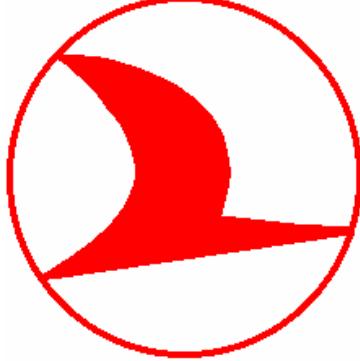


	THY A. O. UÇUŞ EĞİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	1/1



EĞİTİM DÖKÜMANLARI

060

TEMEL SEYRÜSEFER

ATPL

**THY A. O.
UÇUŞ EĞİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ**

	THY A. O. UÇUŞ EĞİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	2/1

İÇİNDEKİLER :

1. BÖLÜM: GENEL SEVRÜSEFER
2. BÖLÜM: YÖN KAVRAMI
3. BÖLÜM: DR UÇUS KOMPÜTÜRÜ
4. BÖLÜM: VEKTÖR ÜÇGENİ
5. BÖLÜM: KOMPÜTÜR
6. BÖLÜM: KOMPÜTÜR
7. BÖLÜM: KOMPÜTÜR
8. BÖLÜM: TOMOGRAFİK HARİTALAR
9. BÖLÜM: 1/60 KURALI
10. BÖLÜM: RÜZGÂR BİLEŞENLERİ
11. BÖLÜM: BİRLEŞME
12. BÖLÜM: AYRILIŞ
13. BÖLÜM: ÖLÇEK
14. BÖLÜM: HARİTALAR
15. BÖLÜM: SİLİNDİRİK PROJEKSİYONLAR 1 MARKOTOR HARİTALAR
16. BÖLÜM: LAMBERT KONFORMAL HARİTASI
17. BÖLÜM: VAKIT HESAPLAMALARI
18. BÖLÜM: ZAMAN
19. BÖLÜM: NİSPİ SÜRAT
20. BÖLÜM: CP VE PNR
21. BÖLÜM: POLAR STEREOGRAFİ
22. BÖLÜM: KUTUPSAL VANSIMA VE ÇAPRAZ MERKATOR
23. BÖLÜM: GRİD HARİTALARI
24. BÖLÜM: SEVRÜSEFER (PLOTTING)
25. BÖLÜM: MAGNETİZM
26. BÖLÜM: CAVROSKOPLAR
27. BÖLÜM: DİREK OKUMALI PUSULALAR
28. BÖLÜM: UZAKTAN KUMANDALI CAVRO PUSULA
29. BÖLÜM: UÇUS YÖNETİM SİSTEMİ
30. BÖLÜM: BÖLGE SEVRÜSEFER SİSTEMİ
31. BÖLÜM: REFERANS SİSTEMİ

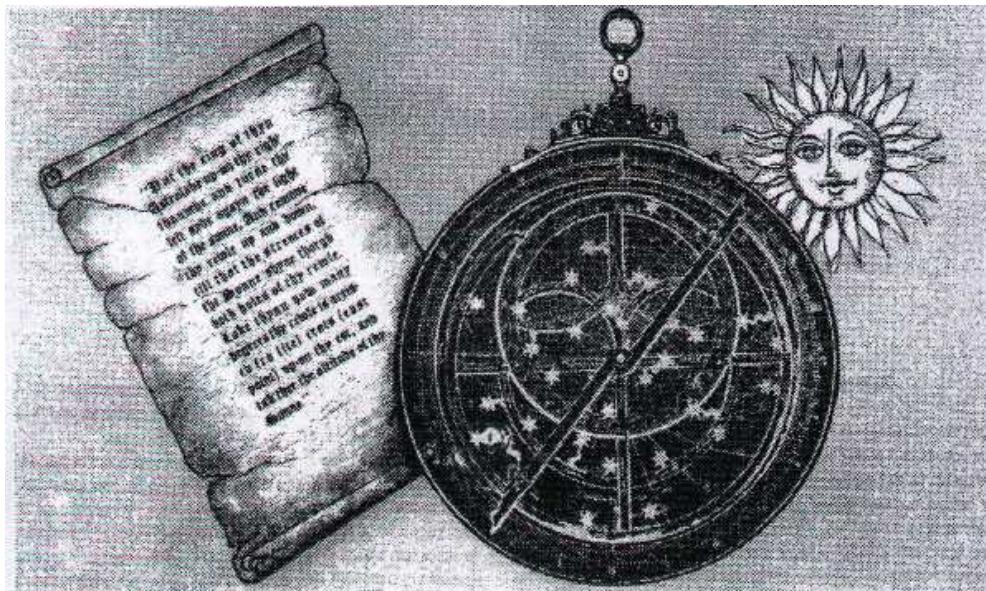
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/29
---	--	---	--

BÖLÜM -1

GENEL SEYRÜSEFER (061 00 00 00)

1.1 GENEL SEYRÜSEFER

Seyrüsefer; bir geminin bir yerden diğer bir yere hareketini yönetme yöntemi olarak tarif edilebilir. Hava seyrüseferi ise, dünya sathı üzerinde atmosferin içinde veya ötesinde hareketleri içerir. Öyle ise;
Hava seyrüseferi: Bir uçağın dünya sathına göre arzu edilen istikamet ve irtifada muhafaza edilmesi ve coğrafi pozisyonunun tespit yöntemi usulüdür.



Şekil: 1.01 Nostaljik bir resim

1.2 SEYRÜSEFERİN ESASLARI

Seyrüseferin esasını anlamak için, seyrüseferin kapsamı veya boyutları denilen bazı belirli terimlerin bilinmesi gereklidir. Bir hava seyrüseferi için kullanılan aslı referanslar; pozisyon, istikamet, mesafe ve zamandır.

a Pozisyon: Tespit veya ifadesi koordinatlarla tarif edilen bir noktadır. Pozisyon, daima tanımlanabilecek bir yeri işaret eder.

b İstikamet: Aralarında mesafe referansı olmaksızın uzaydaki bir noktanın diğerine göre pozisyonudur. İstikamet kendi başına bir açı değildir. Fakat çoğu zaman bir referans istikametinden acısal mesafe olarak ölçülür.

c Mesafe: İki nokta arasındaki uzaysal bir ayırım olup, onları birleştiren hattın ölçülmüşüyle elde edilir. Mil, yarda, metre vb. ile ifade edilebilir.

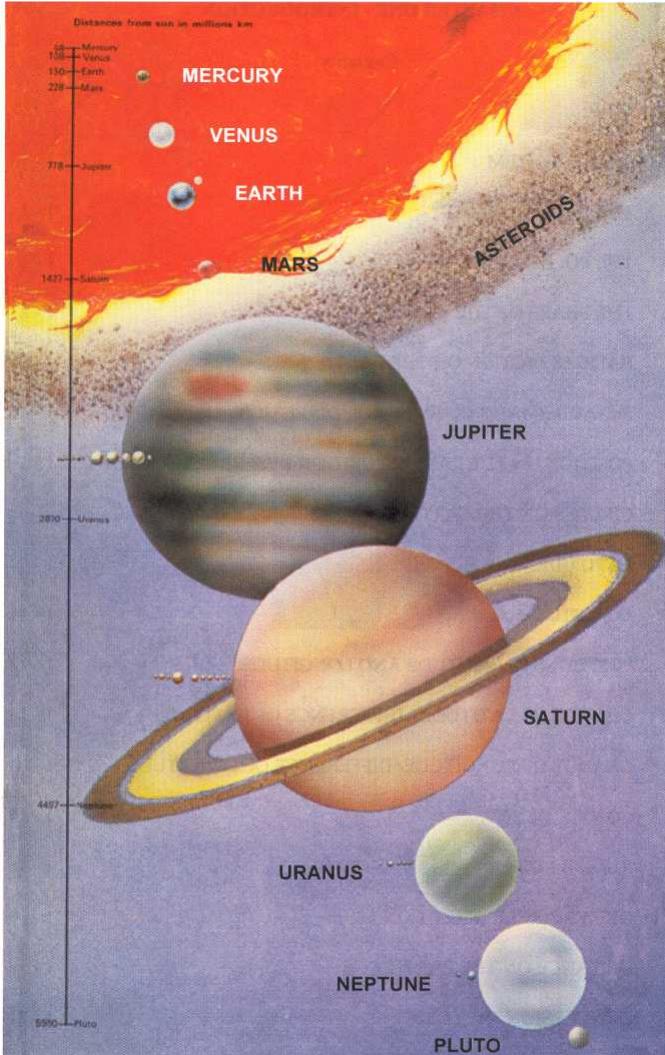
d Zaman: Birçok yolla tarif edilebilir, fakat seyrüseferde kullanılanların **ZAMAN**:

- (1) Günün saati,
- (2) Gecen aralıklarıdır.

1.3 GÜNEŞ SİSTEMİ

Güneş sistemi, Güneş Gama gezegeni (Merkür Venüs Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün ve Plüton) ile 2000 kadar küçük gezegen ve asteroit'ten oluşmuştur. Gezegenler, güneşe eşit uzaklıktı olmayıp büyüklükleri, iç çapları ve kendi çevrelerinde dönüş süreleri de farklıdır (Şekil: 1.02).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/29
---	--	---	--



Şekil: 1.02 Güneş Sistemi

Gezegenler, güneşin etrafında farklı zaman miktarlarında, eliptik yörüngeler çizerek dönerler. Gezegenler güneş çevresinde dolanan ve yansımış güneş ışığı ile kendini ışıklı gösteren gök cisimleridir. Gezegenlerin gerçek dönüşüm süreleri Kepler Kanunları ile hesaplanmıştır. 30 yıllık çalışma sonunda J. Kepler gezegenlerin güneş çevresinde birer elips çizdiğini belirterek kanunlarını ispatlamıştır. Her bir gezegenin yörüngede dönüşüm süreleri farklı olup aşağıdaki gibidir.

Gezegen	Yıl	Gün
Merkür	0.2408	87.97
Venüs	0.6152	224.70
Dünya	1.0000	365.26
Mars	1.8809	686.98
Jüpiter	11.8622	4333.59
Satürn	29.4577	10759.20
Uranüs	84.018	30687.00
Neptün	164.78	60184.00
Plütон	284.4	90700.00

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/29
---	--	---	--

1.4 DÜNYA (061 01 02 00)

Birçok seyrüsefer maksatları için dünya mükemmel bir küre olarak kabul edilmiş olmasına rağmen其实 tam bir küre değildir. Dünyamızın şekli basit görünümü ile bir yuvarlak veya bu gerçege çok yakındır. Aslında dünyamızın şekli genellikle kutuplarından hafifçe bastırılmış "oblate spheroid (kutupları yassılaşmış küre)" olarak adlandırılır. Bu şeklin nedeni, dünyamızı saran gaz bulutlarının dönüşünün kutup bölgesine nazaran, ekvator bölgesinde yarattığı daha yüksek merkezkaç kuvvetidir. Düzleşme, bası olarak adlandırılır ve dünya yüzeyinde yaklaşık 0,3 % dür (1/300). Daha basit bir ifade ile dünyanın kutup çapı 27 karamili (veya 23 denizmili veya 43 km) ekvator çapından daha azdır. Son uyu izlenimleri göstermiştir ki dünyamız biraz daha yayvan şekli ile ekvatorun güneyinde azami çapına ulaşır. Güney yarımküredeki bu yayvanlık, basıdan kaynaklanan yayvanlığa göre oldukça az olup, kilometreler yerine, metrenin ondaları ile ifade edilir.

Dünya kabuğu karadaki en yüksek dağdan, okyanustaki en derin çukura kadar olan irtifa farkı yaklaşık 12 mildir. Dünyanın ekvatorda ölçülen yaklaşık çapı 6837.57 deniz mili, Kutuplardaki çapı ise yaklaşık 6864.57 deniz milidir. Bu çaplar arasındaki fark 23.34 deniz mili olup dünyanın elips şeklinde olduğu kabul edilir.

Dünya eğer tam bir yuvarlak olsaydı, ikiye bölündüğünde tam bir daire oluştururdu. Matematikçiler de harita projeksiyonlarını oluşturmak için gerekli bu eşitlikten faydalabilirlerdi. Eğer bu bası simetrik olsaydı, bu iki ayrı parça matematiksel olarak hiç sorun çıkarmayacak tam bir elips olurdu.

Sonuçta dünyamız her iki tanıma da uymaz ve onu en iyi tanımlayabilecek dünyanın kendi şeklidir. Bu da Yunan orijinli "**geoid**" sözünün anlamıdır.

1.4.1 GEODESY VE GEOİD MODELLER

Birçok farklı kuruluşlar dünyayı ölçerek modellemişlerdir. Bunu yaparken de kendi modellemelerinin eşitliklerini belirlemiştir. Her kurum kendi modellemesi ile dünyanın haritasının çıkarıldığı bölgeye tam ve en iyi uyum sağlayan model olmasına çalışmıştır. Bu, "**geoid (Geoit** ya da **Geoid**, küre olarak adlandırılan geometrik şeklin iki tarafından basık olan halidir. Dünyamızın şekli de '**geoit**'tir. Ayrıca, Portakal, Mandalina, İncir vb. pek çok örnek de verilebilir.)" referansı dünyanın başka bir bölgesine göre de tam uyum sağlamadığı anlamına gelebilir. Örneğin, İngiltere "**ORDNANCE SURVEY 1936 (OS36)**" geoid modellemesini, Fransa "**Nouvelle TRIANGULATION de FRANCE (NTF) 1970**" modellemesini, diğer Avrupa ülkeleri ise "**European Datum 1950 (EP50)**" modelini ve USA ise "**WORLD GEODETIC SYSTEM 1984 (WGS84)**" modellemesini kullanmaktadır.

Farklı geoidlerin kullanılması enlem ve boylamda farklı değerlerin bulunmasına neden olabilir. Avrupa ED 50 ile UK OS36 modellemesinde 200 metreye varan farklı pozisyonlara (değerlere) ulaşılabilir. Havacılık için önem ifade etmeyen bu değer, balistik füze programlayıcıları için çok önemlidir. Çok önemsenmeyen bu durum, son zamanlarda meydana gelen 2 önemli konudan dolayı değişmiştir. Bunlardan birisi GPS ve diğeri de tüm dünyada yaygın olarak kullanılan FMS'dir.

GPS, 24 adet uzayda konumlanmış olan uydulardan aldığı verileri karşılaştırarak konumu değerlendiren, tüm alanda sinyal alınabilen ve doğruluğu metrelerle ifade edilen bir sistemdir. Doğruluğu geocid sistemlerinde kanıtlanmış ve tüm dünyada kullanım alanı bulmuştur. ABD W65-84 sistemini GPS'e adapte etmiştir.

FMS, IRS sonuçlarını DME'den elde edilen mesafe pozisyonları ile karşılaştırır. DME istasyonlarının pozisyonları, enlem ve boylam olarak FMS bilgi bankalarında bulunur. DME, doğruluğu oldukça yüksek bir sistem olup, referans hattındaki farklılıklar FMS hesaplamasını etkiler. Eğer bilgi İngiltere'deki DME istasyonlarını OS36 ve Fransa DME istasyonlarını NTF 70' e göre hafızasında tutsaydı, İngiltere kanalı üzerinden uçan hava aracının FMS sisteminde hatalar oluşacaktı.

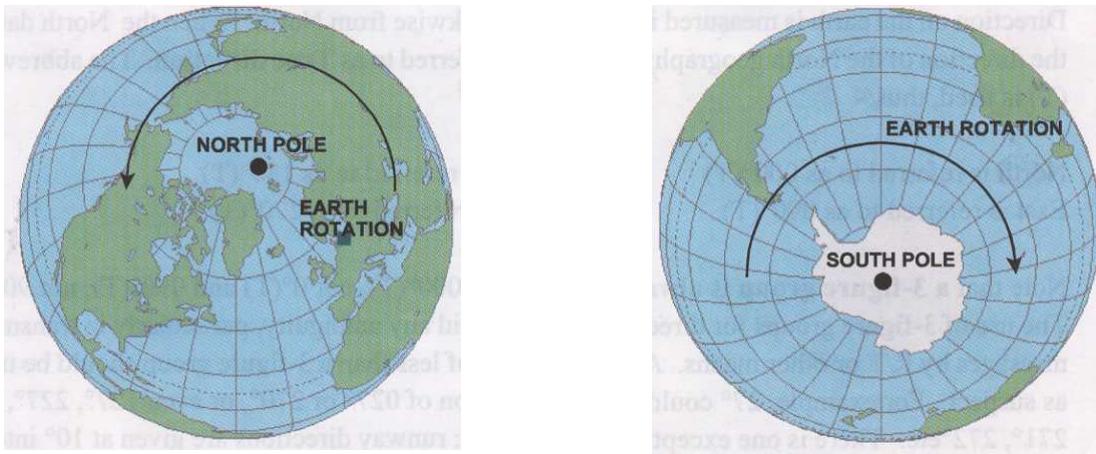
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/29
---	--	---	--

Bu nedenle **ICAO WGS 84** sistemini dünya standarı olarak geliştirmiştir.

Modern seyrüsefer sistemlerinde dünya şeclinin özelliğinden kaynaklanan pozisyon hataları seyrüsefer bilgisayarları tarafından otomatik olarak düzelttilir.

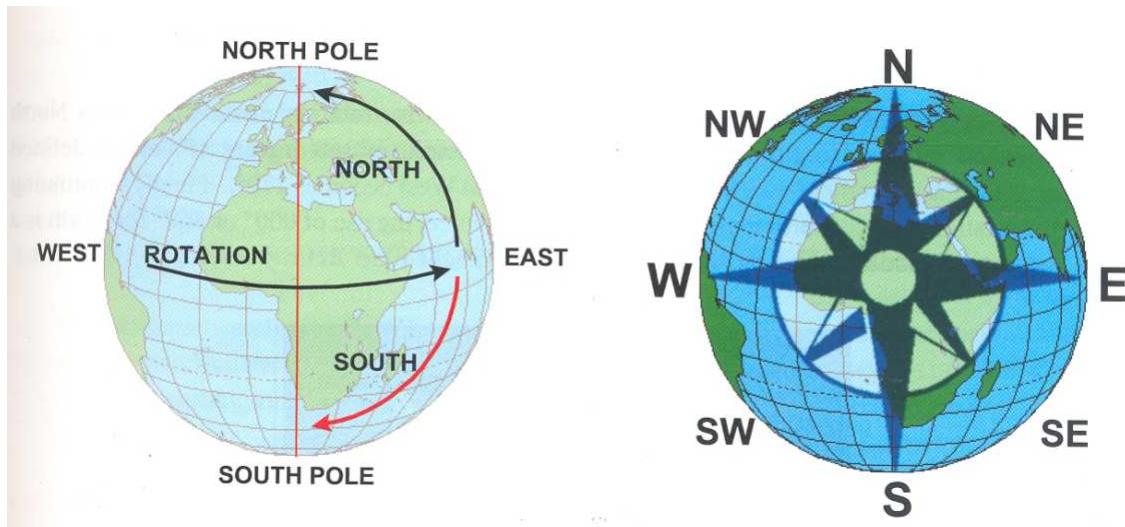
JAA sınavlarındaki tüm hesaplamalarda dünya şeclinin yuvarlak olduğu düşünülmüştür.

1.5 DÜNYANIN KENDİ VE GÜNEŞ ETRAFINDA DÖNÜŞÜ



Şekil: 1.03

Dünyanın dönüş istikametini açıklamadan önce bir başlangıç hattı seçilmelidir. En basit başlangıç hattı dünyanın döndüğü istikamettir. Dönüş istikameti Doğuya doğru kabul edilirse ki güneş doğudan doğar, batı ise tam ters istikameti olacaktır. Yüzümüzü doğuya döndüğümüzde soldaki kutup Kuzey olup, istikameti kuzeydir. Kuzey kutbunun tam karşısındaki kutup ise güney kutbu olup, istikameti güneydir (Şekil: 1.03).

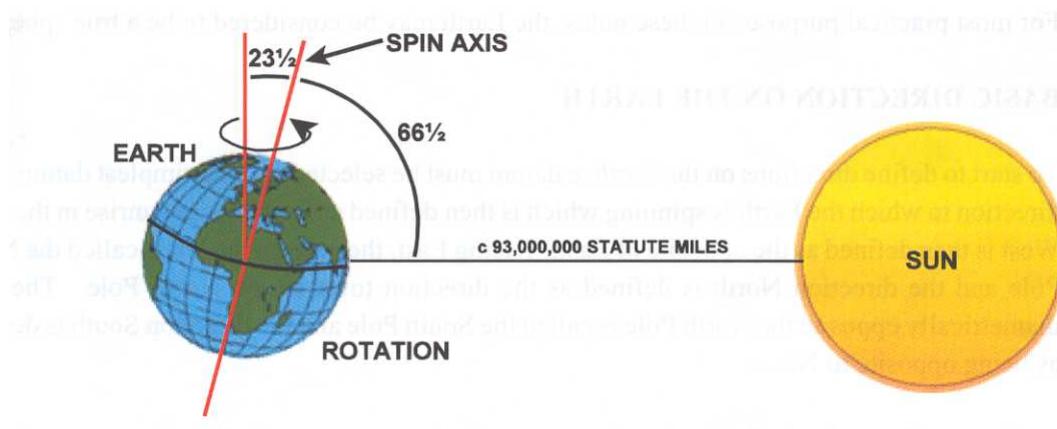


Şekil: 1.04

Ana yönler Kuzey, Güney, Batı, Doğu (N, E, S, W) ve NE, SE, SW, NW ise ara yönlerdir (Şekil: 1.04).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/29
---	--	---	--

Dünyanın, güneş etrafında dönmesi; Günesin, senelik yükseklik ve takip eden mevsimlerin değişikliğine sebep olur. Şayet gök küre ekvatoru, güneşin görünen orbit yolu (eliptik) ile rastlaşırsa güneş daima ekvatorun tepe üstünde olacak ve güneşin yüksekliği daima sabit olacaktır. Bununla beraber dünyanın eksen, dünyanın yörünge düzlemi ile 66,5 derecelik bir eğim içerisindeidir. Ekvator düzlemi dünya orbit düzlemine 23,5° eğiktir.

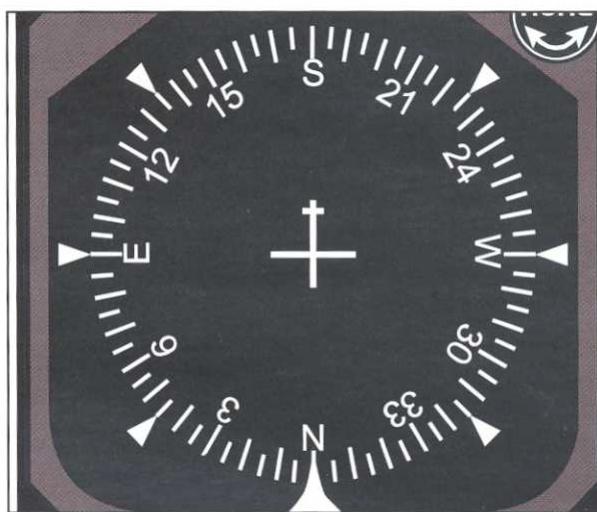


Şekil: 1.05

Pilotlar seyrüsefer problemlerini çözmek için kuzey veya güney kutbunda bulunmalarına göre genellikle dünyanın durumunu değerlendirirler. Kuzey kutbu üstünden bakıldığından, dünya saat yelkovanının tersi istikametinde, güney kutbu üstünden bakıldığından dünya saat yelkovanının istikametinde döner.

Ana ve ara yönler deniz seyrüseferinde kullanılmaktadır. Daha detaylı bölünme hava S/S'de de kullanılmış ise de beklenilen fayda ve doğruluğu vermemiştir. Gerekli hassasiyete ulaşabilmek için hava S/S sistemi cardinal noktalar yerine istikametleri ölçmek üzere sexagesimal (60 rakamı üzerine kurulmuş) sistem ortaya çıkmıştır.

1.6 SEXAGESIMAL SİSTEM / HAKİKİ İSTİKAMET



Şekil: 1.06

Sexagesimal sistem saat yelkovan istikametinde yönlerin 360° de Kuzey, Doğu, Güney, Batı olarak tekrar kuzeyde sonra ermesiyle tarif edilir. Kuzey 0° kabul edilirse 90° doğu, 180° Güney, 270° Batı yönü

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/29
---	--	---	--

gelir. Sonuç olarak kuzeyden doğuya doğru devam edilirse 360° de kuzey tekrar gelir. Pratikte kuzey için 0° veya 360° kullanılır ancak, kuzey istikametindeki pistler 36 olarak isimlendirilir.

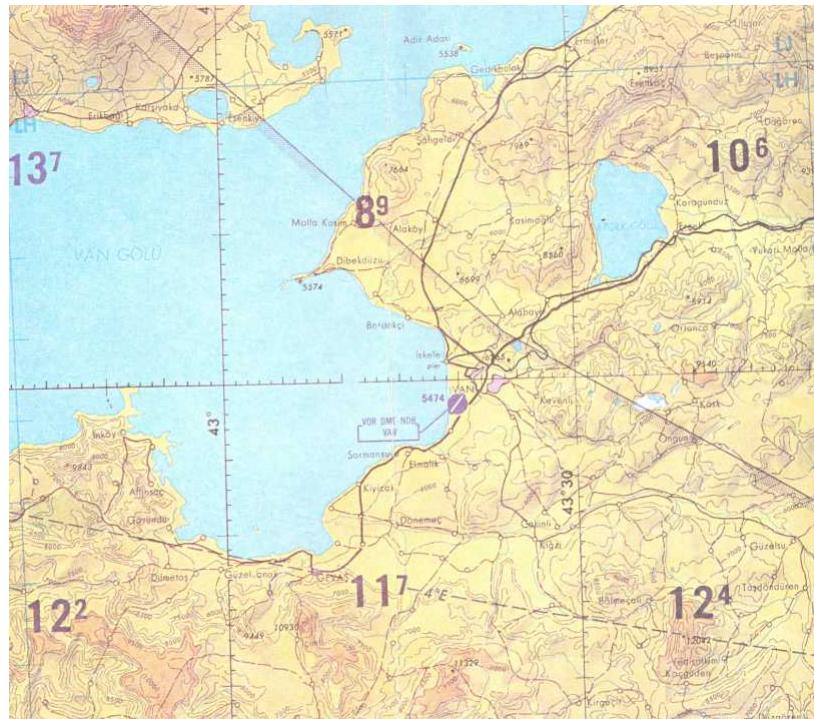
İstikametler kuzeyden başlayarak saat yelkovanı istikametinde derece olarak ölçülür, kuzey referans hattı kuzey kutbunu gösteriyor ise bu hat hakiki istikamet olarak değerlendirilir. T (true) kısaltması ile;

Kuzey	000°(T)
Doğu	090°(T)
Güney	180°(T)
Batı	270°(T) olarak ifade edilir.

İfadelerde her zaman üç sayılı grup kullanılır. Bunun nedeni özellikle radyo görüşmelerinde karışıklık ve yanılığı önlemektir. 3' lü grup haricinde ifade edilen her istikamet tehlike işaretidir. Örneğin 27° olabilir veya yüzyirmiyedi, ikiyüzyirmiyedi, üçyüzyirmiyedi gibi. Bu kuralın tek sınırlaması ise, pist istikametleri en yakın 10° ye tamamlamasıdır. 273° olan pist istikameti 27, 078 olan pist istikameti 08 olarak adlandırılır. Dikkat edilmesi gereken bir nokta da pist istikametleri hakiki kuzeye göre değil manyetik kuzeye göre verilir.

Ters istikametler, seyrüsefer konusuyla ilgili olarak devamlı olarak hesap edilirler. Örneğin 060° (T) istikametindeki bir uçuşun ters istikameti $\pm 180^{\circ}$ farklı olan 240° dir. Pist istikametleri de bu şekilde hesap edilir.

1.7 POZİSYON DEĞERLENDİRİMESİ / POZİSYON REFERANS SİSTEMİ



Şekil: 1.07

Havacılıkta seyrüsefer çok önemli bir husus olup, uçağın bir noktadan diğer bir noktaya gitmesi, her an nerede olduğunun kesin ve doğru olarak anlaşılması için Pozisyon referans sisteminden faydalananır.

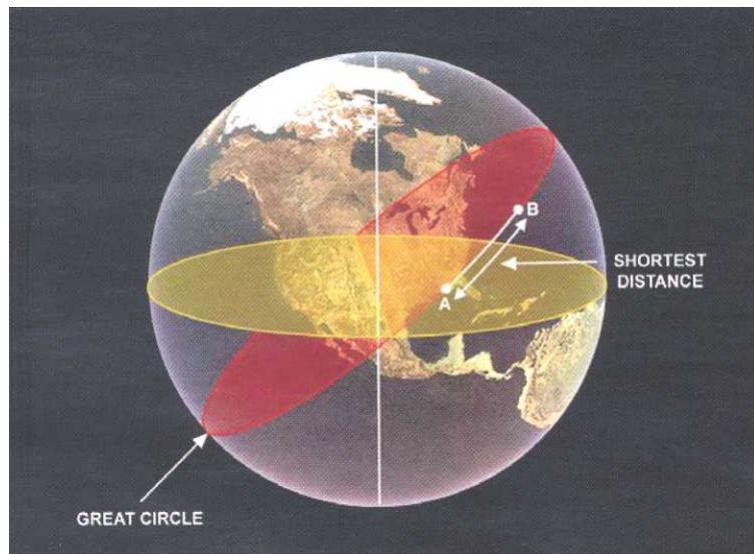
Düz bir alan üzerinde pozisyon koordinatlar yardımı ile kesin ve hatasız olarak tespit edilebilir. Şekil: 1.07'de basamaklı grid referans sistemi kullanılmaktadır. Örneğin koordinatları N38.28.1-E043.19.9 olan Van Hava Alanı 21-03 pistinin kavşak noktası grid referans sistemi yardımı ile 43193757 olarak tespit edilebilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/29
---	--	---	--

Sistem (Cartesian sistemi) düz yüzeylerde çok iyi sonuçlar vermesine rağmen eğimli yüzeylerde geliştirilmesi gereklidir. Pratikte doğrusal koordinatlar olan x ve y, açısal koordinatlar olan enlem ve boylama dönüşür. Eğimli yüzeyler için x ve y nin yerine geçen iki eksen değeri kullanılmaktadır. Bunlar büyük ve küçük dairelerdir.

1.8 DÜNYADAKİ DAİRELER

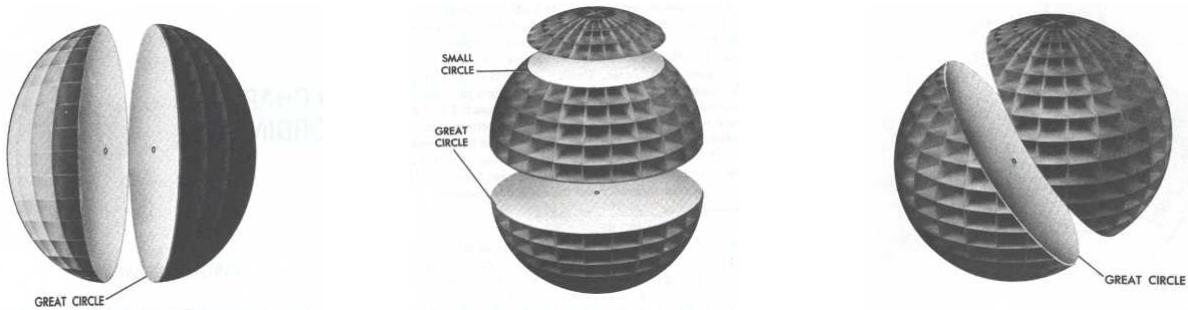
Dünyanın her iki tarafını eşit olarak ikiye ayıran orta hattını gösteren daire, büyük daire olarak adlandırılır. Büyük daire alanı böylelikle dünya yüzeyindeki en geniş alanı kapsar.



