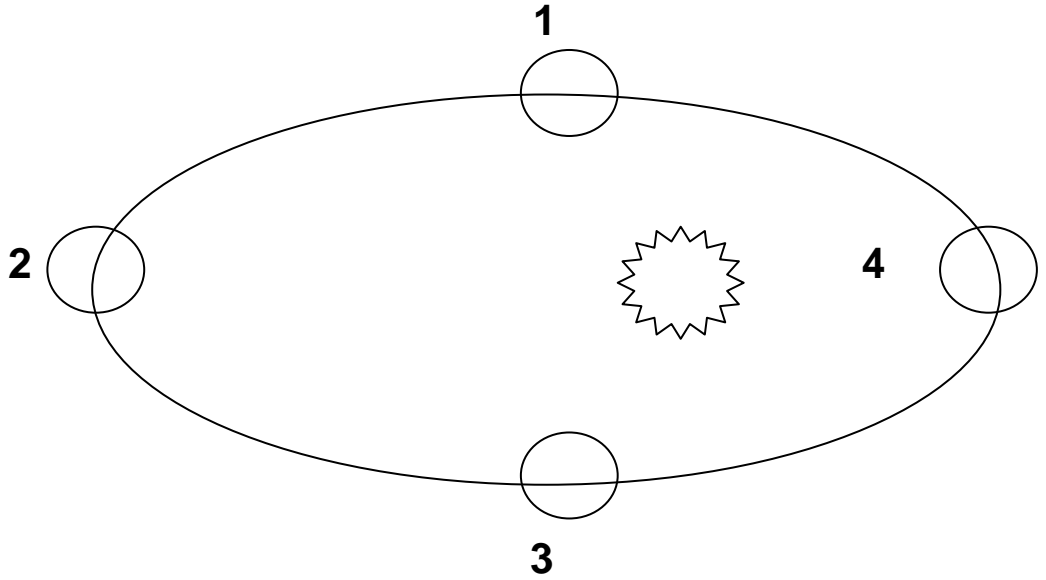
Eski Yunanlılar dünyanın düz olduğuna, gökyüzü, güneş, ay ve yıldızların da onun üzerinde asılı olduğuna inanırlardı. İlk olarak Copernicus tarafından 1543 yılında, gezegenlerin güneş etrafında dolaştığına ilişkin bir teori ortaya atılmıştır. 1609 ve 1619 yıllarında ise, Johann Kepler tarafından, dünyanın hareketin merkezindeki gezegen olmadığı, gezegenlerden biri olduğunu ve hareketin belirli kurallar dahilinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Dünya güneş sistemi içerisindeki konumu itibarıyla, mesafesi açısından üçüncü sıradadır. Güneşe olan yaklaşık mesafesi ise 150 milyon kilometredir. Güneş sistemi içerisinde yer alan 9 gezegen özelliklerine göre iki gruba ayrılırlar. İlk grup içerisinde Merkür, Venüs, Dünya ve Mars yer alır. Ortak özellikleri, diğerlerine göre daha küçük ve yüksek yoğunlukta olmalarıdır. İkinci grup büyük gezegenler olarak adlandırılan, düşük yoğunlukta yapılarıyla tanımlanan Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün' dür. 9. gezegen Pluto ise kendine has yapısıyla küçük, soğuk ve düşük yoğunlukta dır.

Dünya' nın Hareketi

Dünya batı-doğu doğrultusunda kendi eksenini etrafında hızla dönerek 24 saatte günlük hareketini tamamlar. Bu harekete eksen hareketi de denir. Söz konusu eksen üzerinde yer alan en uzak iki noktaya kuzey-güney kutupları olarak bilinen, coğrafi kutuplar denir. Dünyanın eksenine dik olan, küreyi iki eşit parçaya (kuzey ve güney yarımküre) ayıracak biçimde geçtiği varsayılan çembere ise ekvator denir.

Dünyanın güneş çevresindeki turu 365 gün 6 saatte tamamlanır, bu esnada izlediği yola yörünge, meydana getirdiği düzleme de yörünge düzlemi (eliptik düzlem) denir. Güneş bu eliptik yörünge'nin büyük çapı üzerinde ve odağında yer alır. Bu sebeple, dünya güneşe bazen yaklaşır (Günberi_3 Ocak) bazen de uzaklaşır (Günöte_4 Temmuz). Bu uzaklaşma ve yaklaşma mevsimlerin oluşumunu etkileyecek kadar önemli değildir. Sadece kuzey ve güney yarımküreler arasında mevsim sürelerinin farklı olmasına neden olur. Mevsimler güneş ışınlarının düşme açısıyla ilgilidir. Bu açının değişmesinin nedeni ise Dünyanın Eksenini ile yörünge düzlemi (Ekliptik) arasındaki açıdır ($66^{\circ}33'$). Ekvator düzlemi ile yörünge düzlemi arasındaki açı da buna bağlı olarak oluşur ($23^{\circ}27'$).



Dünyanın güneş çevresindeki turu esnasında yukarıda belirtilen pozisyonlarına göre kuzey ve güney yarımkürede oluşan mevsimler aşağıya çıkarılmıştır

<u>GÜN</u>	<u>KUZEY YARIMKÜRE</u>	<u>GÜNEY YARIMKÜRE</u>
(1) 21 Mart	İlkbaharın başlangıcı	Sonbaharın başlangıcı
(2) 21 Haziran	Yazın başlangıcı	Kışın başlangıcı
(3) 23 Eylül	Sonbaharın başlangıcı	İlkbaharın başlangıcı
(4) 21 Aralık	Kışın başlangıcı	Yazın başlangıcı

4.6.4 KOORDİNAT SİSTEMİ

Yeryüzünün her yöne doğru kıvrık olan özel şekli, ve 3'te 2'sinin su ile kaplı olması sebebiyle yön bulabilmek zormuş gibi görünür. Bu problemin çözülebilmesi için sabit referans noktalarına ihtiyaç duyulmuştur. Söz konusu ihtiyacın karşılanabilmesi amacıyla koordinat sistemi oluşturulmuştur.

Dünya'nın, bir koordinat sisteminin oluşturulmasına olanak sağlayacak iki sabit noktası vardır; bunlar Kuzey Kutbu ve Güney Kutbu'dur. Üçüncü referans noktası ise, dünyanın eksenine dik olan, küreyi iki eşit parçaya ayıracak biçimde geçtiği varsayılan ekvatordur.

Enlem : yerkürede herhangi bir noktanın ekvatora olan uzaklığının açı cinsinden değeridir.

Enlem çizgileri (paralel daireler), ekvatora paralel olarak 1°lik açı aralıklarıyla çizildiği varsayılan dairelerdir. 90 tanesi Güney, 90 tanesi Kuzey yarım-kürede olmak üzere toplam 180 tanedirler.

Kutuplara doğru gidildikçe çevre uzunlukları azalır. (kutup noktasında 0) İki paralel arası her yerde 111 km.' dir.

Dünyanın çevresinin yaklaşık 40.000 km. olduğundan Yer yüzeyi üzerindeki paralel daireler arası mesafe, dünya çevresinin 360' ta 1' ine eşittir. Dolayısıyla $40000\text{km}/360^\circ$ den 1° ' nin 111 km' ye eşit olduğu bulunabilir. 111km ise (1deniz mili = 1852 metredir) 60 nm. olarak hesaplanır.

Boylam: Herhangi bir noktanın başlangıç meridyenine olan uzaklığının açı cinsinden değeridir.

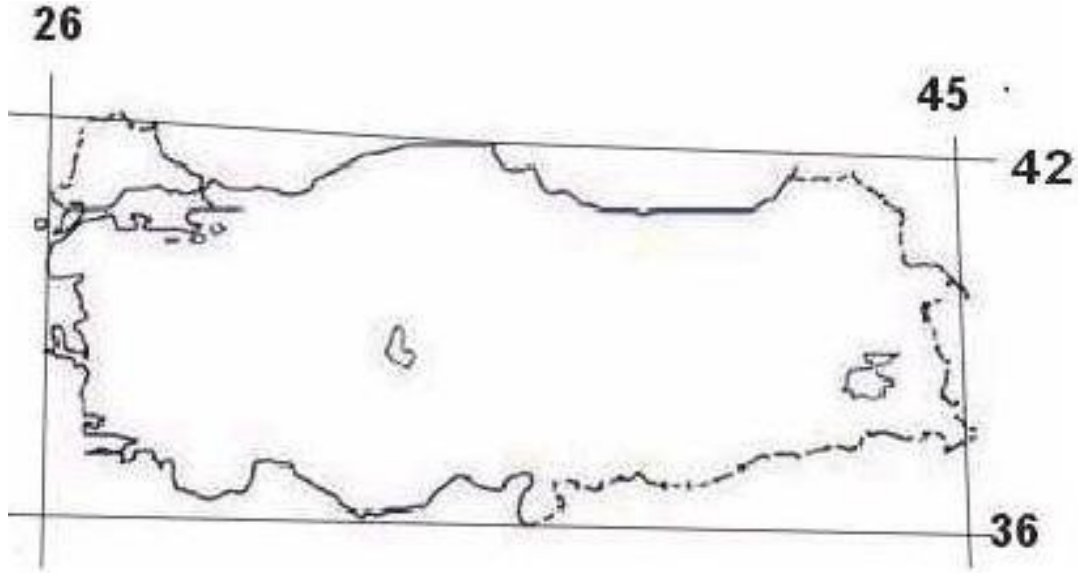
Bir kutuptan diğerine uzanan ve ekvatoru dik olarak kesen 1°lik açı aralıklarıyla çizilmiş çemberlere boylam çizgileri (meridyen daireleri) denir.

Aralarındaki uzaklık sadece ekvator üzerinde yaklaşık 111 km.' dir. Kutuplara gidildikçe bu uzaklık daralır. Tam daire olarak 180 adettir. Ancak yarım daire olarak düşünüldüğünde, 180 batı, 180 doğu yarım-kürede olmak üzere toplam 360 tanedir.

Başlangıç meridyeni olarak (0°) GREENWICH gözlem evinden geçen meridyen esas alınmıştır. Doğusundakilere doğu, batısındakilere batı meridyenleri denir.

Enlem ve boylamlar, bir yerin coğrafi konumunun belirlenmesi amacıyla kullanılırlar. Dolayısıyla, enlem ve boylam çizgileri (paralel ve meridyenler) kullanılarak, yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktanın kesin pozisyonunu belirlemek mümkündür.

Örneğin; ülkemiz 36° - 42° Kuzey enlemleri ile, 26° - 45° Doğu boylamları arasındadır.



Koordinat sisteminde bir noktanın tam detaylı koordinatları aşağıdaki şekilde verilir. WGS 84 yaygın kullanılan koordinat standardıdır

Örnek olarak Atatürk Hava Limanı 25 pist başı koordinatları WGS 84 standardında aşağıda verilmiştir.

40	58	40,10	N	28	50	10,04	E
Derece	Dakika	Saniye	Kuzey	Derece	Dakika	Saniye	Doğu
Enlem (Paralel)				Boylam (Meridyen)			

Koordinatı bilinen 2 nokta arasındaki mesafe matematiksel hesaplamalar ile rahatlıkla bulunabilir. Günümüzde bu hesaplamalar bilgisayar programları kullanılarak basitçe yapılabilmektedir.

4.6.5. Magnetizma

Fizik biliminin önemli bölümlerinden biri olan manyetizma dalının ana elemanı, "mıknatıs" adı verilen, kendilerine has bazı özellikleri olan cisimlerdir. Mıknatıs tabiatta bulunduğu için çok eski çağlardan beri bilinen, demir ve çelik parçalarını çeken, serbest asıldığı zaman ise belirli bir doğrultuyu gösteren bir demir oksittir.

Bir mıknatıs çubuğunu demir tozuna batırıp kaldıracak olursak, demir tozlarının mıknatısın iki ucunda toplandığını görürüz. Bu deney bize mıknatıs uçlarında çekim özelliğinin daha çok olduğunu gösterir. Mıknatıs uçlarına kutup adı verilir.

Eğer çubuk şeklinde bir mıknatıs ağırlık merkezinden bir iple asılırsa, bir süre salınım yaptığı daha sonra ise belli bir konumu alarak durduğu gözlenir. Bu deney nerede yapılırsa yapılsın, çubuğun bir ucu kuzey kutbunu, diğer ucu ise güneykutbunu gösterir. Seyrüsefer amaçlı olarak yön bulmada kullanılan pusulalar bu esasa dayanarak yapılır.

Mıknatıs çubuğunun dünyanın kuzey kutbunu gösteren ucuna, “Kuzey Kutbu” denir, “N” harfiyle gösterilir. Güney kutbunu gösteren ucuna ise, “Güney Kutbu” denir, ve “S” harfiyle gösterilir.

Yerin Manyetik Alanı

Bir mıknatıs çevresinde, mıknatıs etkisi görülen bölgeye manyetik alan denir. Her mıknatısın çevresinde bir manyetik alan vardır ve bu alanın şiddeti mıknatısın kutup şiddetine bağlıdır.

Dünyanın da bir mıknatıs gibi manyetik alanı vardır. Yerin neden manyetik alanının bulunduğu konusunda bilimsel bazı görüşler olsa da, henüz bunun kesin nedeni anlaşılamamıştır. Söz konusu alanın etkisiyle, pusulalar hep kuzey – güney doğrultusunu göstermektedir.

Manyetik Sapma (Variation): Manyetik kuzey – güney doğrultusu ile, yani pusula ibresinin yalnız yerin manyetik etkisi altında kaldığı takdirde göstermiş olduğu istikamet ile, coğrafi kuzey – güney doğrultusu arasında çok az bir fark vardır. Bu farka manyetik sapma (variation) denir.

Manyetik sapma yeryüzünde bulunulan yere göre değişir. Bu farklılık seyrüsefer amaçları için bir dezavantaj olarak karşımıza çıkar. Pusula ile duyarlı olarak yön belirtilmek istendiğinde, üzerinde bulunulan noktanın manyetik sapmasını da bilmek ve ona göre hesap yapmak gerekir.

Arazi-Pusula Sapması (Deviation): Bir pusula yerin manyetik tesiri dışında çevredeki demir eşyalardan ve manyetik alanlardan etkilenir ve manyetik kuzeyden farklı bir istikameti gösterir. Manyetik kuzey ile pusulanın göstermiş olduğu kuzey arasındaki açıya deviation (Arazi-Pusula Sapması) denir.

True North - Gerçek (Coğrafi) Kuzey: yeryüzü üzerindeki herhangi bir noktadan kuzey kutbuna çizilen çizgidir. Tüm boylam çizgileri – meridyenler gerçek (coğrafi) kuzey çizgileridir. Bu çizgiler sabittir, değişkenlik göstermezler. Magnetic North - Manyetik Kuzey; pusula ibresinin yalnız yerin manyetik etkisi altında kaldığı takdirde göstermiş olduğu kuzeydir. Manyetik kuzey bölgeden bölgeye değişir. Bu değişiklik haritalarda belirtilir. (zamana bağlı olarak da değişkendir)

Compass North - Pusula Kuzeyi; pusula ibresinin yerin manyetik etkisi dışında çevredeki demir eşyalardan ve manyetik alanlardan etkilenmesi sonucunda göstermiş olduğu kuzeydir.

