

Seyrüsefer, bir gemi ya da uçağı pozisyon, yön zaman ve mesafe çözümleri ile bir yerden ötekine götürme işlemidir.

İlk kullanılan seyrüsefer yardımcısı, hem denizciler hem de havacılar için Kutup Yıldızı olmuştur. Bugün bile yön ve yer bulmada kullanılmaktadır. Ufukların ardında yeni toprak, insan ve servet arayan cesur denizciler ise kutup yıldızının yanısıra yol göstermeleri için yanlarında kuş taşırlardı.

Denize açıldıktan bir kaç gün sonra bu kuşlardan birini salarlar, kuş geriye doğru uçarken çıkış noktaları ile yaptıkları rota arasında, kuşun uçuş yönüne göre düzeltmede bulunurlardı. Daha sonraki günlerde salınan kuşlar yükselerek çıkıp tekrar geri dönerse, bu, etrafta kara olmadığını gösterirdi. Bu yöntem, kuş ileride bir noktaya doğru uçana kadar uygulanırdı. İleriye doğru uçan kuş karanın o yönde ve yakın olduğunu belirtirdi.

1519'da Macellan dünya turunu tamamladığında, seyrüsefer yardımcıları çoğalmaya

ve gelişmeye başlamıştı. Gemisinde küresel bir dünya haritası, manyetik pusula saat ve parakete (geminin 50-100 m arkasından çekilen surat ölçme aleti) vardı ve o zamanın en gelişmiş seyrüsefer yardımcıları idi bunlar. Çağdaş bilimsel araştırmalar, Galileo'nun fizik, matematik ve astronomi araştırmalarından yararlanarak gelişmiştir. 1860'da Galileo, teleskopu bulmuş ve yıldızların haritasını çizmişti.

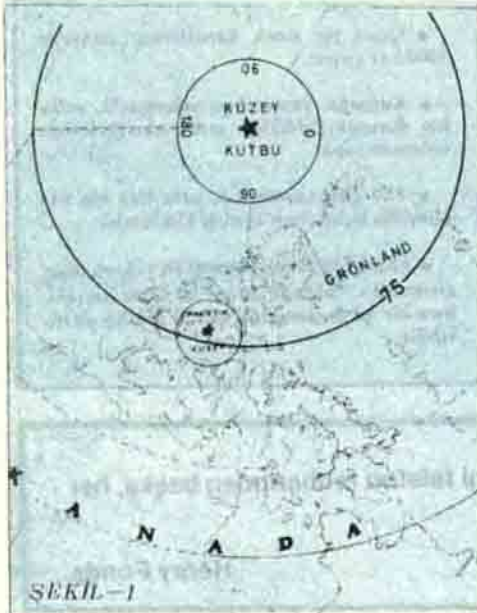
Pusulanın geliştirilmesi ile gerçek kuzey (Dünyanın fiziksel kuzeyi) ile manyetik kuzey (Dünyanın manyetik gücünden dolayı pusulaların döndüğü yer) arasındaki fark belirlendi. (Şekil 1)

Bu iki nokta, aslında coğrafik olarak yakın olmakla birlikte aynı yerde değillerdir. Üstelik gerçek kuzey her zaman aynı yerde olduğu halde, manyetik kuzey dünya üzerindeki manyetik kuvvetlerin etkisi ile yavaş yavaş kaymaktadır.