Şekil: 1.08

Dünya yüzeyindeki iki nokta arasındaki en kısa mesafe büyük daire çemberinin üzerinde olduğu iki noktadır. Dünya yüzeyinde verilen iki nokta ancak sadece bir büyük dairede yer alır.

1.8.1 EKVATOR



Şekil: 1.09

Dünyanın eksenine dikey ve Dünyayı iki eşit kısma ayıran temsili büyük dairedir. Dünyanın dönüş eksenine 90° açıyla oluşur. Enlemlerin başlangıç hattı olup, Cartesian sistemde x ekseni olarak da adlandırılır. Çevresi 40.000 km'dir (25.000 mil).

Kutuplara eşit mesafedir. Böylece, bir mevkisinin dünya üzerinde kuzey veya güney yarı kürede olduğunu tanımlaya yardımcı olur. Diğer taraftan dünyamızın dönüşünü ekvator üzerinde batıdan doğuya doğru dönmesi ile de doğu - batı istikameti hakkında kabaca bilgi verir (Şekil: 1.09).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/29
---	--	---	--

1.8.2 BÜYÜK DAİRENİN KÜRE İLE İLİŞKİSİ (Şekil: 1.08)

Büyük daire, merkezi Dünya merkezinden gecen ve küre üzerindeki herhangi bir daire olup küre üzerine çizebilecek en geniş dairedir. Küre üzerinde iki nokta arasındaki en kısa mesafe büyük daire yayıdır. Bir düzlem üzerindeki iki nokta arasındaki en kısa mesafe, aynı zamanda düz bir hattır. Dünya üzerindeki büyük dairelere örnek olarak ekvator ve meridyenler verilebilir.

1.8.3 BÜYÜK DAİRENİN GEOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Büyük Dairede yaylar derece, dakika ve saniyelerle ölçülür. 1° ; dairenin 360'da biridir. Bir daire her bir diğerine eşit 360 yay parçasına ayrılacak olursa dairenin büyülüğu ne olursa olsun, her yayın uzunluğu 1 dereceye eşittir. Yayın iki ucundan dairenin merkezine iki düz hat çizilecek olursa, bu iki hat dairenin merkezinde bir açı meydana getirir. Bu açı, yayın meydana getirdiği açıdır. Açılarda yaylar gibi derece, dakika ve saniye ile ölçülür. O halde derece, dakika saniye kullanmak suretiyle herhangi bir yayın uzunluğunu bildirilir. 30° lik enlem açısının karşısındaki yayın uzunluğu da 30° dir. Büyük daire dünya üzerindeki iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi verir. Bir düzlem üzerinde de en kısa mesafeyi verir. Büyük dairenin yarıçapı da dünya yarıçapı olur.

1.9 KUTUPLAR

Kutuplar ekseninde dünyanın döndüğü üç noktaları olarak tarif edilmektedir. Kutupların ekseni dünyanın güneşin etrafındaki dönüş eksene göre $23\frac{1}{2}^\circ$ eğiktir.

Bu konu zaman bölümünde daha ayrıntılı olarak incelenecaktır. Bu bölümde kutupsal eksen daha önemli yer tutacaktır.

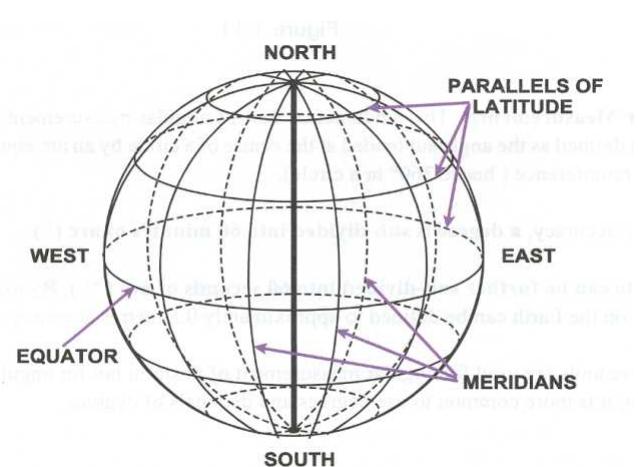
1.10 MERİDYENLER (BOYLAMLAR)

Bir küre üzerinde mevki tarifi, üzerine çizilen daire hatları ile yapılır. En önemli husus, bu dairelerin nerelerden çizilmesi gerektiğini bulmaktadır. Arz üzerinde yegâne bariz tabii hat kendi mihveridir (eksendir). Bu eksen dünyanın kutuplarından geçer.

Meridyenler Kuzey ve Güney kutuplarını birleştirir. Hakiki kuzey ve güney istikametini gösterir. Bütün büyük daireler kutuplardan geçen meridyenler veya karşı meridyenlerden oluşur. Meridyenler Ekvatoru 90° açıyla keserler.

Şekil: 1.10

Kutuplar, referans hatları için merkez noktaları olarak kullanılır. Diğer referans hat ise, iki kutuptan eşit uzaklıkta bulunan noktalardan geçen ve yer küreyi eşit iki parçağa bölen ekvator dairesidir. İki kutuptan kuzeyde olanına kuzey kutbu, güneyde olanı ise, güney kutbudur (Şekil: 1.10).



1.10.1 BAŞLANGIÇ MERİDYENİ

Greenwich'i kesen meridyen başlangıç meridyeni olarak adlandırılır. Başlangıç meridyeni boyamların başlangıcı olup, Cartesian sisteminde y eksenini ifade eder.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/29
---	--	---	--

1.10.2 KÜÇÜK DAİRE

Çapı ve merkezi dünya merkezinde olmayan dairelere denir. Ekvator hariç paralellerin tümü küçük dairelerdir.

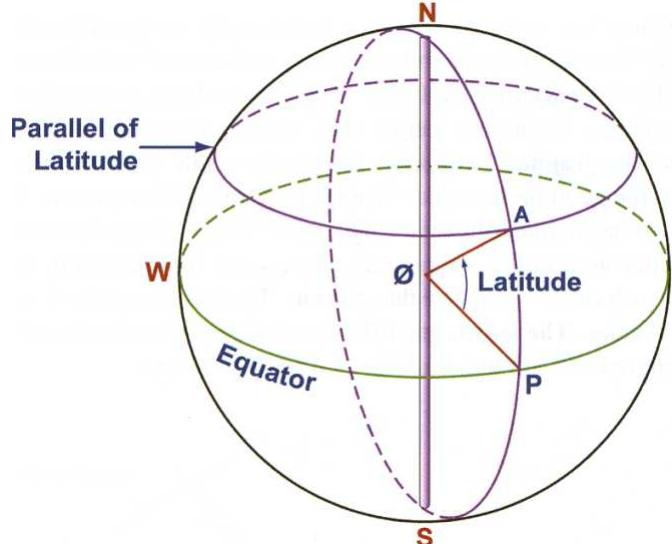
1.11 ENLEMLER (PARALELLERİ)

Paraleller, ekvatora paralel olan küçük dairelerdir. Doğudan batıya doğru uzanırlar. Ekvatorun kuzey ve güneyine doğru pozisyon bildirmede kullanılırlar.

Şekil: 1.11

1.11.1 GRATICULE

Meridyen ve paralellerin grafik olarak haritada gösterilmesine denir. Dünya yüzeyindeki x ve y eksenleri, kağıt üzerindeki graticule aralığıdır (enlem ve boylam şebekesi).



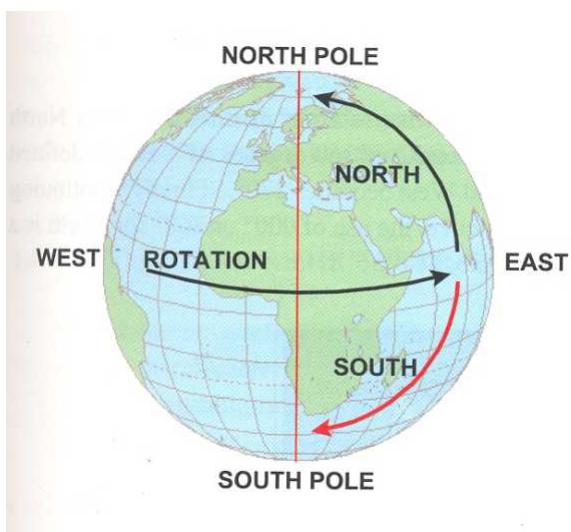
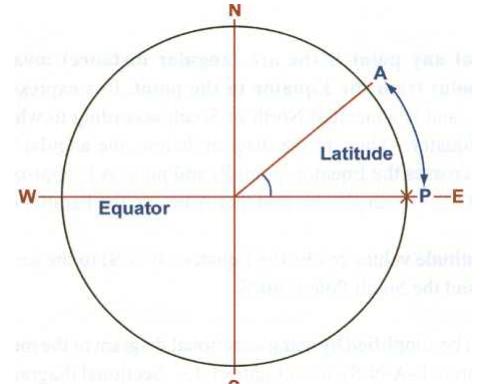
Graticule kullanımı ile bir noktanın kesin ve hatasız tanımlanması yapılabılır. Ancak pozisyon cartesian koordinat sistemindeki mesafeler ile değil açısal ölçümler ile (derece, dakika, saniye) olarak verilir. Bu durum enlem ve boylam sisteminin oluşmasının bir nedenidir.

1.12.2 AÇISAL HESAPLAMALAR

Açısal hesaplamların temelini 360° eşit parçaaya bölünmüş dairelerin ifade edilmesi oluşturur. Daha kesin doğruluğa ulaşmak için 1 derece 60 dakikaya, 60 dakikada 60 saniyeye bölünmüştür.

Şekil: 1.12

Pozisyonun ve istikametin tanımı için derece ve derecenin alt bölgümleri kullanılır.

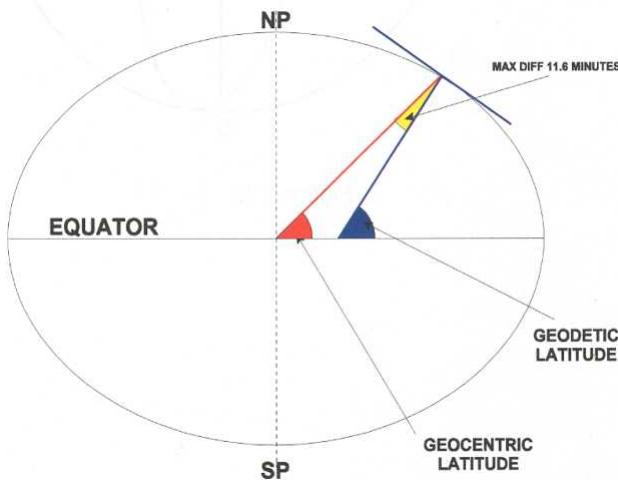


Şekil: 1.13

Yer küre üzerinde herhangi bir nokta ile ekvator arasındaki yayın; derece, dakika ve saniye cinsinden uzunluğuna, o noktanın **enlemi** denir (Şekil: 1.12). Ayrıca enlemlere paralel dairelerde denilebilir. Dünya, tam bir küre olarak kabul edilirse, her meridyen dairesi de tam daire olarak kabul edilir. Ekvator üzerinden kuzey kutbu noktasına kadar uzanan bir meridyen yayı, daire çevresinin $\frac{1}{4}$ une eşittir. Dolayısıyla bir yayı, her biri 1° derece olmak üzere 90 eşit parçaaya bölünebilir. Bu parçaların her birinden ekvatora paralel birer daire çizilecek olursa, paralel daireleri elde edilmiş olur. 0° halde kuzey yarımkürede 90, güney yarımkürede de 90 olmak üzere 180 paralel dairesi vardır (Şekil: 1.13).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 10/29
---	--	---	---

1.11.3 COĞRAFİK/GEODETİC (Yeryüzünü Ölçme Bilgisi) ve GOECENTRİK (Yer Küresinin Merkezine ait ve bu merkezden görülen veya ölçülen) ENLEMLERİ TANIMI VE ARALARDAKİ İLİŞKİ

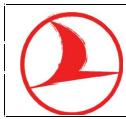


Şekil: 1.14

Dünyanın merkezini esas alan bu dikey (boylam) açıklaması, dünyanın merkezi ve Ekvator yüzeyini esas alır. Bu Geocentric (Dünya küresinin merkezine ait, merkezden görülen, ölçülen) boylamı ancak dünyanın oval yapısı nedeniyle diğer farklı bir boylam kullanılabilir ki bu Geocentric boylamıdır. Dünyanın oval yapısı düşünüldüğünde, 90° lik normal açısal bölgelere göre coğrafi boylamın bir noktayı tarif eden açısal değeri biraz daha küçütür. Bu açısal hat gerçekte oval yapıdaki dünyanın merkezinden geçmez. Şekil: 1.14 de bu durum gösterim maksatlı olarak yansıtılmıştır. Gerçekte bu durum birbirine çok daha yakındır. Seyrusefer kartlarında kullanılan Geodetic boylamıdır (Dünya üzerinde iki nokta arasındaki en kısa mesafe). Geocentric ve Geodetic boylamların maksimum farklılığı 45 derecelik kuzey ve güney açısal değerde olup, aralarındaki mesafe 11.6 dakikalık bir arka tekabül eder.

Dünya üzerinde bir noktanın yerini tespit etebilmek için, nokta veya referans hatlarına ihtiyaç vardır (Şekil: 1.14). İstanbul'u, Ankara referansı ile tespit ederken belli bir istikamet ve mesafe ile ifade edilir. Dünya üzerinde herhangi bir noktayı aynı metot ile tespit edilebilinir. Bununla beraber böyle bir sistem seyrusefer için yeterli olmaz. Bundan dolayı hayali hatlar ile dünya üzerindeki noktaların yerini tespit etmek için koordinat sistemi geliştirilmiştir. Bu hatlar enlem paralelleri ve boylam meridyenleri olarak isimlendirilmiştir.

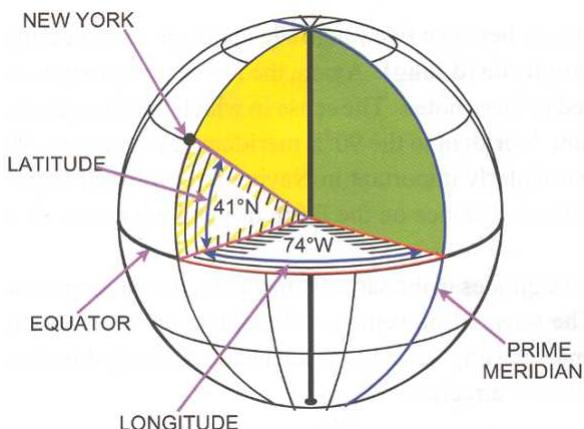
Dünya kuzey-güney ekseni ki bunlar iki kutup tarafından sona erdirilirler, etrafında dönüsünü 24 saatte tamamlar. Ekvator bu eksenin orta noktasında ve ona dik olarak hayali bir düzlem olarak kabul edilmiştir. Kutuplar arasında çizilen büyük dairelere meridyen denir ve bu şekilde sayısız meridyen inşa edilebilir. Her bir meridyen Ekvator ve Kutuplar tarafından 4 çeyrek daireye bölünmüştür. Bu daireler, 360° bölündüğü kabul edildiğinden, her bir çeyrek daire 90° yi ihtiva eder. Bu meridyenlerden biri üzerinde ekvatorдан 30° kuzeyde bir nokta alındığında, bu noktadan kuzey-güney dönüş eksenine dik bir düzlem geçer. Bu düzlem, ekvator düzlemine paraleldir ve dünyayı bir küçük daire ile keser. Buna paralel veya enlem paraleli denir. Özel olarak seçilen paralel 30° N enlemidir. Bu paralelin üzerindeki her nokta 30° N olacaktır. Aynı tarzda arzu edilen herhangi bir enlemede başka paraleller inşa edilebilir, 10° , 40° ve benzerleri gibi. Ekvatorun, kutupların orta noktasında bir büyük daire olarak çizildiğini ve enlem paralelleri ekvator referansı ile küçük daireler olarak inşa edildiği unutulmamalıdır. Ekvatorun kuzey veya güneyi olarak bir meridyen üzerinde ölçülen açısal mesafe, enlem olarak bilinir ve koordinat sisteminin bir parçasını oluşturur.



1.11.4 COĞRAFİ KOORDİNATLAR

Yer bulmada kullanılan en eski usullerden biri, coğrafi koordinatlar yöntemidir. Yeryüzü yuvarlığı çevresinde (Ekvator'a paralel) doğu-batı istikametinde daireler ile kutuplarda birleşen ve Ekvator'u dik açı

ile kesen kuzey-güney istikametinde daireler çizmek sureti ile yeryüzünde herhangi bir noktanın yerinin belirlenebileceği bir çizgiler ağı meydana getirir. Ekvatorun kuzey veya güneyinde bir noktanın mesafesi, o noktanın enlemi olarak bilinir. Ekvatora paralel dünya çevresindeki çemberler “enlem paraleller” veya kısaca “paraleller” olarak isimlendirilir. Enlem çizgileri doğu-batı istikametindedirler fakat aralarındaki mesafe kuzey-güney uzantısında ölçülür.



Şekil: 1.15

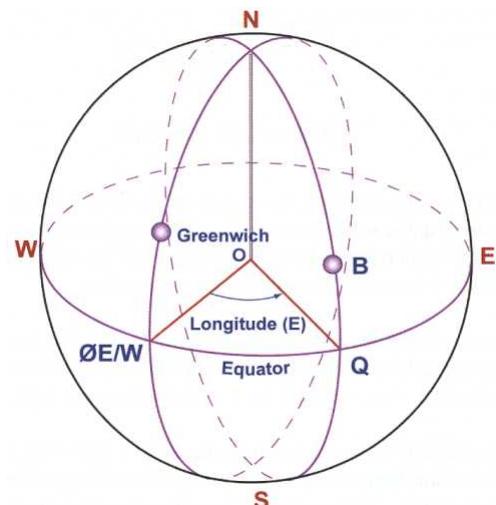
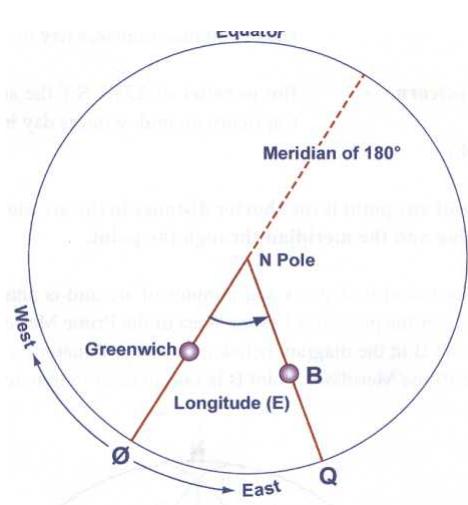
Yer yuvarlığı etrafında kutuplardan geçen ve enlem çizgilerine (paralellere) dik çemberlere “boylam meridyenleri” veya kısaca “meridyen” denir. Başlangıç meridyeni Londra’da, GREENWHICH kasabasından geçen meridyen kabul edilmiştir (Şekil: 1.15).

1.12 COĞRAFİK MERKEZ VE DÜNYANIN MERKEZİNE AİT (GEOCENTRIC) ENLEMLER ARASINDAKİ AZAMİ FARK

Coğrafik merkez ve dünya merkezine ait enlemler arasındaki açı 45° N/S de görülür ve uzunluğu 11.6 dakikadır (Şekil: 1.12).

1.13 VERİLEN İKİ ENLEM ARASINDAKİ DEĞİŞİM FARKININ BULUNMASI

Verilen iki enlemin; basit olarak 30° kuzey ile 48° kuzey olduğu ve aradaki değişim $48^\circ - 30^\circ = 18^\circ$ olduğu görülecektir. Şayet verilen iki enlemden birisi kuzey ve diğeri güney de ise aradaki değişimin hesabı; ilk enlem 25° kuzey, ikincisi 14° güney olursa, değişim $25^\circ + 14^\circ = 39^\circ$ olur. Hesaplamalar sadece derece cinsinden yapılmıştır. Dakika ve saniyesi verilen enlemlerin hesaplaması ona göre yapılır.



Şekil:1.13

1.14 BİR DERECELİK ENLEMİN MESAFE OLARAK EŞİTLİĞİ

Seyrüseferde en çok kullanılan mesafe ölçme birimi deniz milidir (Nautical Mile). Küre üzerindeki büyük dairenin bir dakikalık mesafesi; bir deniz milidir.

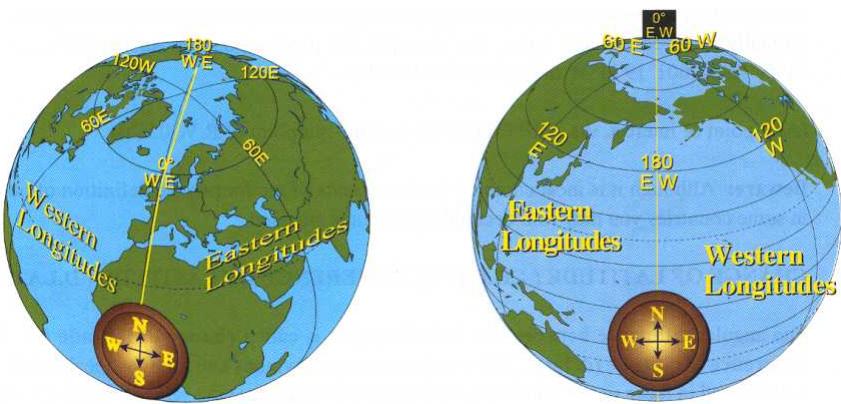
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 12/29
---	--	---	---

1.15 BOYLMAMIN TANIMI

Boylam, Greenwich Meridyeninden doğusal veya batısal olarak açısal mesafedir. Ekvator düzleminden veya paralelinden 0° den 180° kadar ölçülür. Bu genel tariften sonra boyamların tesis edilmesi ise; bir noktanın 20° kuzey veya 20° güney olarak ekvatora göre gösterilebilinirken, aynı noktanın diğerine göre doğu veya batıda mı olduğunun bilinmesi gerekecektir. Bu koordinat sistemlerinin diğer parçasının kullanımı ile çözümlenir, bu ise boylam olup batı-doğu mesafesini ölçer.

Enlemde olduğu gibi numaralama için tabi bir başlangıç noktası yoktur. Çözüm rasgele bir başlangıç noktasına sahip olmaktadır. Birçok yer başlangıç noktası olarak kullanılmıştır. Fakat İngilizler harita yapmaya başlayınca, İngiltere'deki Greenwich ana gözlem istasyonundan geçen boylamı, başlangıç noktası olarak seçmişlerdir.

Bundan sonra boyamlar doğu ve batı olarak, ancak başlangıç boylamından 180° ye kadar sayılماğa başlanılmıştır. Böylece Greenwich boylamı 0° olarak bir taraftan ve kutuplardan geçtikten sonra diğer tarafta 180° boylamını meydana getirir (Şekil:1.14).



Şekil:1.14

Bir noktanın düşey pozisyonu bulunduğu meridyenden, ekvatorun merkezine çizilen hattın açısal değeridir. Derece, dakika ve saniye olarak kuzey ve güney yarımkürede bulunmasına göre konumlandırılır. Şekil: 1.14 de olduğu gibi, şekilde dünyanın yandan görünümü çizilmiştir. Kuzey kutbu üstte güney kutbu altadır, ekvator tam orta hattı oluşturmaktadır. A noktası ekvatora göre 40° derecelik açı ile yer almaktır ve kuzey yarımkürede bulunması sebebi ile boyam değer 40° kuzey olmaktadır. Başka bir deyişle A noktası 40° boyamın paralelindedir.

1.16 PARALELLERİN ÖZEL DURUMLARI

Paralellerin diğer bir bölümünde ayrıntılı açıklanıldığı gibi mevsimlere bağlı olarak gündüz ve gece meydana gelen bazı farklılaşmaların özel durumları vardır. Kısaca bunlar;

- | | |
|--------------------|---|
| Kutupsal Daire | : $66\frac{1}{2}^{\circ}$ N paralel |
| Antartic Daire | : $66\frac{1}{2}^{\circ}$ S paralel |
| Tropical Cancer | : $23\frac{1}{2}^{\circ}$ N paralel (güneş kuzey yarımkürede yazın öğlen saatlerinde Tropical Cancer üzerindedir. (yönündedir) |
| Tropical Capricorn | : $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S paralel (güneş kuzey yarımkürede kışın öğlen saatlerinde Tropical oğlak (Capricorn) üzerindedir. (yönündedir) |

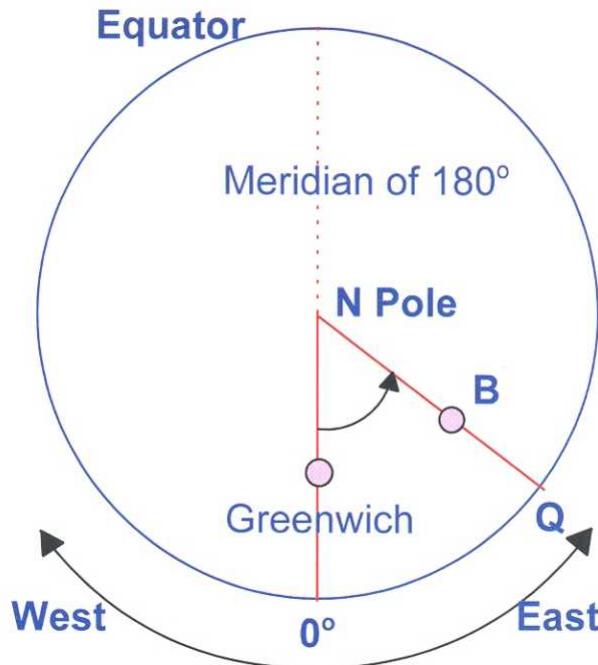
1.17 LONGITUDE (YATAY MESAFE) BOYLMAM

Bir noktanın bulunduğu meridyen ile başlangıç meridyenine ekvator boyunca en yakın (en kısa) mesafedir.

Bu uzaklık derece ve dakika cinsinden ölçülür. Ana meridyene göre batıda ve doğuda bulumasına göre doğu veya batısal olarak adlandırılır. Şekil:1.15 de Kuzey kutbundan aşağıya doğru dünya yüzeyine

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 13/29
---	--	---	---

bakılmaktadır. B noktasının meridyeni ekvatoru Q noktasından kesmekte başlangıç meridyenine göre doğusal 40° dir. B noktası 40° E mesafededir.



Sekil:1.15

180° doğu ve batı olarak ölçülmektedir. Başlangıç meridyenine göre batılı boyamlar batıda, doğulu boyamlar doğuda yer alır. Ancak Greenwich tam ters boylamında durum farklılaşır. İstikamet derece olarak değişimse de boylam doğuya ve batıya göre farklı konuma gelirler. Bu durum bazı seyrusefer problemlerinin çözümünde sorunların çıkışmasına sebep olabilir.

1.18 ENLEM VE BOYLAMLARIN TEMEL FARKLILIKLARI

Bu iki açısal koordinat sistemi temelde birbirinden tamamen farklıdır. Enlemler birbirlerine paraleldir, bu nedenle enlemlerin paralelliliğinden söz etmek son derece doğrudur. Boyamlar ise kutupta başlar ve ekvatoria birbirlerinden maksimum mesafede ayrırlar ve kuzey/güney kutbunda tekrarleşirler.

ENLEM VE BOYLAMDA POZİSYON

Enlem ve boylam olarak pozisyon bildiriminde enlem her zaman daima ilk söylenir, boylam ikinci sırada yer alır. New York Pozisyonu $41^{\circ} \text{N } 074^{\circ} \text{W}$, $41^{\circ} 00' \text{N } 074^{\circ} 00' \text{W}$ veya $4100 07400 \text{ W}$ bildirilir. Derece dâhilinde ve saniye seviyesine inlerek noktaların daha hassas yer saptaması yapılabilir.

ENLEM VE BOYLAMLARIN MESAFEYE ÇEVİRİLMESİ

Deniz milinin tanımı büyük dairedeki açısal arka bağlı olarak yapılmıştır. Buna göre dünyanın çapı yaklaşık 20.9 milyon feet uzunluğundadır. Buna göre büyük dairedeki 1 dakikalık ark dünya yüzeyinde 6080 feete tekabül eder ki 6080 feet de deniz mili olarak adlandırılır. Bu sayede büyük dairedeki açısal değerlerin dünya üzerindeki mesafelerini hesaplayabiliz. Tüm meridyenler bir büyük dairelerdir, meridyenlerdeki aşağı veya yukarı mesafelerde bu ilişkiye sahiptirler. $50.00 \text{ N } 00100 \text{ W}$ ve $5005 \text{ N } 00100 \text{ W}$ noktaları arasındaki fark 5 dakikadır ve birbirlerinden 5 NM uzaktadırlar.

ENLEM VE BOYLAM KULLANARAK KESKİNLİĞİN ARTTIRILMASI (DOĞRULUĞU)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 14/29
---	--	---	---

Bunun iki adet yolu vardır, biri değerleri dakikanın ondalıkları olarak vermek, diğer ise derece, dakika ve saniye kullanmaktadır. Dakikanın ondalıklarında sadece ilk doğu kullanılır daha fazla doğruluk istersek diğer bilolizim sistemini yarımderece dakika saniyeyi tercih etmeliyiz.

Modern seyrüsfer sistemlerinde metrenin ondalıklarını kullanmaktadır. Bu şekilde 0.1 deniz miline kadar kesinlik yaratırsanız bu 608 feet veya 185 metreye tekabül eder. Diğer sistem ise daha keskin dakikanın 60 da biri kadar daha fazla ki bu da yaklaşık 101 feet 30 metreye tekabül eder. Bu doğrulama oranı saniyenin onda birine indirgendiğinde 10 feet 3 metreye, yüzde birine indirgendiğinde 1 foot veya 30 cm ye tekabül eder. Bu tip doğrulama değerleri özellikle aletli iniş sistemlerinin test ve kalibrasyonunda önem kazanmaktadır.

Aşağıdaki tablo bu durumu özetlemektedir.

BÜYÜK DAİRE VERTICLERİ

Büyük dairenin kuzey verteksi kuzeyde güney verteksi de benzer olarak büyük dairenin güneyli bir noktasındadır. VERTİSLER antipodal olup mesafesi 10800 mm dir.

Vertisler meridyen ve anti meridyenlerde ve eşit enlem değerlerine sahip olup ters işaretlilerdir. Örneğin büyük dairenin güney verteksi 63S170W kuzey verteksi 63N010E dir. Her iki vertisde büyük dairenin istikameti doğu 090 (T), batı 270 (T).

Her iki vertisin koordinatlarını bilirsek büyük dairenin hangi açıda ve nerede Ekvatoru kestiğini hesaplayabiliriz.