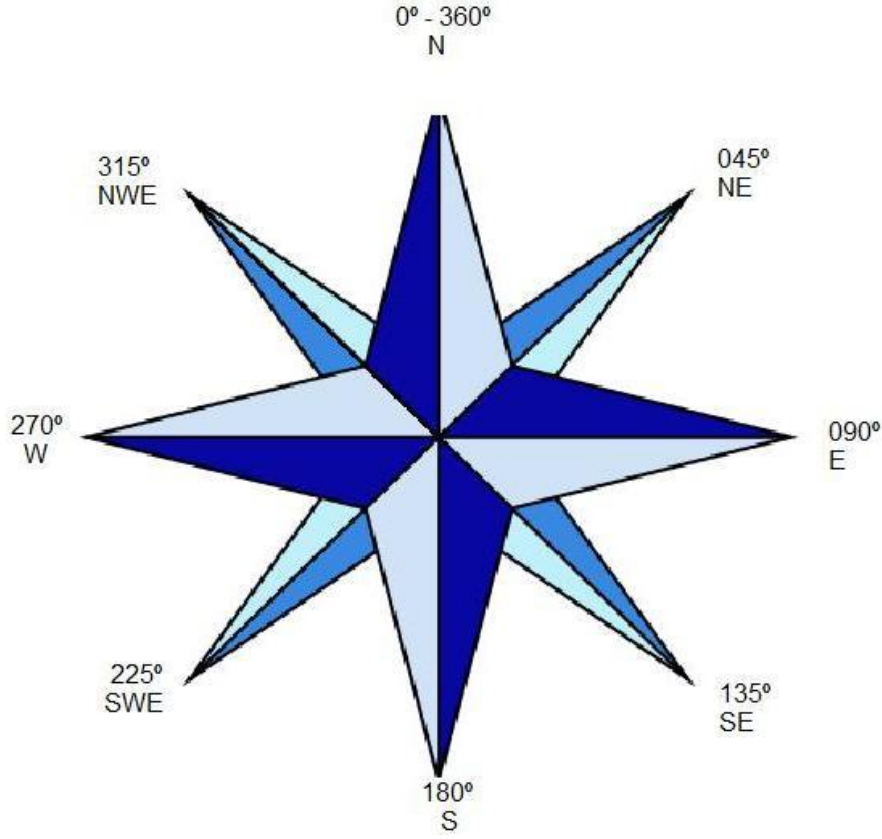
YÖNLER

Koordinat sistemi ile ilgili bölümde, dünya üzerindeki herhangi bir noktanın enlem ve boylam olarak tanımlanabileceğini görmüştük. Bir başka ifadeyle, bu nokta ilgili paralel ve meridyen dairelerinin kesiştiği yer olarak tanımlanabilir.

Meridyenlerin başlangıç ve bitiş noktaları Kuzey ve Güney yönleri, Paralellerin doğrultuları ise Doğu ve Batı yönleri olarak isimlendirilirler. Bu dört ana yön dışında, Kuzey-Doğu, Kuzey-Batı, Güney-Doğu ve Güney-Batı ara yönleri de

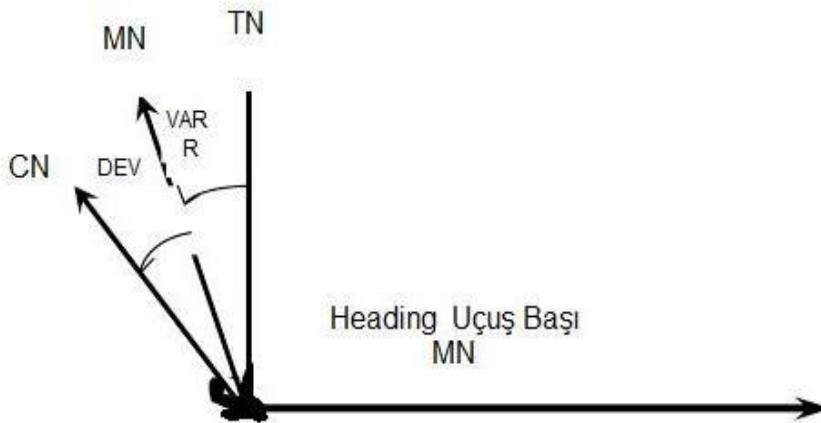
vardır. Kuzey yönü, 0° veya 360° olarak ifade edilmiştir. (genel kullanımda 360° tercih edilir). Diğer yönler saat istikameti yönünde derecelendirilmiştir.

Seyrüsefer amaçlı olarak kullanılan tüm yönler, kuzeyden saat istikameti doğrultusunda açısal olarak ölçülürler. Bu ölçümler esas alınan kuzeye göre;



- TN True North-Gerçek (Coğrafi) Kuzey
- MN Magnetic North-Manyetik Kuzey
- CN Compass North-Pusulula Kuzeyi olarak ifade edilir.

Havacılıkta referans alınan kuzey, manyetik kuzeydir, ve uçağın uçuş başı manyetik kuzeye göre belirlenir.



ZAMAN

Yıl : Bir yıl, dünyanın güneş etrafında tam bir tur atması esnasında geçen süre olarak tanımlanır. Bu süre gerçekte 365 gün 6 saat' tir. Ancak bir yıl toplamda 365 gün olarak kabul edilir, dolayısıyla her 4 yılda 1 gün ilave edilir.

Gün : Dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşü olan süre gün olarak ifade edilir.

Zaman ve Boylam : Her bir boylam çizgisi 24 saatte bir güneş' in tam karşısında yer almaktadır. Dolayısıyla, dünya eksenini etrafında dönerken 360 meridyen 1gün - 24 saat – 1440 dakika içerisinde güneş' in önünden geçer. 360 derecelik bir dönüşün 24 saate karşılık geldiğinden hareketle ;

$$360^{\circ} = 24 \text{ saat}$$

$$15^{\circ} = 1 \text{ saat}$$

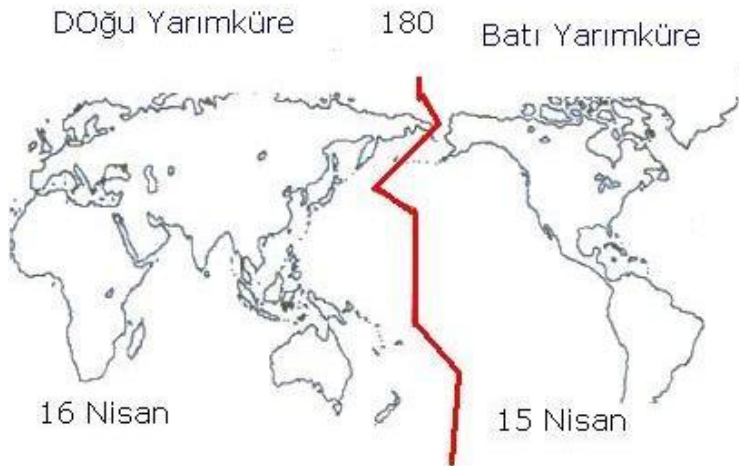
$$1^{\circ} = 4 \text{ dakika} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Dünya' nın günlük hareketi sonucunda kutup noktaları dışında aynı enlem üzerindeki bir noktada Güneş batıdaki bir noktaya göre daha önce doğar ve batar. Bunun sonucunda yerel saatler oluşur.

UTC – Uluslararası Ortak Saat : Günümüzde yerel saatlere göre hareket etmek hem ülke içinde hem de ülkeler arası ilişkilerde sıkıntılar meydana getirir. Bunu önlemek için uluslararası saat sistemine geçilmiştir. Bunun için dünyamız 15° lik meridyen yayları şeklinde 24 saat dilimine ayrılmıştır. Saat dilimlerinde de başlangıç olarak Greenwich'in 7°30' doğu ile 7°30' batı meridyenleri alınmıştır.

Hava seyrüseferinde saat farklılıklarından doğabilecek karışıklıkların önlenmesi amacıyla, standart olarak Greenwich' e göre ortak saat uygulaması kabul edilmiştir.

Tarih Değişirme Çizgisi : Tarih değiştirme çizgisi olarak 180 meridyeni kabul edilir. Bu meridyenin doğu tarafında batı meridyenleri, batı tarafında ise doğu meridyenleri bulunmaktadır. Dolayısıyla batısında bir gün ileri, doğusunda ise bir gün geridir. (Tarih değiştirme çizgisi ve saat dilimleri ülke sınırlarına göre çizildiğinden meridyenlere tam uygun olarak uzanış göstermezler. Girinti-çıkıntı oluştururlar.)



4.6.6. HARİTALAR/CHARTLAR/TABLolar

Haritalar, yeryüzü şekillerini, şehirleri, nehirleri, demiryollarını, şehirleri, yol bağlantılarını v.b. gösterirler Chartlar ise, havacılıkla ilgili olarak seyrüsefer yardımcı cihazlarını, ATS yollarını, meydanları ve pistleri v.b. gösterirler. AIP de yayınlanan Tablolar da detaylı meydan bilgilerini, haberleşme ve SSY cihazların frekanslarını vb. gösterirler

Chart, seyrüsefer amaçlı haritadır tanımı, chart ile harita arasındaki farkı açıkça izah etmektedir. Harita veya chart, kullanım amaçlarına uygun olarak, yeryüzünün veya herhangi bir parçasının belirli bir orana göre küçültülerek çizilmiş taslağıdır.

Haritalar veya chartlar farklı projeksiyon (izdüşüm) yöntemleri kullanılarak üretilirler. Ancak dünya haritalarında yer şekilleri gerçeğe tam uygun olarak gösterilemezler. Alan, açı ve uzunluk bozulmaları meydana gelir. Bunun sebebi, küre şeklindeki bir yüzeyin düzleme aktarılmış olmasıdır. Hangi projeksiyon yöntemi kullanılırsa kullanılsın, düz bir yüzey olan harita veya chartlarda biçim ve açı bozulmaları olur. Uzunlukların her yönde doğru olduğu bir harita veya chart bulmak imkansızdır.

Chartlar ve haritaların üretimi esnasında, özellikle talep edilen bazı ortak istekler söz konusudur. Hava seyrüseferi için önemli olan bu hususlar aşağıda belirtilmektedir, özellikleri;

Gerçeğe uygunluk,

Sabit bir ölçek,

Yerküre üzerindeki herhangi bir noktanın açısız doğruluğu,

Coğrafi olarak enlem ve boylamları bilinen bir noktanın harita veya chart üzerine kolayca yerleştirilmesi.

Harita projeksiyonu: Yeryüzü üzerindeki tüm şekillerin, alanları, açıları ve uzunlukları dahil bir düzlem üzerinde gösterilmesidir. Bu işlem geometrik veya matematiksel olarak yapılır.

Dünya yüzeyinin harita üzerine aktarılmasında, farklı projeksiyon yöntemleri kullanılabilir. Ancak bu yöntemler arasında, seyrüsefer amaçlarına uygun olan iki yöntem söz konusudur. Bunlar Mercator projeksiyonu ve Konik projeksiyondur.

Topografik Haritalar: Kısaca yer şekillerini detaylı olarak gösteren haritalardır.

ÖLÇEK: Harita üzerindeki uzunluklar ile bunların gerçekteki uzunlukları arasındaki orandır. Ölçek = Harita Uzunluğu/Gerçek Uzunluk

Seyrüsefer amaçlı olarak yer şekillerinden faydalanmak için, uçuş rotası yerden belirleyici özelliklere sahip referans noktaları alınarak planlanır. Bu tür referans noktalarına örnek olarak ;

Dağlar, sıradağlar veya tepeler,

Nehirler, göller, kıyı şeritleri,

Demir yolları veya taşıt yolları,

Şehirler, köy veya kasabalar verilebilir

4.6.7 RÜZGAR

Rüzgar kavramı havanın yatay hareketi olarak adlandırılabilir ve uçuşa etki eden en önemli faktörlerden birisidir. Rüzgar, bir uçuş esnasında hava aracının hızını,irtifasını direk olarak etkilemektedir.

Gerçekte rüzgar etkisinin yok sayıldığı bir uçuşun gerçekleşmesi imkansızdır. Rüzgar yönü ve şiddeti uçuşa direk etki eden faktörlerin başında gelir. Kuvvetli bir arka rüzgar uçağın ground speed – yer hızında artışa sebep olurken, kuvvetli bir ön rüzgar söz konusu hızda azalmaya neden olur.

Rüzgarı hava aracının hareket yönüne bağlı olarak üç şekilde sınıflandırabiliriz;

Karsı Rüzgar (Ön rüzgar veya Kafa rüzgarı – Up Wind); hava aracının hareket yönünün aksi istikametinden esen rüzgardır.

Yan Rüzgar (Cross Wind); hava aracının hareket yönüne etki eden , hareket eksenine 90 derecelik bir açı ile esen rüzgardır.

Arka Rüzgar (Tail Wind); Hava aracının hareket yönünde esen rüzgardır.

Rüzgar Kesmesi (Wind Shear) :Rüzgarın mesafesinde ve şiddetinde mesafeye bağlı olarak meydana gelen, rüzgarın yatay ve dikey yönünde oluşan ani değişimdir. Özellikle iniş ve kalkış sırasında daha çok düşük süratli hava araçlarının maruz kaldığı ve çoğunlukla kırım ile sonuçlanan bu hava hareketinin tam olarak yerinin saptanması mümkün değildir. Daha çok Rüzgar Kesmesine maruz kalan hava araçlarının pilotları tarafından rapor edilir.

4.6.8 HIZ

Birim zamanda alınan yola hız denir Havacılıkta yaygın olarak kullanılan hız tanım ve birimleri genel bilgi olarak aşağıda verilmiştir.

Indicated Air Speed – IAS; herhangi bir düzeltilme yapılmadan okunan hava süratidir.

Ground Speed – Yer Sürati; uçağın hızının yere nazaran ölçümüdür.

Wind Velocity – Rüzgar Hızı; rüzgar yönü ve hızının bileşkesidir.

Havacılıkta kullanılan tüm hızlar knot veya mach olarak ifade edilir. Knot 1 saatte kat edilen deniz milidir. Mach ise, 330 metre/saniye' dir.

Rüzgar bileşkesi (hakim rüzgar), yön ve hız olarak belirtilir. Rüzgar yönü açısız, hızı ise knot olarak ifade edilir. Örnek; rüzgar 90°/20 knot.

Hız Birimleri

1 Knot = 1.852 km/saat = 1 denizmili/saat(nm/h)

1 Knot = 0,514 metre/saniye(m/sec)

1 km/saat = 0,277 metre/saniye =0,54 knot

1 metre/saniye = 3,6 km/saat = 1,945 knot

4.7. Radyo Seyrüsefer Yardımcı Sistemleri (Navigation AIDS)

4.7.1 NDB (Non Directional radioBeacon) (Yönlendirilmemiş Radyo Bikını)

NDB Yön belirlemeye yarayan cihazlardandır. Günümüzde hava seyrüseferlerinde pek kullanılmayan ancak , gelişmiş seyrüsefer sistemlerinin hizmete girmesinden önce hizmet veren bu sistemlerin, kullanılmasının bazı nedenleri .

- a - Ucuzluk
- b - Stol ve fazla kullanılmayan meydanlar
- c - Askeri amaçlı kullanım
- d -Gelişmiş navigation sistemi bulunmayan uçaklar
- e -Yedek seyrüsefer yardımcı sistemi olarak

Çok hassas olmayan ve bu nedenle hava seyrüseferleri açısından özellikle yaklaşma ve iniş sırasında limitlerin oldukça üzerinde hesaba katılan bir sistemdir . Temel olarak , bir orta dalga verici olarak görev yapar ve **285khz – 525khz** frekans bandında hizmet verirler

NDB cihazları başlıca aşağıdaki amaçlar için kullanılır;

- a. Yol olarak belirlenen yerlerde,
- b. Havaalanları ve belirli bir yerleşim bölgesinin belirlenmesinde,
- c. Belirli bir fiks bölgesini belirlemede,
- d. ILS marker istasyonlarının belirlenmesinde (Locator NDB).

NDB Identification :

Tüm seyrüsefer yardımcı cihazlarında olduğu gibi, yayın yapan bir NDB istasyonu kendisini mutlaka tanıtır Tanıtma amacıyla mors alfabesi kullanılır ..

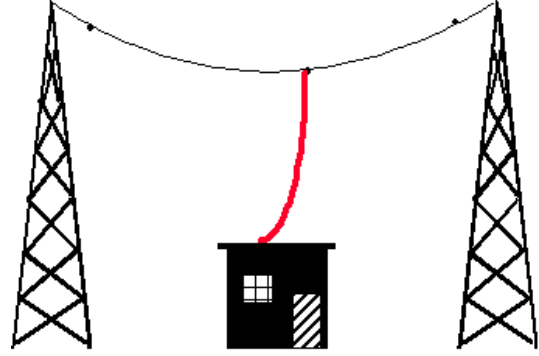
Tanıtmaya işaretinin seçiminde, NDB cihazının kullanım yeri önemlidir. Yol ve yaklaşma hizmeti veren konumdaki NDB cihazlarının tanıtmaya işareti üç harften oluşan grupla, locator amaçlı ILS marker kullanımında ise iki harften oluşan ve dış markerdan orta markere doğru devam eden harf grubundan oluşturulur.