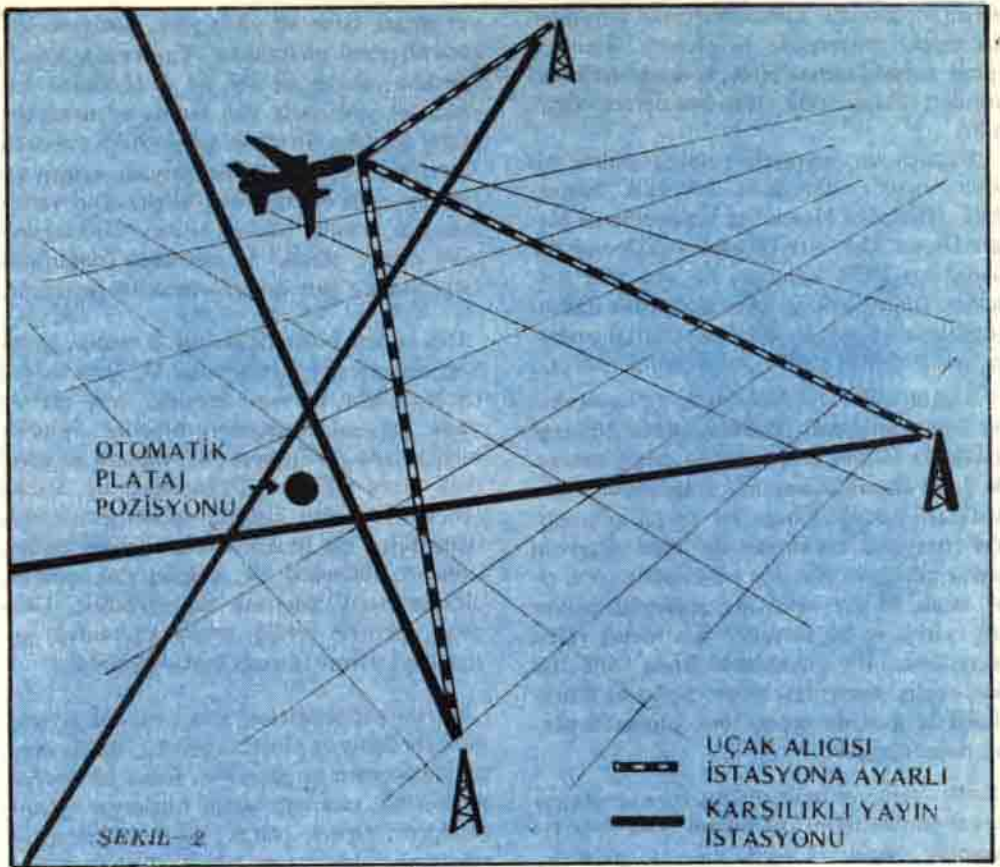
II'ci Dünya Savaşı ile geliştirilen elektronik teknolojisi, seyrüsefere yeni boyutlar kazandı. Radyo, anında meteorolojik bilgi ve seyrüsefer planlamasında kullanılmak üzere monte edildi. Gemi havadan karaya muhabere geliştirildi, radyo yön bulucuları, sonar, LORAN (long Range Navigation)

Uzun yol seyrüsefer aygıtları, artık denizci ve havacılar, yüzlerce mil öteden yerlerini tam olarak saptama olanakları getirmişti. Uçaklardaki ilk seyrüsefer yardımcılarının biri olan radyo alıcıları, 1927'de servise konan (R/R Radio Range) Uzun bacaklı yayın istasyonları ile yön bulup çizilmesi için kullanılırdı. Dört anteni olan bu vericiler, aynı anda yaptıkları yayın sonucu, birbirlerine girişim yaparlar ve bu girişimler ana yönlerde birer vınlama olarak duyulurdu. Bu vınlamalardan herhangi birini yakalayan uçak, bu vınlamayı devamlı izleyerek istasyonun üzerine varabilirdi. Artık devrini kapamış olan R/R ler kullanılmamaktadır.

Bir başka seyrüsefer yardımcısı ise ADF (Automatic Direction Finder) Otomatik



ŞEKİL-1



yön bulma cihazıdır. ADF, el ile ayarlanan radyo alıcısıdır ki; anteni ile yerdeki radyo vericisinin yayınlarını yakalar. Tıpkı evlerimizdeki radyolar gibi, yayını en iyi şekilde yakalamak için anten, uçakların alt kısmına konur. Antene enerji verip istenilen istasyon bulunduğu anda, anten hemen ayarlandığı frekansta yayın yapan vericiye döner. İşte bu özellik, daha sonra otomatik TV antenlerine de uygulanmıştır. Uçakta ise, yuvarlak sigara tablası büyüklüğünde ve içi 360 olara! işaretleme kadran üzerinde dönen ok sayesinde, verici istasyonun yeri gözle, vericinin yayını da ses olarak işitilebilir ve görülür. Eskiden yol boyunca çok kullanılan bu cihaz, şimdi alan civarlarında kullanılmakta ve iniş kolaylığı sağlamak yada/ve ILS (Instrument Landing System) aletle alçalma yapmaya yardımcı olmaktadır. VOR (Very High Frequency Omni Directional Range) çok yüksek frekanslı, çok yönlü yayın cihazı, günümüzde en çok kullanılan, temel seyirüsefer