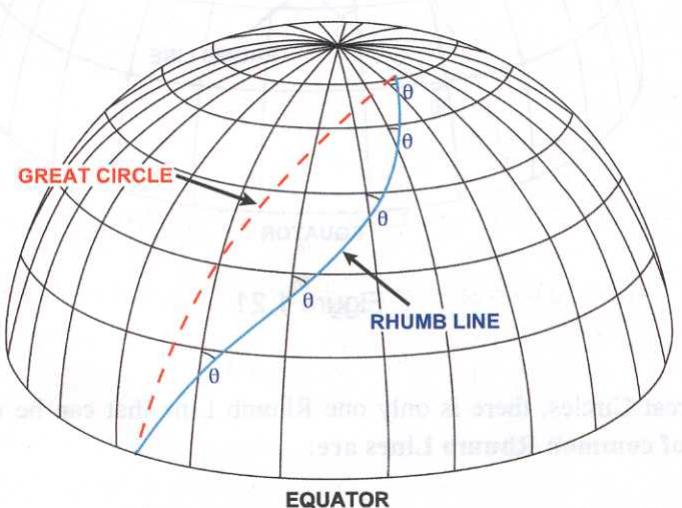
Büyük daire Ekvatoru 2 noktada kesmekte ve boyamları 90° birbirlerinin vertislerinden ayrılmaktadır. Sonuçta büyük daire kuzey verteksi 50N030W (güney verteksi 50S150E) Ekvatoru 120W 060E pozisyonunda kesmektedir. büyük daire vertisleri 50N / S da ekvatoru 50° açı ile kesmektedir. Büyük dairenin ekvatoru kestiği andaki istikameti batılı ve doğulu başlara göre değişir. Doğuya uçuşlarda büyük daire ilk olarak Ekvator güney verteksi istikametinde 060E 140°(T) (090+50)

Güney verteksinde büyük daire Ekvatoru 120W 040 (T) (090-50) geriye doğru kuzey verteksi istikametinde keser. Batılı yolculuklar, uçuşlar aynı noktaları ters istikamette keserler. İki özel durumu; Büyük daire 090 N / S deki vertisi ekvatoru 90° 180° (T) (090+90) veya 000 (T) (090-90) da keser.

Büyük daire 0° N / S deki vertisi ekvatoru 0° (T) 090° (T) veya 270° (T) de keser.

1.17 YAKLAŞMA (Convercancy)

Yandaki şekil: 1.14 te görüldüğü gibi, meridyenler ekvatordan kutuplara doğru ilerledikçe birbirlerine yaklaşırlar ve kutuplarda birleşirler. Meridyenlerin bu özelliğine "convercancy" denir. Meridyenlerin aynı enlemlerdeki açıları eşittir ancak, diğer enlemleri değişik açılarda keserler. Yaklaşma, belirli bir enlemden ölçülen iki meridyen arasında kalan açı olarak tanımlanabilir. Yaklaşma açısı, ekvatorda sıfırdır çünkü meridyenler ekvatoru 90° lik açı ile keserler ve birbirlerine paraleldirler.



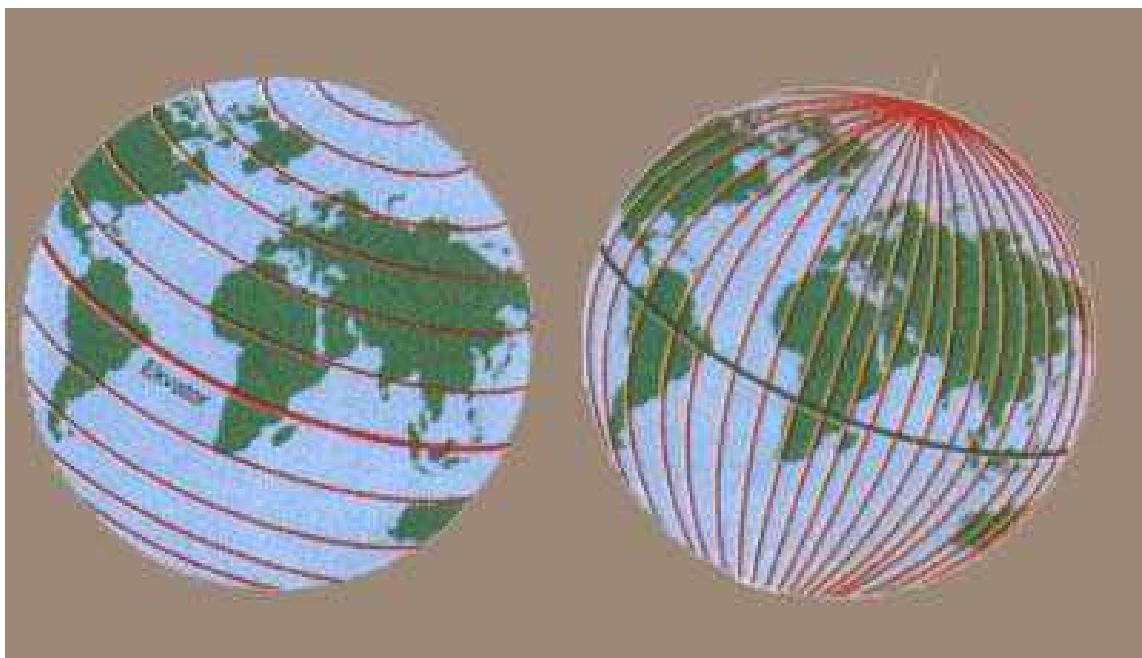
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 15/29
---	--	---	---

Şekil: 1.14

Şekilde kırmızı kesik çizgilerle görülen “büyük daire” esas yaklaşmadır. Meridyenler hakiki kuzey istikametinde çizildiklerinden ve birleşme özelliğinden, büyük dairenin istikameti devamlı değişecektir. Şekilde ekvatoru 010° ile kesen büyük daire, kestiği en son enlemi 070° ile kesecektir.

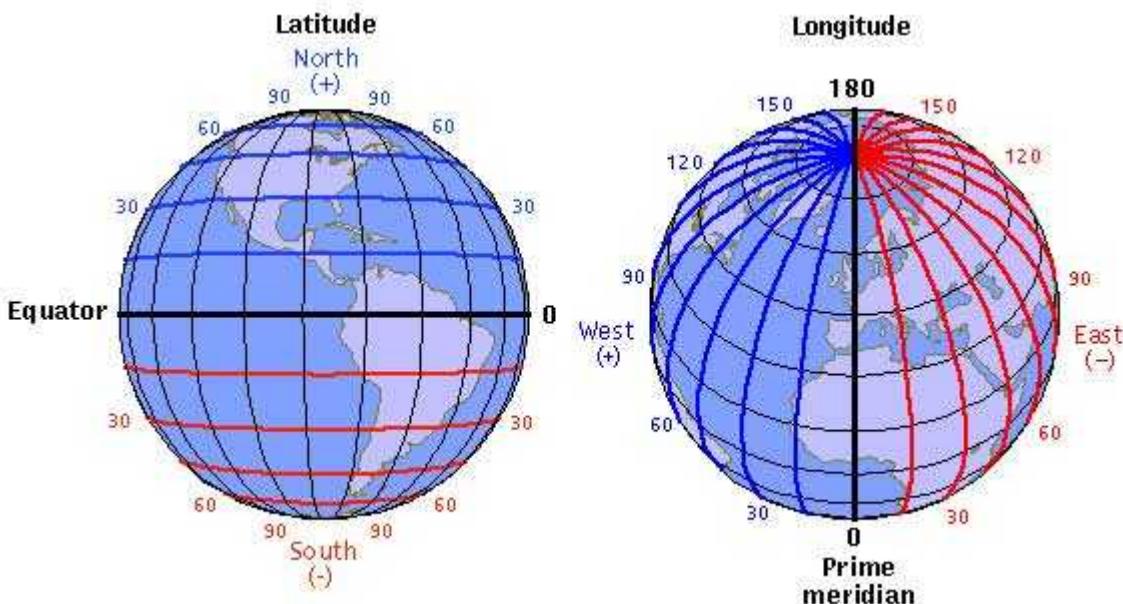
1.18 PARALEL VE MERİDYENLER HAKKINDA ÖZET BİLGİ

Nasıl ki şehirdeki bir evi bulabilmek için mahalle, cadde, sokak ve ev numarası gibi unsurlara ihtiyaç varsa Yerküre üzerindeki herhangi bir yeri bulabilmek için de hayalî çizgilere (koordinat sistemine) ihtiyaç vardır. Bu nedenle Yerküre'yi enine ve boyuna kesen paralel ve meridyenler tespit edilmiştir.



Şekil: 1.15

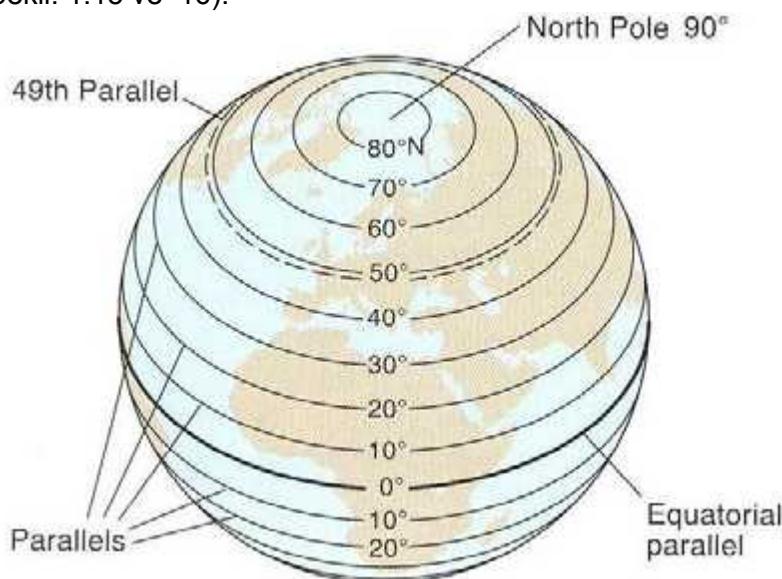
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 16/29
---	--	---	---



Şekil: 1.16

1.18.1 PARALEL DAİRELERİ

Kutup noktalarından eşit uzaklıkta bulunan noktaları birleştiren daireye **Ekvator** denir. Ekvator'a paralel olan ve birer derece aralıklarla geçen dairelere **Paralel Daireleri** denir. Paralel dairelerini başlangıç yeri olan ekvator, sıfır numaralı paralel dairesini oluşturur. Ekvator dünyayı kuzey ve güney olmak üzere iki eşit yarıküreye ayırrır (Şekil: 1.15 ve 16).



Şekil: 1.17

Dünya üzerindeki bir noktanın Ekvator'a olan uzaklığının açı cinsinden değerine **ENLEM** denir (Şekil:1.18).

Enlem herhangi bir noktadan yerin merkezine çekilecek dikey bir çizgiyle Ekvator düzlemini arasındaki açıdır. Enlem, derece, dakika ve saniye olarak ifade edilir. Ankara, yaklaşık $39^{\circ} 56'$ kuzey enlemi üzerinde bulunur.

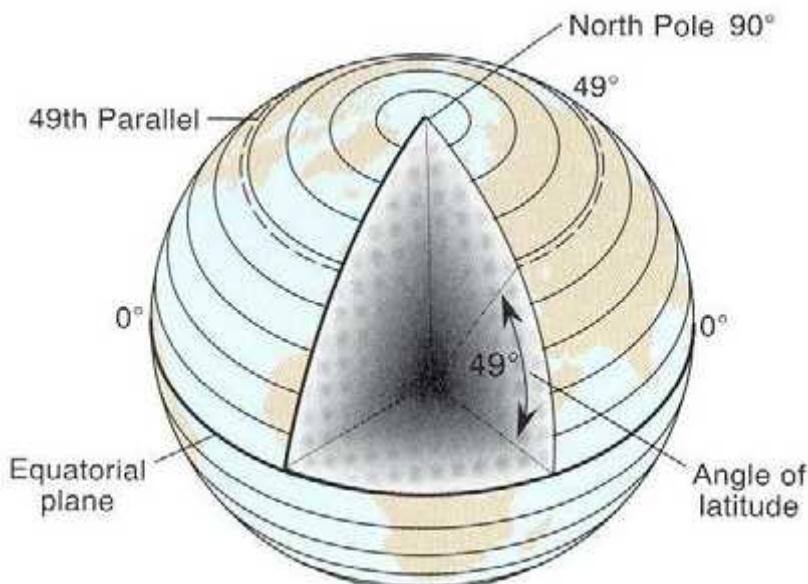
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 17/29
---	--	---	---

Paralellerin Özellikleri:

- ✓ Birer derece aralıklarla geçirilen dairelerdir.
- ✓ Kutuplara doğru çevre uzunlukları küçülür.
- ✓ Aralarındaki uzaklık birbirine eşit ve 111km dir.
- ✓ Doksan kuzey, doksan güney olmak üzere 180 paralel vardır.
- ✓ Paraleller doğu batı yönlündür.
- ✓ Parallellerden bir noktanın enlemini belirlemede yararlanılır.
- ✓ Başlangıçları ekvatorudur ve en büyük paraleldir. Bazı paralellere özel adlar verilir. Yengeç, Oğlak döneneleri gibi
- ✓ Bir paralel üzerinde bulunan bütün noktaların Ekvator ve kutup noktalarına uzaklıkları eşittir.
- ✓ Merkezden alınan 1° lik açı farkı karşılığında çizilirler.
- ✓ Paralellerin derece değerleri, Ekvator'dan kutuplara doğru büyür.
- ✓ Çevre uzunlukları Ekvator'dan kutuplara doğru kısalır ve kutuplarda nokta şeklini alır. Bu nedenle, aralarındaki alanlar da kutuplara yaklaşıkçe küçülür (Ekvator 40 076 km, 15° paraleli 38 000 km, 30° paraleli 34 700 km.).
- ✓ Paralel daireler meridyenlere dikdir.

Ekvator:

- ✓ En uzun paralel dairedir.
- ✓ Paralel dairelerin başlangıcıdır. (0° Paraleli dünyayı kuzey ve güney olmak üzere iki yarıküreye ayırrı)
- ✓ Güneş ışınlarını 21 Mart ve 23 Eylül'de dik alır.
- ✓ Çizgisel hızın en fazla, yerçekiminin en az olduğu yerdir.
- ✓ Üzerinde gece ve gündüz süreleri her zaman eşittir.



Şekil: 1.18

Enlemin Etkileri

- ✓ Dünya'nın dönüş hızı (çizgisel hız) enlemlere bağlı olarak değişir. Kutuplara gidildikçe dönüş hızı azalır.
- ✓ Atmosferin kalınlığı enleme göre değişir.
- ✓ Ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe yerçekimi artar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 18/29
---	--	---	---

- ✓ Gece-gündüzlerin uzama ve kısalma süreleri enlemlere göre değişir. Kutuplara yakın enlemlerde gündüz ve geceler daha çok uzayıp kısalır. Aynı enlem üzerindeki bütün noktalarda gündüz süreleri her zaman birbirine eşittir.
- ✓ Enlemleri aynı olan bütün noktalar Ekvator'a eşit uzaklıktadır.
- ✓ Güneş ışınlarının düşme açısı, sıcaklıklar ve iklim özellikleri enlemlere göre değişir.
- ✓ Ekvator'a yakın (0° - 30° enlemleri arası) enlemlere alçak enlemler, kutuplara yakın enlemlere de (60° - 90° enlemleri arası) yüksek enlemler denir. 30° - 60° enlemleri arasına ise, orta enlemler denir.

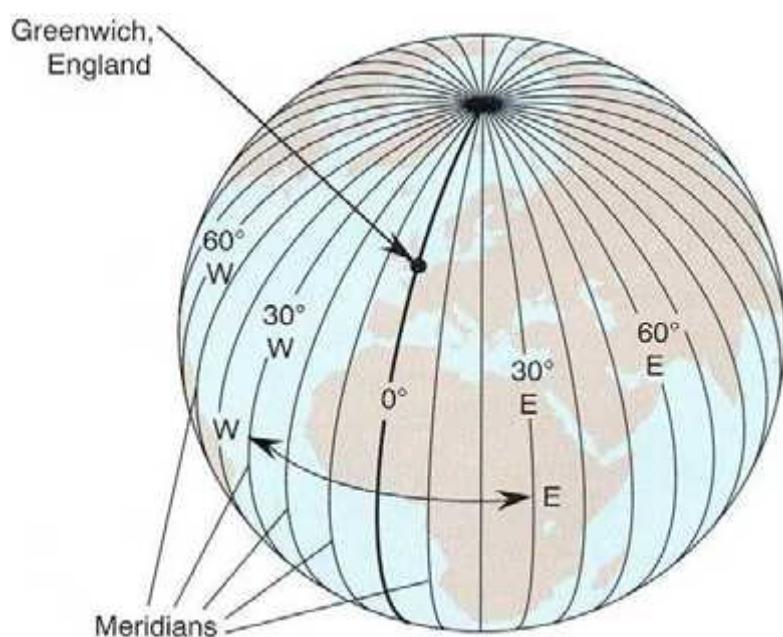
Buna bağlı olarak,

- Bitki örtüsü
 - Tarım ürünlerı
 - Toprak yapısı
 - Hayvan türleri
 - Akarsu rejimleri
 - Buzul alt sınırı ile orman, tarım ve yerleşme üst sınırları enleme göre değişir.
- ✓ Yerleşme özellikleri ve yaşam biçimleri enlemlere göre değişir.
 - ✓ Sıcaklık, ekvator'dan kutuplara doğru gidildikçe azalır.
 - ✓ Kuzey Yarım Küre'de güneyden, Güney Yarım Küre'de ise kuzeyden esen rüzgârlar sıcaklığı artırır.
 - ✓ Deniz ve okyanusların sıcaklık ve tuzluluğu kutuplara gidildikçe azalır.
 - ✓ Cisimlerin gölge uzunluğu kutuplara gidildikçe artar.

1.18.2 MERİDYENLER

Birer derece aralıklarla geçen ve kutup noktalarını birleştiren yarımküre çemberi meridyen denir. Londra'daki Greenwich gözlemeviden geçen meridyen, başlangıç olarak benimsenmiştir (Şekil: 1.19).

Yer'in merkezinden alınan 1° lik açı farkıyla çizilir ve bir kutuptan diğer kutup noktasına (Yer'in dışından) uzandığı kabul edilen çizgilerdir.



Şekil: 1.19

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 19/29
---	--	---	---

Meridyenlerin Özellikleri:

- ✓ Birer derece aralıklarla geçirilmişlerdir.
- ✓ Ekvatoru ve paralelleri dik keserler.
- ✓ 360 meridyen yayı bulunmaktadır.
- ✓ Birbirini izleyen iki meridyen arasındaki uzaklık, yalnız Ekvator üzerindeki 111 km'dır.
- ✓ Meridyen yayları eşit uzunluktadır.
- ✓ Kutuplara doğru birbirlerine yaklaşır ve kutuplarda birleşirler.
- ✓ Başlangıç meridyeni ile karşıt meridyeni, Dünyayı doğu ve batı olmak üzere iki yarı küreye ayırrı.
- ✓ Birbirini izleyen iki meridyen arasındaki zaman farkı 4 dakikadır.
- ✓ Başlangıç meridyeninin karşısında yer alan 180 meridyen gün değiştirme çizgisi olarak esas alınmıştır.
- ✓ Meridyenler arasında 1° lik açı farkı vardır.
- ✓ Her meridyen yarım çember şeklindedir.
- ✓ Meridyenlerin başlangıcı İngiltere'nin Greenwich rasathanesinden geçer (0° meridyeni). Bu meridyene baş meridyen denir. Yeri doğal değildir.
- ✓ Başlangıç meridyeninin doğusundaki meridyenlere doğu meridyenleri, batısındaki meridyenlere batı meridyenleri denir.
- ✓ Meridyenlerin derece değerleri 0° meridyeninden doğu ve batıya doğru gidildikçe büyür.
- ✓ Bir paralel üzerindeki bütün meridyen aralıkları birbirine eşittir.
- ✓ Meridyenler arasındaki uzaklık sadece Ekvator üzerinde 111 km'dir. Bu uzaklık kutuplara doğru azalır ve bütün meridyenler kutuplarda birleşir. (Meridyenlerin bu özelliği Yer'in Geoid şeklinde olmasının sonucudur.)
- ✓ Her meridyenin tam karşısındaki meridyene anti meridyen denir. Örneğin 0° meridyeninin anti meridyeni 180° meridyenidir.
- ✓ 180° meridyeni tarih değiştirme çizgisidir.
- ✓ Meridyenler boyamların ve saatlerin (zamanın) belirlenmesinde kullanılır.
- ✓ Meridyenler arasındaki zaman farkı 4'er dakikadır.
- ✓ Paralellerin dik kesen meridyenlerin uzunlukları birbirine eşittir.
- ✓ Aynı meridyen üzerindeki yerlerde yerel saat de aynıdır.
- ✓ Aynı meridyen üzerindeki yerlerde, Güneş 21 Mart ve 23 Eylül'de aynı anda doğar ve aynı anda batar. Diğer tarihlerde ise yerel saatler aynı kalırken Güneş'in doğuş ve batış saatleri değişir. Bunun nedeni eksen eğikliğidir.

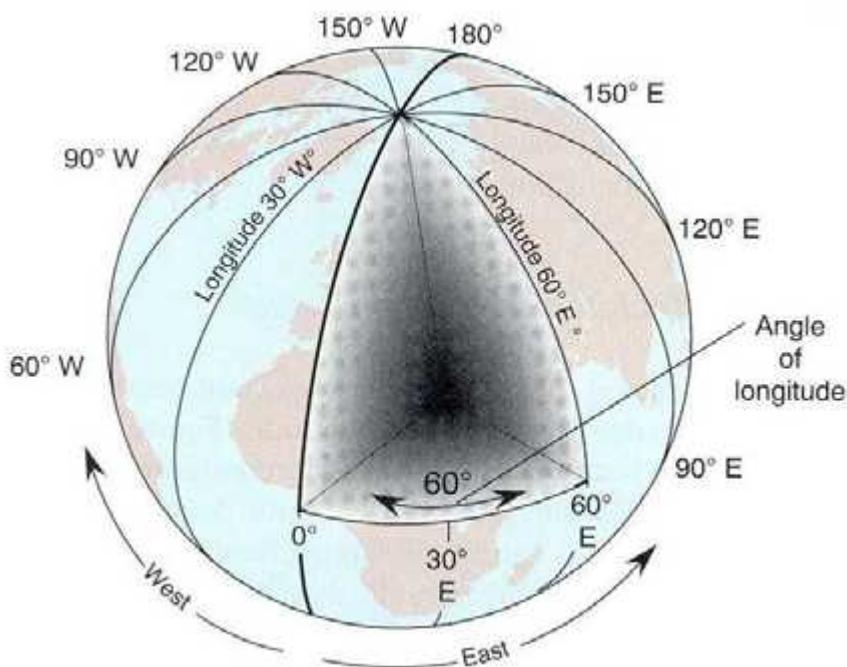
1.18.3 BOYLAM

Bir noktanın başlangıç meridyenine uzaklığının merkezdeki açı cinsinden değerine boylam denir (Şekil: 1.20).

Boylamın Etkileri

Boylamın sadece zaman kavramına (yerel saatlere) etkisi vardır. Başka deyişle boyamları aynı olan noktaların yerel saatleri de her zaman aynı olur.

Yeryüzündeki harhangi bir noktanın derece, dakika ve saniye cinsinden enlem ve boylamla belirlenmesi mümkündür. Ancak yeryüzündeki tüm noktalardan paralel ve meridyenler geçmez. Paralellerle enlemler, meridyenlerle de boyamlar arasındaki fark esas itibarıyle bununla ilgilidir.



Şekil: 1.20

1.19 KERTE HATTI (RHUMB LINE)

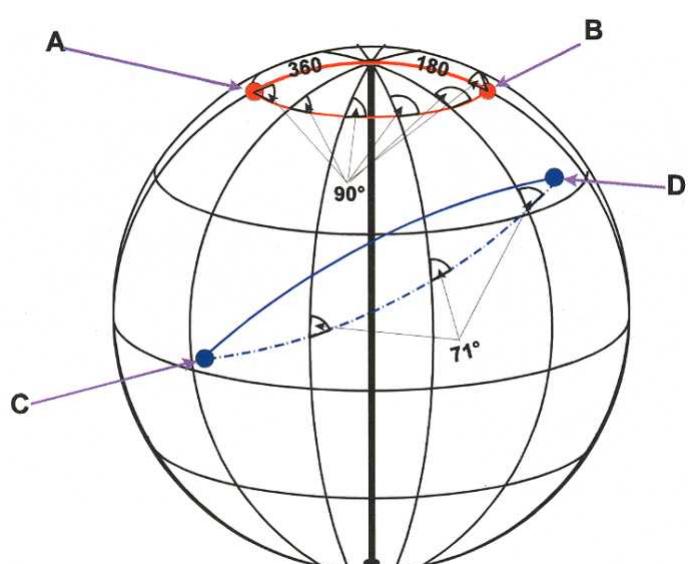
Küre sathında, meridyenleri eşit açı ile kesen hat, kerte hattı eğrisidir. Coğrafi (gerçek) kuzeye göre uçan ve devamlı hakiki başı muhafaza eden uçağın çizdiği rota, kerte hattıdır. Bu rota, daha uzun olmasına rağmen ancak, takip edilmesi en kolayıdır (Şekil: 1.21). Şayet devamlı kerte hattı takip edilerek uçulursa, kutuplara doğru helezon yapan rota oluşur, ancak kutuplara asla ulaşılamaz.

Büyük daire ile, iki nokta arasında sadece bir kerte hattı çizilebilir. Genel olarak kerte hattı;

- Enlem paralelleri (meridyenleri 90° ile keserler).
- Ekvator (aynı zamanda büyük dairedir).
- Meridyenler (büyük dairedirler kutuplarda birbirlerini keserler).

İki nokta arasındaki kerte hattı, büyük daireye göre her zaman ekvatora daha yakındır. Oysaki iki nokta arasındaki büyük daire, kerte hattına göre kutuplara daha yakındır.

Kerte hattı ekvatora göre konveks (dış bükey), kutuplara göre ise konkavdır (ibçükey).



Şekil: 1.21

Şekil: 1.21'de, C ile D ve A ile B noktaları arasındaki diyagramları ele alalım. C den D ye

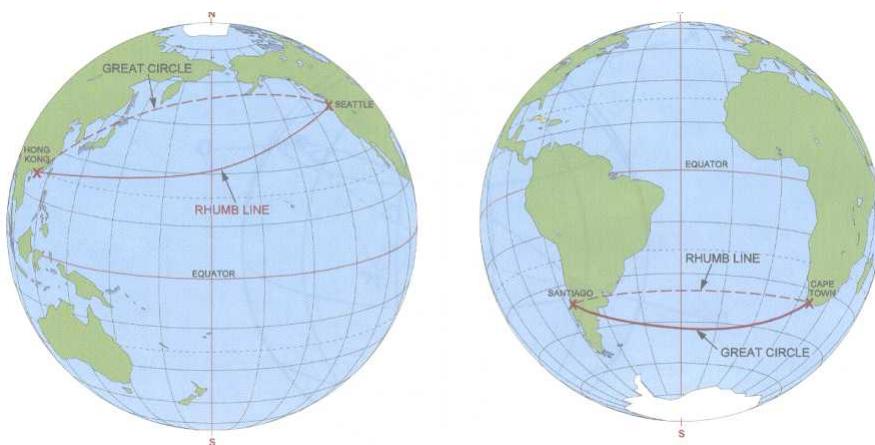
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 21/29
---	--	---	---

olan yolda (kalın çizgi), C ile D arasındaki en kısa yoldur fakat meridyenleri hakiki kuzeye göre nispi istikameti devamlı değişmektedir (C noktasında 060° hakikiden D noktasındaki 100° ye kadar).

Daha uzun mesafesi olan aynı noktalar arasındaki kerte hattı, bütün meridyenleri 071° gibi sabit bir açı ile meridyenleri kesmektedir. Kerte hattı, büyük daireye göre ekvatora daha yakındır.

A ($60^\circ\text{N } 000^\circ\text{W}$) dan B ($60^\circ\text{N } 180^\circ\text{W}$) ye olan rotada ise, büyük daire kutuptan geçmekte, iki noktası meridyen ve anti meridyen üzerindedir. Bu özel bir durum olup büyük daire 360° (T) kuzey başla kutba, 180° (T) başla kutuptan rota çizer. Kerte hattı ise, 60° N paraleli takip etmekte ve istikameti ise 090° (T) dir. Ekvatora, büyük daireden daha yakındır.

Ekvator üzerinde 030° W ve 040° olan iki nokta alalım. Bu iki nokta ekvator üzerinde bir ark oluşturacaktır. Büyük daire, ekvator arkında 270° (T) lik sabit bir açı ile meridyenleri kesmeye devam edecektir, yani ekvator büyük daire olacaktır. Bu durum aynı zamanda kerte hattı içinde geçerli olduğundan, ekvator; hem büyük daire, hem de kerte hattıdır.



Şekil: 1.22

Şekil: 1.22 büyük daire ve kerte hattı, ekvator, kutuplara ve coğrafi koordinatlara göre durumları görülmektedir.

1.20 BÜYÜK DAİRENİN İSTİKAMETİ

Büyük dairenin istikameti, meridyenlerin birleşme özelliğinden dolayı, değişir. Şekil: 1.22 da, Seattle'dan Hong Kong'a yaklaşık batılı istikamet 310° T olmasına rağmen, aynı istikamet Hong Kong'da 210° T ye kadar azalır. Aynı şekilde Hong Kong'dan Seattle olan doğulu istikamet 030° T olmasına rağmen, Seattle'dan Hong Kong'a ise 130° T dir.

Güney Yarı Kürede ise; Cape Town'dan Santiago'ya olan batılı 240° T istikamet, tersine Santiago'dan Cape Town'a artarak 310° T olur.

Büyük Dairenin istikameti Ekvatora doğru devamlı deliştir. Genel kaide olarak; 180° T- 360° T arası istikametler batılı, 000° T - 180° T doğulu olarak kabul edilir. Büyük dairenin istikameti;

İstikametler; Kuzey Yarı Kürede, batılı ise küçülür, doğulu ise büyür. Tersine, Güney Yarı Kürede, batılı ise büyür, doğulu ise küçülür.

1.21 MESAFELER

1 metre (m)	100 santimetre (cm)	1000 milimetre (mm)
1metre	3.28 feet (ft)	
1 foot (ft)	12 inç ("in" veya)	
1 inç ("")	2.54 cm	
1 yarda (yd)	3 feet (ft)	
1 km	3280 ft	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 22/29
---	--	---	---

Kilometre (km): 1000 metredir ve 1 m, saniyede 1/299 792 458 birimidir. Kilometre, ekvator ile kutup arasındaki mesafenin 1/10 000 eşittir ve dünya çevresi 40 000 km dir.

Kara Mili (sm): İngiltere 1nci Kraliçe Elizabet' in krallık heykeli veya 5280 feet olarak tarif edilir. Herhangi bir kutup ile ekvator arası 6200 sm dünyanın çevresi ise 24800 sm dir.

Deniz Mili (nm): ICAO, 1852 m lik mesafeyi 1 nm olarak kabul etmiştir. $1852 \times 3.28 = 6074.56$ feet olmasına rağmen, standart 1nm = 6080 feet kabul edilmiştir. Kutuplardan geçen meridyenlerin 1 dakikalık yayı; 6108 ft olmasına rağmen, ekvator'daki 1 dakikalık yay; 6076,1 feettir.