NDB anten tipleri :

NDB cihazları muhtelif anten tipleri ile uyumlu çalışabilecek özelliklerdedir . Antenlerle uyumu temin etmek üzere , anten tuner sistemleri kullanılmak tadır . Orta dalga frekans bandında dalga boyunun oldukça fazla olması ve fiziki olarak bu büyüklükte bir anten yapılmasının pratikte faydası olmaması nedeniyle, mevcut anten boyuna ilaveten elektrik 'i boy büyütülür . Bu amaçla da , genellikle kapasitif frekansı yüksek antenler ve bobin devrelerinin değişken yapıldığı tuner devreleri kullanılır .

Kullanılan anten tipleri aşağıda verildiği gibidir ;

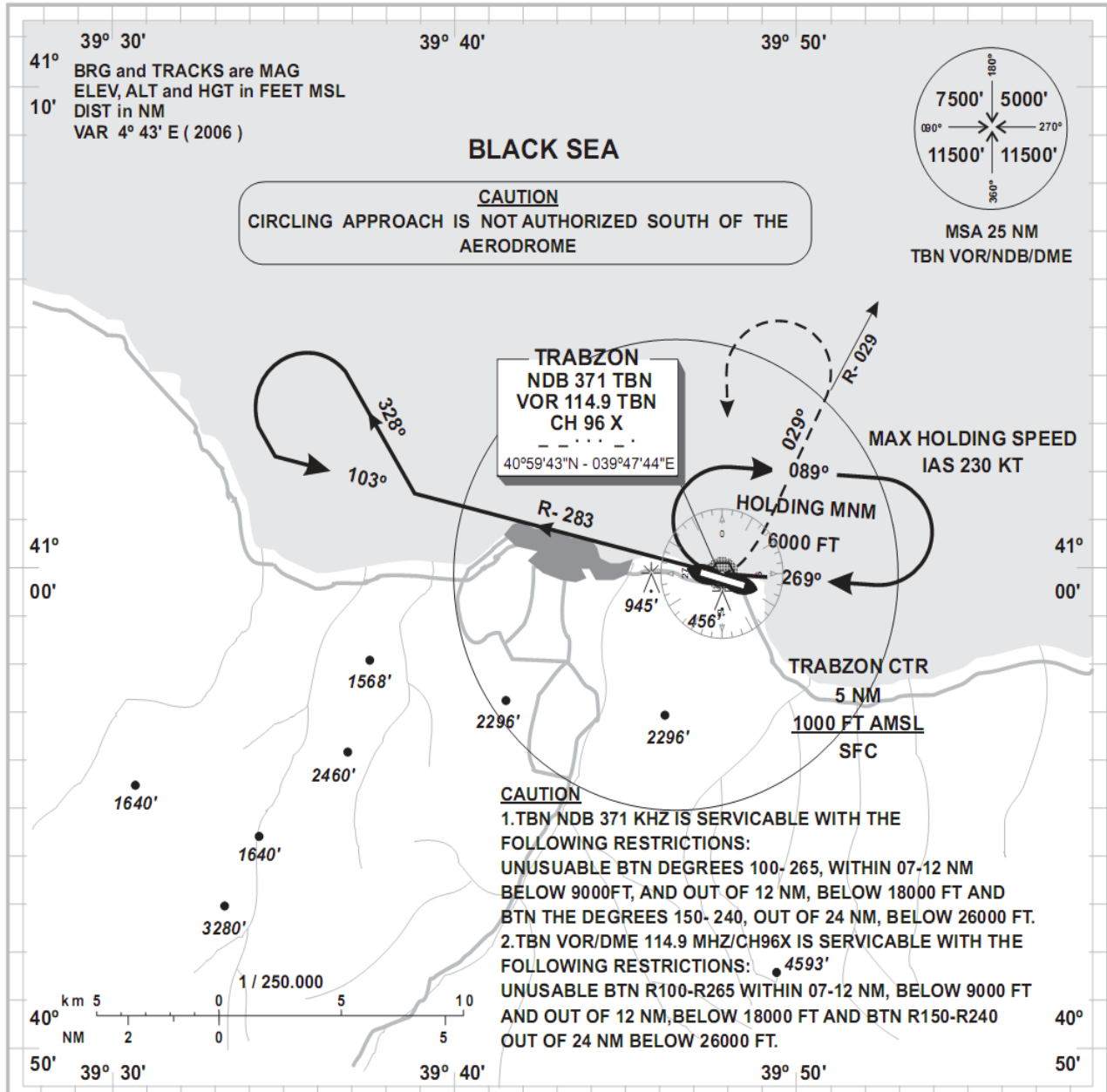
- A) MAST ANTEN : Yerden izole edilmiş , orta boyutta çelikten mamul ve izole edilmiş taşıyıcılar vasıtasıyla ayakta durabilen anten tipidir . Düşük kaplamanın yeterli olduğu yerlerde kullanılır.
- B) FİBERGLAS MAST ANTEN : Normal mast anten gibi dikine durabilecek ancak ayakta durabilmek için bağlantı gerektirmeyen , diğer seyrüsefer istasyonlarının yayınlarını etkilememek amacıyla fiber esaslı malzemeden yapılmış antendir .
- C) SİMETRİK T ANTEN : Genellikle yüksek kaplama istenilen yerlerde ve arazi yapısının uygun olduğu yerlerde kullanılır . Oldukça yüksek ve direkler arası, oldukça açık yapılarak ortadan beslenir .



INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO ELEV 104 FT

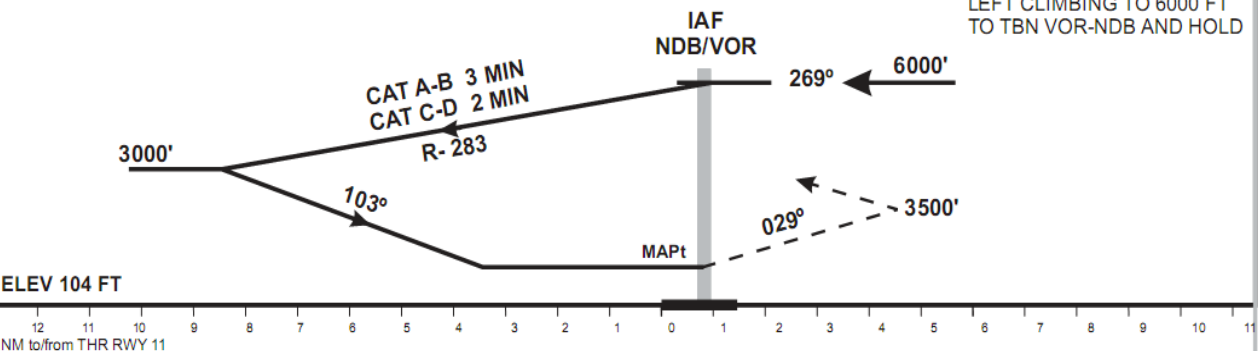
APP : 120.1 - 119.325 - 362.3
TWR : 120.1 - 119.325 - 362.3

TRABZON
VOR
NDB



TRANSITION ALT 12000 FT

MISSED APPROACH
TURN LEFT CLIMBING ON 029° TO 3500 FT THEN TURN LEFT CLIMBING TO 6000 FT TO TBN VOR-NDB AND HOLD



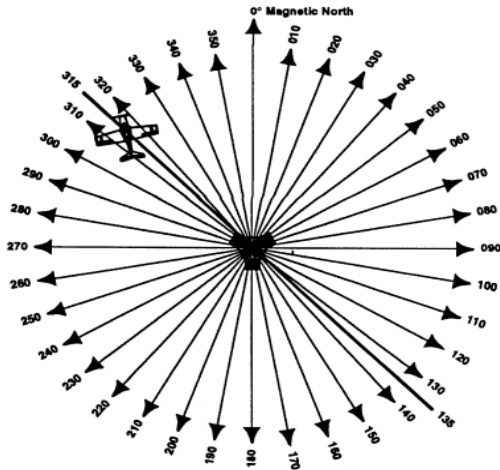
CHANGE: APP AND TWR FREQUENCY

OCA (H)	A	B	C	D
Straight-in approach		NOT AUTHORIZED		
Circling		1250'(1146')		

4.7.2. VOR (VHF Omni-directional Radio Range) (VHF Çok Yönlü Radyo Seyrüsefer İstikamet Cihazı):

VHF frekans bandında çok yönlü radyo yayını olarak bilinen VOR, uluslararası standartta orta ve kısa mesafe seyrüsefer (navigasyon) cihazı olarak bilinir.

Günümüz hava trafik ağı, VHF frekans bandında çalışan ve 300 km 'ye kadar ulaşım menziline sahip olan VOR ve DVOR istasyonları tarafından işaretlenir.



VOR istasyonu kendi etrafında birer derece aralıklarla 360 adet, radyal adı verilen doğrusal hat üretir. VHF bandında her yönde yayın yapan verici, kullanıcıya; manyetik kuzeye göre yönünü, seçilen radyale göre pozisyonunu bildirir. Uçakta alınan VOR bilgisi, uçağın uçuş yönünden bağımsızdır. Sadece pilota uçuş esnasında yön bilgisi verir.

Radyo frekans bandı

108-118 MHz'lik frekans bandına 0.05 MHz aralıklarla kanallar yerleştirilmiştir. Ancak 108.00-108.05-108.25-108.40 şeklinde 112.00 MHz'e kadar sıralanmıştır. Bunun sebebi 111.90 MHz'e kadar aralarda ILS sisteminin Localizer kanallarının bulunmasıdır. 112.00 MHz'den itibaren 118.00 MHz'e kadar ise VOR kanalları 0.05 MHz aralıklarla yerleştirilmişlerdir. Toplam 160 kanal kullanıma açılmıştır.

VOR Tipleri: Aynı amaca hizmet etmekle beraber üç tip VOR istasyonu ile karşılaşmak mümkündür. Bunlar:

CVOR(Normal VOR), TVOR(Terminal VOR) ve DVOR(Doppler VOR) şeklindedir. VOR cihazları Yol ve kavşak noktalarında Yaklaşma ve alçalma, bekleme amacı ile kullanılırlar.



Yaklaşma ve alçalma amacı ile kullanılan VOR istasyonları, meydan civarında veya meydan içerisinde olabilirler. Meydan içinde belirli bir mesafe içerisinde bulunan VOR istasyonlarına on-airdrome çalışma denilir ve direk

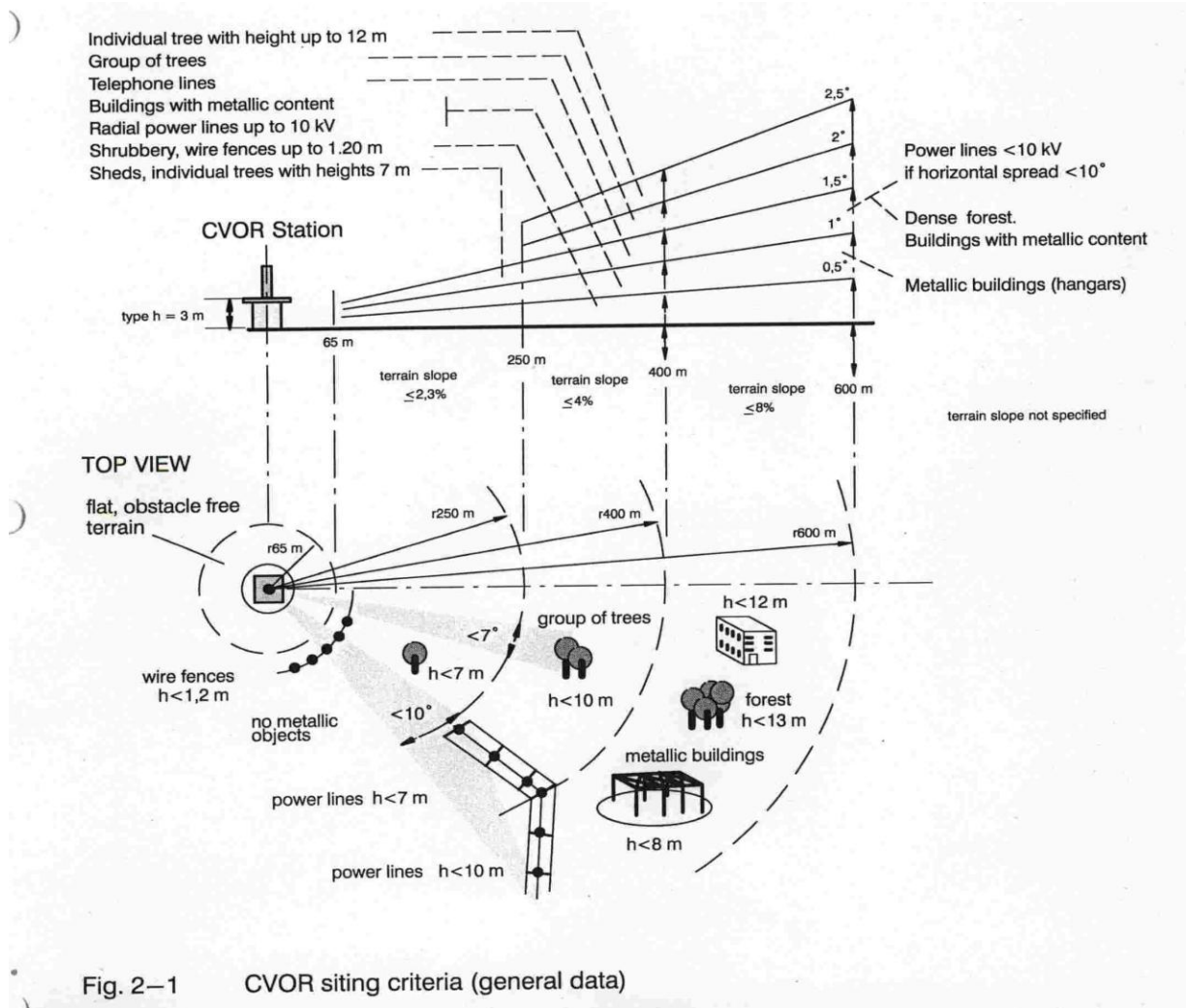
yaklaşma elde edilmesi amacıyla kullanılırlar. Bu tip VOR istasyonları Terminal VOR'u olarak da adlandırılabilirler.

Tanıtma

VOR cihazlarında da, standart $1020 \text{ Hz} \pm 50 \text{ Hz}$ frekanslı tanıtma frekansı kullanılır. Tanıtma işareti bulunduğu bölge, coğrafi yer adı, meydan adı gibi yerlerden belirlenir. Genel olarak üç harften oluşan tanıtma grubu kullanılır. Yine tanıtma işaretinin hızı dakikada 7 kelimedir. Kullanılan harf grubu mors kodu ile yayımlanır.

Çevre Faktörleri

VOR yayınının VHF bandından yapılması nedeniyle karşılaşılan bazı problemler vardır. Bunlar;Yakın çevredeki enerji nakil hatları, çevre tel örgüsü, ağaç grupları ve binalardan oluşan manialar, şeklinde özetlenebilir. Genel olarak VOR cihazında 600 m yarıçaplı mesafe VOR hassas sahası olarak kabul edilir.Bu mesafe içerisindeki her türlü yapılaşma kontrol altına alınmalıdır.



DOPPLER VOR (DVOR)

VOR (Very High Frequency Omnidirectional Radio Range) ICAO tarafından tavsiye edilmiş ve kısa ve orta menzilli uçaklara rehberlik etmek üzere uluslararası kullanıma sunulmuş bir radyo seyrüsefer yardımcısıdır. Uzaktan kontrol edilebilir ve izlenebilir. DVOR radyo seyrüsefer yerleşimleri VOR radyo seyrüsefer yerleşimlerinin geliştirilmiştir ve geniş tabanlı anten sistemi Doppler etkisini kullanır, böylece oldukça doğru yatay sinyal sağlanabilir.



DVOR Çevre faktörlerinin oldukça kötü olduğu, ormanlık ve dağlık bölgeler ile yüksek gerilim hatlarının bulunduğu bölgelerde kullanılmak üzere dizayn edilmiş cihazlardır. Bu cihazlar, standart VOR cihazlarının aynısı olup variable sinyali tek bir çapraz dipol dizisinden yayınlanmaz. Merkezde bulunan omni antenin etrafında daire şeklinde sıralanmış bulunan 36 veya 48 adet anten dizisinden oluşan anten sistemi kullanılır.