cihazlarının başında gelir. Hava yollarının saptanmasında kullanıldığından, en çok 370 km'de bir yerleştirilirler. Aynı anda iki yayın yaparlar ve yayınlar çok yüksek frekanslı olduklarından kötü hava şartlarından etkilenmezler. Tıpkı bizim FM (Frequency Modulation) radyo istasyonlarının yayını gibi, Yayınların bozulmama özelliği, oto-pilot ve uçuş yönlendirici sistemlerine otomatik olarak eşlenerek uçuşta büyük kolaylık sağlanmıştır. (Şekil 2) VOR ayarlaması da radyo gibidir. İstenilen frekans ayarlandıktan sonra yerdeki VOR vericisinden alınan sinyaller, hem gözle hem de kulakla algılanır. Aynı anda iki yayın yapar demistik. Biri çok yönlü, ses dalgaları gibi daireler halinde yayılır, ikincisi ise bir deniz feneri gibi kuzeyden başlayarak, kendi etrafında dönerek yayını sürdürür. Bu dönüş sırasında bir saniye içinde 30 kez kuzeyden geçer ve bu geçiş sırasında şu iki olay meydana gelir. 360 (Kuzeyden itibaren bu sinyalin uçağa erişme zamanını alıcının ölç-

mesi, ölçülen bu zamanın derece cinsinden kabindeki göstergede belirlenmesi. İşte bu işlem tamamlanınca pilot, o istasyona hangi yönden yaklaşmakta olduğunu derece olarak bilir.

Başarılı bir seyrüsefer, nokta-nokta yol boyu, nerede olduğunu bilmekle başlar. DME (Distance Measuring Equipment) Mesafe Ölçen Alet, işte bu görevi yüklenmiştir. Genellikle VOR cihazları ile aynı yere konurlar. DME, vericiye olan doğrudan uzaklığı gösterir (Şekil 3). Uçaktaki dijital gösterge, mil cinsinden sürekli bu mesafeleri ölçer.

Saatte 600 nm (deniz mili) gibi gerçekçi bir hızla gittiğinizi düşünün. Dijital gösterge dakikada 10 nm gidildiğinden, her 6 saniyede 1 mil atacaktır. Sistemin esası şudur. DME, uçaktan yerdeki cihaza bir sinyal gönderir. Yer istasyonu, bu sinyali alır, işler ve gerisin geriye gönderir. Bir cins ping-pong topu gibi, uçak ile yer istasyonu arasındaki yayın alışı-verişi ve bu sinyaller ışık hızına yakın seyrederek. İlk sinyal atıldığında DME, bu gidiş-geliş zamanını ölçer. Sinyalin hızını bildiği için arada geçen süre, otomatik olarak mesafeye çevrilir.

Birde, aynı yer istasyonuna, bir kaç uçağın sinyal gönderdiğini düşünelim DME Yer İstasyonu, bunu da kaldıracak güçtedir. Aynı anda birçok sinyal alıp, doğru bilgiyi doğru uçağa gönderebilecek kapasitededir.