1.22 CONVERSION (YAKLAŞMA) FAKTÖRÜ

Nm, Sm ve Km arasındaki ilişki, CRP5 kompütürü kullanılarak bulunabilir. CRP5 kompütüründeki bu mesafelere ait datalar, ekvator ve kutuplar arasındaki ortalama mesafe ilişkilerinden ileri gelmektedir. Nm'ının işaretü 54 (5400 nm), sm'ının işaretü 62 (6200 sm) ve km'ının işaretü 100 (10000 km) bu değerlerden gelmektedir.

1 nm	1.85 km
1 nm	1.15 sm
66 nm	76 sm
41 nm	76 km
41 sm	66 km

1.22 BÜYÜK DAİRE MESAFLERİ

Büyük daire üzerinde 2 nokta arasındaki mesafenin hesabında 5 metot kullanılır.

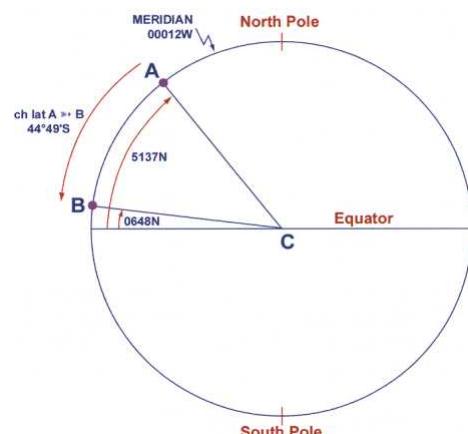
1. Aynı meridyen, aynı yarı küre;

Aynı meridyen ve yarı küredeki A ve B noktaları arasındaki mesafe; A noktasının açısından B noktasının açı çıkarılarak, iki nokta arasındaki açı bulunur. 1 dakikalık yay parçası, 1 nm lik mesafeye eşit olduğundan (Şekil: 1.23);

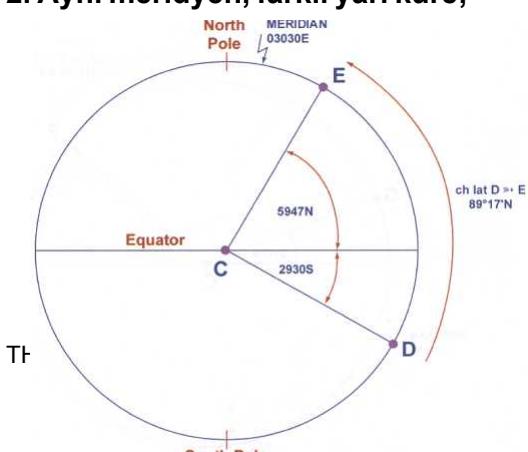
$$A (51^{\circ}37'N) - B (06^{\circ}48'N) = 44^{\circ}49' \rightarrow (44 \times 60) + 49 = 2689$$

Dakika ve 2689 nm

Şekil: 1.23



2. Aynı meridyen, farklı yarı küre;



D noktası (Durban, 2930 s – 03030 E) ve E noktası (5947 – 03030 E) arasındaki mesafe (Şekil: 1.24);

$$29^{\circ}30' + 59^{\circ}47' = 89^{\circ}17', (89 \times 60) + 17 = 5357 \text{ nm}$$

Şekil: 1.24

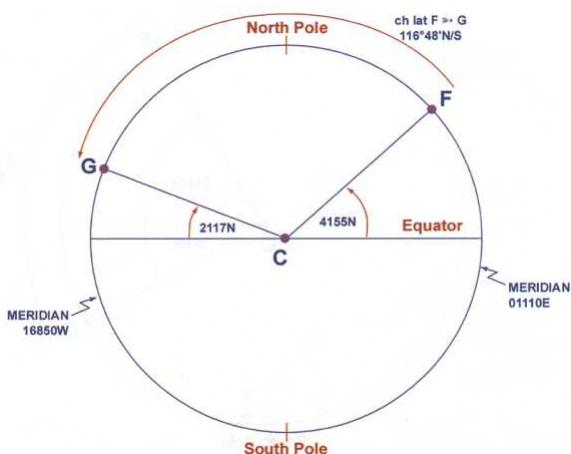
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 23/29
---	--	---	---

3. Meridyen-anti meridyen, aynı yarı küre;

F noktası Roma (4155 N – 01110 E) ve G noktası Honolulu (2117 N - 16850 W) arasındaki mesafe (Şekil: 1.25);

$$180^\circ - (41^\circ 55' + 21^\circ 17') = 116^\circ 48'$$

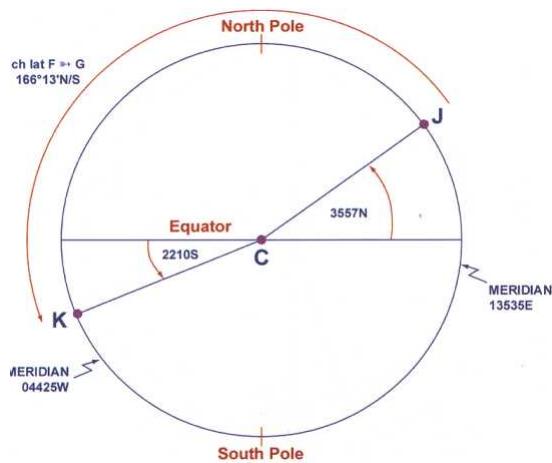
$$116^\circ 48' = (116 \times 60) + 48 \quad 7008 \text{ nm}$$



Şekil: 1.25

4. Meridyen-anti meridyen, farklı yarı küre;

J noktası Tokyo (3557N – 13535E) ve K noktası Rio de Jenerio arasındaki mesafe (Şekil: 1.26);
J noktası; $180^\circ - 35^\circ 57' = 144^\circ 03'$, J den K ya; $144^\circ 03' + 22^\circ 10' = 166^\circ 13'$



Şekil: 1.26

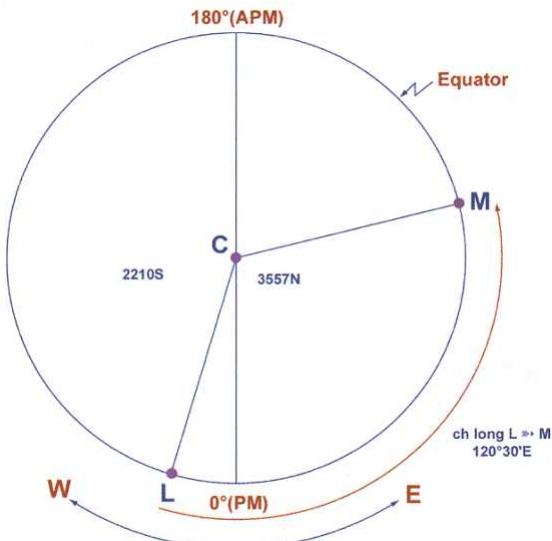
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 24/29
---	--	---	---

5. Ekvator üzerinde iki noktası (Şekil: 1.27);

L noktası Dakar (0000N- 01635W) ve M noktası Singapore (0000N – 10355E)

Ekvatorda 1 derecelik açının gördüğü yay, 1 nm yeeşitliğinden; L den M ye

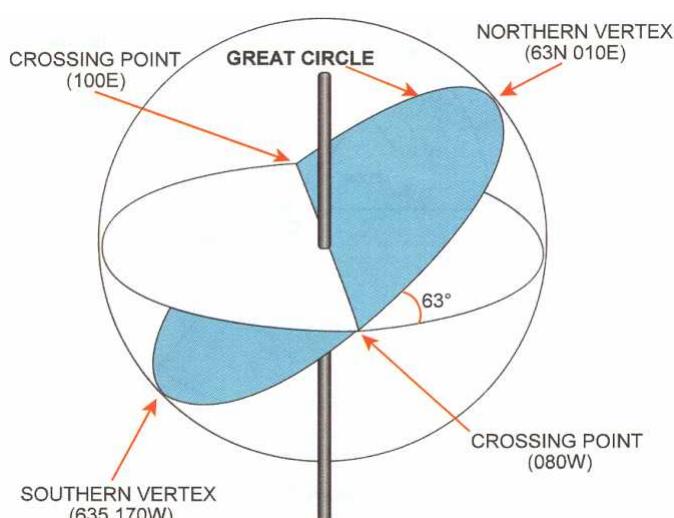
$$016^{\circ} 35' + 103^{\circ} 55' = 120^{\circ} 30' \rightarrow (120 \times 60) + 30 = 7230 \text{ nm}$$



Şekil: 1.27

1.23 BÜYÜK DAİRE TEPE NOKTALARI

Şekil: 1.28 de büyük dairenin kuzey ve güney yarı küredeki tepe noktaları görülmektedir. Tepe noktaları daima aynı değer fakat birbirinin zıt yarı kürelerindedir.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 25/29
---	--	---	---

Şekil: 1.28

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 26/29
---	--	---	---

NAVIGATION**INTRODUCTION****1.21 CONSOLIDATION QUESTIONS**

1. What is the Change of Latitude between the following positions:-
 - a) $52^{\circ}15'N$ to $39^{\circ}35'N$
 - b) $49^{\circ}35'N$ to $60^{\circ}20'S$
 - c) $74^{\circ}20'S$ to $34^{\circ}30'S$
 - d) $71^{\circ}20'N$ to $86^{\circ}45'N$ over the north pole.
2. What is the difference in nautical miles and in kilometres from position A ($41^{\circ}25'N$) to position B ($79^{\circ}30'N$). Both are on the same meridian.
3. What is the Change of Longitude between the following positions:-
 - a) $075^{\circ}40'W$ to $125^{\circ}35'W$
 - b) $001^{\circ}20'E$ to $004^{\circ}20'W$
 - c) $150^{\circ}40'E$ to $179^{\circ}30'E$
 - d) $162^{\circ}36'W$ to $140^{\circ}42'E$
4. Any Meridian Line is a:-
 - a) Rhumb Line
 - b) Semi Great Circle
 - c) Rhumb Line and a semi Great Circle
 - d) None of the above
 - e) All of the above
5. A Graticule is the name given to:-
 - a) A series of lines drawn on a chart
 - b) A series of Latitude and Longitude lines drawn on a chart or map
 - c) A selection of small circles as you get nearer to either pole
6. A Rhumb Line cuts all meridians at the same angle. This gives:-
 - a) The shortest distance between two points.
 - b) A line which could never be a great circle track
 - c) A line of constant direction
7. Give the Direction and Change of Latitude and Longitude from X to Y in each case:-

X		Y
a) $50^{\circ}31'N$ $006^{\circ}30'W$	to	$52^{\circ}00'N$ $008^{\circ}35'W$
b) $47^{\circ}32'N$ $002^{\circ}46'W$	to	$43^{\circ}56'N$ $001^{\circ}33'W$
c) $61^{\circ}47'N$ $003^{\circ}46'W$	to	$62^{\circ}13'N$ $001^{\circ}36'E$
d) $31^{\circ}27'S$ $091^{\circ}47'E$	to	$35^{\circ}57'N$ $096^{\circ}31'E$
e) $51^{\circ}05'N$ $177^{\circ}42'E$	to	$51^{\circ}06'N$ $167^{\circ}42W$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 27/29
---	--	---	---

NAVIGATION**INTRODUCTION**

8. Give the shortest distance in nautical miles and kilometres between the following positions:-
- a) 52°06'N 002°32'E and 53°36'N 002°32'E
 - b) 04°41'S 163°36'W and 03°21'N 163°36'W
 - c) 62°00'N 093°00'E and 62°00'N 087°00'W
 - d) 00°00'N 176°00'E and 00°00'N 173°00'W
 - e) 43°57'N 071°37'W and 45°37'S 108°23'E
9. An aircraft is to fly from position 72°00'N 002°30'E to position 72°00'N 177°30'W on the shortest possible route.
- a) Give the initial (True) track direction
 - b) Will the track direction remain the same for the whole flight?
 - c) Give a reason for the answer given in b above.
10. You are at position A at 54°20'N 002°30'W. Given a ch.lat of 16°20'N and a ch.long of 020°30'W to B, what is the position of B?
11. You are at position C at 36°47'S 179°21'E. Given a ch. lat of 46°47'N and a ch. long of 20°30'E to D, what is the position of D?
12. What is the position of the Rhumb Line between 2 points relative to the Great Circle between the same points if the points are :
- a) In the Northern Hemisphere?
 - b) In the Southern Hemisphere?
13. A great circle has its North vertex at 70N 130E. What is the position of its South vertex?
14. In Question 13, at what longitudes and in what direction would the Great Circle cross the Equator assuming :
- a). Initial direction is East from the Northern Vertex?
 - b). Initial direction is West from the Northern Vertex?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 28/29
---	--	---	---

NAVIGATION**INTRODUCTION****1.22 ANSWERS TO CONSOLIDATION QUESTIONS**

- 1 a $12^{\circ} 40' S$
 b $109^{\circ} 55' S$
 c $39^{\circ} 50' N$
 d $21^{\circ} 55'$
- 2 2285 nm is 4224 km or 4236 km using a calculator or 4230 km using the CRP-5. Answers in km will vary depending on which conversion factor is used.
- 3 a $49^{\circ} 55' W$
 b $05^{\circ} 40' W$
 c $28^{\circ} 50' E$
 d $56^{\circ} 42' W$ (Not $303^{\circ} 18'$ - we want the smaller arc).
- 4 e
- 5 b
- 6 c
- 7 a $01^{\circ} 29' N$ $002^{\circ} 05' W$
 b $03^{\circ} 36' S$ $001^{\circ} 13' E$
 c $00^{\circ} 26' N$ $005^{\circ} 22' E$
 d $67^{\circ} 24' N$ $004^{\circ} 44' E$
 e $00^{\circ} 01' N$ $014^{\circ} 36' E$
- 8 a 90 nm 166 km
 b 482 nm 890 km
 c 3360 nm 6228 km
 d 660 nm 1220 km
- 9 a $360^{\circ} T$
 b No
 c Route over the North Pole, initial track True North, then once over the Pole, True South.
- 10 $70^{\circ} 40' N$ $023^{\circ} 00' W$
- 11 $10^{\circ} 00' N$ $160^{\circ} 09' E$
- 12 a Nearer the Equator (South of the Great Circle)
 b Nearer the Equator (North of the Great Circle)
- 13 $70 S$ $050 W$
- 14 a $140 W$ $160^{\circ} T$
 b $040 E$ $200^{\circ} T$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 29/29
---	--	---	---

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/9
---	--	---	---------------------------------------

BÖLÜM-2

YÖN KAVRAMI

2.0 MIKNATIS VE PUSULALAR, GENEL PRENSİPLERİ:

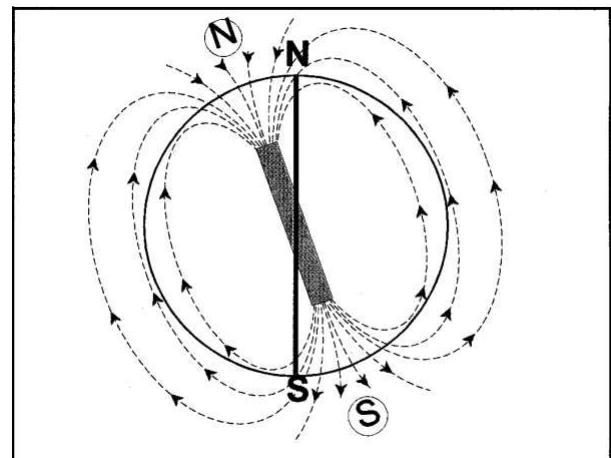
2.01 Yer sathının manyetik Alanı.

Arz üzerinde herhangi bir yerde serbestçe asılmış bir mıknatıs, arza nazaran muayyen bir istikamet almağa çalışacağından, arzin bir mıknatıs gibi tesir ettiğini gösterir. Arzin mıknatıs kutupları, coğrafi kutuplar ile aynı yerde değildir. Kuzey Mıknatıs Kutup PRINCE OF WALES adasında olup takriben 73° N ve 100° W dir. Güney Mıknatıs Kutup ise, ANTARTICA da olup takriben 68° S ve 144° E dendir. Arzin kuzey ve güney mıknatıs kutupları birbirlerinin tam simetrisinde olmadıklarından arz üzerinde bulunan bir çok yerlerde ibrenin bir ucu, bir kutbu gösterirken diğer ucunun mukabil kutbu göstermesine imkan yoktur. Bir pusula ibresi yalnız arzin mıknatıs sahası tesiri altında kaldığı takdirde göstermiş olduğu istikamete mıknatısı kutup denir.

2.02 Manyetik pusulanın arz üzerinde manyetik istikametlerde kullanılması.

Bir pusula ibresi yalnız arzin manyetik sahası tesiri altında kaldığı takdirde, göstermiş olduğu istikamete manyetik kutup denir. İki kutbu birbirinden ayırmak için coğrafik kutbun istikametine hakiki kuzey denir ve buna genel olarak sadece kuzeyde denir. Hakiki istikametler, hakiki kuzeyden ölçüldüğü gibi manyetik istikametlerde manyetik kuzeyden ölçülür. Herhangi bir mevkide manyetik pusula gülünün 0° sinden manyetik kutup istikametinin bulunduğu kabul edilir.

Şekil: 2.01



2.03 Manyetik meridyen.

Arzin manyetik tesirinden dolayı pusulanın göstermiş olduğu kuzeye manyetik kuzey (manyetik meridyen) denir.

2.04 Dünya manyetik kuvvet hatları; dikey (S), ufki (H) bileşenleri ve toplam güç (T) ilişkisi;

Dünya manyetik kutupları, diğer manyetik alanlarda olduğu gibi, birçok manyetik hatlarla birbirine bağlanmıştır. Bu hatlara manyetik kuvvet hatları denir. Bu hatlar, yatay ve düşey olmak üzere ikiye ayrılır. Her iki kuvvet şiddeti kutupların uzaklığına göre değişir. Düşey kuvvet, manyetik kutuplarda maksimum, kutupların orta noktasında ise minimumdur. Ufki kuvvet ise, düşey kuvvetin etkisinin tam tersi etki gösterir. İstikametsel kuvvet olarak ufki bileşen kuvveti etkili olduğu için, gerek ufki kuvvetin manyetik kutup bölgelerindeki en az oluşu ve gerekse batma açısından dolayı, manyetik kutup çevrasında pusulalar kullanılmazlar.

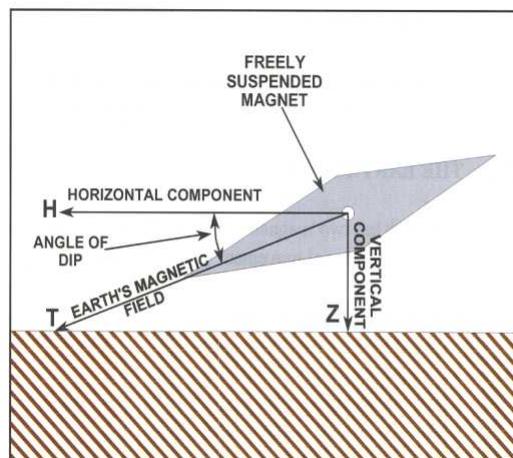
Şekil: 02.01 de (T) toplam kuvvet, (Z) dikey, (H) ufki arasındaki ilişkiyi göstermektedir. H ve T arasındaki ilişkiden oluşan açıya batma açısı denir. Bu açı ekvatorda sıfır, kutoplarda ise 90 derecedir.

2.05 Manyetik kuzey kutbu çevrasında “6 MİKRO TEBAS ZONE” izahı.

Uçaklar manyetik kutupların herhangi birine ve herhangi bir noktasına yaklaştığı zaman batma hataları oldukça önem kazanır. Uçak yeterli bir dönüste iken, pusula kadranında merkezkaç kuvveti dolayısıyla eğilecektir. Kadran yarışlı durumda iken Dünyan manyetik kuvvet hatlarının dikey kısmı pusulanın dönüş tarafındaki alçak kısmının batmasına yol açar. Kuzey dönüş hatası, kuzey ve güney başlara yaklaşan dönüşlerde daha fazla önem kazanır. Bu tesirin neticesi olarak kuzey baştan bir dönüş yaparken pusula kısa bir süre aksi istikamette dönüş işaret verir. Güneyden bir dönüş yaparken ise verdiği işaret doğru istikametedir; ancak normal dönüş hızından çok daha süratli döner. Sonuç olarak kuzeyden başlayan

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/9
---	--	---	---------------------------------------

360°lik bir dönüşte, pusula kadranı ilk olarak ters istikamette dönüş gösterecek daha sonra uçak doğuya geçerken pusula hemen hemen doğru başı yakalayacaktır. Uçağın burnu güneyi geçerken pusula kadranı normal başın bir hayli önünde gidecektir. Dönüşe devam edip uçağın burnu batıya geçerken doğuda olduğu gibi pusula yine yaklaşık olarak doğru başı gösterecektir. Nihayet kuzeye yaklaşınca da pusula normal başın gerisinde kalacaktır.



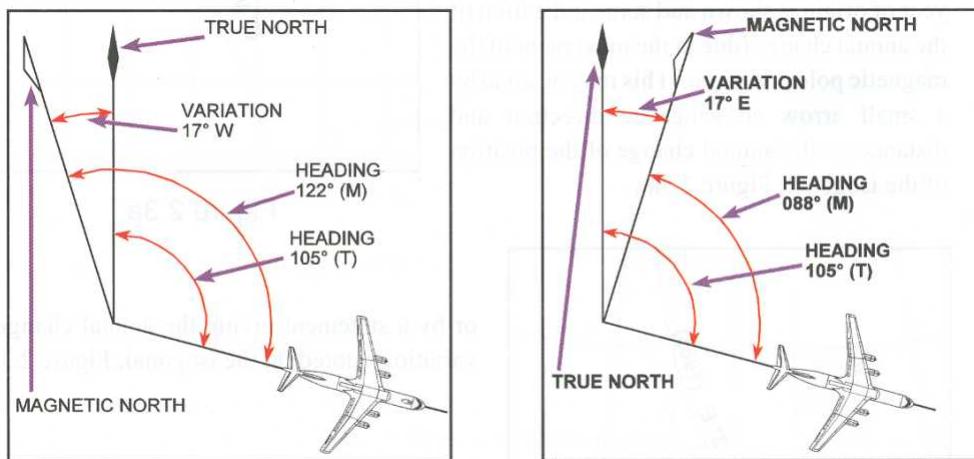
Şekil: 2.02

2.06 “Manyetik Ekvator” ve “Aclinic Line ” terimlerini izahı.

“Manyetik Ekvator” arzin mıknatıs kuvvetinin ufki olduğu noktaları (yani mıknatısı batmanın sıfır olduğu noktaları) birleştiren hattır. Aclinic Line ise manyetik kutplardaki eğilme açısını belirtir ve tam kutplarda 90°dir. Kutup bölgelerinde, dünya sathının ufki kısmı, manyetik bir pusulanın kullanımına müsaade etmesi bakımından imkânsızdır.

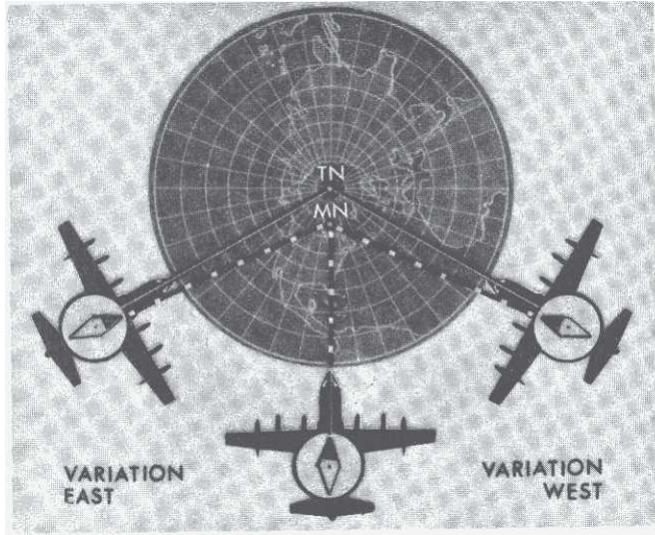
2.07 Arazi Sapma.

Bir pusula ibresi arzin mıknatılı sahası ile beraber diğer mıknatılı sahaların da tesiri altında kalır. İbreye yakın bulunan bir demir parçası, ibreyi kuzey mıknatısı kutuptan saptırmaya çalışır. İçinden elektrik geçen bir tel etrafında bir mıknatılı saha meydana gelir. Bu bakımından bir pusula yakınında bulunan elektriği tesisat pusula ibresini saptırır. Bir uçakta hem demir hem de elektriği tesisat bulunduğuundan uçak pusulasının ibresi ekseriyetle kuzey mıknatılı kutuptan saptırılır. Uçaklara pusulalar yerleştirilirken bu duruma dikkat edilir.



Şekil: 02.03

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/9
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 02.04

2.08 “Isoclinal” .

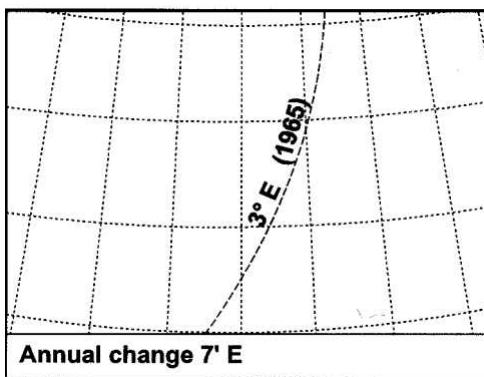
Manyetik batmaları eşit noktaları harita üzerinde birleştiren hatlara “isoclinal” hat denir.

2.09 “Variation” (Tabii Sapma).

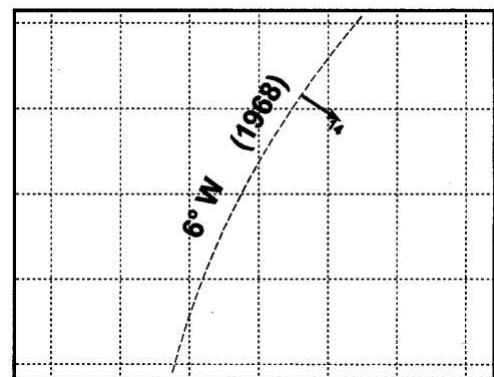
Mıknatıslı kuzey ile hakiki kuzey arasındaki açıya denir. Yani tabii sapma yalnız meridyen ile yalnız arzın manyetik tesirinde kalan bir pusula ibresindeki açıdır (Şekil: 02.03).

Şayet ibre hakiki kuzeyi gösteriyorsa bu takdirde mıknatısı kuzey ile hakiki kuzey birbirine çakışır ve tabii sapma sıfır olur. İbre kuzeyin doğusunu gösteriyorsa tabii sapma DOĞU, batısını gösteriyorsa tabii sapma BATI'dır. Her iki mıknatısı kutup etrafındaki sahada tabii sapma bir daire alanı kadar değişir. Kuzey mıknatısı kutbun kuzeyinde ve güney mıknatısı kutbun güneyinde tabii sapmanın 180 derece olduğu yerler vardır. Arz üzerinde muhtelif mevkilerdeki tabii sapmalar oldukça doğru olarak tespit edilmiştir. (Şekil: 02.04).

KAİDE: Coğrafi kuzeyden, manyetik kuzeyi bulmak için; tabii sapma doğulu ise ÇIKAR, batılı ise TOPLA.



Şekil: 02.05a



Şekil: 02.05b

2.10 “Isogonal” teriminin tanımı.

Aynı tabii sapmalara haiz olan yerleri birleştiren hatlara denir. Kullanılan haritaların çoğunda bu hatlar kesik kesik mavi hatlarla ve bazı haritalarda kahverengi hatlarla gösterilmiştir.

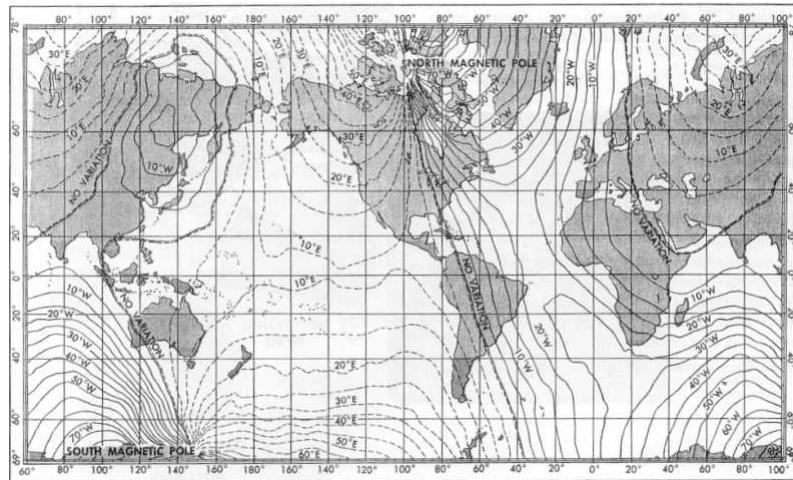
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/9
---	--	---	---------------------------------------

Aynı zamanda hatların üzerine tabii sapmaların değerleri yazılmıştır (Şekil: 02.05a ve 02.05b bak). Yıllık istikamet ve mesafeyi göstermektedir.

2.11 “Agonik Hat” terimini tanımlayınız.

Şekil: 02.06 İzogonik ve Agonik hatlar görülmektedir.

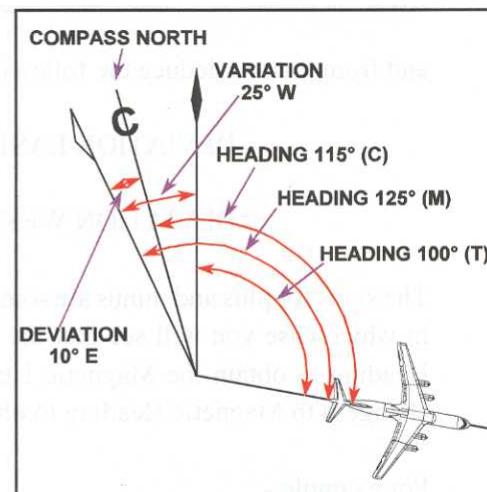
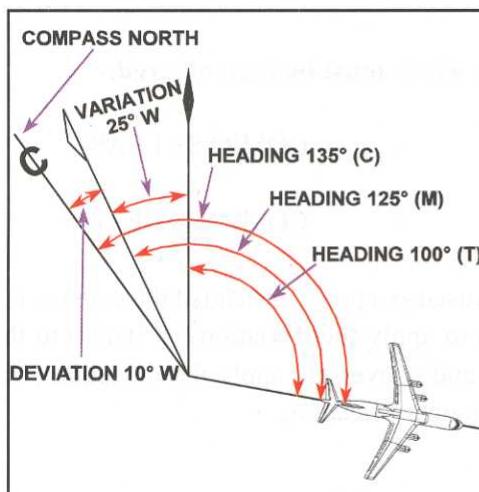
Sıfır tabii sapmalara haiz olan yerleri bileştiren hatlara denir. Herhangi bir mevkideki tabii sapma hemen hemen muntazam bir şekilde her sene değişir. İzogonik hatların çizildiği yıl, haritanın alt tarafında yazılıdır. Daha sonraki yıllardaki sapmalar haritanın dip notuna göre hesap edilir. Seyrüseferin uzunluğuna nazaran tabii sapma 2° veya 3° değişiyorsa kalkış ve varış noktalarındaki tabii sapmaların ortalaması kullanılır. Şayet değişme 4° den fazla ise uçuş rotası, kısımlara ayrılarak tabii sapmaların ortalaması bulunur.