Dolayısıyla, variable sinyalini bu antenlere besleyen özel bir dağılım düzeni de sisteme ilave edilmiştir.

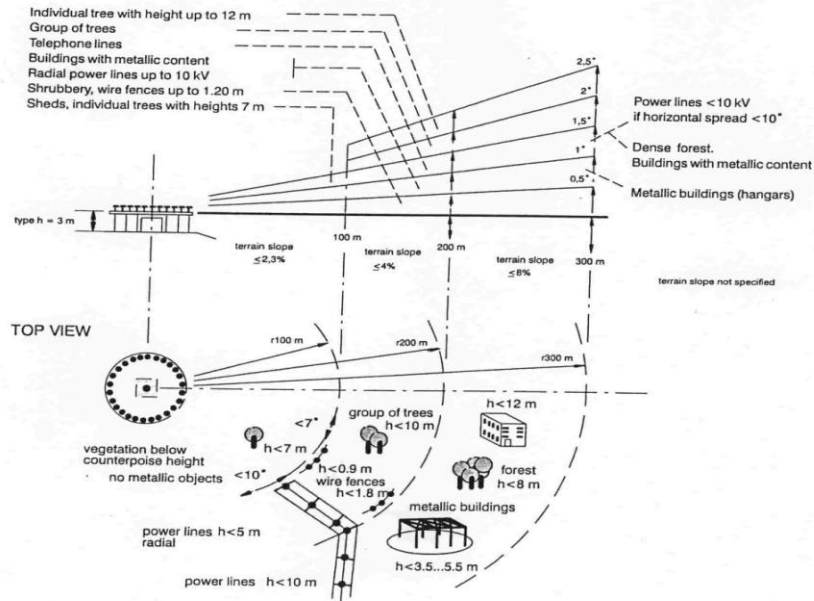


Fig. 2-1 DVOR siting criteria (general data)

AD 2 LTCG IAC- 4
04 JUN 09

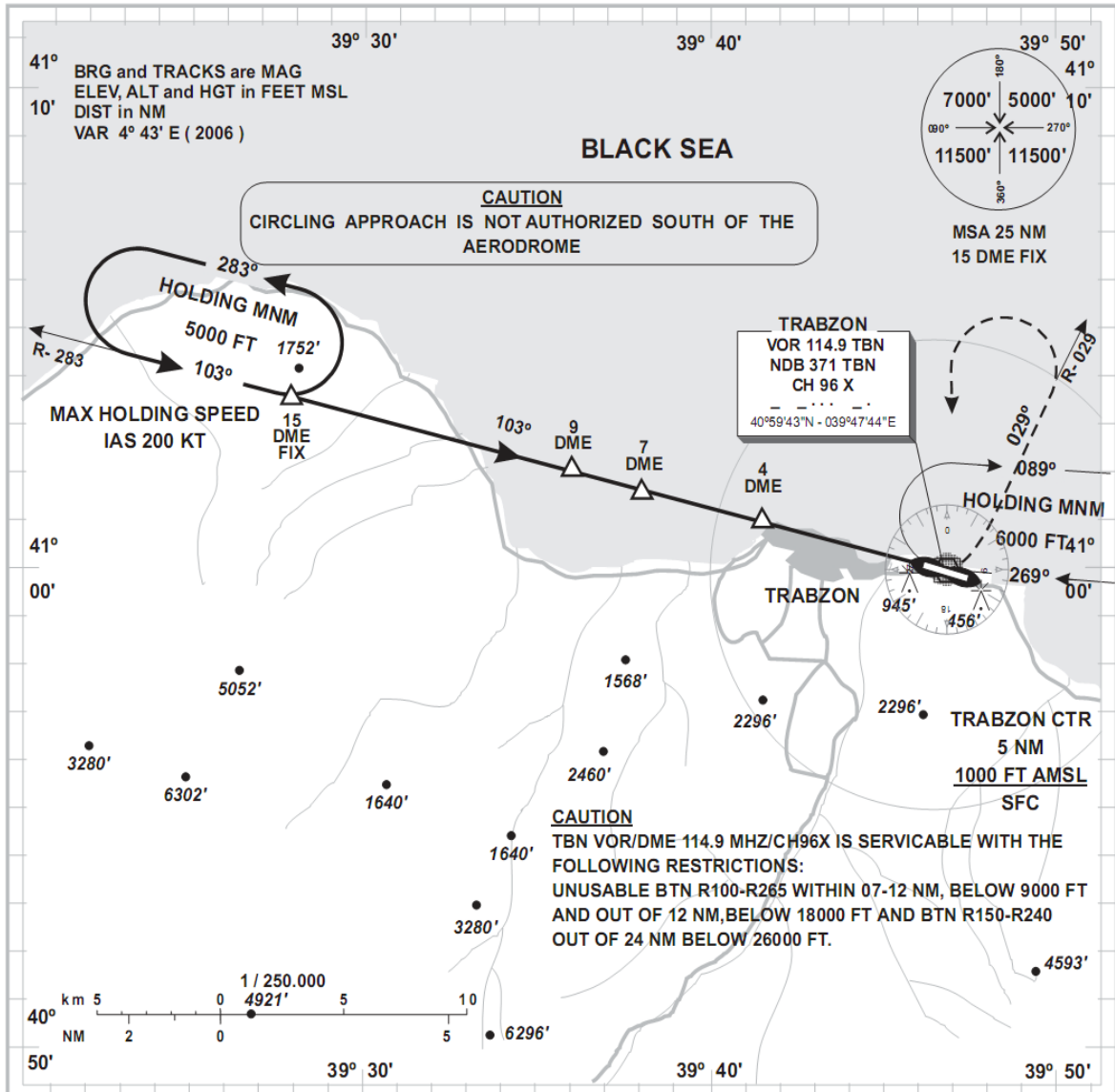
AIP
TURKEY

TRABZON

APP : 120.1 - 119.325 - 362.3
TWR : 120.1 - 119.325 - 362.3

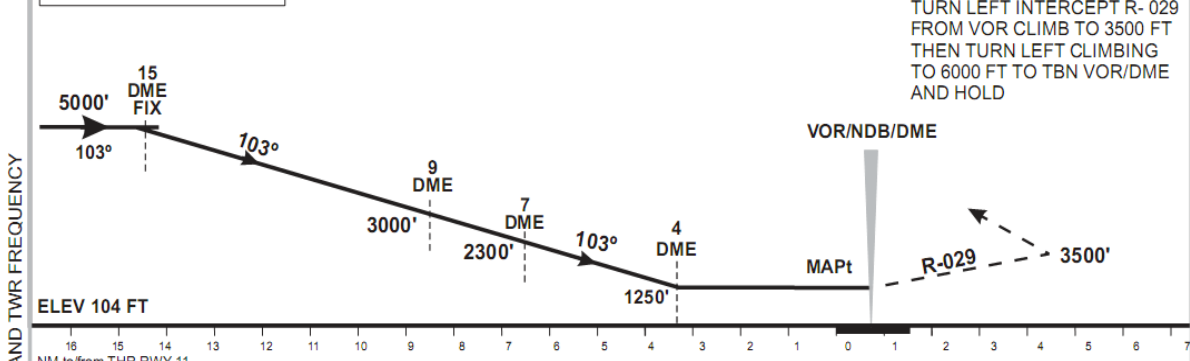
INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO

VOR/DME 3 ELEV 104 FT



TRANSITION ALT 12000 FT

MISSED APPROACH
TURN LEFT INTERCEPT R- 029
FROM VOR CLIMB TO 3500 FT
THEN TURN LEFT CLIMBING
TO 6000 FT TO TBN VOR/DME
AND HOLD



OCA (H)	A	B	C	D
Straight-in approach		NOT AUTHORIZED		
Circling		1250' (1146')		

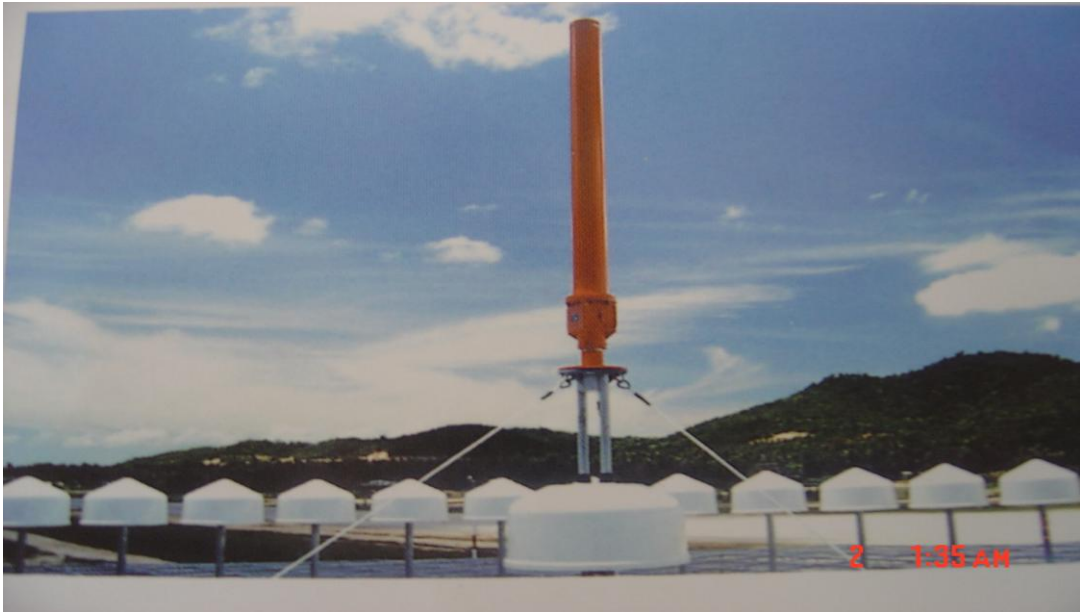
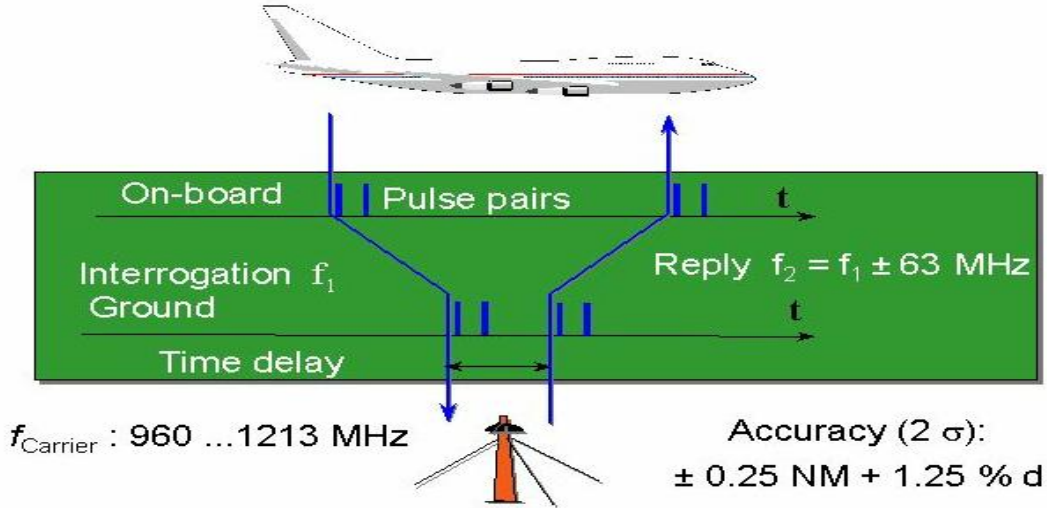
AIRAC AMDT 05/09

DHMI - TURKEY

4.7.3. DME

(Mesafe Ölçme Cihazı)

Distance Measuring Equipment (DME)



Pilota yer istasyonu ile uçak arasındaki uzaklığı veren ve UHF bandında yayın yapan bir sistemdir. Genelde VOR ile birlikte eşlenik olarak kullanıldığı gibi ILS (localizer) ile de kullanımı vardır. ILS sistemlerinde Glide Path İstasyonlarında konuşlandırılırlar. Böylece pilot aynı anda hem yön hemde uzaklık bilgisini elde etmiş olur. Bu tür bir sistemde pilotun VOR veya GP frekansını seçmesi otomatik olarak ona bağlı DME frekansını da seçmesini sağlar. Bu çalışma şekline **Eşlenik** çalışma denir. Bu amaçla VOR, DME ve GP frekansları eşleştirilmiştir. Söz konusu frekans listesi Radyo Seyrüsefer sistemlerinin standartlarını düzenleyen ICAO Annex 10'da yer almaktadır.

Çalışma Prensibi: Hem uçakta hem de yer istasyonunda (transponder) alıcı ve verici anteni vardır. Uçağın gönderdiği soru sinyalleri yer istasyonunda değerlendirilir ve farklı bir frekansta cevap sinyali olarak uçağa gönderilir.

Sistemin çalışma prensibi, sinyalin gidiş-dönüş süresinin ölçülmesine dayanır. İletişimde puls (darbe) modülasyonu kullanılır. Pilot, DME frekansını seçtikten sonra ilk soru sinyalleri darbe çiftleri şeklinde yer istasyonuna gönderilmeye başlanır. Uçak bu durumda arama aşamasındadır. DME istasyonunun cevap sinyalleri yakalanıncaya kadar uçak, saniyede 150 defa darbe çifti göndermeye devam eder. Cevap sinyali yakalandıktan sonra ise izleme aşaması başlar. Gönderilen darbe çifti sayısı bu aşamada saniyede 10-30 düzeylerine düşer.

Sistemin çalışma frekansı ; UHF bandında 960-1215 MHz aralığındadır. Bu aralıkta; X modunda 126, Y modunda 126 kanal olmak üzere toplam 252 kanal mevcuttur. Ülkemizde genelde X kanalı kullanılmaktadır.

Tanıtma: Her yer istasyonu 1350 Hz 'de mors kodunda tanıtım sinyali yayınlar. 30 saniyede bir tanıtma sinyali yayınlar.

Anten Tipi

Omnidirectional yayın yapan dipol dizilerinden oluşan bir anten yapısı vardır.

Avantajları:

- Kısa menzilli seyrüseferlerde (200 NM ve altı) en yaygın olarak kullanılan uzaklık ölçüm sistemidir.
- Çoğu aletli yaklaşma prosedürleri VOR/DME istasyonları üzerine kurulur.
- Yer hızı ve seyahat süresinin hesaplanmasında ana kaynaktır.
- ILS sisteminde daha doğru uzaklık bilgisi vermesi sebebiyle markerlerin yerine kullanılır.