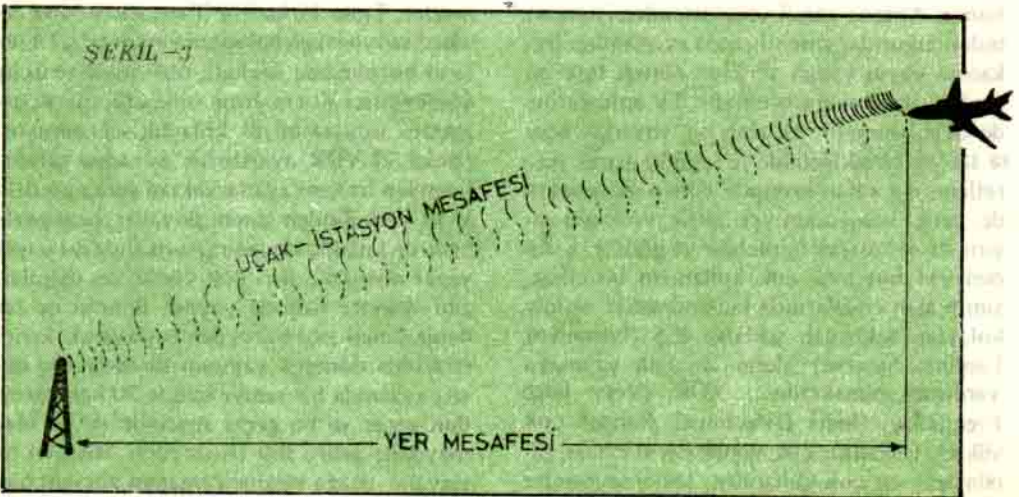
INS

INS; (Inertial Navigation System) Süredürüm Seyrüsefer Sistemi; tek bir aletin rota,

yer sürati, ivme ve yöne göre, pozisyon değerlendirilmesi metodudur. Tamamiyle kendi kendine çalışan, ne yer, ne de (Celestial Assistance) yıldızlarla yön bulma işlemine bağımlı değildir. Sistemin gereksinimi yalnızca Greenwich 0) meridyeni dünyada zaman biriminin esası olduğu için, bilgisayarın yararlanacağı, paralel (Kuzey/Güney yarıkürsesine göre derece olarak) ve meridyen (doğu/batı Greenwich'e göre derece olarak) değerleridir.

INS üç ana bölümde oluşur. Birincisi, Jiroskop dengeleyici platformdur ki, ivme seziciler buradadır. Bu ivme seziciler, ileri-geri ve yada sağ-sol hareketleri ölçerler. İkincisi bilgisayardır. Bilgisayar hız, mesafe ve yön-rota süzer seziciler. Üçüncüsünü ise, kabin (cockpit)de olan kontrol-gösterge bölümünün, dijital bir hesap makinesi göstergesine, kontrol bölümünü de, çağdaş dokunmatik alfa-numeric telefona benzetebiliriz. Gösterge, pilotun verdiği bilgiyi ve sonraki gelişmeleri izleme olanağı sağlar (Şekil4).

İşlerini yapabilmeleri için ivme-ölçerlerin tümüyle dengede olmaları gerekir. Bu da denge platformunun görevidir. Sabit bir seviye pozisyonu, oldukça yüklü bilgisayar işlemi gerektirir. Örnek olarak, jiroskopların uzay referanslı olduklarını biliriz. Biz bunların, yer-kürede yaşadığımız için dünya referanslı olmalarını da isteriz. Hepimiz biliyoruz ki, dünyamız tam yuvarlak değildir. Bu gerçek (dünyanın dönüş hızımızda katarsak) bilgisayarın, platforma birçok hata ve değişkenlerin kaydını da gerektirir.

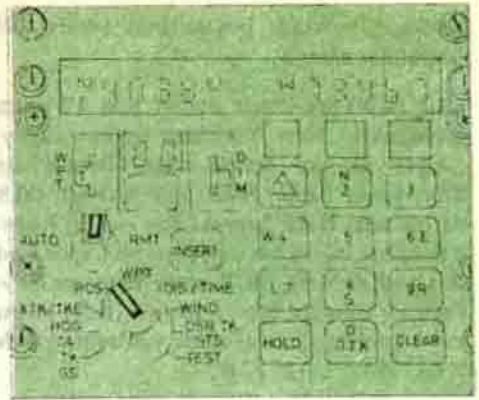


Bu yüzyılın başlarında, Alman bilim adamı Maximillian Schuler deniz araçlarındaki jiroskop hatalarını gidermek amacı ile parlak bir buluş geliştirdi. Zamanla bu buluş, kolaylıkla uçaklara da uygulandı. Schuler'in fikri, ivme-ölçer ya da hız sezicileri, bir saat sarkacı olarak kullanılmaktı.