BAŞ (Heading):

Uçağın yöneltilmiş olduğu istikametine denir. Bu istikamet hakiki kuzeye, mıknatısı kuzeye ve pusula kuzeyine göre ifade edilir.

HAKİKİ BAŞ (TH):
Hakiki kuzeyden saat yelkovanı hareketi isti-kametinde, uçağın uzunluk ekseninin ön ucuna kadar ölçülen açıdır (Şekil: 02.07).



Şekil: 02.07 Tabii ve arızı sapmalar

MANYETİK BAŞ (MH): Mıknatısı kuzeyden saat yelkovanı hareketi istikametinde, uçağın uzunluk ekseninin ön ucuna kadar ölçülen açıdır (Şekil: 02.07).

PUSULA BAŞI (CH): Pusula kuzeyinden saat yelkovanı hareketi istikametinde, uçağın uzunluk ekseninin ön ucuna kadar ölçülen açıdır (Şekil: 02.07).

Heading True	Variation	Heading Magnetic	Deviation	Heading Compass
100°	25°W	125°	10°W	135°

Şekil: 2.08

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/9
---	--	---	---------------------------------------

Heading True	Variation	Heading Magnetic	Deviation	Heading Compass
100°	25°W	125°	10°E	115°

Şekil: 2.09**PUSULALAR****2.12 GENEL BİLGİLER:**

Çeşitli tiplerde yön göstericileri vardır. Bunların çoğu karmaşık yapıda olup çalışması için ayrı bir güç kaynağına gerek vardır. Manyetik pusula basit bir yapıdadır, harici bir güç kaynağı gerektirmez ve yüksek bir güvenirlilik faktörüne sahiptir. Uçağın yönünü göstermede dünyanın manyetik alanından faydalanan.

2.13 TEMEL MIKNATISLANMA:

Mıknatıs, bir diğer metal parçasını çekme özelliğine sahip olan bir metal parçasıdır. Serbest olarak bir yere tespit edildiğinde, bir mıknatıs çubuğu yaklaşık olarak kuzey ve güney yönlerine paralel olur. Mıknatıs çekim gücünün en yüksek olduğu nokta mıknatısın sonuna yakın (kutup) bir noktadır. Kuvvet hatları her kutuptan bütün yönlere yayılırlar; müteakiben bir kavis yaparak diğer kutba dönerler. Kuvvet hatlarının yayıldıkları alana manyetik alan denir. Mıknatısın kuzeyi gösteren ucu kuzey kutbu olarak isimlendirilir.

2.13 YERYÜZÜNÜN MIKNATISIYETİ:

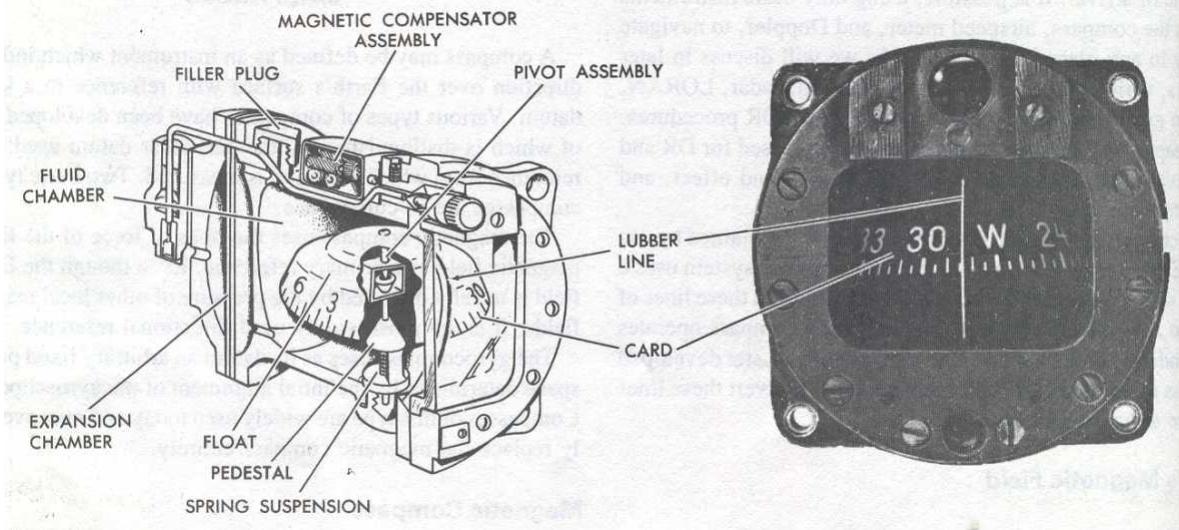
Yeryüzü mıknatıslı bir kütledir ve uçları yer yüzeyinin bir kaç yüz mil altında çok büyük bir mıknatıs olarak düşünülebilir.

Batma açısı: Yeryüzündeki manyetik alan kuvvet hatları, manyetik ekvatora yer sathına paraleldir ve bu hatlar manyetik kutuplara yaklaştıkça aşağı doğru artan bir şekilde bükülürler. Genel olarak, bir manyetik iğne kuvvet hatlarından biri üzerine yerleştirildiğinde gerçek kuvvet hattının hakiki durum ve istikametini gösterir. Dünya manyetik alanı hem dik hem de yatay olmak üzere iki bileşene sahiptir. Yön bulmada sadece yatay bileşen kullanılır. Eğer bir manyetik iğne dikey hareketi serbest olacak şekilde, yatay bir eksen üzerine yerleştirilirse, batma açısı manyetik ekvatora 0°, manyetik kutuplarda 90° olacaktır. Manyetik pusulaya kutuplar bölgesinde batma açısı 84° oluncaya kadar güvenilebilir.

2.14 YAPISI:

Pusula kadranı üzerinde ana yönler harflerle belirtilmiş olup, ayrıca harfler arasında her 30°yi gösterecek şekilde son sıfırları yazılmayan rakamlar vardır. Yeryüzü manyetik sahasına kendini (pusula ve kadranı) yönelten iki mıknatıslı ibre pusula kadranı ile beraber şamandıra üzerine monte edilmiştir. Şamandıra, pusula kutusunun dibinden yükselen bir destek üzerine, merkezinden monte edilmiştir. Pusula haznesi, kerozin ile doludur. Bu sıvı yağılamayı sağlar, paslanmayı önler ve pusula kartının alınımlarını azaltıcı bir etkiye sahiptir. Pusula kutusunun cam yüzünün gerisine dikey bir referans (okuma) hattı konulmuştur. Uçağın yönü, okuma hattı hizasında gözüken pusula kadranı harfi veya rakamıyla gösterilir. Pusulada ayrıca pusulayı ayarlamada (veya döndürmede) kullanılan bir ayarlama, dengeleme tertibatı vardır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/9
---	--	---	---------------------------------------



Şekil: 02.10

2.15 PUSULA HATALARI:

a. Manyetik batma hatası: Pusulanın kuzeyi gösteren ucunun kuzeye doğru gittikçe, aşağı doğru eğilme temayülü gösternesine manyetik batma denir. Batma hatası, kuzeye ve güneye dönüşlerdeki hatalı çıkışlar ile doğu veya batıya uçuşlarda yapılacak sürat değişikliklerinden dolayı hatalara sebep olur. Manyetik ekvatorda, yeryüzü manyetik alanının dikey bileşeni sıfır olduğundan pusula manyetik batma hatası faktöründen etkilenmez. Manyetik ekvatordan daha yukarı enlemler üzerinde yapılan uçuşlarda yeryüzü manyetik alanı dikey bileşeninin etkisi daha tesirli olmaya başlar. (Aşağıda yalnız kuzey yarı küredeki hatalardan söz edilmiştir). Bu hataların tam tersi güney yarıkürede meydana gelir.

(1) Kuzeye dönüş hatası; Sabit bir süratle düz ve ufki uçuş durumunda iken batma hatası fark edilmez. Pusula, sıvı içine ağırlık merkezi taşıma noktasının altında kalacak şekilde ve tam dengeli olarak yerleştirilmiştir. Uçak yataşa geçtiğinde, üzerine binen merkezkaç kuvvetinin tesiriyle pusula kadranı da yana yatar. Pusula kadranı bu yataş durumunda iken yeryüzü manyetik alanının dikey bileşeni, pusulanın kuzey ucunun yataş tarafına doğru batmasına ve dönüşü hatalı gösternesine sebep olur. Bu hata, kuzey ve güney başlarında kendisini gösterir. Kuzeyden başlayan dönüşlerde pusula başlangıçta ters istikamete bir kaçış yapar ve normal dönüş miktarından geri kalır. Güneyden başlayan dönüşlerde ise pusula da aynı istikamette dönüşe başlar fakat başlangıçta nazaran daha hızlı bir dönüş gösterir.

(2) Hızlanma hatası; Hızlanma hatasına, yeryüzü manyetik alanının dikey bileşeninin hareketi sebep olur. Pandül tipi yapılmış pusulalar, sürat değişimleri ve yunuslama esnasında pusula kadranının eğilmesine sebep olur. Pusula kadran tertibatının seri olarak yatay durumundan ayrılışı doğu ve batı başlarında yapılan uçuşlarda çok belirgin hatalara sebep olur. Doğu ve batı başlarından birinde sürat artırılır veya sızılışla geçilirse hata kuzeye dönüş şeklinde görülür. Yine, her iki yönde hız azaltılır veya tırmanışa geçilirse hata güneye dönüş şeklinde görülür. Eğer uçak kuzey yada güney başta uçuyor ise tırmanma, alçalma ve hız değişimlerinde hızlanma hatası görülmez.

(3) Salınım hatası; Depresyon veya zayıf pilotaj teknigi, pusulanın sebepsiz yere oynamasına ve pusulanın salınım hatasına sebep olur. Bu hareket neticesinde pusula mayii dalgalanır ve bu da yeni hataları ortaya çıkarabilir. Ayrıca pusula kutusu çok küçük olarak yapıldığından sarsıntıları önleyici fazla miktardaki parçaların kullanılmasını tahdit eder.

(4) Yeryüzü manyetik alanının sebep olduğu hatalar; Yeryüzü manyetik akış hatları bir pusula içindeki mıknatıs çubuğu kendileriyle aynı istikamette tutabilecek kadar kuvvetli olmalıdır. Pusulalar, uçaklara uçak sabit süratte, düz ve ufki uçuşa olduğu zaman Dünya manyetik alanının dikey bileşeni tesir etmeyecek şekilde takılmışlardır. Kuzey ve güney kutularına yakın olan enlemlerde dünya manyetik alanı çok zayıf olduğundan, bu bölgelerde pusulada sebepsiz oynamalar ve yanlış göstergeler olabilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/9
---	--	---	---------------------------------------

(5) Yapısal hata giderme; Bütün manyetik pusulalar, uçak içindeki manyetik tesirleri önleyecek şekilde yapılmışlardır. Önleme tertibatı, pusula düzeltme kartı ile birlikte kullanıldığından ve düzeltmenin belli bir başta sabit olduğu zaman tatmin edici olur. Bununla birlikte arızı sapma modern uçaklarda nadiren devamlıdır ve dolayısıyla pusula düzeltme kartının kullanılması sınırlıdır. "SLEYV cayro" Pusula sisteminde uzaktan kumandalı pusulalar elektrik ve diğer manyetik tesirlerden uzak kalacak şekilde uçağın kanat uçlarına veya dikey stabilizesine yerleştirilirler.

2.17 PUSULA DÖNÜŞLERİ

(Şekil: 02.12)

a. Manyetik pusula, istikameti gösteren temel alettir. Yapı olarak basittir ve yüksek derecede güvenirliliği vardır. Eğer uçuşa diğer bütün istikamet gösteren aletler arızaya yaparsa pilot uçuş istikametini belirlemek için manyetik pusulayı kullanmak zorundadır. Ancak, uçağı istenen pusula başına döndürmek ve bunu muhafaza etmek için pusulanın özelliklerinin çok iyi anlaşılmış olması gereklidir.

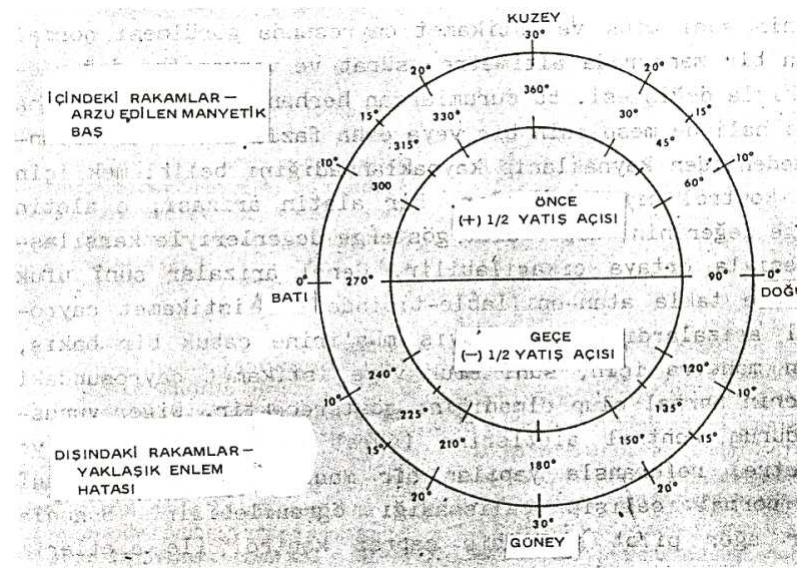
(1) Kuzeye dönüşlerde manyetik pusula gecikir,

(2) Güneye dönüşlerde manyetik pusula ileri gider.

b. 12° ve 18° arasında bir yatis açısıyla (standart dönüş oranını geçmeyecek şekilde) kuzey ve güney başlarına dönüşlerde, uçulan bölgein coğrafi enlem derecesi kadar evvel veya geç çıkış yapılır. Bu evvel veya geç çıkış ekvator üzerinde en az düzeydedir. Kutuplarda maksimuma ulaşarak enlem derecesi ile birlikte artar. İstenen pusula başlarına dönüşlerde başarılı olmak için, yatis açısı doğru olarak tutulmalıdır. Pusulada okunan değerler; sadece uçak düz ve ufki uçuşa, sabit sürat ve sabit yunuslama durumunda iken geçerlidir. Aksi takdirde pusulada hesaplanan başta çıksa dahi biraz sonra uçağın arzu edilen manyetik baş istikametinde olmadığı pusulanın incelenmesinde görülecektir.

c. Kuzey yarı kürede, kuzey yönüne dönüldüğünde erken çıkış derecesi "enlem değeri ile kullanılan yatis açısının yarı değerinin" toplamına eşittir,örneğin; enleinin 30° ve yatis açısının 15° olduğu bir durumda kuzey yönüne soldan bir dönüşte, çıkış kumandası manyetik pusula 37.5° yi ($30 + 15/2$) gösterdiğinde başlatılır. Güney yönüne dönüş yapmak için uçak "Uçulan enlem değeri ile dönüşte kullanılan yatis açısının yarı değeri" farkına eşit bir dereceye gelene kadar dönüşe devam edilir. Örneğin; güney yönüne sağdan dönüşte manyetik pusula 202.5° yi ($180^\circ + 30^\circ - 7.5^\circ = 102.5^\circ$) gösterdiğinde çıkış başlatılır.

Doğu yada batı istikametleri dönüşte çıkış için yatis açısının yarısı kadar evvel çıkarılır. Kardinal başların dışındaki başlara dönüşlerde evvel veya geç çıkışlar miktarlar enterpolasyon yapılarak hesaplanmalıdır. Güney yarım kürede bu işlemler ters olarak yapılır.



2.18 JİROSKOPİK PRENSİPLER

2.19 JİROSKOPLAR:

Jiroskop (Şekil:5) bir eksen etrafında süratle dönen bir topaç veya rotordur. Jiroskop; birbirine ve kendi dönüş eksenine dik iki eksenin birisi veya her ikisi etrafında dönerken, kendi dönüş eksenin etrafında da serbest olarak hareketine devam eder. Dönen bir jiroskop, dönüş ekseninin yönünü değiştirecek herhangi bir kuvvette karşı direnç gösterir. Rotor kendi ebadına göre büyük ağırlığa sahiptir ve yüksek devirde döner; bundan dolayı; tatbik edilecek herhangi bir kuvvette karşı çok yüksek bir direnç gösterir.

2.20 MONTAJ USULLERİ

a. **Serbest jiroskop:** Bu tip jiroskopun üç adet serbest hareket düzlemi ve kendi ağırlık merkezine göre her istikamette hareket serbestisi vardır. Topaç bu düzlemlerin herhangi birinde serbest olarak hareket edebilir. Rotor o kadar hızlı döner ki dönüş eksenin fezadaki yerini ve istikametini muhafaza eder. Bu tip

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/9
---	--	---	---------------------------------------

bir jiroskop "jiroskobun fezada istikrar (fezadaki durumunu muhafaza etme) özelliğini" taşıır. İstikamet cayrosu ve suni ufuk bu şekilde monte edilmiş serbest jiroskoplardır.

b. Yarı serbest jiroskop : Bu tip jiroskopta serbest hareket düzlemlerinden bir tanesi ana gövdeye nazaran sabit durumunu muhafaza eder. Bu tip jiroskoplar, "jiroskobun fezada istikrar ve ricatı özelliği"ni taşırlar. Dönüş kayış göstergesi bu tip bir jiroskopdur.

2.21 JİROSKOPİK HAREKETİN ÖZELLİKLERİ :

a. Fezada istikrar : Jiroskop dönerken topaç ana gövdenin hareketine bağlı olmaksızın kendi orijinal düzlemini muhafaza eder.

b. Ricat : Ricat dönen bir topacın kenarına saplıracı bir kuvvet tatbik edildiği zaman topacın sapması ve neticede yaptığı harekettir. Ricat hakiki, ve görünen olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

(1) Hakiki ricat : Tatbik edilen kuvvetlerin direkt veya endirekt olarak sebep olduğu pozitif bir sapmadır. Yapısal hata sebebiyle (topacın balanssızlığı, yataklardaki sürtünme ve montaj bağlantılarındaki sürtünmeler) her jiroskopta az da olsa hakiki ricat görülür. Hakiki ricatın diğer sebepleri arasında merkezkaç kuvveti, yer çekimi, hızlanma, ve yavaşlama gibi sebepler bulunur.

(2) Görünen ricat : Serbest olarak monte edilmiş bir jiroskop, ekseninin değişmezliğini dünyanın yüzeyine göre değil, fezaya göre muhafaza eder. Dünya, üzerindeki cayro ile birlikte dönerken; cayronun dönüş ekseni, uzaydaki istikametini muhafaza eder. Dünyaya göre, dönüş ekseninin istikametini değiştirir. İstikametteki bu değişmeye görünen ricat denir.

2.22 JİROSKOPİK ALETLERİN GÜC KAYNAKLARI

Uçaklar, jiroskopik aletlerin topaçlarını devamlı döndürecek şekilde elektrikli veya vakumla çalışan güç kaynakları kullanırlar. Vakumla çalışan jiroskoplar yaklaşık 30 000 feet ve -37°C sıcaklığa kadar güvenilirdirler. Daha yüksek irtifa ve düşük ısılarda, elektrikle çalışan jiroskoplar çok daha güvenilirdir.

2.23 VAKUMLA ÇALIŞAN JİROSKOP :

Motorla çalışan bir vakum pompası, bağlı bulunduğu jiroskopik alet içindeki hava basıncını azaltarak, bir filtre ve memeden dış havanın içeri girmesine izin verir. Meme, hava akımını rotor kanatlarına çarptırarak rotorun dönmesine sebep olur. Rotorun hızı aletin yapısına bağlı olarak, dakikada 10.000 devirden .18.000 devire kadar değişebilir. Çok motorlu uçakların bazlarında, pompalarдан veya motorlardan birinin arıza yapması halinde vakum kesilmeyecek şekilde birden fazla vakum pompası vardır. Tek motorlu modern uçakların çoğu yedek bir vakum kaynağı yoktur. Ancak, eğer bir motorun çalışması durur ve pervane, dönüşünü sürdürse, uygun süzülüş süratının tesisi, aletlerin işlemesi için yeterli vakumu sağlar. İnç-civa cinsinden vakum değerini gösteren bir vakum göstergesi alet paneli üzerine yerleştirilmiştir. 3,75 inç civadan 4,25 inç-civaya kadar olan bir emiş vakumla çalışan suni ufuk istikamet cayrosunu 1,8 inç-civadan 2,1 inç-civaya kadar olan bir emiş dönüş kayış müşirini çalıştırma yeterlidir. Eğer uçuş esnasında vakum göstergesi, 1,8 inç-civa basıncına kadar düşerse, bu durumda pilot, suni ufka ve istikamet cayrosuna güvenemeyeceğini ancak dönüş kayış müşirinin hala güvenilir olduğunu bilmelidir.

2.24 ELEKTRİKLE ÇALIŞAN JİROSKOPLAR:

Elektrikle çalışan jiroskoplarda, rotor ve elektrik motorunun sabit kısmı cayro kutusunun içinde bulunur ve cayroyu teşkil ederler. Cayro uçağın elektrik sisteminden alınan akımla çalışır. Bu sistemin bir avantajı da alet kutusunun hava geçirmeyecek şekilde kapatılmış olmasıdır. Böylece rutubet ve diğer yabancı maddelerin içeri girmesi önlenmiş olur. Cayro kullanma süratine eriştiğinde sühunetin son derece düşük olduğu yüksek irtifalarda dahi etkili bir yağlama yapacak ışığı temin eder.

2.25 İSTİKAMET CAYROSU

İstikamet cayrosu sabit bir başta uçmak ve arzu edilen baş istikametlerine dönmek için kullanılır. İstikrarlı olup, pusulanın hataları bu alette yoktur. Bununla beraber istikamet gösteren bir alet de değildir. Manyetik pusuladan alınan baş istikametine tanzim edilme zorunluluğu vardır. Uçuşta her aletin gösterdiği değer, diğer aletle mukayese edilmelidir. Cayro başı pusula başından farklı bir değer

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/9
---	--	---	---------------------------------------

gösterdiğinde, istikamet cayrosu mutlaka yeniden pusula başına ayarlanmalıdır.

2.26 ÇALIŞMASI VE YAPISI:

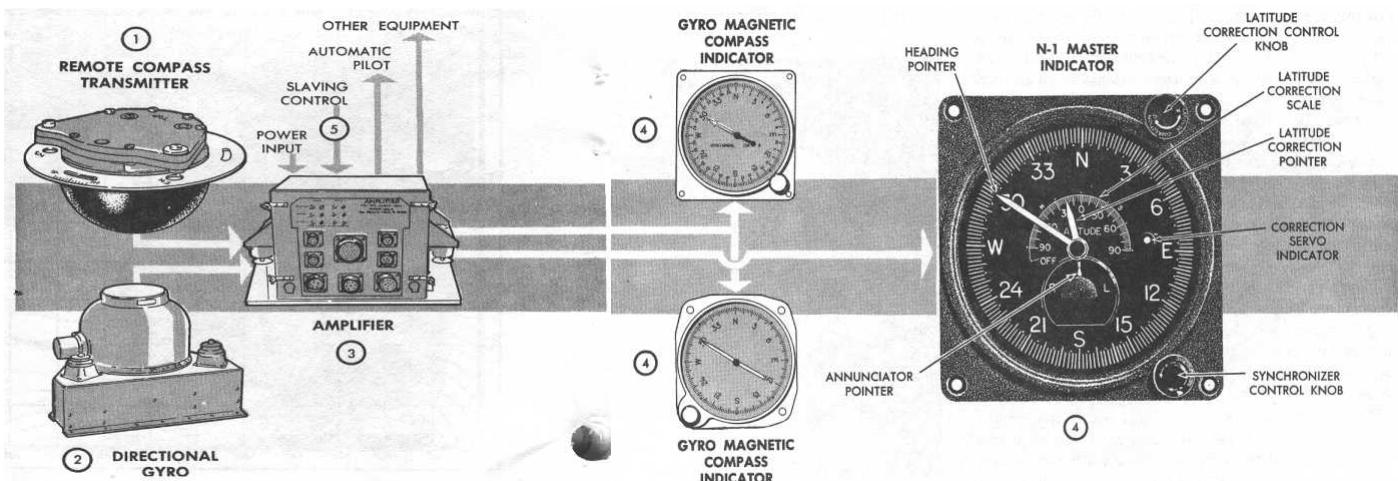
İstikamet cayrosu jiroskopun fezada istikrariyet prensibine göre çalışır. Silindirik (yuvarlak) bir pusula kadrarı, dikey düzlemden dönen rotor sathına dik açı yapacak tarzda tespit edilmiştir. Rotor uzayda istikrarını koruduğu için pusula kadrarı üzerindeki işaretler sabit bir istikamette kalırlar. Sadece uçağa monte edilmiş olan cayro kutusu, dönüşler esnasında kadran etrafında döner. Aletin normal çalışma sınırları, 55° lik dalış ve tırmanışlarla 55°lik yatışlara kadardır.

a. Ayarlama: İstikamet cayrosu kilitleme düğmesi üzerine, içeri doğru basılır. Bu suretle pusula kadrانı istenilen yöne çevrilir, müteakiben kilitleme düğmesi, tamamen dışarıya çekilerek kadran serbest bırakılır.

b. Döner kadran: İstikamet cayrosunun çalışma sınırlarına ulaşıldığında veya bu sınırlar aşıldığında ricat kuvvetleri cayro kadrانının hızla dönmeye sebep olur. Bu dönüş kilitleme düğmesi içeri doğru bastırılarak durdurulabilir. Alet yeniden çalışma sınırları içinde çalışmaya başladığında, "a" fikrasında belirtildiği gibi ayarlanmalıdır.

c. Kilitleme: Aletin çalışma sınırlarını aşan manevralar süresince alet kilitleme düğmesi içeri basılarak kilitlenmelidir. Kilitli olmasına rağmen alet limitlerini aşan manevralar aletin aşırı yıpranmasına ve jiroskop ünitesinin ömrünün kısalmasına yol açar.

d. Ricat hataları: Ricat, istikamet gösterge kadrانının uzaydaki konumunu kaybetmesine ve bundan dolayı da manyetik pusulada gösterilen yön ile uyuşmazlığa düşmesine sebep olur. Bu da yukarıdaki "a" fikrasında belirtildiği gibi bir ayarlamayı gerektirir. Eğer 15 dakikalık bir pürede 3°den fazla bir ayarlama gerekiyorsa, ricat hatasının çok fazla olduğu düşünülmeli dir.



Şekil: 02.13 Yön Belirleyici Sistem ve Parçaları

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/11
---	--	---	--

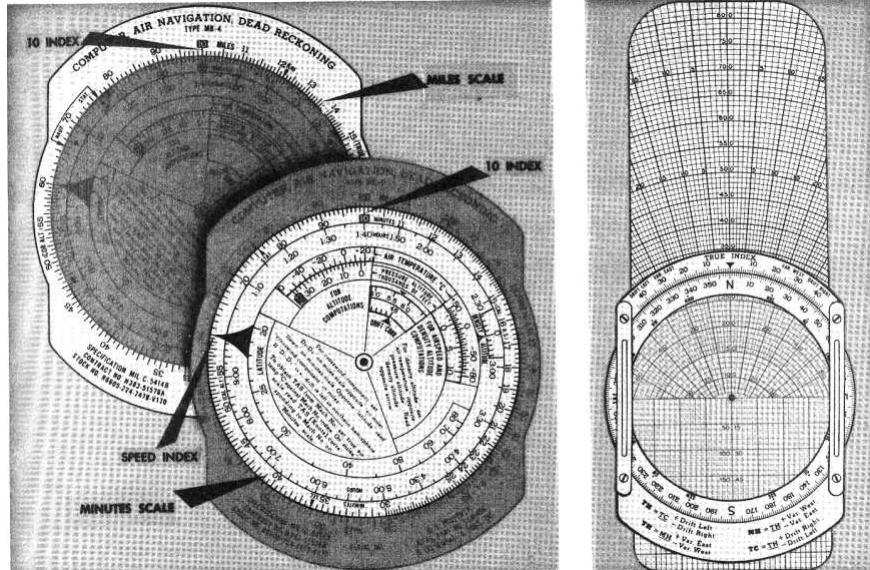
BÖLÜM 3

DR UÇUŞ KOMPÜTÜRÜ

03.01.01 DR UÇUŞ KOMPÜTÜRÜ:

Neredeyse bütün seyrüsefer türlerinde; zaman, mesafe, sürat, yakıt sarfiyatı gibi bilinmeyenleri içeren aritmetik problemleri ile karşılaşılır. Bunlara ek olarak uçağa etki eden rüzgar yönü ve şiddeti de bilinmeli ve hesaplanmalıdır. Bu problemlerin çabuk ve güvenilir sonuçlarla çözülebilmesi için değişik uçuş kompütürleri dizayn edilmiştir ve bu kitapta incelenen, bunlardan bir tanesidir. Bu kompütür, basitçe iki bölümden oluşmaktadır:

- (1) aritmetik problemlerin çözümü için kullanılan yuvarlak bölüm,
 - (2) rüzgar hesaplamları için kullanılan sürgülü bölümdür
- (Şekil:03.01).



Şekil : 03.01

Kaydırma yoluyla hesaplama, değişik aritmetik problemler için düşünülmüş mekanik hesaplama yöntemidir. Logaritma temeli üzerinde çalışır. Kaydırma yöntemi düz veya dairesel olabilir, DR kompütüründe kullanılan daireseldir.

Kaydırma yoluyla yapılan hesaplama kullanılan kompütür iki düz metal diskten oluşur, bir disk diğer merkez alınarak döndürülür. Cetveller logaritmik olarak hazırlanmıştır ve 12 inçlik düz cetvele eşittir. Dış taraftaki skala genellikle mil ve mesafe değerleri, iç taraftaki skala dakika ve süreleri gösterdiği için sırasıyla mil skalası ve dakika skalası olarak adlandırılırlar.

Her skaladaki sayılar kendi değerlerini veya ondalıklı değerleri temsil ederler. Örnek olarak skala üzerindeki 12 rakamı; 1,2 – 12 – 120 – 1200 vs. rakamlarını temsil edebilir.

Sürat, (yada yakıt sarfiyatı) mil olarak (yada galon veya pound) 60 dakika üzerinden hesap edildiğinden dolayı genişçe siyah renkli bir ok 60 dakika üzerine yerleştirilmiştir.

Rakamlardaki büyümeye soldan sağa doğru olup kolaylıkla takip edilebilir. Büyümeye, 10 lu sayılarından 100 lü sayılaraya kadar yer alır ve rakamlar büyükçe puntoları biraz küçülür. Kompütür üzerinde bütün sayılar gösterilmemiştir. Şüphesiz, kompütürü kullanma yeteneği, sayıları okuma yeteneğiyle birebir ilintiliidir.