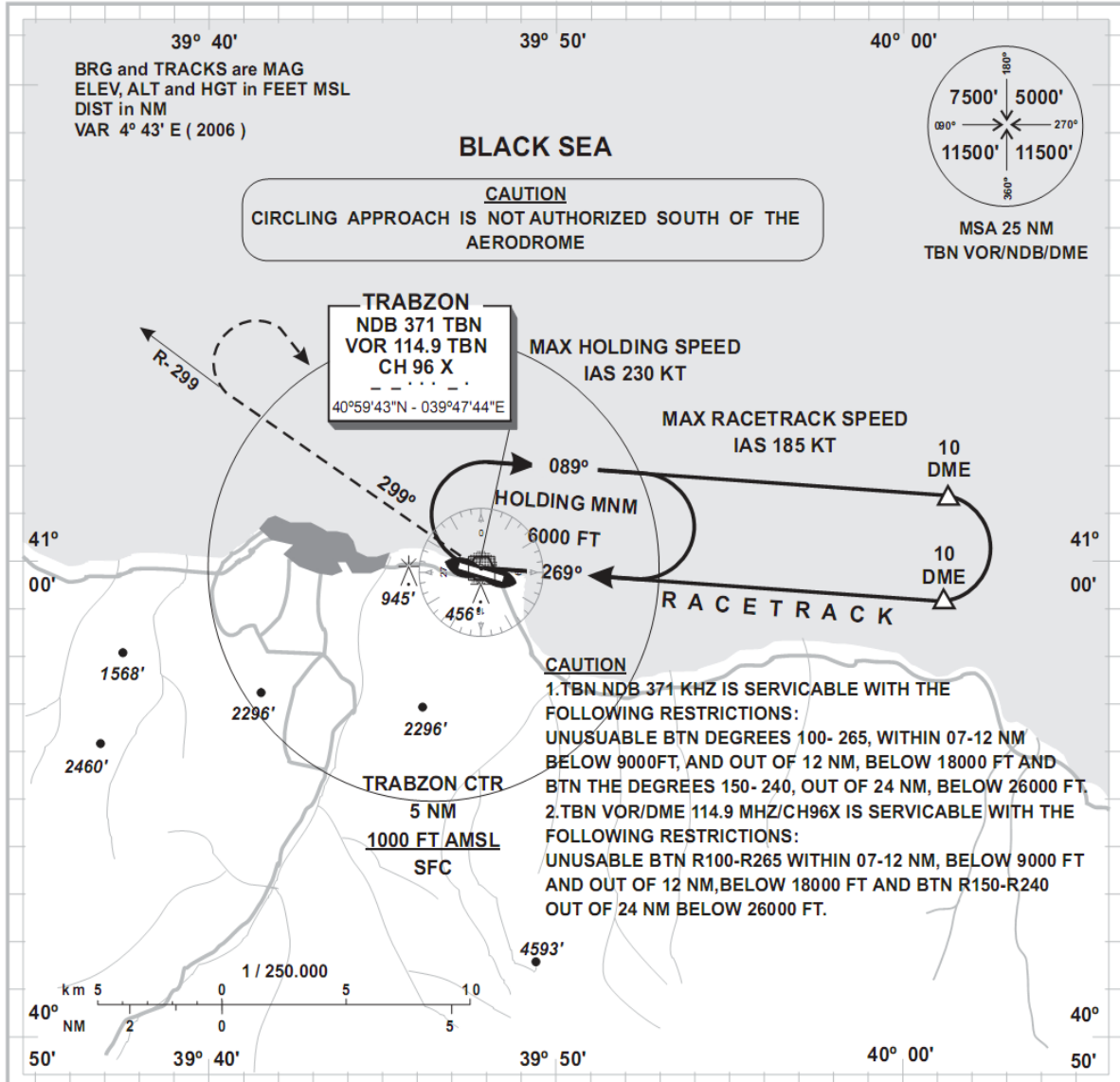
TACAN (TACTical Air Navigation) ve VORTAC:

TACAN sadece askeri havacılıkta kullanılan bir radyo seyrüsefer sistemidir. VOR/DME sisteminin sivil uçaklar için sağladığı yön ve uzaklık bilgisini TACAN askeri uçaklar için sağlar. Çalışma frekansı DME ile aynıdır. (UHF bandında 1 GHz civarında) Bir DME alıcısı TACAN istasyonunun gönderdiği sinyalleri alabilir ve uzaklık bilgisinden faydalanabilir. Bu nedenle DME alıcısı bulunan sivil uçaklar TACAN istasyonunun uzaklık bilgisini kullanabilirler. Birbirine çok yakın yer istasyonlarının sinyallerinin birbiri ile karışmasını önlemek için, özellikle sivil ve askeri uçakların uçtuğu bölgelerde VORTAC (VOR+TACAN) radyo seyrüsefer yardımcısının kullanılması daha uygundur. Bu sistem hem askeri, hem de sivil uçaklara aynı anda yön ve mesafe bilgisi verir. Sivil uçaklar VOR'dan yön, TACAN'dan mesafe, askeri uçaklarda TACAN'dan mesafe ve yön bilgisi alırlar. VORTAC ve VOR/DME sistemlerinin menzilleri ve toleransları aynıdır. 126 kanalı mevcuttur ve 3 harfli mors kodunda tanıtım sinyali yayınlarlar.

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO ELEV 104 FT

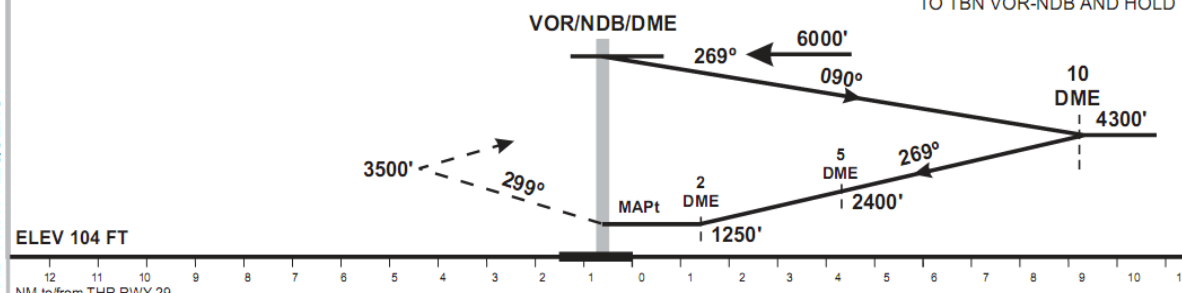
APP : 120.1 - 119.325 - 362.3
TWR : 120.1 - 119.325 - 362.3

TRABZON
VOR/DME 2
NDB/DME 2



TRANSITION ALT 12000 FT

MISSED APPROACH
TURN RIGHT CLIMBING ON 299° TO 3500 FT THEN TURN RIGHT CLIMBING TO 6000 FT TO TBN VOR-NDB AND HOLD



OCA (H)	A	B	C	D
Straight-in approach	NOT AUTHORIZED			
Circling	1250' (1146')			

4.7.4. İNİŞ SİSTEMLERİ (ILS/MLS)

4.7.4.1. ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM) (Aletli İniş Sistemi)

Aletli iniş sistemi olarak tanımlanan ILS sistemi, yatay ve düşey olarak uçağa kılavuzluk görevi yaparak, uçağın piste elektronik cihazlarla emniyetle iniş yapmasını sağlayan bir sistemdir. Özellikle bulut tavanının düşük, görüşün kısıtlı olduğu sisli, yağmurlu ve karlı havalarda güvenli, görüş mesafesinin yüksek olduğu durumlarda ise güvenliğin yanı sıra konforlu bir yaklaşma ve iniş yapılmasına imkan sağlar.

ILS sisteminin ana fonksiyonu, kötü görüş şartlarında uçağı yere nazaran emniyetli bir şekilde daha fazla alçaltarak pilotun pisti görmesini sağlamaktır. ILS yardımıyla diğer SSY-Seyrüsefer Yardımcı Sistemlerine (VOR,NDB) kıyasla yere daha fazla yaklaşarak pisti gören pilot, uçakta bulunan diğer elektronik sistemler ve pistte bulunan görsel yardımcılar(yaklaşma ışıkları vb.) vasıtasıyla piste inişi gerçekleştirir.

Sadece meteorolojik şartlar göz önüne alınarak ILS sisteminin kurulması mümkün değildir. Meteorolojik şartların yanında ILS kurulmasına imkan sağlayan gerekli yaklaşma minimalarına Harita etüdüleri, Uçuş Kontrol ve Site-Survey çalışmalarının sonucunda ulaşılması gerekmektedir. Bu şartlar sağlanamıyor ise ILS kurulmasından bir fayda sağlanamamaktadır.

ILS Sistemi Localizer, Glide Path ve Marker serisinden (Dış marker ve Orta Marker, özel durumlarda da İç Marker) oluşan yaklaşma ve iniş için, uluslararası olarak kullanılan bir Seyrüsefer Yardımcısı'dır. ILS Sistem tesisinde G/P aktif pist başının yakınına, Localizer pistin diğer başının pist merkez hattı doğrultusunda ortalama 300mt mesafeye kurulur.

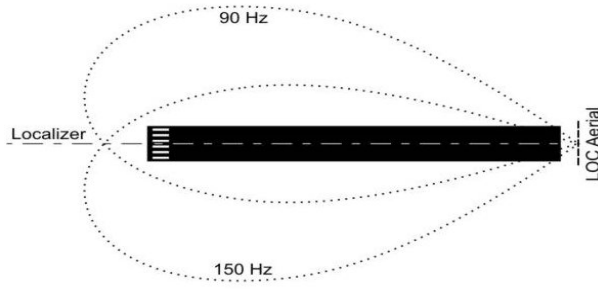
Kule ve SSY cihazları odasına tesis edilen Remote Control (Uzaktan Kontrol) sistemi Localizer, Glide Slope ve Markerlerin uzaktan kontrolüne ve izlenmelerine imkân vermektedir.

Localizer ve Glide Path'in çalışma prensibi, 90 Hz ve 150 Hz frekansları ile iki sinyal arasındaki modülasyon derinliği (DDM) farkının ölçülmesine dayanır. Bu seyrüsefer frekansları, doğru yaklaşma Course 'unu (DDM=0) ve belirtilen Glide Path açısını (DDM=0) bulmak için kullanılır.

1. LOCALİZER:

Havaya yayılan elektronik sinyaller vasıtasıyla uçağın pist merkez hattı doğrultusunda yaklaşmasını ve tam olarak karşılamasını sağlar. (Yatay Kılavuzlu)

Localizer, VHF bandında, 108–112 MHz frekans aralığında çalışır, yatay bir rehber düzlem oluşturarak pilotun yaklaşık 25NM (48Km.) mesafede sağ/sol yaklaşma Course'unu seçmesine olanak verir.



Localizer Antenleri

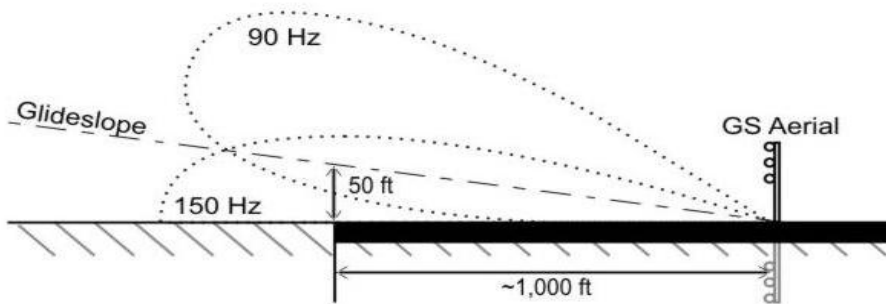
ILS' in tanıtma işaretleri Localizer antenlerinden yayınlanır. İlk önce bir I harfini takiben 3 harfli mors kodu şeklindedir. (IANK gibi). Localizer antenlerinden ses yayını da yapılabilir, talimat ve malumatlar pilota iletilebilir.

LOC anteni merkez hattı uzantısı üzerine, pist sonundan itibaren 300 m ileriye yerleştirilir. LOC vericisi anten çevresine konumlandırılan shelter'ın içerisine monte edilir.

2. GLIDE PATH (SLOPE) :

Aynı şekilde havaya yayınlanan elektronik sinyaller vasıtasıyla uçakların piste uygun süzülme açısında yaklaşmasını ve inişini sağlar. (Düşey Kılavuzluk)

Glide Path, UHF bandında, 328–336 MHz frekans aralığında çalışır ve Glide Path düzlemini üretir. Glide Path, açısına bağlı olarak piste göre belirli bir yüksekliğe sahiptir.



Her Glide Path vericisi, beraber çalıştıkları Localizer frekansları ile **eşleştirilmiştir**. Pilot Localizer' a bağlandığında Glide Path'da otomatik olarak devreye girer. ILS ile DME de eşlenik çalışıyor ise DME'de devreye girer. Eşleştirilen frekanslar, Radyo Seyrüsefer sistemlerinin standartlarını düzenleyen ICAO Annex 10'da yer almaktadır



Glide-Path Anteni ve Cihaz Barınağı

GP (Glide Slope) anteni pist merkez hattından ortalama 120 m.(Sağ veya Sola) mesafeye yerleştirilir. Glide Path süzülme açısı aralığı 2-4 derecedir (Annex 10). GP vericisi anten çevresinde kurulu bulunan Shelter içerisine yerleştirilir.

G/P Anten Sistemleri

Antenin önünde ihtiyaç duyulan toprak yansıtma yüzey alanı değişik anten sistemleri için farklıdır. Daha fazla toprak düzeltme işinden kaçmak için başlangıçta doğru anten seçimi önemlidir. Glide Path'de kullanılan; anten çeşitleri aşağıda verilmiştir.

Sistem tipi	Eleman Sayısı	Dizayn kriteri
M-array Antenna	3	Azaltılmış iyi iletken toprak (Dual Frekans, Capture Effect)
Modified	3	Azaltılmış yansıtıcı toprak ihtiyacı
Wide Aparature	13	Yansıtıcı toprak saha ihtiyacı en aza indirilmiş.
NULL Reference	2	Antenna System (Tek Frekans)
Side-band Reference	2	Azaltılmış direk yüksekliği ve toprak yansıtma yüzeyi

2. MARKERLER:

Pist merkez hattı boyunca tesis edilen Marker'ler, ILS yaklaşması yapan uçaklara yaklaşma yolu üzerinde işaret vererek pilotun pist başına ne kadar mesafede olduğunu bildirir.

ILS Sisteminde genellikle 2, özel durumlarda ise 3 marker istasyonu bulunur. Bu vericiler, aynı taşıyıcı frekansta (75 Mhz.) yukarıya doğru dikey sinyal yayınlanır. Sürekli olarak değişen mors kodunda anahtarlanmış sinyaller ve farklı modülasyon frekansları tarafından biçimlendirilir.

Inner Marker (İç Marker-IM)

Pist başından 75m ile 450m arasında optimum 400 m mesafeye tesis edilir.

Middle Marker (Orta Marker-MM)

Pist başından 900 m ile 1200m arasında optimum 1050m mesafeye tesis edilir.

Outer Marker (Dış Marker-OM)

Pist başına Middle Markerden daha uzakta, iniş hazırlıklarının yapılması için gerekli pist başından 6500m ile 11100m arasında optimum 7500m' de özel bir mesafeye tesis edilir ve inişe başlayan uçağın pilotuna bu mesafede olduğunu ikaz eder.

ILS YAKLAŞMASI KATEGORİLERİ

ILS sistemi ile yapılan inişlerde minima diğer Seyrüsefer Yardımcı cihazlarına (VOR,DME,NDB) nazaran daha düşüktür (daha iyi).