Sarkaç, bir yerinden asılır ve öbür ucundaki ağırlıkla, yerçekimi ve diğer kuvvetler ile yarı yarıya yay çizerek sallanır. Sarkaçların uzunluğu birkaç santimden birkaç metreye kadar değişebilir. Schuler ise, dünyanın yarıçapı uzunluğunda bir sarkaç istiyordu. Neden bu kadar uzun bir sarkaç? Çünkü, bu uzun sarkacın uzunlukla oranlı salınımı, her salınımdaki dönüm noktası ile salınımdaki hataları 'en aza' indirecek ve salınım sırasında yokedebilecek özelliğe sahipti. Schuler, sarkaçlar da dahil, her şeyin bir (cg) ağırlık merkezine sahip olduğunu biliyordu. Ayrıca, denge noktası ve ağırlık merkezi arasındaki mesafeyi ayarlayanın, sarkacın uzunluğunu, dolayısı ile salınım fazını ve zamanını da ayarlamış olacağını bilmekteydi. O zaman 7334 km.lik bir sarkaç yapabiliyorduk? Evet; En azından matematik ile; Basit matematik ile bilgisayar programlarsak, platform, dünyanın yarıçapına eşit uzunlukta bir sarkaca sahip olduğuna inanacaktı. Aynı matematikçiler, ivme-ölçmeleri de bu sarkacın ağırlık merkezinde olduklarına inandırdılar. Bu, serbest yüzen kütle içindeki dönme oranı 84.4 dakikadır. Bu saniyenin 1/2000'inde bir pozisyon değerlendirme oranıdır. Varın siz hesabedin artık bir devir süresinde kaç kez bu değerlendirilmenin yapıldığını;

Uçağın ivmesi elektronik cihazlarla ölçülür. Uçak ileriye hareket ettiğinde, iç-zar geriye doğru gitmek ister. Aslında, elektrik akımı herhangi bir harekette iç-zar'ı yerinde tutar ama rezistans, zar'ı yerinde tutmak için harcadığı gücü, ivme olarak sisteme iletir.

Yaratıcı beyinler, INS'in gelişmesindeki ağır teknik güçlere göğüs gerip bunları yendiklerinden, örnek bir uçuşta INS'i kullanalım. Kalkış öncesi hazırlığın başında, INS bilgisayarını muhtemel uçuş planı ile programlamamız gerekir. Havacılık sanayiinde uçuş planı hazırlama görevi, Dispatcher denilen Uçuş İşletme Uzmanlarınca nokta-nokta ve dakika-dakika, en ince hesaplama-



ŞEKİL-4

larla ve her türlü olasılık gözönüne alınarak yapılır. Bu hesaplamalarda rüzgâr, muhtemel uçuş seviyesindeki hava yoğunluğu ve ısı, uçağın muhtemel ağırlığı ve harcaacağı yakıt bulunur. İşte pilota verilen uçuş planını bilgisayara aktarma görevi pilotundur. Bu, bir düğmeye basma işidir ve doğru düğmeye basarak önce sisteme enerji verilir. Şimdi de kullananın, alfa-numeric düğmeler ile kontrol panelinde, sistemi, enlem ve boylam cinsinden değerler ile yüklemesi gerekir. New York kuzey yarı kürede 40° ve 38'4 dakika enlem ve batı meridyenlerinde 73° ve 46.7 dakikadır. Bunun normal yazılışı N 40° 38.4' W 73° 46.7'dir.

Alfa-numeric düğmelere, tıpkı modern bir telefonu tuşlar gibi basarak, bu koordinatı göstergede görebiliriz. Bir defa koordinatlar göstergede yazıldığında, "kabul" tuşuna basarak bunu bilgisayara aktarmış oluruz. Aktarma tamamlandıktan sonra 15 dakika beklememiz gerekir ki, jiroskoplar dönüş hızına erişsin ve platform da dengelensin. Bu dengeleme süresinde, uçak mutlak bir şekilde sallantısız olmalıdır. Herhangi bir sallantı sezicileri bozabilir. Bütün bunlar, daha yer hizmetleri sağlanmadan çok önce yapılır.