03.01.02 Cetvelin Dönen Kısmının Okunması

Numaralı birim aralıkları herhangi bir zorluk içermez. Zorluk, noktaları birleştiren numaraları ve ondalıklarını doğru yere getirebilmektedir. Şekil: 03.02 de gösterildiği gibi 25 ile 30 arasında herhangi bir rakam yer almamaktadır örneğin; ancak numarasız uzunca çizgiler 26,27,28,29 'u ve bu sayıların arasındaki kısa çizgiler beş tane olduğu için daha küçük olan rakamın 2 sini temsil ederler (26,2 gibi).

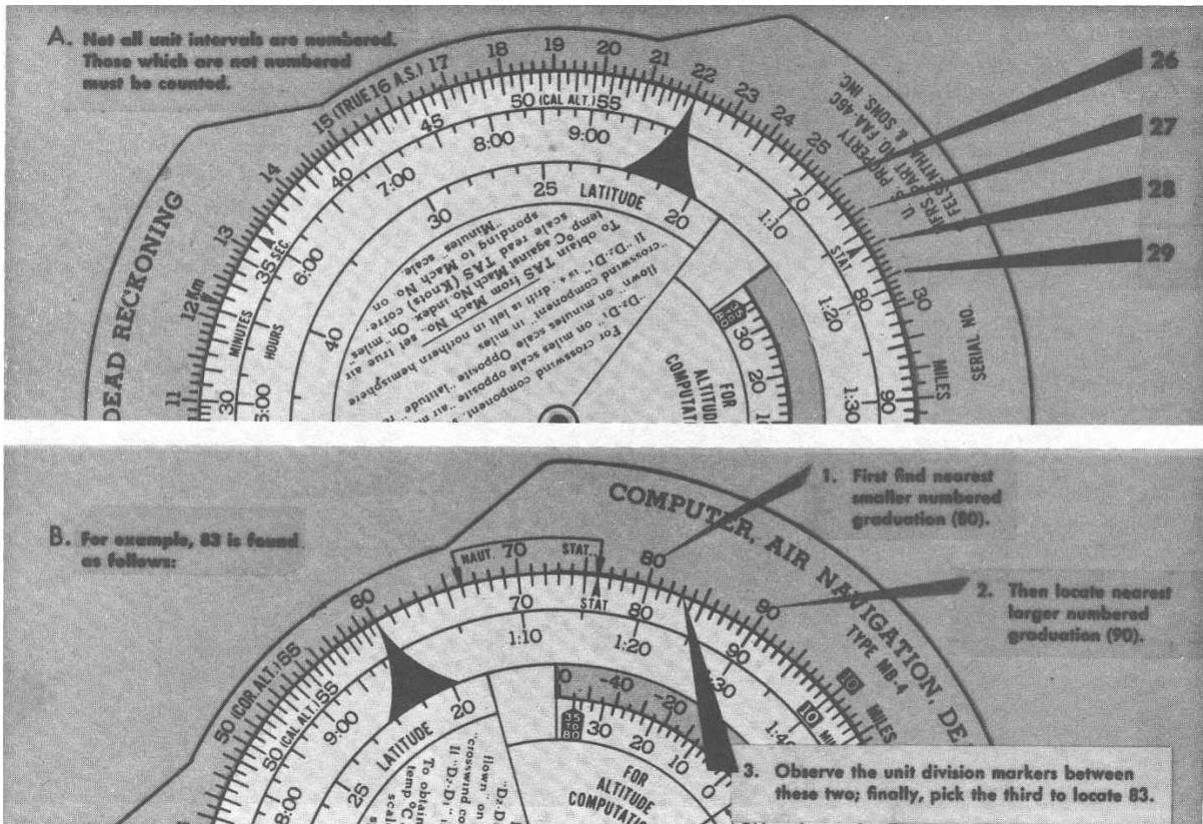
03.01.03 Cetvelin Dönen Kısmı:

Basit bölüm. Uçuş kompütürü mil skalası ve dakika skalası arasındaki sayısal bağlantıları doğru olarak hesaplayacak şekilde dizayn edilmiştir. Ancak, iki indeks arasında 10 rakamları birbirine ters olarak çakışırsa indeks üzerindeki rakamlar, aynı olarak yer alacaktır. Dakika skalasındaki 20 rakamı, mil skalasındaki 10 rakamını ters olarak karşılarsa, dakika skalasındaki bütün rakamlar mil skalasının iki katı olarak hesaplanacaktır. Bu özellik, matematiksel olarak bize dördüncü bölüm işlemlerini yapma imkanı

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/11
---	--	---	--

tanır. Bununla beraber, aşağıdaki eşitlik için mil skalası üzerinde 18, dakika skalası üzerindeki 45'e çakıştırılır, ve dakika skalası üzerinde 80'i karşılayan (32) cevabı okunur. Bu ilişki, zaman, sürat ve mesafe problemlerini çözmemizi mümkün kılar.

$$18 \times 80 = 45 \times a$$



Şekil: 03.02

Zaman, sürat ve mesafe. Bir uçak 8 dakikada 24 mil kat etmiştir. 150 mili kat edebilmesi için kaç dakika geçmesi gereklidir? Bu basit denklem aşağıdaki gibi yazılabılır;

$$8 \times 150 = 24 \times a$$

gibi 24 rakamını 8 ile çakıştırıp 150' nin altında doğru cevap olan 50 dakikayı okuruz.

Bir uçağın belirli bir zamanda, belirli bir mesafeyi kat etmesinde yer süratini bulma problemi ile sıkılıkla karşılaşılır. Bu tür problemler yine aynı mantıkla çözülür ancak sürat indeksi, doğru cevabı bulabilmek için işaretlenir. Bir önceki problemdeki değerler için 24 rakamı 8' in üzerine getirilirse yer süratı olan 180 knot bulunur. ÖRNEK OLARAK; yer süratı ve zaman bilindiğinde mesafeyi bulma;

Verilen : Yer süratı 204 knot,

İstenen :1 saat 15 dakika içerisinde (75 dakika) kat edilen mesafe.

Çözüm : Sürat indeksini dakika indeksine fiksleyerek 204' ü mil skalasına getiriniz. 75'i dakika skalasına getirerek doğru cevap olan 225 knot süratı mil skalasında okuyunuz.

İkincil indeks: Bir saat 3600 saniyeye eşit olduğundan ikincil bir indeks düşünülmüş ve dakika skalası üzerinde 36 rakamına yerleştirilmiştir. Bir sürat ters olarak dakika skalasına yerleştirilirse komptütürde hesaplanacak süre saniyeler halinde olacaktır. Yani, 36 rakamı 44 knot ile çakıştırılırsa, 50 saniyede 2

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/11
---	--	---	--

NM, 150 saniyede 6 NM yol alındığı görülecektir. Buna benzer olarak, 4 mil 100 saniyede alınıyor ise yer süratı 144 Knot' tır.

Mesafe Hesaplama: İkincil indeksler bazı komütürlerde mesafe değerlerini çevirebilmek için yer almaktadır. Sıklıkla kullanılanlar statik mil, deniz mili ve kilometreyi birbirlerine çeviren indekslerdir.

Kara-Deniz Mili Çevirimleri: Mil skalasında kara mili 76, deniz mili 66 üzerinde işaretlendirilmiştir. Değerler, bilinen mesafenin bir indeks üzerine getirilerek diğer rakamın altından okunmak sureti ile çevrilir.

ÖRNEK : 136 kara milini deniz miline çevirmek için 136 rakamını STAT indeksinde mil skalası üstüne getiriniz. Mil skalasındaki NAUT indeksinde 118 NM okunur.

Deniz veya Kara Milinin Kilometreye Çevrilmesi : Mil skalasında 122 rakamına denk gelen yerde bir kilometre indeksi yerleştirilmiştir. Mil skalasında kara veya deniz mili kendi indeksleri üzerinde yerleştirildiklerinde, dakika skalasında KM indeksi altında kilometre değeri okunur.

ÖRNEK: 118 Deniz Milini kilometreye çevirmek için 118 rakamını dakika skalasında, mil skalası üzerindeki NAUT indeksiyle çakıştırın. Dakika skalası üzerindeki KM indeksinin altından doğru cevap olan 218 i okuyun.

Çarpmacı ve Bölme: İki rakamı çarpmak için, örneğin 12×2 , indeks (dakika skalası üzerinde 10 rakamı üzerine yerleştirilmiştir) çarpılacak rakamların bir tanesinin üzerine getirilir. Sonuç, mil skalasından, dakika skalasındaki diğer rakamın (2) üzerinden okunur.

Bir rakamı, bir diğerine bölmek için, örneğin $24/8$, böleni (8) dakika skalasında, mil skalasındaki bölünenle (24) çakıştırın. Doğru cevabı (3) mil skalasında, dakika skalası üzerindeki indeksin karşısından okuyun.

Çoğu matematik problemde ondalık kesirlerle karşılaşılır. Ancak uçuş komütürlerinde bu tür problemler ancak mantık yürütme yoluyla yaklaşık bir yanıt düşünülerek hesaplanabilirler.

03.02.01 Kompütürü kullanarak hakiki baş ve yer hızının bulunması

Öncelikle bilgileri girin;

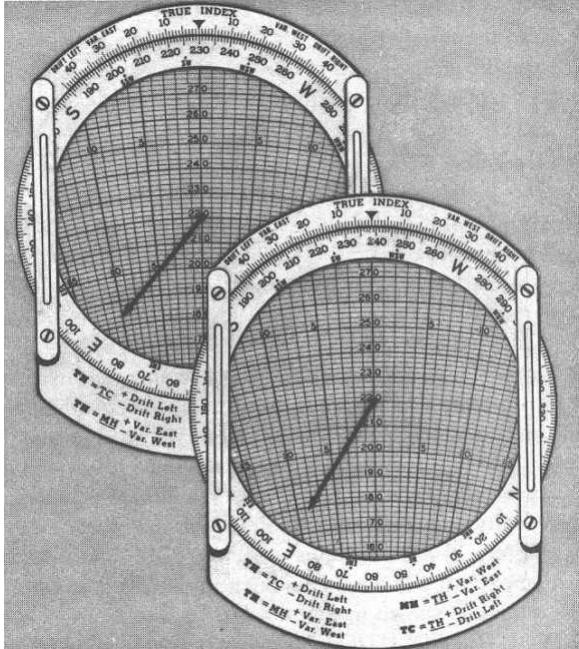
1. Gerçek indeksin altına rüzgar yönünü (270°) girin.
2. Grommetin merkezinden aşağı doğru rüzgar skalası üzerinde rüzgarın şiddetile (50 kts) orantılı olacak şekilde rüzgar vektörünü çizin.
3. Grommetin altına gerçek hava süratini (220 kts) girin.
4. Gerçek yolu (230°) gerçek indeksin altına yerleştirin.

Şimdi rüzgar üçgeni yanlış şekilde düzenlendi, gerçek indeksin üzerine gerçek baş yerine gerçek yol yerleştirildi. Bununla beraber, gerçek baş bilinmediği için, gerçek yol, gerçek başa en yakın değer olarak alındı. Bu bize sapma açısı hakkında en yakın değeri verir, bu da gerçek yola uygulandığında gerçek baş ile ilgili daha yakın bir fikre sahip olabiliriz.

5. Gerçek başa ikinci yakın değeri (240°) bulmak için, gerçek baş (230°) üzerinden sapma açısını (10° sola) bulun. Eğer sapma sağa ise düzeltme ekseni, sola ise artı değerdir.
6. İkinci yaklaşık başı (240°) gerçek indeksin altına getirin. Bu baş için sapma açısını (8° sola) okuyun. Rüzgar üçgeni hala yanlış şekildedir. Doğrusunu yerleştirmek için, rüzgar vektörünün başı üzerinden okunan sapma açısı gerçek indeksin altına yerleştirilen; gerçek baş ve gerçek yol arasındaki farka eşit olmalıdır. Halihazırda sapma 8° sola, ancak gerçek yol ile gerçek baş arasındaki fark 10° sola işaret etmektedir.
7. Rüzgar gülünü sapma açısı gerçek yol ile gerçek baş arasındaki farka eşit oluncaya kadar döndürün. Verilen örnekte doğru sapma açısı $8\frac{1}{2}^\circ$ soladır. Artık rüzgar üçgeni doğru şekilde düzenlenmiştir.
8. Gerçek indeksin altında gerçek başı ($238\frac{1}{2}^\circ$) okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/11
---	--	---	--

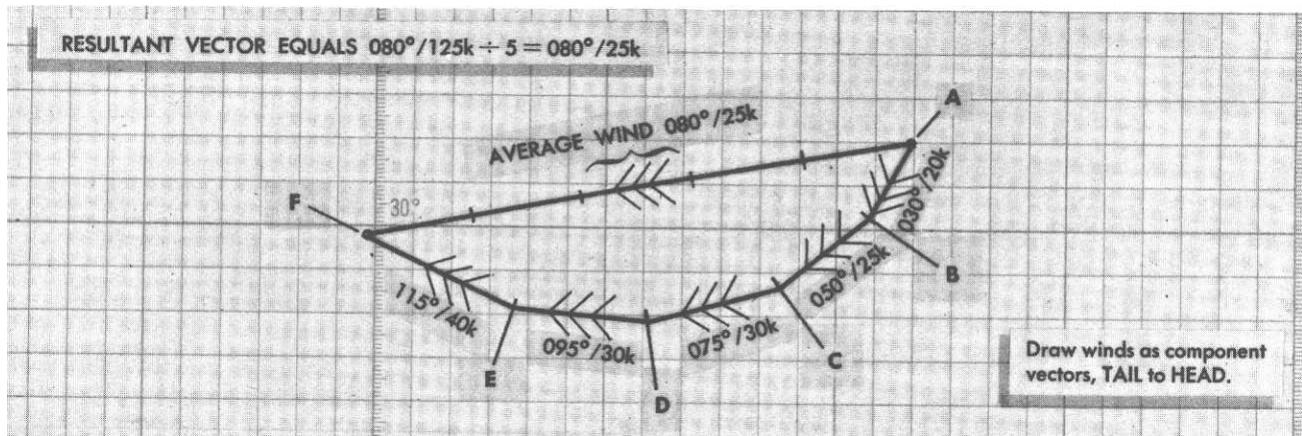
9. Rüzgar vektörünü geçerken sürat dairesi üzerinden yer süratini (179 kts) okuyun.



Şekil: 03.03

03.02.02 Uçağı Etkileyen Ortalama Rüzgar:

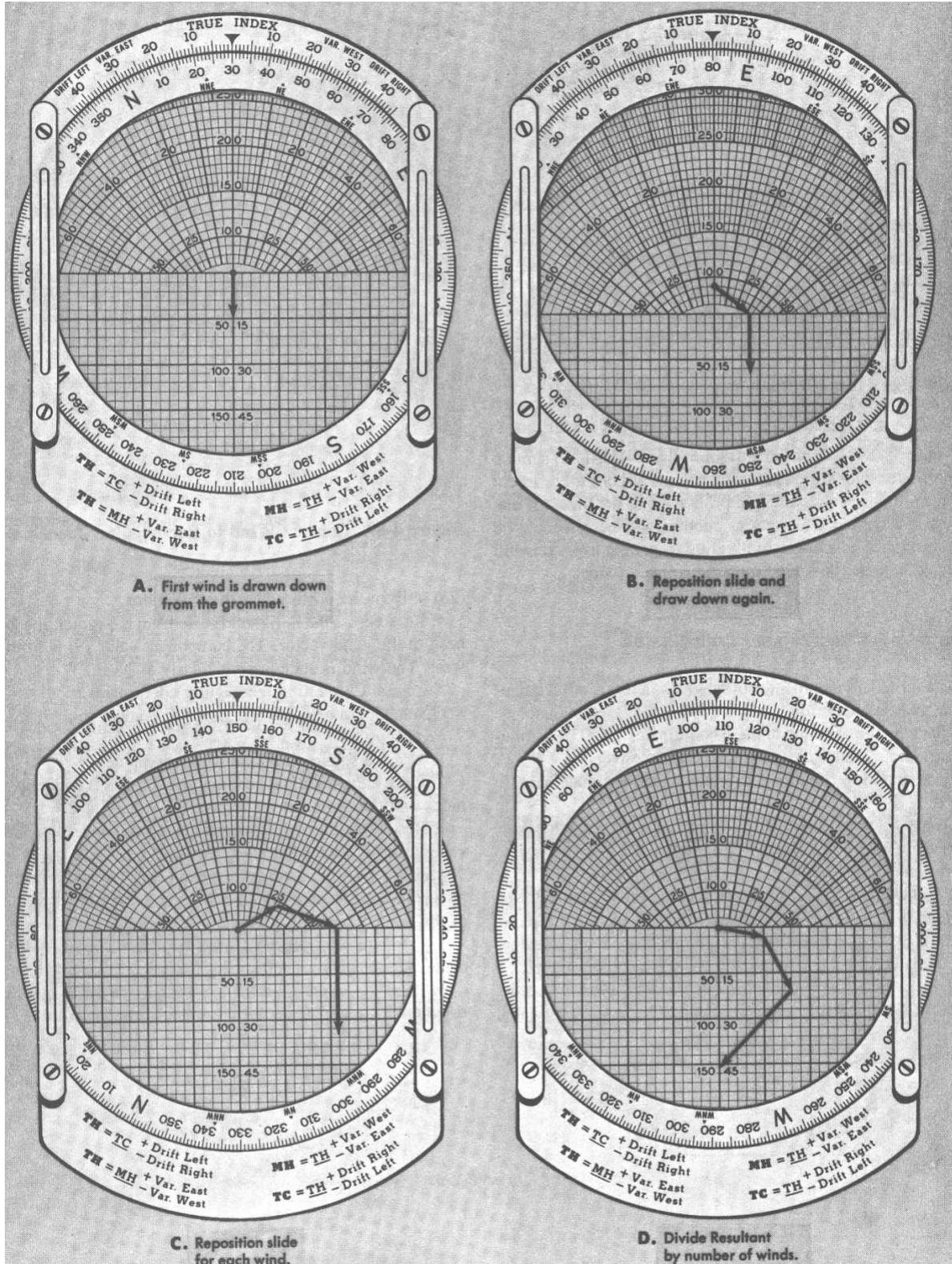
Ortalama rüzgar, uçağın bir süre uçuşu boyunca birden fazla yön ve şiddette rüzgara maruz kalması durumunda karşılaşacağı etkiyi belirten hayali bir rüzgardır. Bazen değişik rüzgarların teker teker uygulanması yerine ortalama rüzgar dikkate alınabilir.



Şekil: 03.04 Kart Kullanılarak Ortalama Rüzgarın Bulunması

Eğer rüzgarlar birbirlerine kabul edilebilir oranda yakınsa, rüzgarların yön ve şiddetleri aritmetik ortalamaları alınmak suretiyle birleştirilebilirler. Ancak, aralarındaki fark büyükçe hesaplamadan güvenilirliği de azalır. Genel olarak rüzgarların aralarındaki yön farkı 90° yi ve/veya şiddet farkı 15 kts'ı geçmediği sürece ortalama alınması kabul edilir. Bu durumda ortalama rüzgarı elde etmek için daha güvenilir yöntemler vardır. Grafik çözümler şekil: 03.05 de gösterilmiştir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/11
---	--	---	--

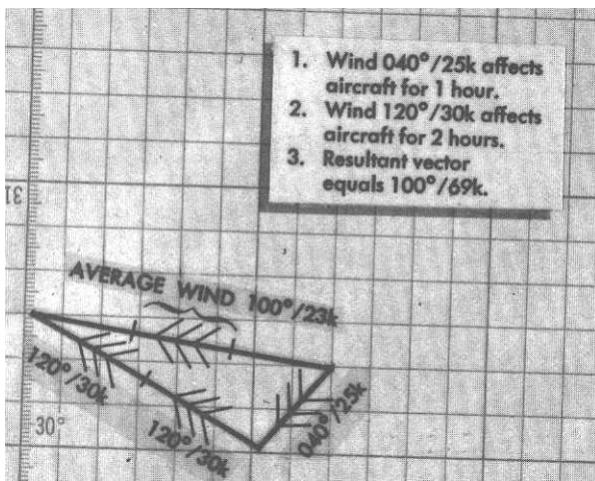


Şekil: 03.05 Kompütür kullanılarak ortalama rüzgarın bulunması

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/11
---	--	---	--

KOMPÜTÜR ÇÖZÜMÜ: Ortalama rüzgarlar DR uçuş kompütöründe sürgülü bölümde karesel alanı ve döndürülebilir rüzgar gülünü kullanarak, rüzgarların vektörlere ayrılması suretiyle rüzgar skalasında bulunabilir. Bu yöntemi kullanarak şu üç rüzgarın ortalamasını alınız: $030^\circ/15\text{ K}$, $080^\circ/20\text{ K}$ ve $150^\circ/35\text{ K}$

1. Sürgüyü kompüture direk grommetin altına ve rüzgar gülü ilk rüzgarın (030°) yönüne gelecek şekilde yerleştirin. Rüzgarın süratü (15 kts) grommetten aşağı doğru çizilir (bkz. Şekil: 03.05 A).
2. Rüzgar gülünü ikinci rüzgar (080°) gerçek indeksin altına gelinceye kadar döndürün, öyle ki ilk rüzgar vektörünün başı kareli bölümün en üstüne gelsin. İkinci rüzgarın şiddetini (20 K) birinci rüzgarın başından itibaren, kareli çizgilere paralel olacak şekilde çizin. (şekil: 03.05 B)
3. Tekrar aynı işlemi üçüncü rüzgar (150°) için uygulayın ve üçüncü rüzgar gerçek indeksin altına gelecek şekilde rüzgar gülünü döndürün. Sürgülü bölüm ikinci rüzgar vektörünün başı kareli bölümün en üstüne gelecek şekilde kaydırın. Üçüncü rüzgarın şiddetini, (35 K) ikinci vektörün başından aşağı doğru çizin. (şekil: 03.05 C)
4. Rüzgar gülünü üçüncü vektörün başı grommetinin altında merkez çizgisine gelinceye kadar döndürün ve sürgüyü kareli bölümün en üstüne gelecek şekilde kaydırın. Ortalama rüzgarın (108°) yönü gerçek indeksin direkt altından okunabilir. Rüzgarın şiddeti vektörlerin ölçülmesi (46) ve rüzgar sayısına (3) bölünmesiyle bulunur. Bu da bize yaklaşık olarak $15 \frac{1}{2}\text{ K}$ olur. Böylece ortalama rüzgar $108^\circ/15 \frac{1}{2}\text{ K}$ olur. (şekil: 03.05 D) Bazı durumlarda, ortalaması alınacak rüzgar adedinin çokluğundan veya rüzgar şiddetinin fazla olmasından dolayı bütün vektörler aynı yere sıyrılmaya bilir. Böyle durumlarda rüzgar vektörleri her birinin yarısı veya üçte biri alınmak suretiyle çizilebilir. Eğer bir vektör kısaltılıyorsa diğer tüm vektörler aynı oranda kısaltılmalıdır. Sonuç alındıktan sonra da ortalama rüzgar şiddeti, bölündüğü oranda çarpılmalı, daha sonra rüzgar adedine bölünmelidir. Rüzgar şiddet vektörlerinin kısaltılmasından rüzgar yönü etkilenmez, direkt gerçek indeksin altından okunur.



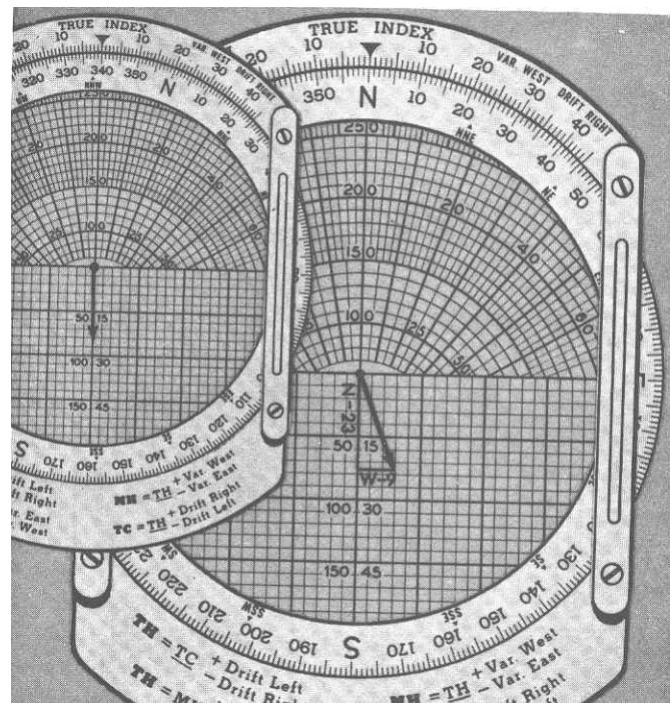
Rüzgar etkisi zamanı da ilgilendirir (şekil: 03.06). İki veya daha fazla rüzgarın ortalaması alınırken bu rüzgarların etkisi altında ne kadar süre ile kalındığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer bir rüzgarın etkisinde diğerinin iki katı oranla kalınıyor ise, vektörü gösterildiği gibi iki katı oranla çizilmelidir. Tabii ki ortalamayı alırken de bu rüzgar iki kere bölünmelidir.

Şekil: 03.06 Rüzgarın şiddeti.

03.02.03 Dikdörtgen Koordinatların Çözümü

Dikdörtgen koordinatlar genellikle radar üniteleri için verilir, bu sebeple bir pilotun bu tür koordinatlara aşina olması gereklidir. DR Kompütürleri bu tür çevirimler için hazır ve kolay bir metot sunar. Örnek: Rüzgarın Koordinatlara dönüştürülmesi. (şekil: 03.07)

Şekil: 03.07 Dikdörtgensel koordinatların rüzgara çevrilmesi



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/11
---	--	---	--

Verilen: 340°/25 K rüzgarın koordinatlara dönüştürülmesi.

Uygulama:

1. Daha önceden gösterildiği gibi rüzgarı kompütüre yerleştirin. Kareli bölümü kaydırarak rüzgar şiddetini bulmak için kullanın.
2. Rüzgar gülünü kuzeye gelinceye kadar döndürün en yakın kardinal baş, gerçek indeksin altındadır.
3. Rüzgar vektörünün şu anda bulunduğu yerden aşağı doğru dikey skalayı okuyun. Komponent değer (23) gerçek indeksin altında, kuzeydedir.
4. Yatay skala üzerinden rüzgar vektörünün başına kadar olan bölümden değeri okuyun. Komponent değer (9) batıdır. Rüzgar dikdörtgensel olarak; N 23, W 9 olarak tarif edilir.

Örnek: dikdörtgensel koordinatların rüzgara çevrilmesi.

Verilen : Koordinatlar, S 30, E 36

Uygulama:

1. Kompütürün kareli bölümünü kullanın.
2. Herhangi bir kardinal başı (doğu veya güney) gerçek indeksin altına ve grommeti de kareli bölümde sıfıra getirin.
3. Grommetten merkez çizgisine kadar gerçek indeks altında kardinal yönün değerini (30) okuyun.
4. Diğer kardinal yönden (doğu) yatay düzlemede, madde 3'te belirtilen değer üzerinden ikinci kardinal yönün kesiştiği noktayı bulun ve işaretleyin.
5. Rüzgar gülünü işaretlenen nokta kompütürün ortasına gelinceye kadar döndürün.
6. Gerçek indeksin altında rüzgar yönünü (130°) ve grommetten işaretli noktaya kadar olan bölümden de şiddetini (47 kts) okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/11
---	--	---	--

Complete the tabulations:-

RAS kt.	Pressure Altitude ft.	Temp ° C	TAS kt.
140	10000	- 10	
175	8000	+ 5	
220	15000	- 22	
300	30000	- 40	
180	12500	- 25	
165	9000	+7	
163	11000	10	
295	31000	- 53	
160	12000	- 10	
260	35000	-45	

Groundspeed (kt)	Distance (nm)	Time (min)
230	33	
175	234	
182	510	
145		15
260		77
200		51
	46.5	16.5
	231	97
	156	43

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/11
---	--	---	--

RAS kt.	Pressure Altitude ft.	Temp ° C	TAS kt.
140	10000	- 10	162
175	8000	+ 5	200
220	15000	- 22	273
300	30000	- 40	472
180	12500	- 25	212
165	9000	+7	193
163	11000	10	199
295	31000	- 53	465
160	12000	- 10	192
260	35000	-45	450

Groundspeed (kt)	Distance (nm)	Time (min)
230	33	8.5
175	234	80
182	510	168
145	36	15
260	334	77
200	170	51
169	46.5	16.5
143	231	97
218	156	43
320	18.5	3.5

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 10/11
---	--	---	---

Complete the following conversions:-

	Nautical Mile	Statute Mile	Kilometre
1.	88		
2.		27	
3.			87
4	141		
5.		147	
6.			310
7.			10 000
8.	433		
9.		1003	
10.			706

	Metres	Feet
1.	1000	
2.		29
3.	120	
4	356	
5.		3560
6.		520
7.	3020	
8.		12 000
9.		1760
10.	1845	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 11/11
---	--	---	---

	Nautical Mile	Statute Mile	Kilometre
1.	88	101	163
2.	23.4	27	43.5
3.	47	54	87
4	141	162	261.5
5.	127.7	147	237
6.	167	192	310
7.	5400	6210	10 000
8.	433	499	805
9.	870	1003	1615
10.	381	438	706

	Metres	Feet
1.	1000	3280
2.	8.8	29
3.	120	393
4	356	1166
5.	1080	3560
6.	158.5	520
7.	3020	9900
8.	3660	12 000
9.	537	1760
10.	1845	6060

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/14
---	--	---	---

4. BÖLÜM

VEKTÖR ÜÇGENİ

04.01.01 RÜZGARIN UÇAK ÜZERİNDE ETKİSİ

Yerde hareket eden taşıtlar, örneğin; arabalar, direksiyonlarının çevrildiği yöne doğru hareket ederler ve rüzgardan çok az etkilenirler. Buna karşılık hava araçları, rüzgar sebebiyle yönlendirildikleri istikamette seyahat edemezler.

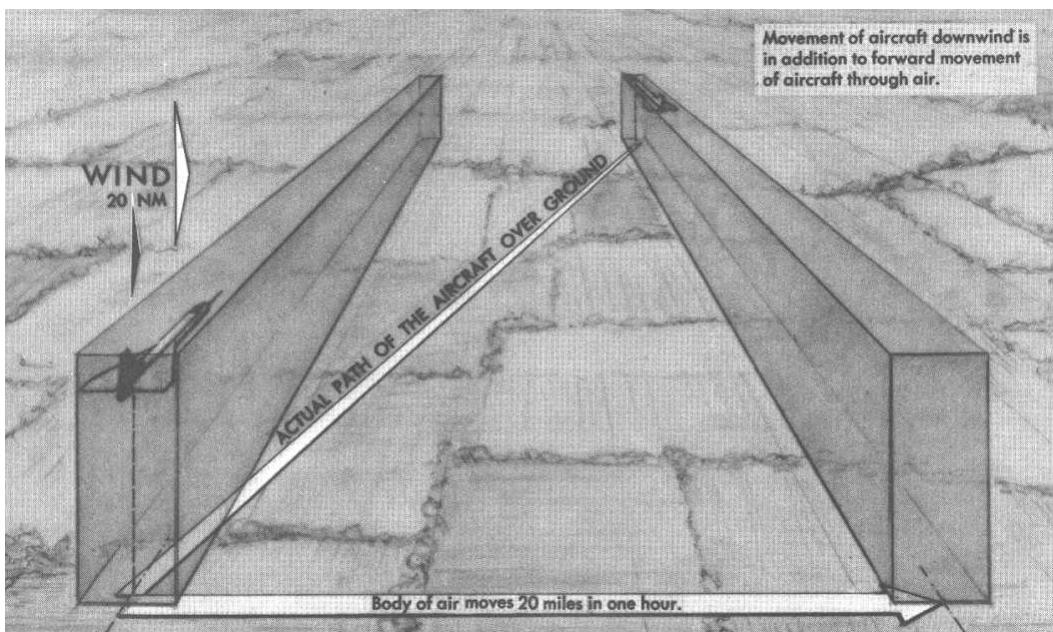
Havada serbest hareket eden herhangi bir cisim, rüzgarın yön ve şiddetine göre hareket eder. Bunu aynen havadaki bir balon olarak düşünebiliriz. Bir hava aracı 20 knotlık bir rüzgarda uçuyorsa, saatte 20 deniz mili o yöne doğru hareket eder. Rüzgarın bu etkisine ilave olarak uçağın gideceği yöne hareketi düşünülürse istikamette sapma olacağı ortaya çıkar.