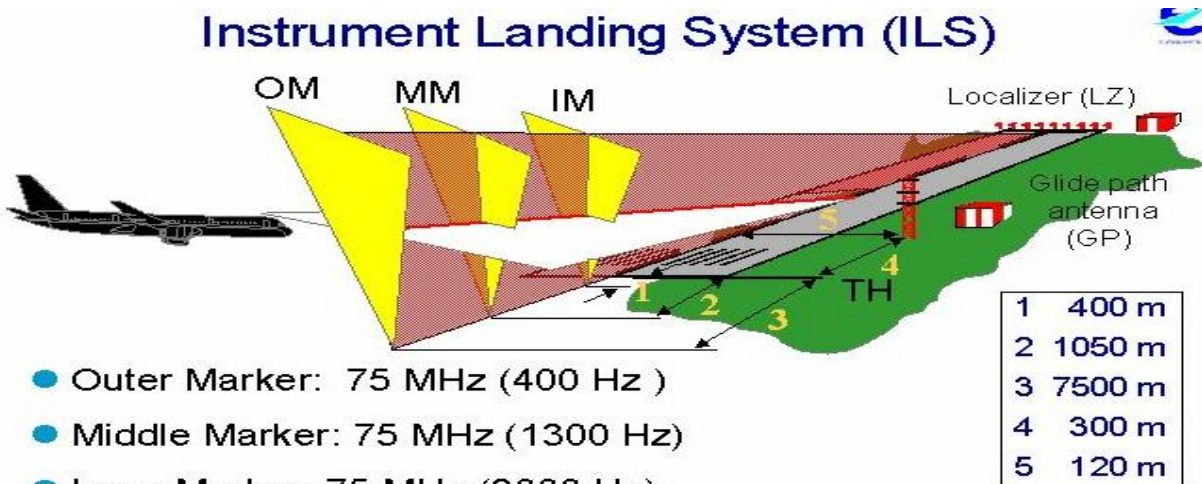
Categori I ILS sistemi ile yere nazaran 60 metre,(Minumum Alçak Seviye)

Categori II ILS sistemi ile yere nazaran 30 metre,(Minumum Alçak Seviye)

CAT III ILS sistemi ile minimasız bir inişe ulaşılabilmektedir. (0)

ILS SİSTEMİNİN PİST ÜZERİNDE YERLEŞİMLERİ VE MESAFE BİLGİLERİ

Instrument Landing System (ILS)



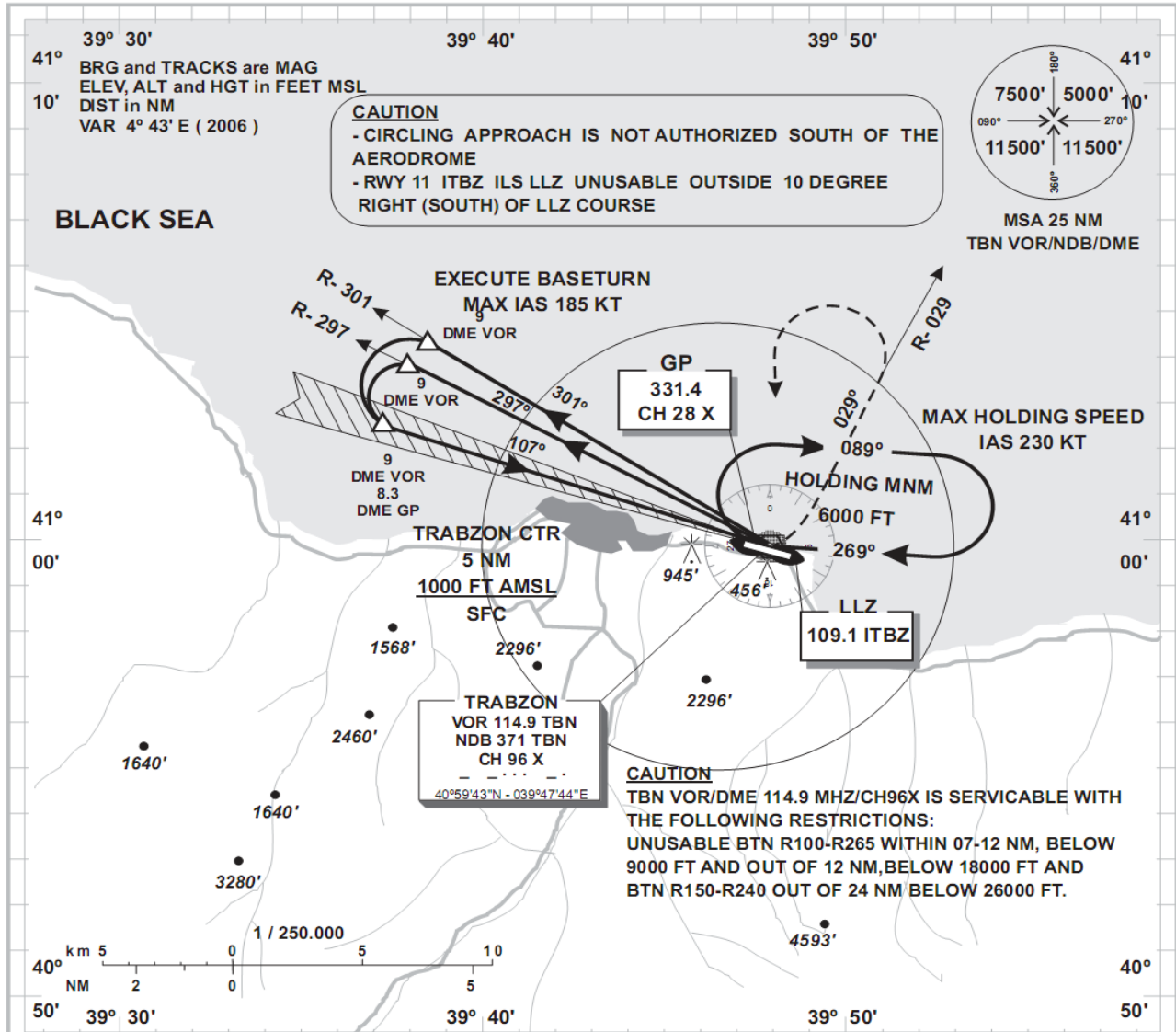
- Outer Marker: 75 MHz (400 Hz)
- Middle Marker: 75 MHz (1300 Hz)
- Inner Marker: 75 MHz (3000 Hz)
- Localizer: 108 - 112 MHz (AM: 1020 Hz, 90 & 150 Hz)
- Glide path: 329 - 335 MHz (AM: 90 & 150 Hz)

INSTRUMENT
APPROACH
CHART - ICAO ELEV 104 FT

APP : 120.1 - 119.325 - 362.3
TWR : 120.1 - 119.325 - 362.3

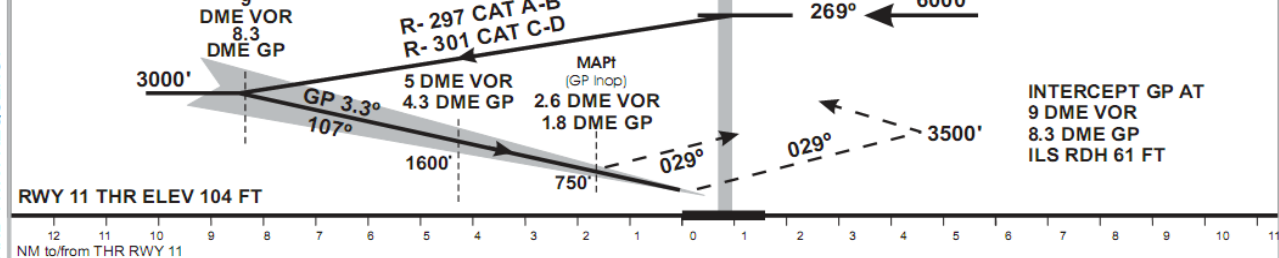
TRABZON

ILS/DME-1 RWY 11 CAT I



TRANSITION ALT 12000 FT

MISSED APPROACH
TURN LEFT INTERCEPT 029° FROM VOR-NDB CLIMB TO 3500 FT THEN TURN LEFT CLIMBING TO 6000 FT TO TBN VOR-NDB AND HOLD



OCA (H)	NM to/from THR RWY 11			
	A	B	C	D
Straight-in approach		404' (300')		
GP Inoperative		750' (646')		
Circling		1250' (1146')		

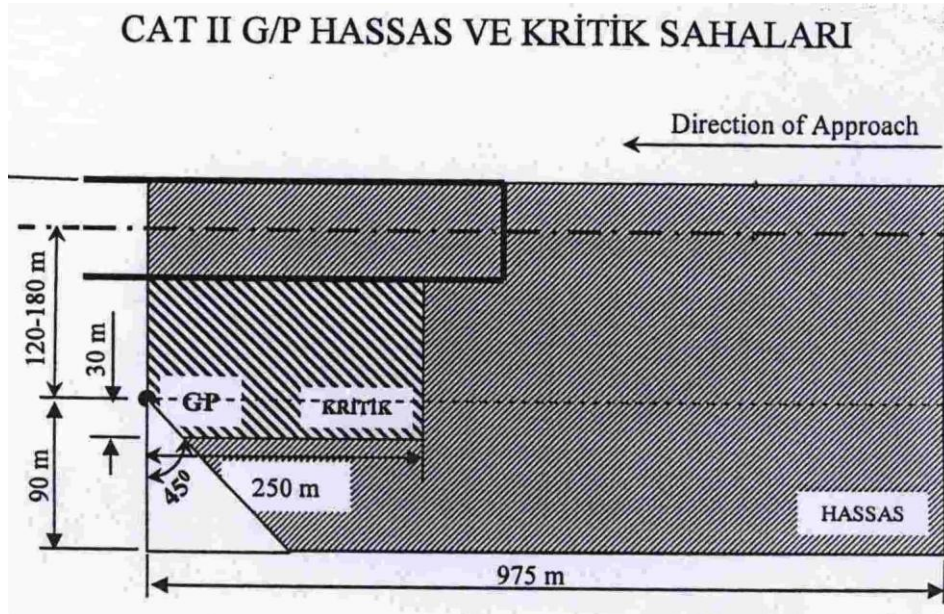
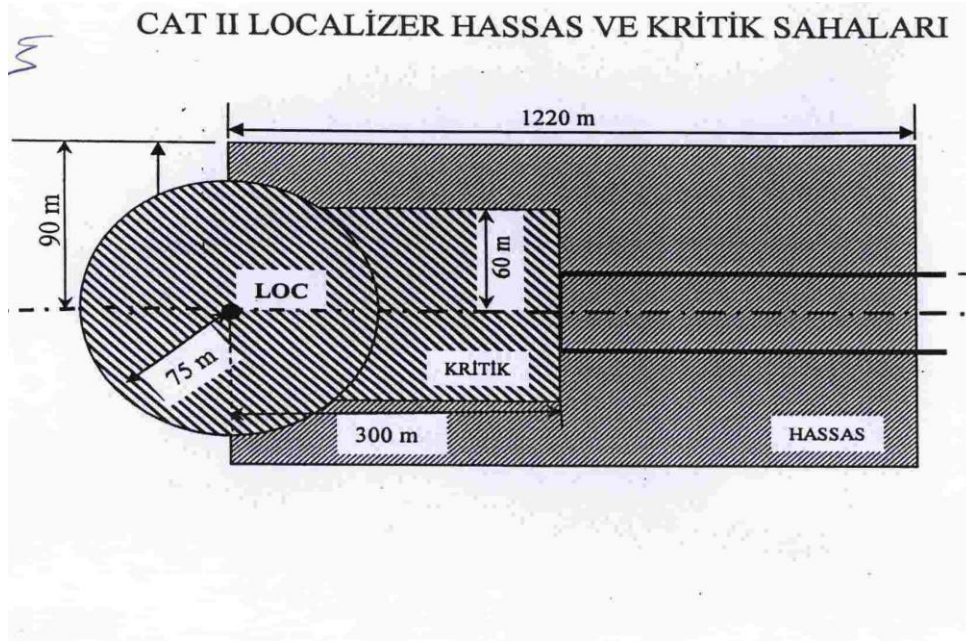
DHMI - TURKEY

AIRAC AMDT 05/09

ILS SİSTEMİ HASSAS VE KRİTİK SAHALARI

ILS Sistemi çalışma sistemi itibariyle en fazla arazi gereksinimi olan Seyrüsefer Yardımcısıdır. Bunun temel sebebi sinyalin, esas itibari ile Düzeltilmiş Sahada (BFA-Beam Forming Area) oluşmasıdır. Ayrıca Düzeltilmiş Saha haricinde civarda oluşan yapılaşmaların sebep olduğu yansımalar (multipath) da uçakta alıcısının yanılmasına sebep olabilmektedir. Bu sebeple pist etrafında yapılacak her türlü yapılaşma kontrol altına alınmalıdır.

Localizer ve Glide Path cihazının temel arazi ihtiyaçları Kritik ve Hassas olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kritik ve Hassas sahaların boyutları Cihazın kategorisine, uçak boyutuna ve anten eleman sayısına göre değişmekle birlikte tipik olarak aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

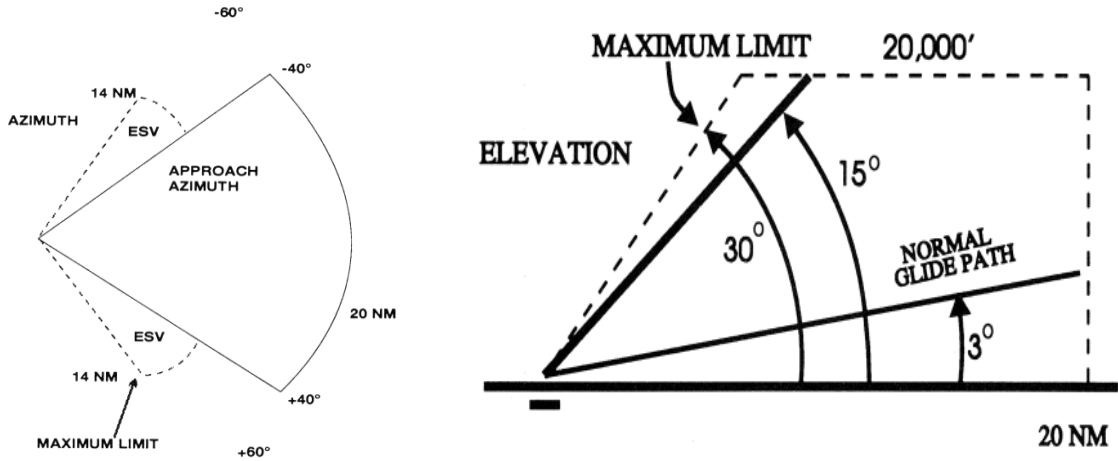


4.7.4.2. MLS (Microwave Landing System):

ILS sisteminin trafik yoğunluğu karşısında kapasitesinin sınırlı kalması ve geliştirilmiş yeni bir ILS sisteminin mümkün olmaması MLS sistemi ile yer değiştirmesini gündeme getirdi. Bu sistem üzerindeki çalışmalar ve denemeler halen devam etmektedir. Bazı Avrupa ve Amerika hava meydanlarında test amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak sistemin pahalı oluşu, uçaklar üzerinde yeni düzenlemeler gerektirmesi havayolu şirketlerinin bu sisteme olumsuz bakmalarına neden olmuştur. Bunun yanında GPS gibi yeni sistemler üzerinde yapılan çalışmalar ve elde edilen olumlu gelişmeler MLS'in eski süksesini kaybetmesi sonucunu doğurmuştur.

Çalışma Prensipleri : MLS' de yatay ve düşey olmak üzere iki tür tarama yapılır. Yatay yayın, merkez hattının her iki yanında bulunan 40 derecelik patenleri tanıyacak şekilde soldan sağa doğru gerçekleştirilir. Bu tarama, sistemin kullandığı meydanın arazi şekline ve özelliklerine göre 40°' den daha az bir değere de ayarlanabilir. Uçaktaki alıcı yatay yayına göre pist orta hattının neresinde olduğunu, zaman farkını ölçerek bulur. Eğer ölçülen zaman uzun ise uçak, pist orta hattının sağında, zaman kısa ise bu hattın solunda demektir.

MLS' in süzülüş açısını veren dikey yayını ise süzülüş sahası içinde aşağı-yukarı tarama şeklindedir. Uçaktaki alıcı, dikey taramadaki zaman farkını ölçerek uçağın hangi alçalma açısı içinde olduğunu bulur. Bu taramanın genişliği dikey olarak 15 derecedir. Pilot, uçağın performansına göre istediği süzülüş açısını ve yaklaşma derecesini seçebilir. Bu seçtiği değerlere göre aşağıda veya yukarıda sağda veya solda olduğunu göstergeden kontrol edip gerekli düzeltmeleri yapabilir.