Şimdi, bilgisayar tam olarak nerede olduğunu bilmektedir ki, bu büyük bir önem taşıyor. (Dünyada ya da uzayda, herhangi bir kimse, araç ya da bir bilgisayar, çıkış noktasını bilmeden yolunu nasıl bulabilir ki?) Sistem, rüzgâr yönü ve hızı, zaman mesafe ve sürat ile ilgili yol bilgileri yanısıra, 9 adet (check-point) yol-belirleyici nokta (koordinat olarak) kabul edebilir. Beher nokta ge-

çıldıkçe, hafızada boşalanın yerine daha sonrakiler eklenir.

Bir NewYork-Paris uçuşu için 17 nokta geçilecektir. New York'dan kuzey-doğuya çıkışta ilk yol-belirleyiciler Herin,Whale, Blue, sonra Sable, N 43° 56' WO 60° 00.8' da bir ada. Daha sonraki beş nokta, Kuzey Atlantikte büyük bir yay çizer ve Lands End de Landfall N 50° 08.2' sonra Manş geçilir ve Paris Le Bourget hava limanına (İLS—instrument landing system) aletle yaklaşma yapılır N 48° 58.0' E 02° 27.0'.

Belirli saatlerde INS, üzerine yaklaşılan noktayı uyarır. Bilgi sayar da seyrüsefer ile ilgili tüm işleri yapıp bunları (autopilot) otomatik-pilota iletir. Oto pilot da bu verilere göre uçağın eğer gerekli yön değişikliği var ise yaparak, rotasında seyrini sağlar. Uçuş ekibinin sadece uçuşu izlemesi ile uçak kendi başına büyük mesafeler katedebilir.

Eğer kalkıştan sonra uçuş planında bir değişiklik yapmak gerekirse iptal edilen nokta yerine başkasını ya da araya bir yenisini ekleyip öbürlerini birer sıra geriye atmak ve buna benzer bütün olasılıklar kontrol tablosundaki gerekli düğmeleri tuşlamakla mümkündür. Şimdi bütün yolboyu seyrüsefer aletlerini kullanarak hedefe yaklaştığımızı ama alanı bulutlardan göremediğimizi düşünelim. Bunda da korkulacak bir şey yok. ILS (Instrument Landing System) Aletle alçalma Sistemi işte bu kolaylığı sağlar. İki vericiden oluşan bu sistemde vericilerden biri, inilecek pistin sağında az içeriye, ikincisi pist sonundan az öteye konur. Bu vericilerden birine (Glide Slope) süzülüş açısı, diğerine (Localizer) ortalayıcı denir. Süzülüş açısı, genellikle yerden 3°'lik eğimle yayın yapan sinyalden oluşur. Ortalayıcı ise, yayınladığı sinyal ile pistin ortasından geçen hattı belirler. Bu sinyaller, uçaktaki ILS aleti ile gözle izlenir. Bu sistemin daha gelişmişleri ise otomatik olarak uçağı piste indirirler.

Bundan 54 sene önce Charles Lindberg, tek başına uçağı ile okyanusu aştığında, bu ge-



AVRUPA'NIN EN UZUN YÜRÜYEN MERDİVENİ

Avrupa'nın en uzun yürüyen merdivenleri, Rendsburg'da bulunmaktadır. Kuzey-Doğu denizi kanalının altındaki bir tünele inen merdivenleri hergün sayısı 8000'in üzerinde yaya kullanmakta; ancak yaya trafiğinin yoğun olmadığı çalışma saatlerinin dışında enerji tasarrufu nedeniyle asansörler devreye sokulmaktadır. 300 basamaklı ve 56 m. uzunluğundaki bu merdivenlerle katedilen yükseklik farkı 28 m. yi bulmakta, merdivenler, işletme ve kumanda odasında bulunan monitörler, yardımıyla yoğun bir biçimde izlenmektedir.

reçlerin acaba kaçını kullanmıştı? Bu kısa sürede bilim adamları, matematikçi ve mühendisler hala, daha da gelişmiş sistemler bulmak için çalışmaktadırlar. Bu yoğun çalışmaların kökeninde ise daha güvenli bir uçuşun isteği bulunmaktadır.

"Ben istatistiklere inanmam, çünkü istatistiklere göre zengin de, yok-sulun da 1'er milyonu vardır."

F.D.Rosevelt