Şekil: 04.01 de gösterildiği gibi uçuş hattına etki eden iki önemli faktör vardır:

- (1) Hava aracının hava kütlesi içerisindeki hareketi,
- (2) Hava kütlesinin yer yüzeyi üzerindeki hareketi.

Uçağın, pervanelerin itmesi ile veya jet motorunun sağladığı thrust ile yaptığı hareket direkt ileri doğrudur ve havadaki hareketi gerçek hava süratidir.

Bu hareket gerçek baş (True Heading) yönündedir. Hava kütlesinin yeryüzeyi üzerindeki hareketi herhangi bir yönde ve şiddette olabilir. Bu hareketin ölçümü "Rüzgar" olarak adlandırılır ve yön – sürat olarak ifade edilir. (W/V)

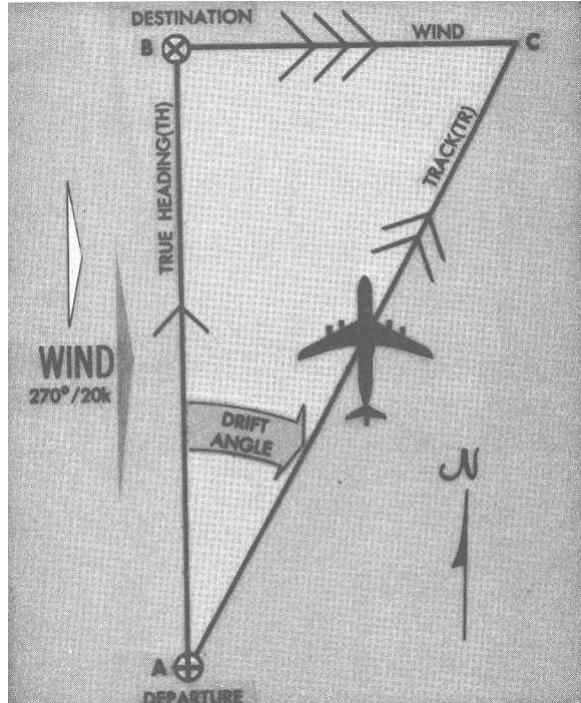


Şekil: 04.01 Uçuş yolunun tespitinde iki faktör.

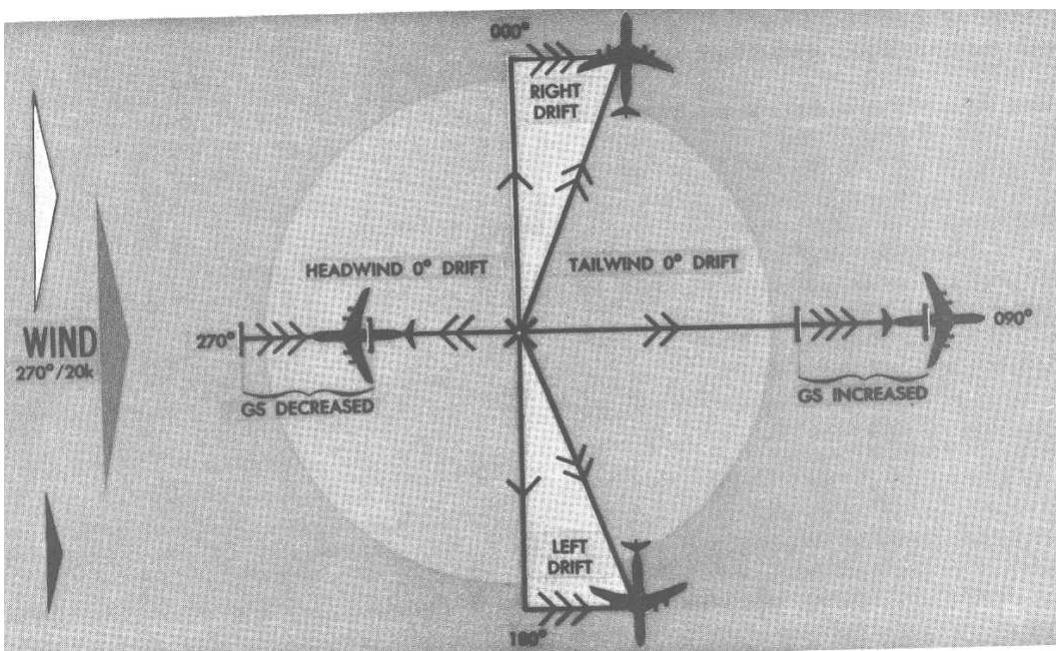
04.01.02 Rüzgarın Sebep Olduğu Sapma

Rüzgarın etkisi, uçağın hava kütlesi içerisinde çizdiği rota ile yere oranla rotasının farklımasına sebep olur. Yer üzerindeki rotasına "TRACK" (T_r) adı verilir. **TC** (True Course) ve (T_r) terimleri genellikle eş anlamlı kabul edilirler. T_r , uçağın uçtuğu, gerçekleşmiş rotadır, TC ise planlanan rotadır. Başka bir deyişle **TC** gelecek, T_r geçmiştir (Şekil: 04.02).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/14
---	--	---	---



Şekil: 04.02 Saatte, Uçağın Düşme Oranı, Rüzgar Hızının Miktarına Eşittir



Şekil: 04.03 Çeşitli istikametlerde, rüzgarın uçuşa etkileri.

Rüzgârin sebep olduğu enine yer değiştirmeye sapma denir. Sapma, gerçek baş ile uçulan rota arasındaki açıdır. Şekil: 04.02 de gösterildiği gibi uçak sağa doğru sapmıştır, buna sağa sapma denir. Belirli bir rüzgarda sapma her baş için farklı olacaktır. Baş üzerinde yapılacak değişiklikler yer üzerinde uçulan yolu, dolayısıyla süreyi değiştirecektir. Yere kıyasla kat edilen mesafenin hesaplanmasına yer süratı (GS) denir. Bu sebeple, belirli bir rüzgar hızında yapılacak baş değişiklikleri yer süratini etkiler. Şekil: 04.03 de 270° den 20 kts rüzgârin yer süratini nasıl etkilediği değişik başlarda görülmektedir. Uçak, X noktasından bütün ana başlara sabit bir gerçek hızda 1 saat boyunca uçmaktadır. 360° başta rüzgar, sağa sapmaya neden olurken, aynı rüzgarın 180° başta sola sapmaya neden olduğuna dikkat ediniz. 090° ve 270° başlarında ise hiç sapma olmaz. 090° başta uçarken 1 saat boyunca uçak arka rüzgar yardımı aldığı için rüzgarsız ortama oranla daha fazla yol kat eder. 270° başta uçarken ise kafa

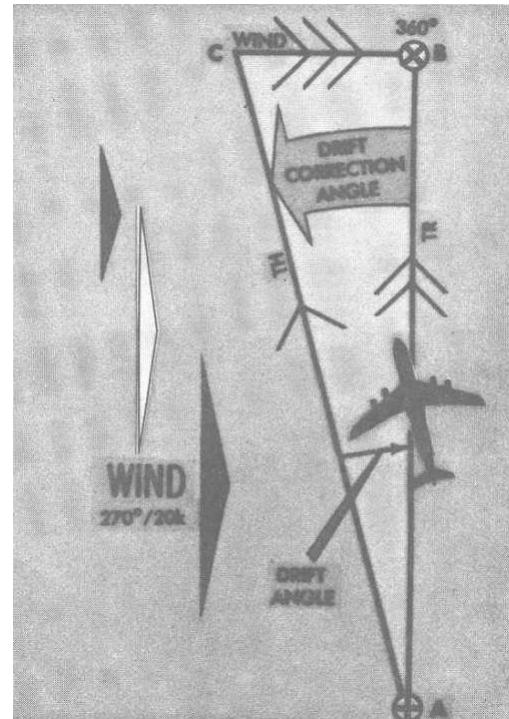
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/14
---	--	---	---

rüzgarı yer süratini azalttığından 1 saat içerisinde kat edilen mesafe de daha az olur. 360° ve 180° başlarda yer süratı bir miktar artar.

04.02.03 Sapma Düzeltmesinin Rüzgâra Etkisi

Şekil: 04.04 de pilotun A noktasından B noktasına, 360° başla, $270^\circ/20$ kts rüzgar şartlarında uçmak istediği varsayıyalım. Eğer pilot 360° başla uçarsa B noktasına ulaşamayacaktır. Uçak rüzgar içine döndürülerek sapmanın önüne geçilmiş olunur. BAC açısına sapma düzeltme açısı veya basitleştirilmiş haliyle sapma düzeltmesi denir. Sapma düzeltmesi, gerçek yol'a (True Course) gerçek baş'ı (**True Heading**) bulmak amacıyla uygulanan düzeltmedir. BAC, eksi (-) bir düzeltmedir. Şekil: 04.05 de $270^\circ/20$ kts rüzgar şartlarında 360° baş ve 090° başta gitmek için uygulanması gereken düzeltme açıları gösterilmiştir. Sapma sağa olduğunda düzeltme sola yapılır ve düzeltme işareti (-) olur. Sapma sola olduğunda düzeltme sağa yapılır ve düzeltme işareti (+) olur.

Şekil: 04.04 Uçağın rüzgar içine baş düzeltmesi.

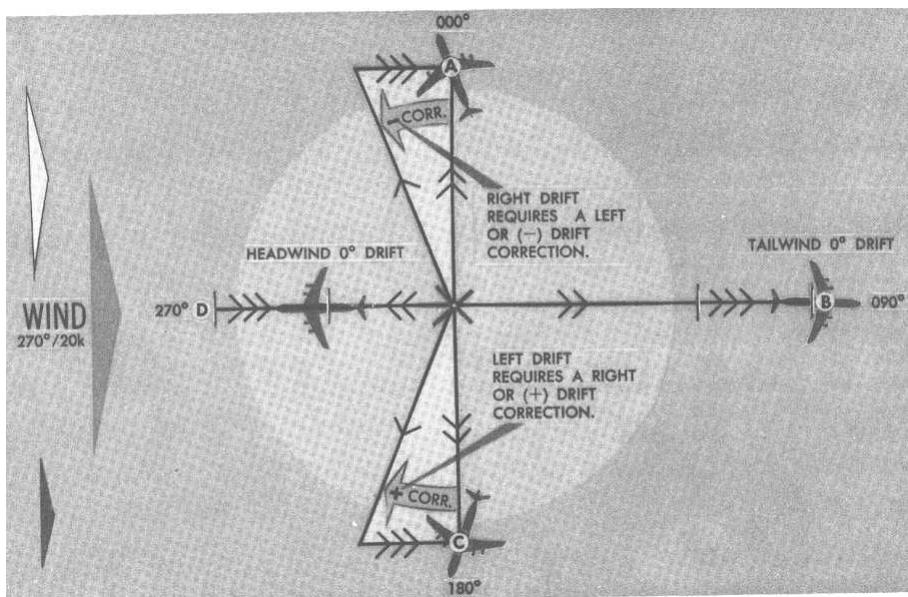


Vektörler ve Vektör Diyagramları

Hava seyrüseferinde sürat ve yönü ilgilendiren birçok problem karşıımıza çıkar. Sürat ve yön, sürekli ilişki içerisinde edilirler.

Vektör çözüm metodlarını kullanarak bilinmeyenleri kolaylıkla

bulabiliriz. Örnek olarak; gerçek baş, gerçek sürat, rüzgar yönü ve şiddeti bilinebilir. Yol ve yer süratleri bilinmeyenler olarak karşıımıza çıkabilir. Bu gibi problemleri çözmek için, bu değerlerin birbirleri ile ilişkilerini anlamış olmamız gereklidir.

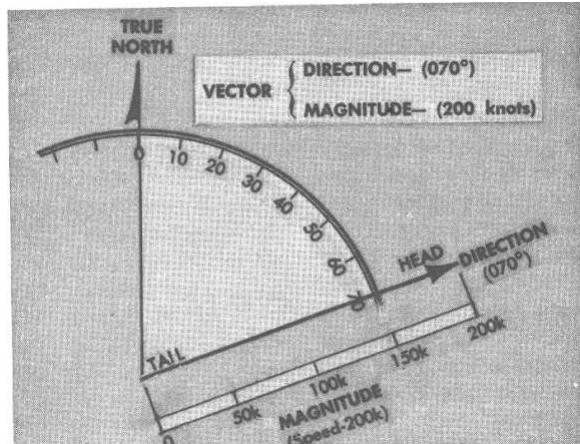
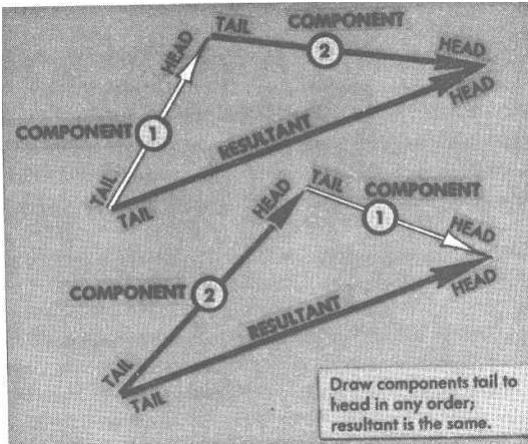


Şekil 04.05 Rüzgarda uçuş yolunun devam ettirilmesi.

Vektör kağıt üzerinde düz bir çizgi olarak gösterilebilir. Bu çizginin yönü, gerçek kuzeye oranla saat yönünde bir açı yapar. Vektörün yönünü belirtirken yanlış anlaşılmalara sebebiyet vermemek için bir ok kullanılır. Kağıt üzerinde çizilen vektörü temsil eden çizgiye vektör diyagramı denir. Basitçe şekil: 04.06 deki gibi gösterilir. Metin içerisinde bundan sonra vektör, grafik temsil anlamına gelecektir. İki veya daha fazla vektör, birinin başı diğerinin kuyruğuna eklenmek suretiyle bir araya getirilebilirler. Bir araya

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/14
---	--	---	---

getirilmiş vektörlere bileşke vektörler denir. Bileşke vektörlerin toplamı bir vektörün diğerine eklenmesiyle bir araya getirilebilir. Bu toplam sonuç vektörü olarak adlandırılır. Şekil: 04.06 de gösterildiği gibi sonuç vektörleri kapalı bir şekil halinde görülür. Dikkat edilirse, bir vektörün başı diğerinin kuyruğuna eklendiği sürece sıralamanın önemi yoktur.



Şekil: 04.06 Büyüklük ve yön bakımından vektör. vektör.

Şekil: 04.07 Toplam vektörler için bileşke vektör.

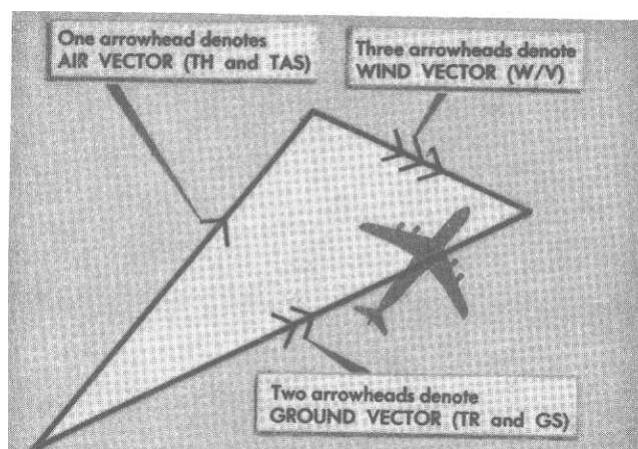
Vektörler hakkında hatırlanması gereken noktalar;

- Bir vektör hem yön, hem de büyüklük bilgisi verir.
- Hava Seyrüseferinde kullandığımız vektörler sürat ve yön belirtir.
- Herhangi bir şekilde vektörler birinin başı diğerinin kuyruğuna eklenmek suretiyle biraraya getirildiklerinde sonuç vektörü olurlar.
- Bileşke vektörler aynı skala üzerinde gösterilirler.

4.02.04 Rüzgar Üçgeni ve Çözümü

Şekil: 04.08 Rüzgar üçgeni için vektörleri tespiti

Bir uçağın uçuşunu etkileyen rüzgarı gösteren vektöre rüzgar üçgeni denir. Uçağın hava kütlesi içerisindeki yön ve süratini gösteren (TH ve TAS) bir çizgi çizin, bu çizgi **hava vektörü**'dır. Aynı skalayı kullanarak, rüzgar vektörü ile hava vektörünü birleştirin. Rüzgarın yönünü ve şiddetini belirten bir çizgi çizin, (W/V) bu **ruzgar vektörü**'dür. Bir vektörün kuyruğunu diğer vektörün başına ekleyen vektör iki bileşke vektörün sonucudur. Uçağın

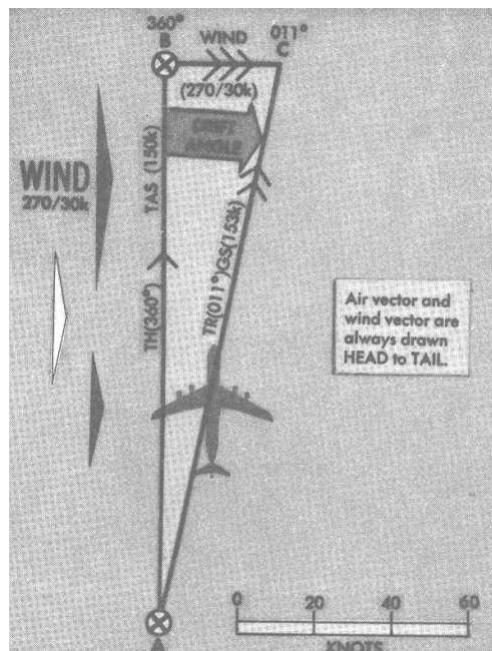


dünyaya oranla yönünü ve süratini gösterenki (Tr ve GS) bu da **yer vektörü** olarak adlandırılır. Birini diğerinden ayırmak için, her vektörü ayrı ayrı işaretleyiniz. Gerçek başın okunu hava vektörünün ortasına getirerek bu işlemi yapabilirsiniz. Yer vektörü yolu gösteren iki oka sahiptir. Rüzgar vektörü rüzgarın yönünü gösteren 3 oka sahiptir. Şekil: 04.08 rüzgar üçgenini göstermektedir. Rüzgar yönü ve istikametini, rüzgar vektörünün oluşturduğu hatırlayınız. Gerçek sürat ve gerçek baş hava vektörü ve yer süratinden başlıyorsa yer vektörünü oluştururlar.

Yer vektörü diğer iki unsuru bir sonucudur. Ancak hava vektörü ve rüzgar vektörü her zaman birini kuyruğu diğerinin başına gelecek şekilde çizilirler. Bu olgunu akılda tutmanın en kolay yolu rüzgarın her zaman uçağı gerçek baştan "**yola**" doğru sürüklendiğidir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/14
---	--	---	---

Üçgenin gösterdiğini her zaman göz önünde bulundurun. Şekil: 04.09 de bir hava aracının A noktasından 360° başla 150 kts süratle hareket ettiği gösterilir. Bir saat içerisinde hiç rüzgar olmazsa B noktasına 150 deniz mili mesafede ulaşır. Aslında, rüzgar 270° den 30 kts süratle esmektedir. Bir saatin sonunda hava aracı C noktasında 30 mil rüzgar altındadır. Böylelikle, BC mesafesi, gerçek sürat olarak düşünülen çizgiyi temsil etmektedir. BC uzunluğu, rüzgarı rüzgar vektörü olarak temsil etmektedir.



Şekil: 04.09 Rüzgar Üçgeni

AC çizgisi uçağın bir saat içerisinde yer üzerinde kat ettiği yön ve mesafeyi göstermektedir. AC uzunluğu, gerçek sürat ve rüzgar süratı skalaları ile aynı nokta da çizilmiştir. Buna rağmen, AB ve BC çizgilerinin sonucu olan AC çizgisi hava aracının yer üzerindeki hareketini dolayısıyla “**yer vektörünü**” temsil eder. AC uzunluğunu ölçmek, bize yer süratı olan 153 Knot’ı verir. Sapma açısını, BAC, ölçmek ve 360° gerçek başı uygulamak bize 011° olan gerçek yolu verir.

Rüzgar üçgenindeki iki vektör biliniyorsa üçüncü bilinmeyen kolaylıkla bulunabilir. Aslında, rüzgar üçgeni 6 değerden oluşmaktadır; 3 sürat ve 3 yön. Bu 6 değeri ilgilendiren problemler seyrüseferde bilinmesi gereken en önemli unsurlardır. Bu değerlerden dördü biliniyorsa diğer ikisi de bulunabilir. Bu rüzgar üçgeninin çözülmESİ olarak adlandırılır ve seyrüseferin önemli bir parçasıdır.

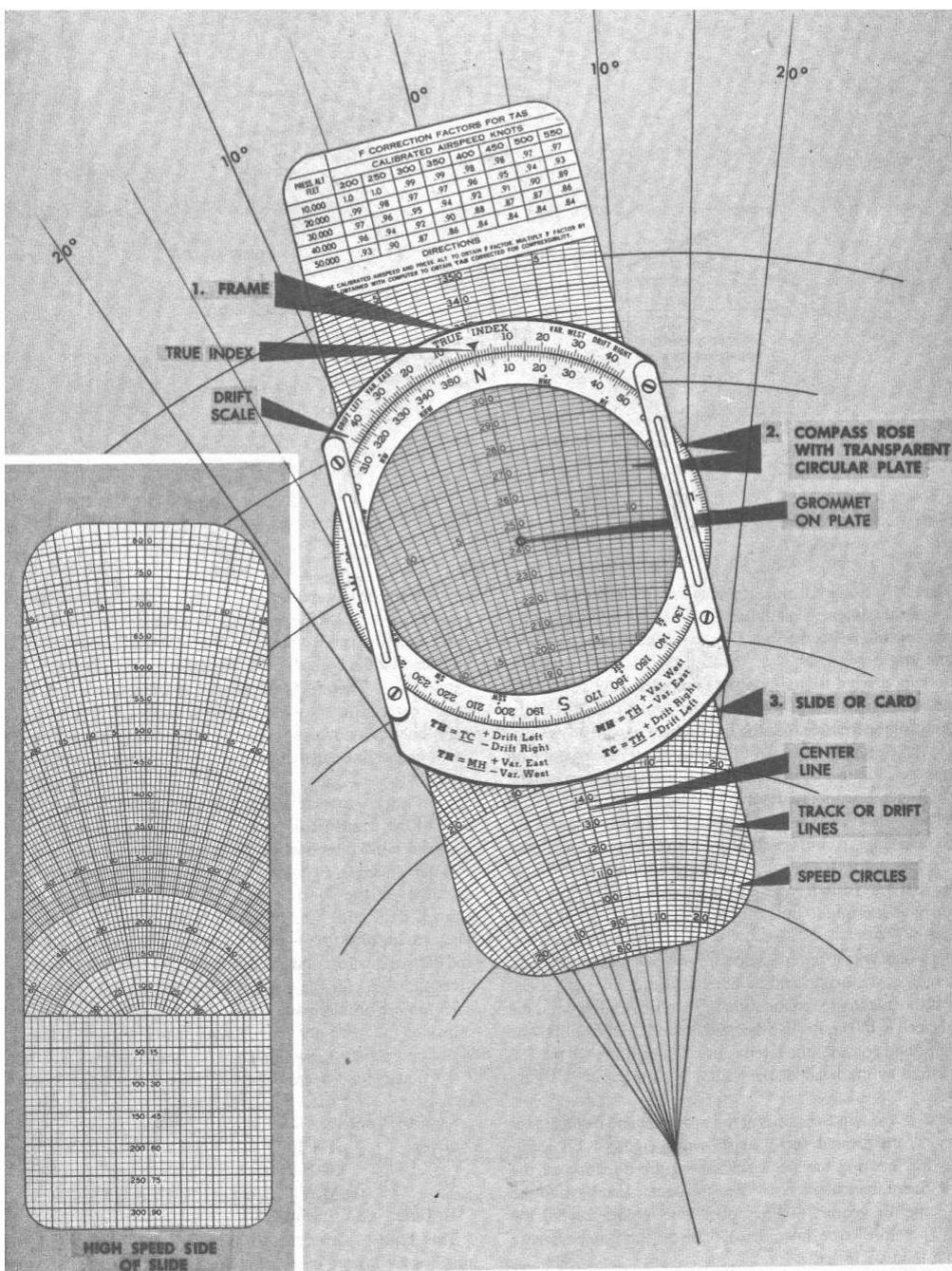
Rüzgar üçgeni trigonometrik tablolar kullanılarak ta çözülebilir ancak bu metodun güvenilirliği gerekli bilgilerin çözümünü sağlamaz. Uçuşta, rüzgar üçgeni grafik olarak çözülür (bir grafik üzerinde veya vektör üzerinde veya uçuş kompütörünün rüzgar yüzü üzerinde).

Rüzgar üçgeni üzerindeki iki grafik çözüm (grafik çözümü ve komputer çözümü) ilk bakışta birbirleri ile benzersiz görülebilirler. Ancak, birbirleri ile tamamı ile aynı prensip üzerinden çözüm üretirler. Rüzgar üçgenini bir kağıt üzerine çizmeyi tartışmıştık, şimdi aynı üçgeni uçuş komputürüne taşıyalım.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/14
---	--	---	---

4.02.05 DR Komputürleri Üzerinde Rüzgar Üçgenleri. Komputürün rüzgar yüzü üç elementten oluşmaktadır:

- (1) Gövdesi,
- (2) Gövde üzerinde hareket eden şeffaf dairesel bölüm,
- (3) Gövdeyi ve dairesel bölümünü birbiri üzerinde hareket ettirebilecek bir karton veya slayt bölümdür. Komputürün bu bölümünü şekil: 04.10da gösterilmiştir.

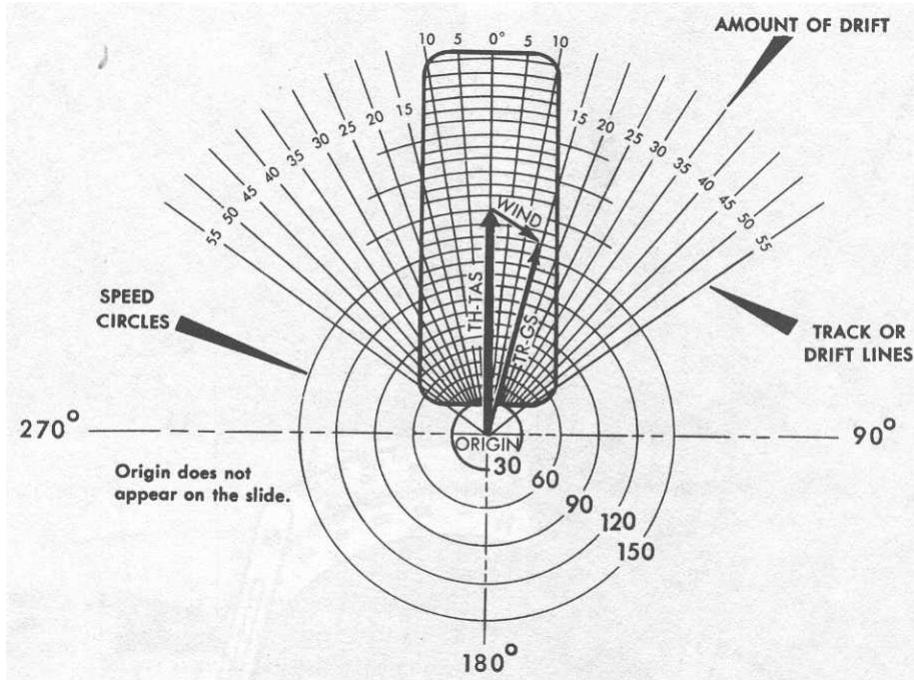


Şekil: 04.10 DR komputürünün rüzgar yüzü.