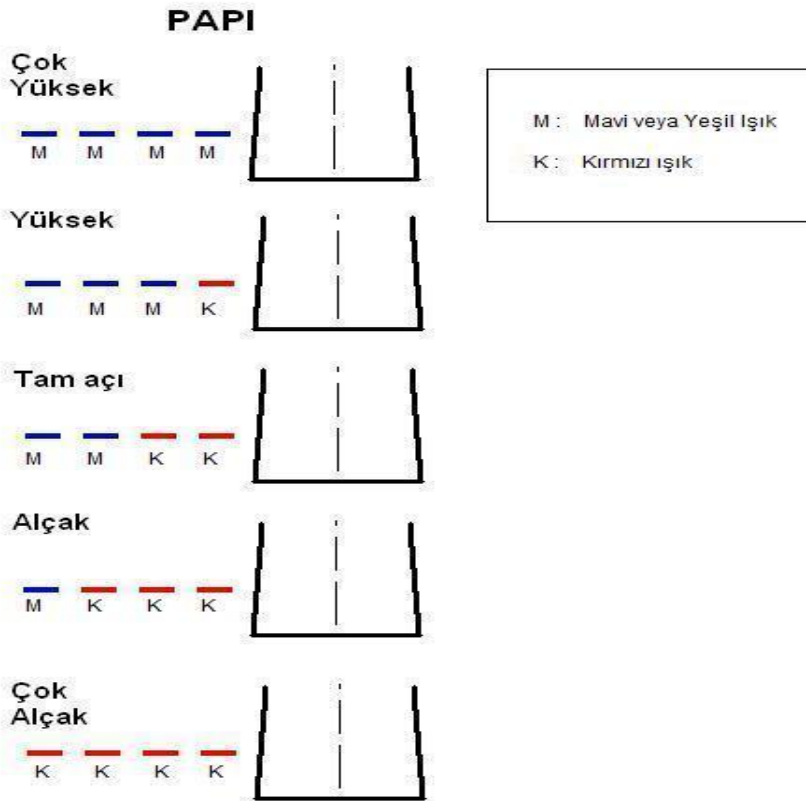
4.7.5. GÖRSEL YARDIMLAR (GÖRSEL SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ)

VASI (VISUAL APPROACH SLOPE INDICATOR) (Görsel Yaklaşma Eğim Göstergesi)

Yaklaşma hattında yer alan tekerlek teması noktasına kadar pilotun doğru bir yaklaşma yolu izlemesini sağlayan bir ışık sistemidir. Kırmızı ve beyaz renkli ışıklarla çalışan sistem hem gündüz hem de gece inişlerinde kullanılabilir. Tamamen görsel olarak çalışmakta olup, uçağa herhangi bir ekipman takılmasına gerek yoktur. Işıkların rengine göre doğru yaklaşma açısı tespit edilir. Çok yüksekte yaklaşan pilot her iki barda beyaz, alçaktan yaklaşan pilot ise her iki barda kırmızı görür. Doğru yaklaşma çizgisinde 1. Barda beyaz 2. Barda kırmızı ışık görülür.

PAPI (PRECISION APPROACH PATH INDICATOR.) (Hassas Yaklaşma Yol Göstergesi)

Son yıllarda VASI'nin yerini PAPI almıştır. Vasiden farkı; armatür sayısı, konfigürasyondaki değişiklik, ve renk geçişinde keskinlik olarak sayılabilir. Doğru yaklaşma bilgisi PAPI'de keskin bir çizgi ile verilebilmektedir. PAPI ışık huzmesi gündüz açık havada 6-15 Km, gece 15-30 km mesafeden pilot tarafından görülebilir.



4.8. UYDU TABANLI SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

4.8.1-2 -4-5 GNSS (Global Navigation Satellite System)

A.B.D. GPS, Rus GLONASS ve AB Galileo uydu sistemleri ile bunların desteğinde her türlü navigasyon gereksinimlerini karşılamak amacıyla oluşturulmuş uzay ve yer tesislerine (WAAS, EGNOS vb.) GNSS (Global Navigation Satellite Systems) adı verilmektedir.

GNSS kullanım alanları

- Askeri Kullanım Alanları
 - Kara, deniz ve hava araçlarının navigasyonu
 - Hedef bulma
 - Arama-Kurtarma
 - Füze güdümü
 - INS sistemlerinin desteği
 - Uçakların, görüşün sınırlı ya da hiç olmadığı hava koşullarında iniş ve kalkışı

- Sivil Kullanım Alanları
 - Kara, deniz ve hava araçlarının navigasyonu
 - Jeodezi ve jeodinamik amaçlı ölçmeler
 - Kadastral ölçmeler
 - Kinematik GPS destekli fotogrametrik çalışmalar
 - Yerel ve küresel deformasyon ölçmeleri
 - Araç takip sistemleri
 - Uçakların, görüşün sınırlı ya da hiç olmadığı hava koşullarında iniş ve kalkışı
 - Aktif kontrol ağları
 - CBS veri tabanlarının geliştirilmesi
 - Turizm, tarım Hidrografik ölçmeler

- Dünyada 4 adet GNSS sistemi mevcuttur;
 - NAVSTAR GPS - (1993 →..., ABD)
 - GLONASS - (İyileştiriliyor, Rusya)
 - GALILEO - (Geliştiriliyor, Avrupa Birliği)
 - COMPASS (Beidou-2) - (Tasarlanıyor, Çin)

- GNSS sistemi kendi içerisinde iki adet jenerasyon içerir;
 - GNSS-1 → 1st gen.
 - GPS, GLONASS
 - Esasen askeri amaçlı
 - GNSS-2 → 2nd gen.
 - Hassasiyet arttırımı için
 - “Stand Alone” sistem
 - GALILEO (temelde sivil amaçlı olarak geliştiriliyor)
 - “Augmentation” amaçlı sistemler
 - EGNOS (Avrupa)
 - WAAS-LAAS (ABD)
 - MSAS (Japonya)
 - Tasarım aşamasında olan GAGAN (Hindistan), CWAAS (Kanada), GRAS (Avustralya), SNAS (Çin) sistemleri

GNSS Destek Sistemleri Genel Özellikler

Amacı, hassas PVT (position, velocity, time) bilgisi gerektiren uygulamaların ihtiyacını karşılamaktır. Uzay (uydu), Kontrol (yer istasyonları), Kullanıcı ekipmanları'ndan oluşmaktadır.

Hava seyrüseferinde GPS, hassas yaklaştırmaya yakın doğrulukta havaalanına ulaşmaya olanak tanımaktadır. Hassas olmayan yaklaşımların gerçekleştirilmesinde, pilot ya da otopilot uçağı piste doğru uygun bir pozisyonda aletli yaklaşma haritalarına göre alçaltır.

Yaklaşmanın her bir evresinde en düşük güvenli yükseklik dikkate alınarak alçalma gerçekleştirilir.

GPS, FAA tarafından hassas olmayan yaklaşımlar için sertifikalandırılmıştır.

GNSS sistemlerinin hassasiyet ve bekasının arttırılması amacıyla aşağıdaki uydu ve yer tabanlı destek sistemleri oluşturulmuştur.

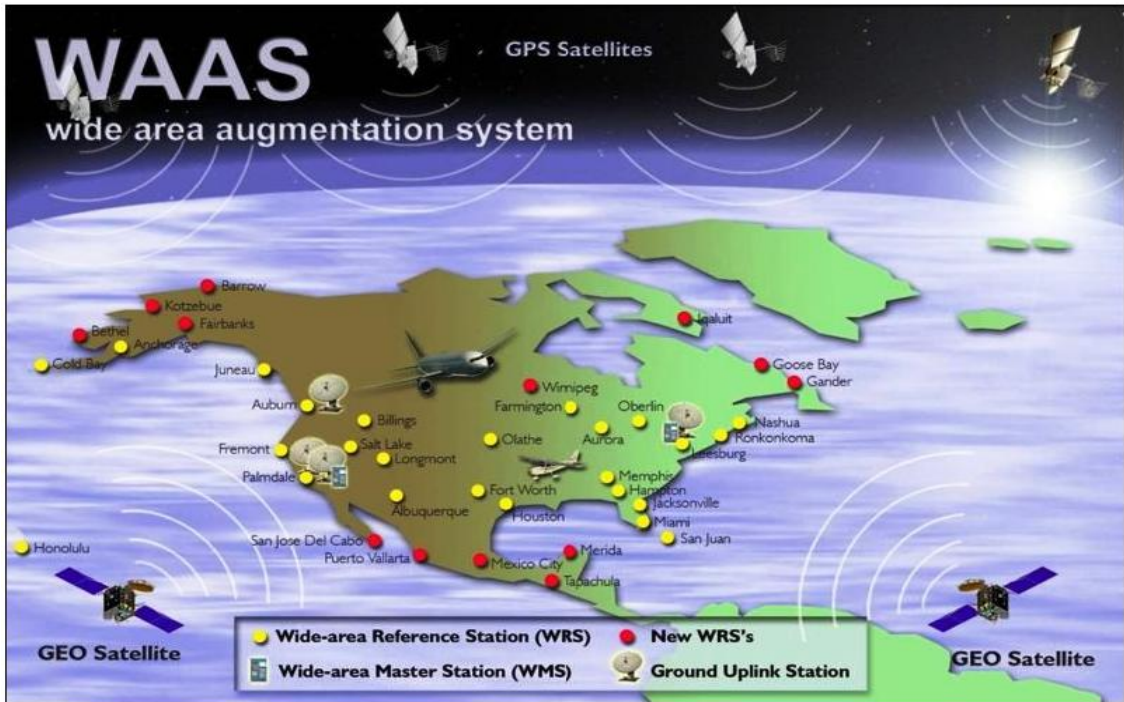
- SBAS (Satellite Based Augmentation System)
- GBAS (Ground Based Augmentation System)
- ABAS (Aircraft Based Augmentation System)
- GLS (GPS Landing System)

SBAS (Satellite Based Augmentation System)

- Mevcut küresel konumlama sistemlerine ek uydu yayınları ve referans istasyonları aracılığıyla düzeltici destek sağlar
- Bu sistemler sayesinde navigasyon hizmetinin sürekliliği ve güvenilirliği arttırılmakta ve daha hassas navigasyon bilgisi sağlanmaktadır.
- Konumları hassas olarak bilinen SBAS referans istasyonlarının GNSS uydularının sinyallerini işleyerek bu sinyallerdeki hataları tespit etmesi ve kullanıcılara sabit konumlu SBAS uyduları aracılığıyla belli bir formatta göndermesi ile çalışır.
- SBAS sistemlerine WAAS, EGNOS örnek verilebilir.

WAAS Wide area augmentation System

- GPS'i hassas yaklaşımlarda kullanmak amacı ile FAA, WAAS üzerinde çalışmalar yapmaktadır.
- Bu sistem sayesinde yükseklik bilgisi birkaç metre hatayla elde edilebilecek, en fazla kullanılan yaklaşma çeşidi olan CAT 1 için yeterli doğruluk sağlanmış olacaktır.
- WAAS (Wide Area Augmentation System) ABD tarafından GPS'e destek olarak kurulmuş her türlü havaalanında her koşulda çalışabilen bir SBAS'tır.
- Bu sistem sayesinde ABD ve çevresinde navigasyon işlemlerinde ek hassasiyet, güvenilirlik ve erişim sağlanması amaçlanmıştır.
- WAAS sayesinde uçakların iniş kalkışları da dahil olmak üzere her türlü sivil havacılık faaliyetinde hava platformlarının uçuş aşamalarının tümünde kullanılması düşünülmüştür.

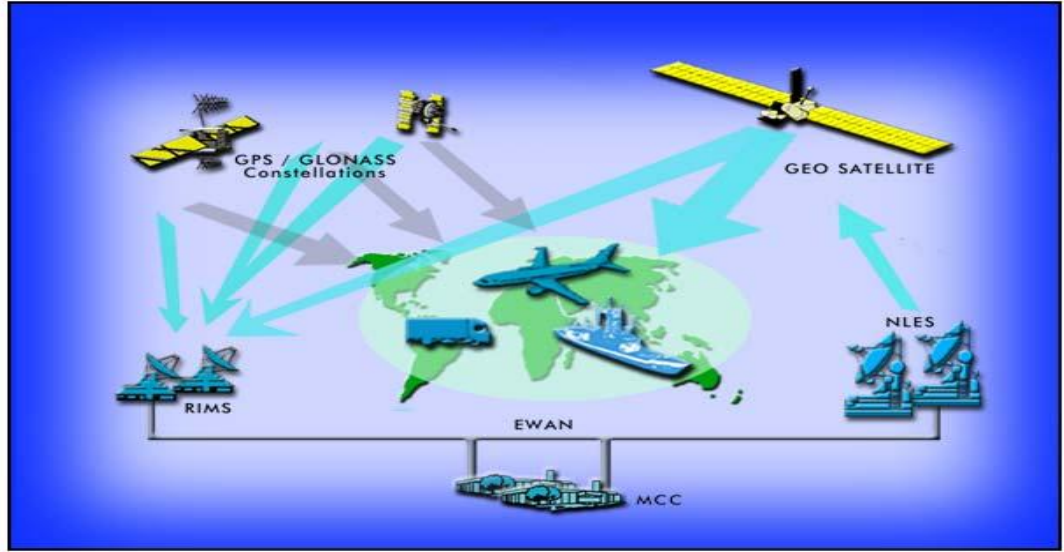


EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)

Avrupa'da GPS ve GLONASS sistemlerine destek/iyileştirme amacıyla kurulmuş, denizcilik ve havacılık gibi sivil güvenliğinin ön plana çıktığı uygulamalarda bu sistemlerin kullanılabilirliğini sağlayan uydu tabanlı destek/bir iyileştirme (SBAS) sistemidir.

- Üç adet sabit konumlu uydudan (Geostationary) ve yer istasyonları açısından meydana gelen sistem sayesinde tek başlarına kullanıldıklarında 20 metre doğruluk sağlayan GPS ve GLONASS ile 2 metrenin altında doğrulukla konum hesaplanabilmektedir.
-
- Alınan GNSS sinyalinden türetilen doğruluk, güvenilirlik bilgileri tekrar EGNOS uyduları tarafından kullanıcılara gönderilir. Oluşturulan spesifikasyonlara göre yatay konum doğruluk hassasiyeti 7m., Pratikte 1 m civarındadır.

İlk olarak Temmuz 2005'te faal hale geçmiştir. 2010 içerisinde güvenli hassas yaklaşımlar için sertifikasyon planlanmaktadır. **EGNOS**



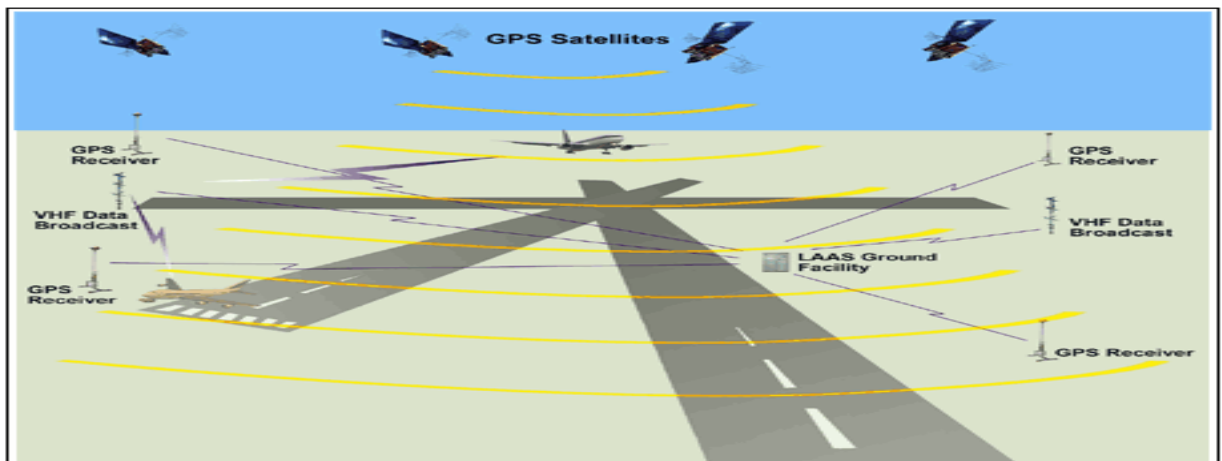
- Geliştiriciler:
 - European Space Agency
 - European Commission
 - EUROCONTROL

GBAS (Ground Based Augmentation System)

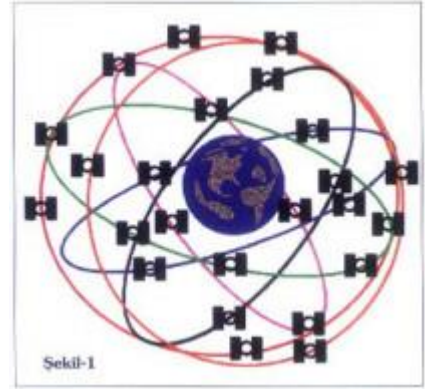
Küresel konumlama sistemlerinin kullanıldığı alanlarda yer istasyonlarından yayınlanan radyo sinyalleri ile daha hassas konum elde edilmesini ve sistemin güvenilirliğinin artırılmasını sağlamaya yönelik sistemlerdir.

GBAS yer istasyonları açık alanda yaklaşık 20 km yakınlarındaki alıcıların alabileceği şekilde çok yüksek frekanslı (VHF) sinyaller yayınlar. Bu nedenle GBAS genellikle havaalanları gibi küçük ve çevresel olarak engelsiz olan bölgelerde kullanılır.

GBAS sistemlerine DGPS ve ABD'de kullanılan LAAS (Local Area Augmentation System) örnek verilebilir. **LAAS**



4.8.3. GPS (Global Positioning System): ABD Savunma Dairesi tarafından geliştirilmiş, uyduya dayalı yer belirleme ve zaman transfer sistemidir. Bu sistem, yüksek doğrulukta, yer, hız ve zaman bilgilerini, 24 saat boyunca GPS alıcısı olan herhangi bir kullanıcıya ulaştırır. Sistem genel olarak uzay, kontrol ve kullanıcı olmak üzere üç bölümden oluşur.

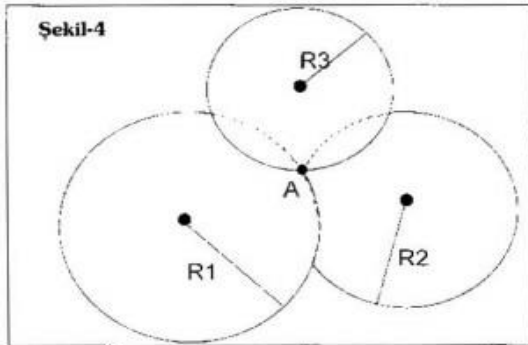


1-)Uzay Bölümü: Sistemin uzay bölümünü, yeryüzünün tamamını 24 saat ve yılın 365 günü kaplama alanları altında tutabilecek şekilde yerleştirilmiş toplam 24 uydu oluşturmaktadır. Bu uydular, yaklaşık 20000 km irtifada, her yörüngede 4 uydu olmak üzere, 6 farklı düzlemde bulunurlar. Böylelikle, dünyanın herhangi bir yeri, herhangi bir anda en az 4 uydu tarafından görülebilmektedir.

2-)Kontrol Bölümü: Bu bölüm uyduların izlenmesi, yönlendirilmesi ve kontrol altında tutulması işlemlerini gerçekleştirir. Yeryüzünün çeşitli yerlerinde bulunan izleme istasyonları, uyduları izler ve bilgileri kontrol istasyonuna gönderirler. Bu bilgiler daha sonra uyduların yönlendirilmesinde kullanılır.

3-)Kullanıcı Bölümü: Kullanıcı bölümü üç kısımdan oluşur. Anten, alıcı/işlemci kontrol ve display ünitesi. Kullanıcı bölümü, değişik firmalar tarafından üretilir ve elde edilen sinyallerden, yer, hız, zaman bilgilerini çıkarmada kullanılır.

GPS Çalışma Prensipleri: GPS'in işleyişi, konumları çok iyi bilinen uydular ile GPS alıcısı arasındaki mesafenin ölçümüne dayalıdır. Uydularda birer atom saati bulunur ve uydular, GPS alıcısına zaman, uydunun konumu, transmisyon süresi gibi bilgileri kodlanmış olarak gönderir. Alıcı, bu bilgilerden faydalanarak enlem, boylam, irtifa ve zaman bilinmeyenlerini çözer ve bu şekilde o anda bulunan konum ve hızı hesaplar.



$$\begin{aligned}\sqrt{((x_1-x)^2-(y_1-y)^2+(z_1-z)^2)}&=R_1 \\ \sqrt{((x_2-x)^2-(y_2-y)^2+(z_2-z)^2)}&=R_2 \\ \sqrt{((x_3-x)^2-(y_3-y)^2+(z_3-z)^2)}&=R_3\end{aligned}$$

Differential GPS (DGPS): Bazı durumlarda konum bilgisinin hassasiyeti 100 m'den daha iyi olmalıdır. Örneğin bir uçağın iniş ve kalkışında 100 metrelik hata payı kabul edilen standardın üzerindedir. Böyle durumlarda mevcut GPS'in kesinliğini arttırmak için yol DGPS'dir. GPS sisteminin muhtemel hata kaynakları olarak, atmosferik olayların sinyaller üzerindeki etkisi, uydu konum hataları ve sistem saatinde sapmalar sayılabilir. DGPS bu hataları en aza indirir. Bu sistemde iki alıcı vardır. Bunlardan biri uçakta diğeri ise terminal sahasında, yani yeryüzünde bulunur.

4.9.1-2 HAVA TAŞITI SİSTEMLERİ / UYARI SİSTEMLERİ

Havacılık Enformasyon Yayınında (Aeronautical Information Publication AIP) uçaklar için geçerli olan en az donanım gereksinimi belirtilmiştir. Bu donanımlara şu cihazlar girmektedir; 2 konuşma telsiz tertibatı, 2 adet VOR- alıcı, 1 DME-Transponder (alıcı cihazı), 1 ILS-alıcısı, 1 Marker-alıcısı, 1 NDB/ADF-kokpit Radyo altimetrey bir SSR-şifre çözücü.

Radyo Altimetre: Radyo dalgaları vasıtasıyla uçağın gerçek yüksekliğinin bulunması amacına hizmet eder. Uçaktan düşey olarak gönderilen dalgaın yerden yansıyor dönme süresinin ölçülmesi ve buna bağılı olarak da uçağın irtifasının bulunması prensibine dayanır. Küçük boyutlu verici ve alıcı antenleri uçak gövdesi veya kanatları altına yerleştirilir.

GPWS (Ground Proximity Warning System): Uçak üzerinde bulunan, pilotu yere gereğinden fazla ve tehlikeli bir şekilde alçaldıklarında, inişe geçildiğinde belli bir yükseklikte iniş takımlarının açılması unutulduğunda uyarı bir sistemdir. Uyarı sesli ve ışıklı olabilir. Radyo altimetre cihazından yola çıkılarak geliştirilmiştir. GPWS cihazı pilotlara alçalmalarda, inişlerde, düz uçuş ve kalkışlarda önemli bir kolaylık sağlamaktadır. Uçağın kalkışından itibaren otomatik olarak çalışmaya başlaması ve pilotu uyarı alarm sesinin ancak uçağı yükseltmekle giderilebilmesi, uçuş emniyeti açısından büyük bir garanti sağlamaktadır.

INS (Inertial Navigation System): Bu sistemin yerde veya uzayda herhangi bir istasyon ile haberleşmesinde veya referans almasına ihtiyacı yoktur. Radyo dalgalarının kullanılmadığı tek uzun menzilli seyrüsefer sistemidir. Bir bilgisayar ile beraber görev yapmakta ve tamamıyla bağımsız olarak çalışmaktadır. Uçağın bir noktadan başka bir noktaya en kısa yoldan gidebilmesi, uçuşun herhangi bir anında konumu ve yerinin tespiti edilmesi amacına hizmet eder.

Seyrüsefer bilgisayarı ve atalet ölçme sistemi olmak üzere iki alt elemanı vardır. Seyrüsefer bilgisayarı vasıtasıyla uçağın bulunduğu noktanın enlem ve boylamını, uçağın gitmek istediği gerçek başı, uçağın bulunduğu nokta ile varmak istediği nokta arasındaki en kısa yolu, yer hızını hesaplamak mümkündür. Seyrüsefer bilgisayarı bu hesaplamaları yaparken birkaç bilgi kaynağından yararlanır. Bu kaynaklar, atalet ölçme sistemi ve bir başka bilgisayar sistemi olan hava bilgi kompüteridir. (Air Data Computer) Elde edilen bilgiler ise bir başka sistem olan uçuş yöneltme grubu (Flight Director Group) vasıtasıyla ibre, gösterge ve panellere aktarılır.

EFIS(Electronic Flight Instrument System-Elektronik Uçuş Aleti Sistemleri) : Elektronik Uçuş Aleti Sistemleri günümüzde bir çok uçuş göstergesinin yerini ekranlı elektronik göstergeler almış adına cam kokpit denilen yeni bir tasarımın öncüsü olmuştur.



RNAV (Area Navigation): Uzun veya orta menzilli yer istasyonlarından (VOR, DME, OMEGA gibi) INS sisteminden veya GPS'den aldığı girdileri değerlendirerek pilota seyrüsefer ile ilgili tüm bilgileri sağlayan bir bilgisayar sistemidir.

FMS (Flight Management System): Bir uçağın seyrüsefer ve uçuş ile ilgili tüm fonksiyonlarını yerine getirmesine yardımcı olan bir bilgisayar sistemidir. FMS ile uçak üzerindeki elektrik elektronik teçhizatının verdiği bilgilerin hepsini bilgisayar sistemi vasıtasıyla tek bir ekran üzerinde toplamak mümkündür. Bu sayede pilotun iş yükü azalır ve yüksek doğrulukta bilgi transferi sağlanmış olur. Önceleri pilot, haritalara, performans dokümanlarına, kartlara, tablolara veya seyrüsefer ve performans hesap cetvellerine başvururken günümüzde ise FMS ile tüm bu bilgiler bilgisayara yüklenir, tüm gerekli hesaplamalar yapılır ve son olarak da yol boyunca yapılması gerekli tüm manevralar yerine getirilir. Ayrıca en ekonomik hız, irtifa değerleri, bunlara uygun performans bilgileri, kalan yakıt miktarı ve seyrüsefer bilgileri de sağlanır.

4.10.1-2 UÇUŞ KONTROL

Hava ulaşım ve taşımacılığının güvenli bir şekilde yapılabilmesi için uçuş yolları boyunca belirli yerlerde ve havaalanlarında bulunan Seyrüsefer Yardımcı Cihazlarının uçaklara yön ve mesafe bilgisi vermelerinin yanında meydanlara güvenle alçalma ve iniş yapmalarını sağlayan sistemler olduğunu ve sistem prensiplerini incelemeye çalıştık. Bu nedenden dolayı Seyrüsefer yardımcı cihazlarının doğru ve güvenilir olarak yayın yapması gerekmektedir. 24 saat hizmet veren bu sistemlerin kendi kendilerini kontrol , en ufak bir aksaklıkta , yayın bozulmasında ikaz verip sistemi kapatan monitörleri vardır. Ancak monitörler çevrelerine kadar olan kısmı kontrol edebilirler , daha ilerdeki yayının doğruluğu , çevreden dolayı etkilendiği veya girişimlerin olup olmadığı hakkında bilgi veremezler. Bu nedenden dolayı uzaydaki yayının doğru , güvenilir , standartlara uygunluğunu ve performansını ölçebilmek için özel donanımlı uçağa ve bu yayınları değerlendirebilecek uçuş ekibine gerek vardır.

Özel donanımlı bu uçak, branşlarında uzmanlaşmış iki uçuş kontrol pilotu , iki uçuş kontrol elektronik teknisyeni ve bir uçak teknisyeni tarafından Uluslar arası Sivil Havacılık Kuruluşu olan ICAO 'nun yürürlükte bulunan esasları dahilinde,

Türkiye hava sahasında yer alan yaklaşık 250 adet seyrüsefer yardımcısının denetimleri uçakta bulunan hassas ve modern elektronik teçhizat ile yerine getirilmektedir.

Uçuş kontrol uçağında standart avionik cihazlardan ayrı olarak, elektronik ekipmanlarla donatılmış uçuş kontrol sistemi vardır. Yarı veya Tam otomatik uçuş kontrol sistemi; modern avionik sistemler , kayıt ediciler sistemi kalibre etmek amacıyla Signal Generator , Oscilloscope ve Spectrum Analyzer, geniş kabiliyetli bilgisayar vs bulunur. Tüm sistemler her iki ayda bir kalibre edilerek sistemin ölçme kabiliyetinin standardı sağlanmış olur.

Yarı otomatik uçuş kontrol sisteminin (SAFIS) kontrol ettiği seyrüsefer sistemleri şunlardır:

ILS (Instrument Landing System , CAT-1 ve 2)

VOR (VHF Omnidirectional Range)

DME (Distance Measuring Equipment)

NDB (Nondirectional Beacon)

MKR (Marker Beacon)

VHF Communication

UHF Communication

ASR (Airport Surveillance Radar)

SSR (Secondary Surveillance Radar)

PAPI (Precision Approach Path Indicator)

VASI (Visual Approach Slope Indicator)

Tam otomatik uçuş kontrol sistemi ile de (AFIS) yukarıdaki sistemler daha kolay bir şekilde kontrol edilmekte, bunların yanı sıra CAT III ILS sistemi de kontrol edilebilmektedir.

Bu uçuş kontrol sistemine bağlı olarak , istasyonların belirlenmiş yerlerine kurularak , uçuş kontrol sırasında yerden uçağı takip eden özel dizaynli dürbün DRTT (Digital Radio Telemetrik Theodolite) ve takip sırasında uçağın pozisyonunu bildiren bir verici bulunmaktadır. DRTT 'yi kullanmanın amacı , Seyrüsefer yardımcı cihazlarının doğruluğunu ölçmek için referans almaktır. Ayrıca referans olarak uydulardan aldığı bilgilerle yerini belirleyen GPS (Global Positioning System) kullanılmaktadır.

Uluslararası Sivil Havacılık kuruluşunun (ICAO) belirlediği esas ve usullere göre , uçuş kontrol tarafından , seyrüsefer yardımcı cihazlarının beş çeşit uçuş kontrol şekli vardır;

1. İstasyon Yer Seçimi (Site Evaluation)

Yeni kurulmak istenen seyrüsefer yardımcı cihazı, belirlenen yere seyyar olarak kurulur ve uçuş kontrolü yapılır. Eğer istenen performansı vermez ise başka bir yer aranır. Seyyar sistemin bulunduğu yerde normal değerler alınır ise o noktaya sabit bina ve sistem kurulur.

2. İstasyonu İlk Servise Verme (Commissioning)

Belirlenen yere kurulan sabit istasyona seyrüsefer yardımcı cihazı monte edilir. Bu sistemin çevre ve coğrafi şartlara göre performansını ölçüp değerlendirebilmek için ICAO'da belirtilen tolerans ve usullere göre detaylı uçuş kontrolü yapılır. Uçuş kontrol neticesinde sistemin çalışma şekli tahditli veya tahditsiz olarak , ayrıca ILS'in Kategorisi belirtilip sertifikaya edilerek servise verilir. Bu uçuş kontrolün kayıtları ve değerlendirmeleri seyrüsefer cihazının çalıştığı sürece saklanır.

3. Periyodik uçuş (Periodic Check)

Serviste olan seyrüsefer yardımcı ve hava yer haberleşme cihazları ICAO'da belirtilen zamanlarda periyodik olarak ilk uçuş kontroldeki (Commissioning) performansında çalışıp çalışmadığı kontrol edilerek , bir sonraki periyoduna kadar servise verilir. Tolerans dışı çalışan sistem tespit edildiğinde servisten alınarak normal olana kadar servise verilmez. Seyrüsefer cihazlarının periyotları aşağıdaki şekildedir ;

ILS (LLZ/GP) CAT I ve LLZ (only)	180 Gün ± 18 gün
ILS (LLZ/GP) CAT II-III	120 Gün ± 12 gün
VOR	365 Gün ± 36 gün
NDB	730 Gün ± 73 gün
DME,NDB,Marker, vb. diğer SSY'ler ile beraber çalışan sistemler	Beraber çalıştıkları (destekledikleri) sistemlerle aynı aralıkta

COMM, VASI/PAPI beraber çalıştığı sistemlerle kontrol edilirler.

4. Özel uçuş (Special Check)

Program dışı yapılan uçuş kontrolleridir. Frekans veya anten değişiminden sonra , büyük bakımlardan veya onarımlardan sonra yer ekibinin isteği üzerine, ayrıca uçak kazalarında (After Accident) sonra yapılan özel uçuşlardır.

5. Gözetim uçuşu (Surveillance Check)

Gözetim uçuşları genellikle seyrüsefer yaparken muhabere frekanslarına, yaklaşma ışıklarına, taxiway boya veya ışıklandırmadaki aksaklıklara , pistteki problem olabilecek yerleri , çevre şartlarının (ot, ağaç, mania vs.) ışıklandırmadaki görmeyi engellemeyecek şekilde olmasını kontrol eder.

Uçuş kontrol esnasında alınan kayıtlar değerlendirilerek seyrüsefer yardımcı cihaz hakkında NOTAM bilgisi verilir. Uçulan seyrüsefer yardımcı cihazının uçuş kontrol raporu hazırlanır , bu raporda o cihazın performansı hakkında detaylı bilgiler verilerek bir sonraki periyoda kadar servise verilir.