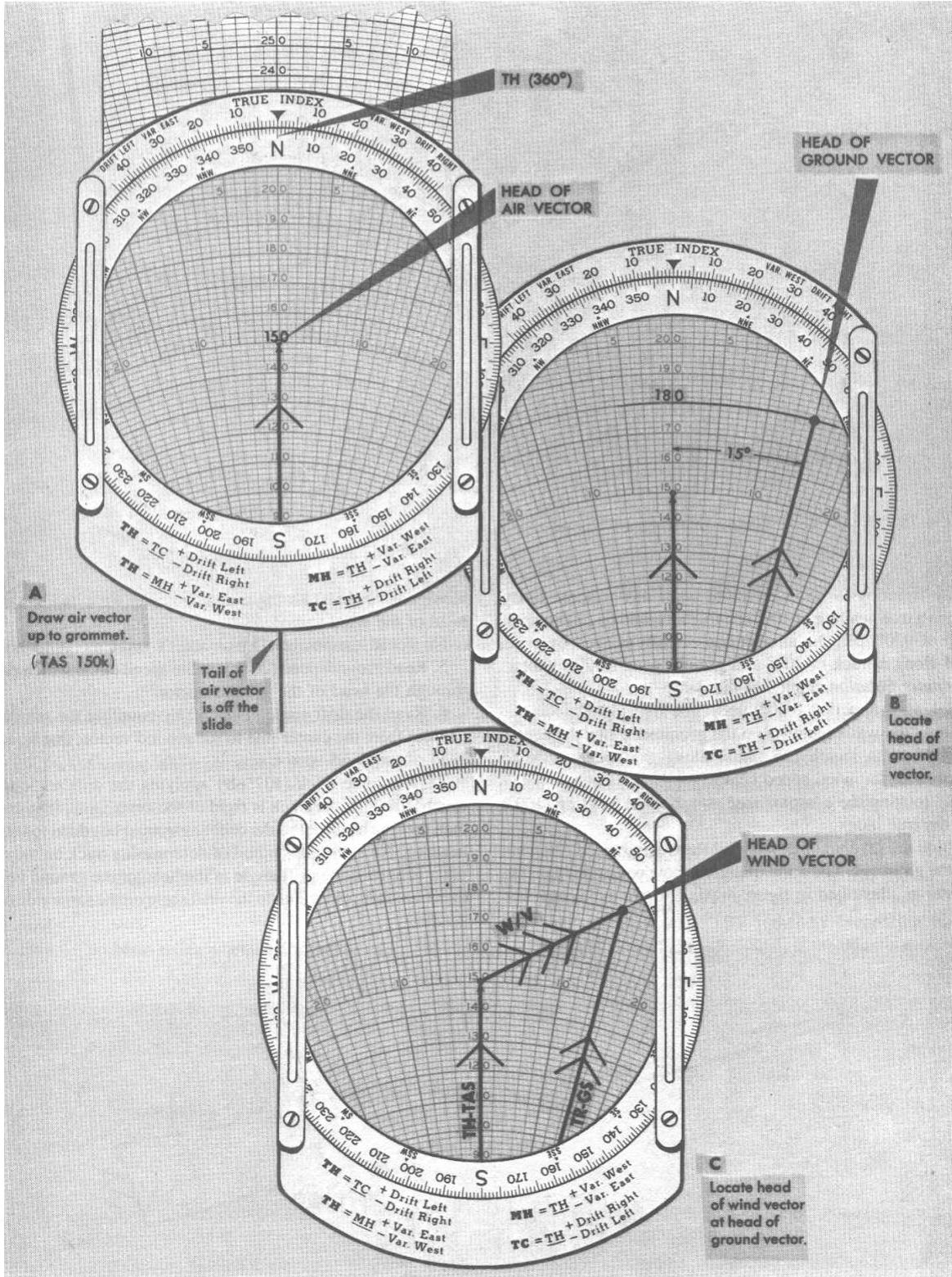
Komputürün üzerinde bir referans noktası işaretlenmiştir ve buna 'GERÇEK İNDEKS' denir. Gerçek indeks üzerinde bir sapma skalası yerleştirilmiş, sağa 45 derece ve sola 45 derece olmak üzere ayarlanmıştır. Soldaki sola sapma, sağdaki sağa sapma olarak işaretlenmiştir. Dairesel kısmın THY KYS Form No: FR.18.0001 Rev.01

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 7/14
---	--	---	---

kenarlarında bir rüzgar gülü yerleştirilmiştir, her ünite 1 dereceyi temsil eder. Bölümler gerçek indeks üzerinde rüzgar gülünün karşısından okunabilir. Köşeler haricinde dairesel kısım şeffaftır, böylece kaydırımalı kısım görülebilir. Şeffaf yüzey üzerinde kurşun kalemlle işaretlemeler yapılabilir. Merkezdeki çizgi, sürat daireleri olarak adlandırılan konsantre dairelerin eğrileri üzerinden kesilmiştir ve bunlar 10 ünitelik değerler halinde numaralandırılmıştır. Her iki taraftaki orta çizgi, yol çizgileridir ve şekil: 04.11 de gösterildiği gibi başlangıç noktasına getirilmek suretiyle hesap yapılır. Yani, merkezden 14° lik bir çizgi, merkez hattıyla 14° lik bir açı oluşturur. 14° lik yolun sürat dairesiyle kesiştiği nokta 160 olarak işaretlenmiştir ve merkeze 160 birim uzaklıktadır.

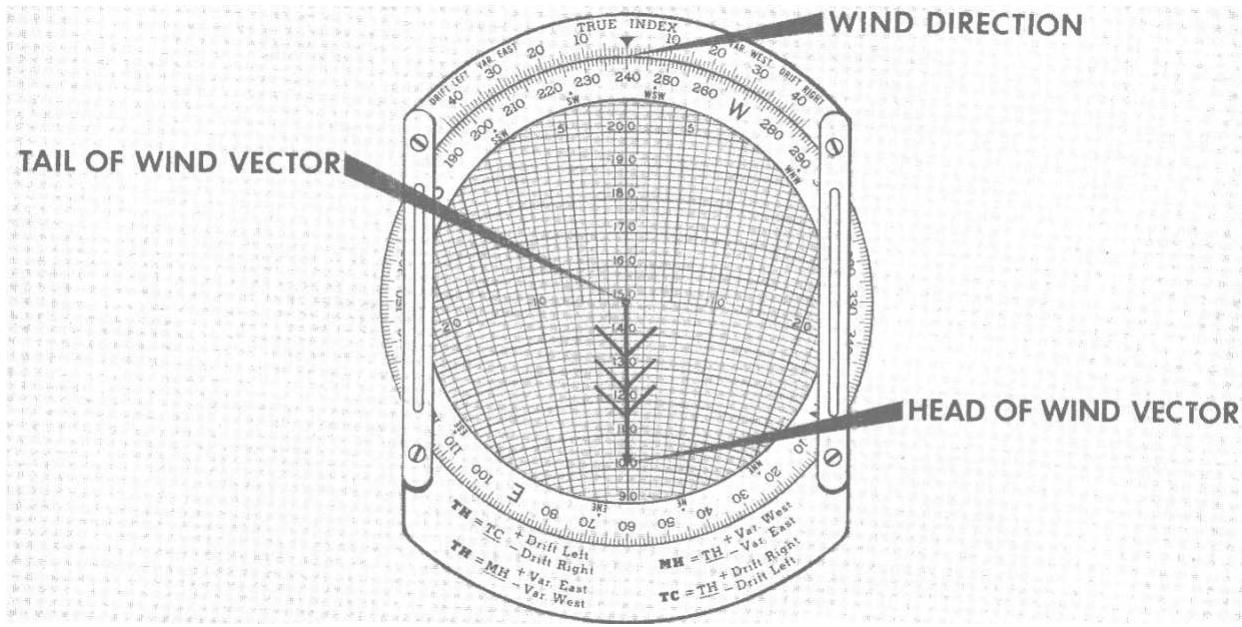


	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 8/14
---	--	---	---



Şekil: 04.12 Komputürde rüzgar üçgeninin işaretlenmesi.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 9/14
---	--	---	---



Şekil: 04.13 Grometten aşağı doğru rüzgar vektörünün işaretlenmesi.

04.02.06 Rüzgar üçgeni problemleri: Rüzgar üçgeninin 6 değerinden hangilerinin bilindiğine bağlı olarak üç temel problem çözme türü vardır.

- (1) Yer vektörü,
- (2) Rüzgar vektörü ve
- (3) Gerçek baş ve yer süratini ilgilendiren problemler.

Aşağıda her problemin çözüm tarifleri verilmiştir. Her ne kadar kompütür üzerinde çizilmemiş olsa da, her problemde aynı rüzgar üçgeninin kullanıldığına dikkat ediniz.

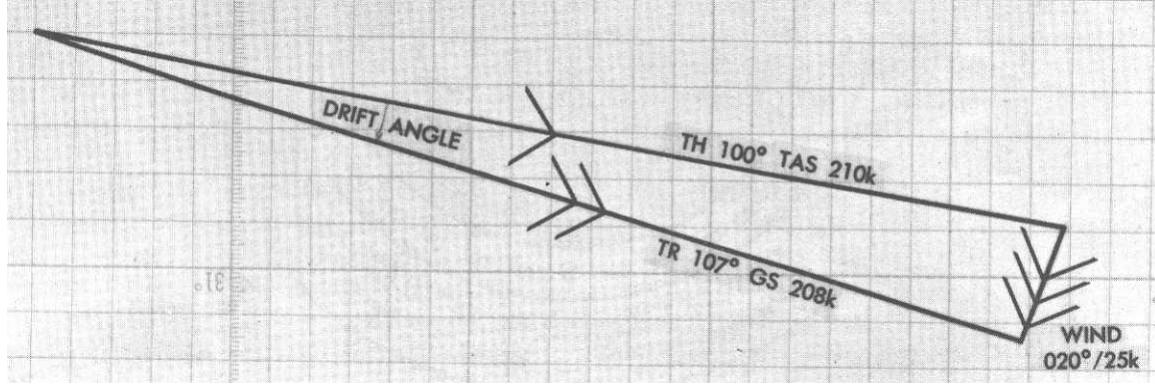
a. Hava vektörü ve rüzgar vektörü bilindiğinde, yer vektörünün bulunması:

Örnek Problem:

Verilen : TH 100°
TAS 210 k
W/V 020/25 k
İstenen : Tr ve GS

Bu tür problemler gerçek baş ve gerçek hava süratı uçuş aletlerinden okunduğunda ve rüzgarın yön/şiddeti meteorolojiden alındığında veya sapma fark edildiğinde ortaya çıkar. Şekil: 04.14 i inceleyiniz ve ne olduğuna dikkat ediniz. 100° gerçek başta, 210 kts. gerçek süratte, 020°/25 kts. rüzgar şartlarında uçarken, aslında uçak, yer üzerinde 107° yol ve 208 kts. yer süratiley uçmaktadır.

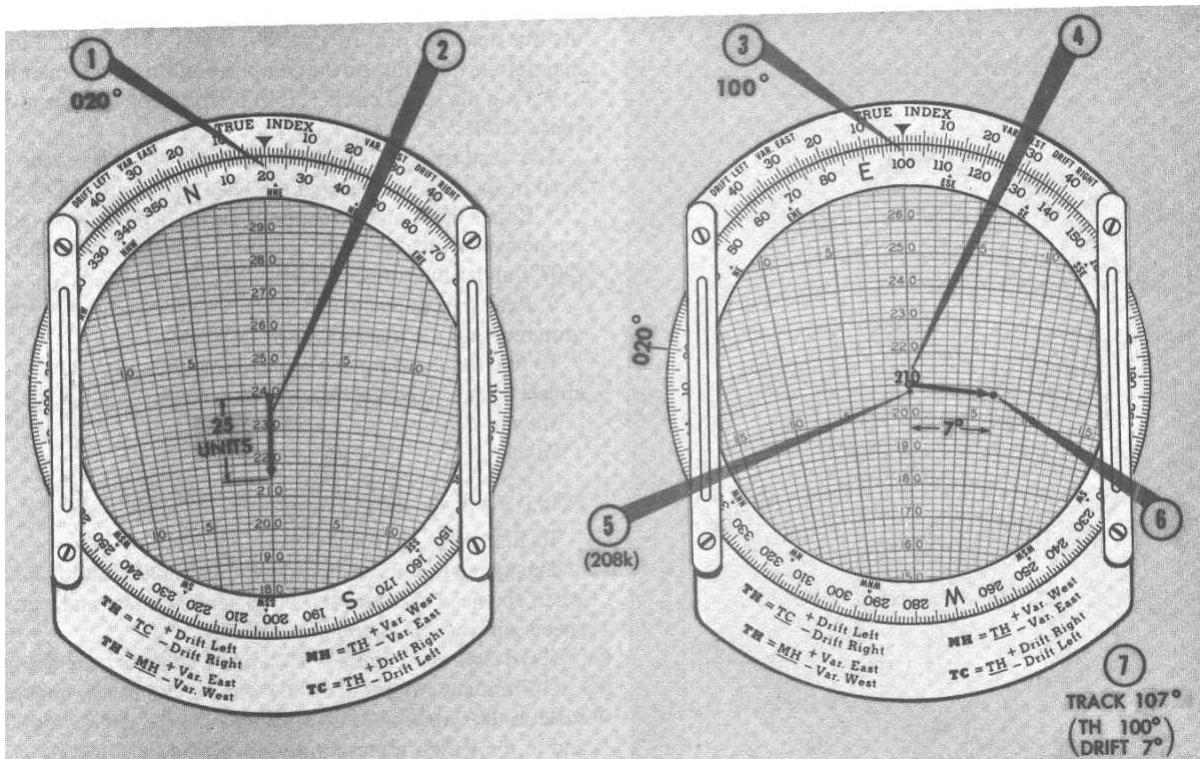
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 10/14
---	--	---	--



Şekil: 04.14 Kart kullanarak, uçuş yolu ve yer hızı tespiti

Komputer Çözümü: Önce bilinenleri yerleştirin;

1. Gerçek indeksin altına rüzgar yönünü (020°) yerleştirin.
2. Grommetten merkez çizgisine doğru vektörü çizin, uzunluğunu (25 birim) rüzgar şiddeti ile uyuşacak şekilde sürat skalasına getirin (25kts).
3. Rüzgar gülünü döndürerek gerçek başı (100°) gerçek indeks üzerinden çakıştırın.
4. Gerçek hava süratini (210 kts) grommetin altına gelecek şekilde yukarı veya aşağı kaydırın. Şimdi şekil: 05.16 de gösterildiği gibi rüzgar üçgeni oluşturuldu. Şimdi doğru cevapları okuyun.
5. Yer süratini (208 kts) sürat dairesinde yer vektörünün üzerinde okuyun.
6. Sapma açısını (7° sağa) merkez çizgisinden yer vektörüne olan dereceleri saymak suretiyle bulun.



Şekil: 04.15 Komputer kullanarak uçuş yolu ve yer hızının bulunması.

7. Sapma açısını gerçek başa uygulamak suretiyle yolu (107°) bulun. Eğer yol merkez çizgisinin sağındaysa baş, gerçek baştan daha büyktür, yani sapma gerçek başa eklenmelidir. Komputer

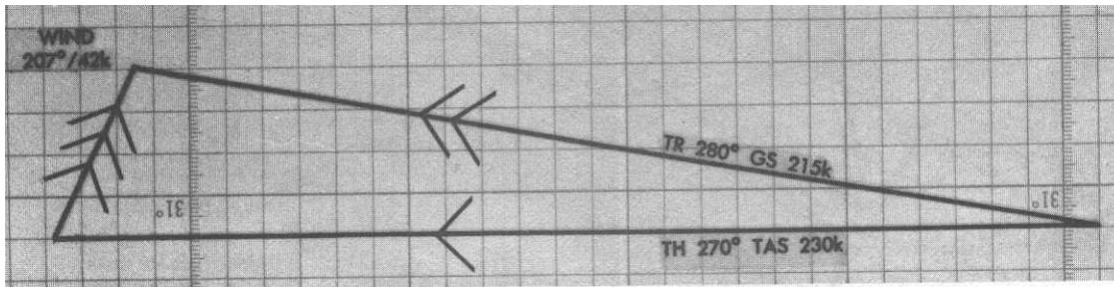
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 11/14
---	--	---	--

üzerinde yolu bulmanın bir diğer yöntemi yer vektörünün ucundan sapma açısını okumak, bu değeri gerçek indeksle aynı tarafta olan sapma skalasına uygulamak ve dairesel diskten rüzgar gülü üzerinden yolu okumaktır.

b. Hava vektörü ve yer vektörü bilindiğinde rüzgar vektörünü bulmak.

Aynı problem için:

Verilenler: TH 270°
Tr 280 °
TAS 230 kts
GS 215 kts
İstenen: W/V



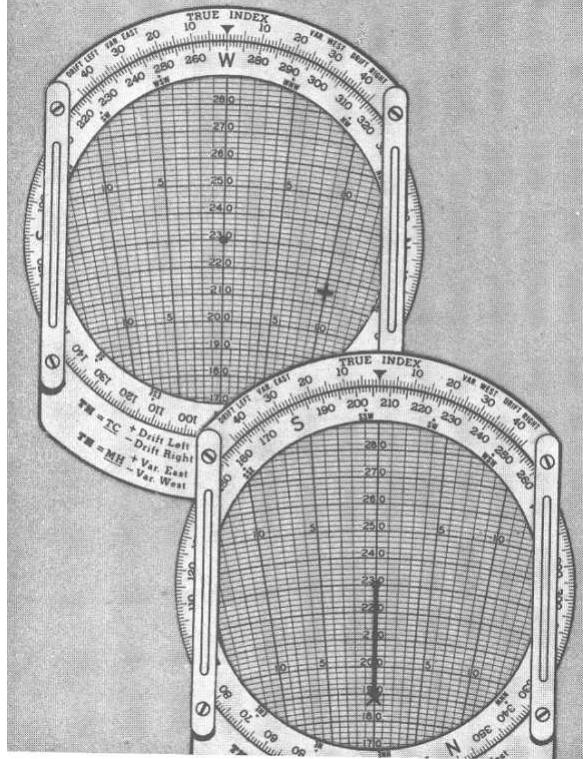
Şekil: 04.16 Kart kullanarak rüzgarın tespiti.

Bu türde problemlerle gerçek baş ve süratin uçuş aletlerinden okunması, yol ve yer süratinin yer nirengileriyle veya iki kontrol noktası arasındaki ölçümle belirlenmesi durumunda karşılaşılır. Grafik çözüm için şekil: 04.15 inceleyiniz.

Komputer çözümü (şekil: 04.17) önce bilgileri yerleştirin:

1. Gerçek başı (270°) gerçek indeks üzerine yerleştirin.
2. Gerçek hava süratini (230 kts) grommetin altına yerleştirin.
3. Gerçek başı(270°) yolla (280°) kıyaslamak suretiyle sapma açısını (10° sağa) bulun. Eğer yol gerçek baştan daha büyüğse, sapma sağa doğrudur, daha azsa sapma sola doğrudur. Komputer üzerinde doğru yolu bulun (10° merkez çizgisinin sağı).
4. Yer süratı dairesine uyan bir sürat dairesini (215 kts) bulun. Rüzgar üçgeni şimdi tamamlandı.
5. Rüzgar gülünü rüzgar vektörünün başı grommetin altında merkez çizgisine gelene kadar döndürün. Rüzgar yönünü (207°) gerçek indeksin altından okuyun. Rüzgar şiddetini (42 kts) rüzgar skalasında.
6. grommet ve rüzgar vektörünün ucu arasından okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 12/14
---	--	---	--



Şekil: 04.17 Komputer kullanarak rüzgarın tespiti.

c. Gerçek yol, gerçek hava süratı ve sürat vektörleri bilindiğinde gerçek baş ve yer süratinin bulunması. Örnek problem:

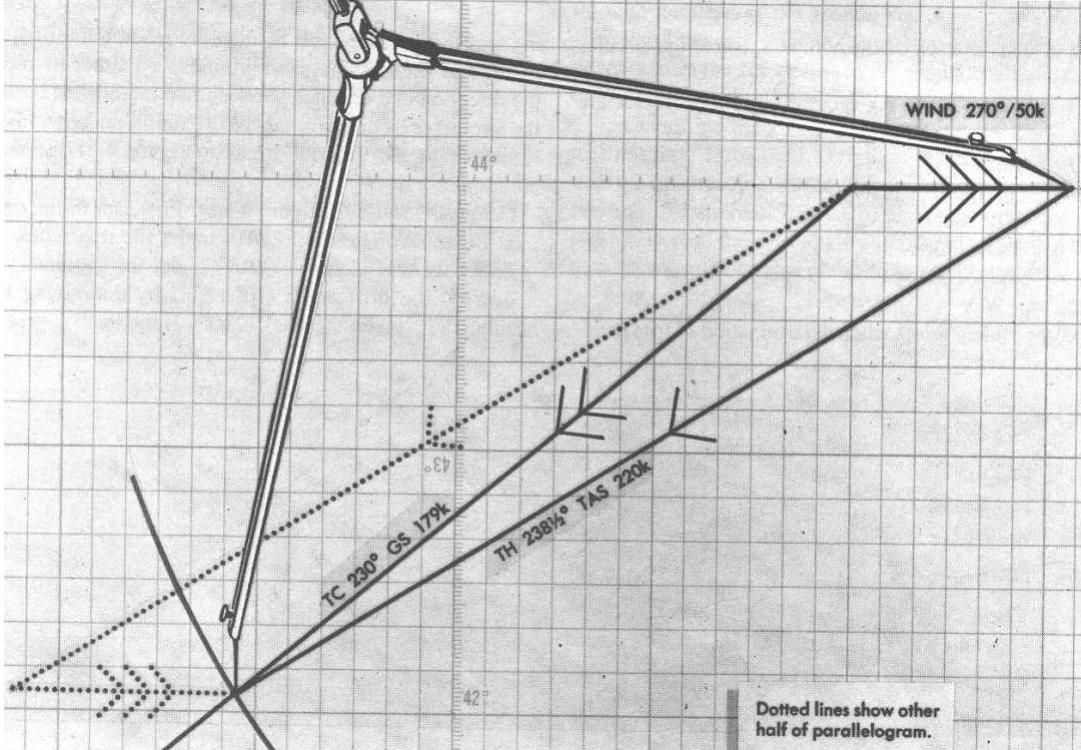
Verilen: TC 230°
 TAS 220 kts
 W/V 270°/50 kts
 İstenen: TH ve GS

Bu tür problemler karşımıza uçuştan önce planlamada veya uçuş esnasında çıkabilir. "ETA" tahmini varış za-manı veya uçulacak gerçek başın belirlenmesi için uçuşa kullanılır. Grafik çözüm için şekil: 04.17'e bakınız. Öncelikle üçgeni oluşturarak;

1. Herhangi bir orijinden rüzgarın estiği yön (90°) istikametinde ve rüzgarın şiddeti (50 kts) uzunluğunda rüzgar vektörünü çizin.
2. Aynı orijinden gerçek yol (230°) istikametinde bir doğru çizin. Yer süratı belli olmadığı için boyunun önemi yoktur.
3. 1. Basamakta gösterildiği gibi aynı skalayı kullanarak bölenlere gerçek hava süratine (220 kts) eşit bir bölüm açın; daha sonra rüzgar okunun başından, gerçek yolu kesecik bir 220 nm lik bir ark çizin.
4. Gerçek yoldan ve arkın kesişme noktasından rüzgar okunun başına bir doğru çizin.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 Revizyon Tarihi: 24.04.2008 Sayfa No: 13/14
---	--	---

5. Gerçek başı ($238 \frac{1}{2}^\circ$) belirlemek için hava vektörünün yönünü ölçün.

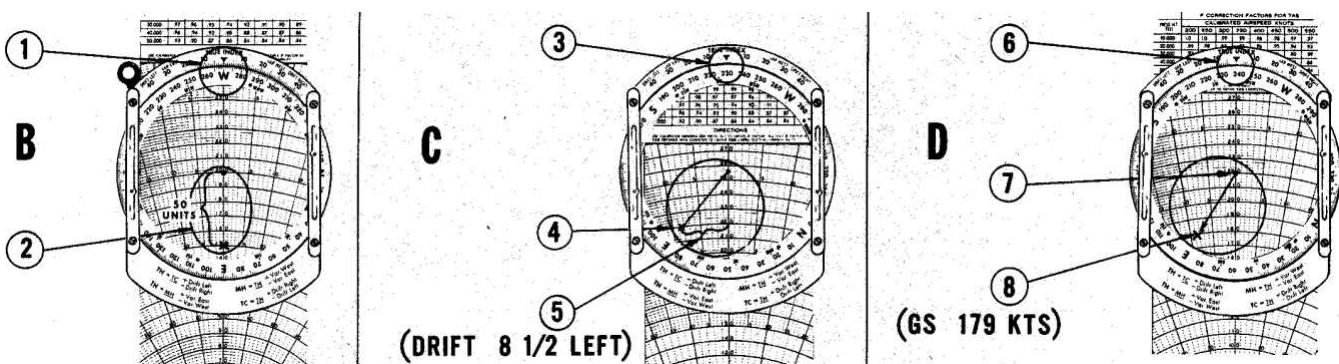


Şekil: 04.18

Yer süratini (179 kts) belirlemek için, daha önceki skalayı kullanarak yer vektörünün uzunluğunu ölçün.

KOMPÜTÜR ÇÖZÜMÜ: Gerçek baş ve yer süratı problemlerini çözmenin iki yolu vardır. Bunlar, “çekme kaydırma” metodu ve “el çabukluğu” metodu. İkisi de inceleneciktir ancak “çekme kaydırma” metodu tercih edilir. Çekme Kaydırma Metodu (Şekil: 04.19)

1. Gerçek indeksin altına rüzgar yönünü (270°) ayarlayın.
2. Grommetin merkezinden aşağı doğru, boyu rüzgar hızıyla (50 kts) orantılı olacak şekilde rüzgar vektörünü çizin.
3. Vektörünü çizin.



Şekil: 04.19 Çekme ve kaydırma metodu kullanılarak gerçek baş ve yer hızının bulunması.

4. Gerçek indeksin altına gerçek yolu (230°) yerleştirin.
5. Rüzgar vektörünün sonuna sürgüyü kaydirmak suretiyle gerçek hava süratini (220 kts) yerleştirin.
6. Sağa veya sola sapmayı okuyun ($8 \frac{1}{2}^\circ$ sola).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 14/14
---	--	---	--

7. Sapma düzeltmesini matematiksel olarak gerçek yola uygulayın ve hesaplanan gerçek başı ($238 \frac{1}{2}^\circ$) gerçek indeksin altına yerleştirin.
8. Sürgüyü grommet gerçek hava süratine (220 kts) gelene kadar yukarı doğru kaydırın. Artık rüzgar üçgeni tamamlanmış oldu.
9. Rüzgar vektörünün sonunda yer süratini (179 kts) okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 15/14
---	--	---	--

4.6 SUMMARY

Please work through this revision programme.

Question 1) What is a heading?

Answer: The direction of the fore and aft axis of the aircraft. (It may be referred to as True, Magnetic, or Compass)

Question 2) What is TAS?

Answer: True Air Speed. The true speed of the aircraft through the air.

Question 3) The two elements of the Air Vector of an aircraft are?

Answer:: Heading and True Air Speed.

Question 4) Track is?

Answer: The direction in which an aircraft moves over the ground. (It may be referred to as True, or Magnetic)

Question 5) GS is?

Answer: Ground speed. The speed of the aircraft relative to the earth.

Question 6) The elements of the Ground Vector of an aircraft are?

Answer: Track and Ground Speed.

Question 7) The two words missing from the following statement: 'In this branch of navigation, the term **wind velocity** expresses the direction..... which the wind is blowing and the speed of the air relative to the.....', are:

Answer: 'from' 'earth'.

Question 8) Drift is?

Answer: The angle between heading and track. (It is referred to as Port or Starboard according to whether the track lies to the left or right of heading.)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/3
---	--	---	--

5. BÖLÜM

KOMPÜTÜR

5.1 GİRİŞ

Bu bölümde öncelikle, problem çözmede S/S kompitürünün "hız üçgeni"ni de içerecek şekilde nasıl kullanıldığı üzerinde durulacaktır. Şekil: 5.1'de, aşağıdaki uçuş durumuna ilişkin bir "hız üçgeni" yer almaktadır.

Baş/TAS : 000°T/120 kt.

Yol/GS : 015°T/124 kt

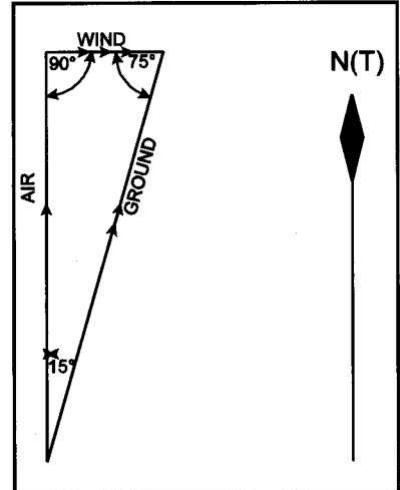
Rüzgar Hızı : 270°T/32 kt

Üçgenin iç açıları şöyledir:

Baş/Rüzgar Yönü : 90°

Baş/Yol (örn düşme) : 15°

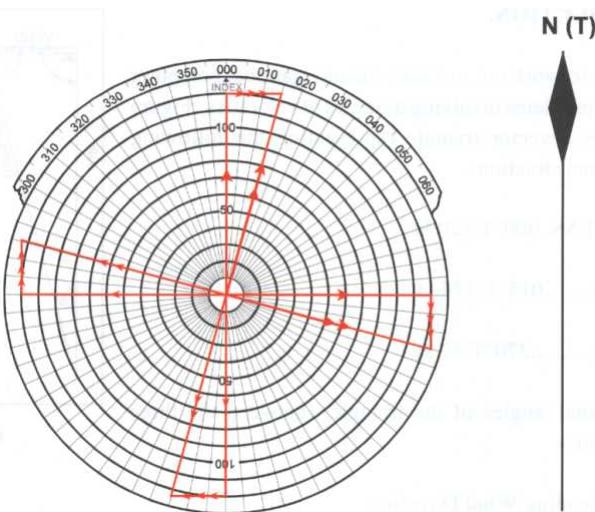
Yol/Rüzgar Yönü : 75°



Şekil: 5.1

Üçgenin şekli, iç açılar tarafından belirlenir. Bu açılar değişmediği sürece, üçgenin kuzeye göre yönü değişse bile şekil değişmez. Örneğin; aşağıdaki tabloda yer alan değerlere göre, üçgen şekil değiştirmeden saat yönünde 90° yön değiştirebilir.

Baş	TAS	Yol	GS	Rüzgar Hızı
000	120	015	124	270/32
090	120	105	124	000/32
180	120	195	124	090/32
270	120	285	124	180/32

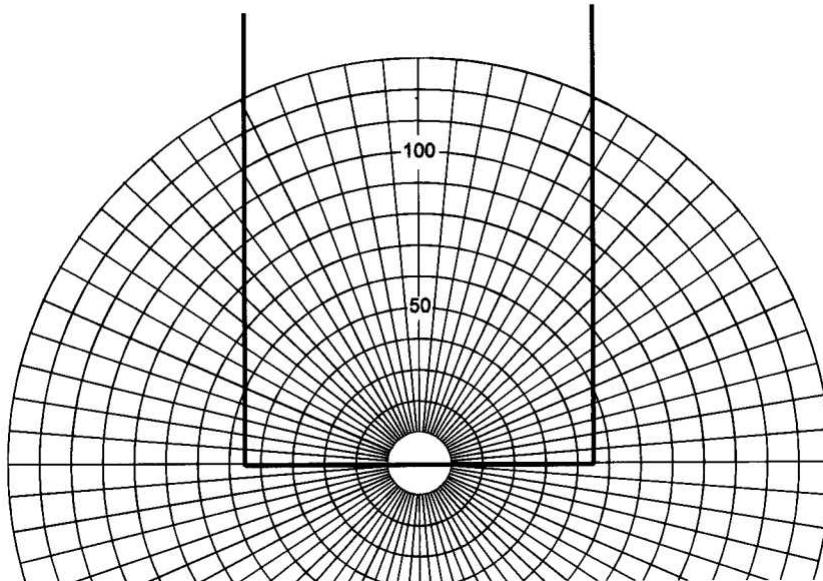


Vektör üçgenlerinden faydalananarak temel bir gratikül oluşturmak mümkündür. Şekil: 5.2'de, 0-130 kt. arası hızı ve 5° aralıklarla çizilmiş düşme hatlarını gösteren eşmerkezli dairelerden oluşan bir gratiküle yer verilmiştir. Dikkatle bakıldığında, gratiküle 4 farklı yönde üçgenin eklenmiş olduğu görülür. Üçgenlerin temsil ettiği her durumda, düşme sağa doğru 15° ve GS 124 kt.tır.

Şimdi üçgenlerin en üstte olanını (kuzey yönlü) ayrıntılı olarak inceleyelim. Öncelikle heading yani baş hattı üzerinde bir indeks noktası işaretlenir.

Şekil: 5.2

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/3
---	--	---	--



Şekil: 5.3

Gratikülün çevresine hareketli ve dairesel bir skala yerleştirildiğinde her 4 durum da bu indekse göre analiz edilebilir. Böylece gratikül basit bir S/S kompütürü haline gelir. Baş hattı üzerindeki herhangi bir başı dairesel skala üzerinde ayarlayabildiğimiz için, gratikülün alt ucunu keserek şekil: 5.3'teki gratikülü elde edebiliriz (bu yeni şekilde düşme hatları, hızla bağlı olarak 1 veya 2° lik aralıklarla ifade edilir). Kendi kompütörünüzü baktığınızda göreceğiniz sabit indeks, True Heading yani gerçek baş olarak adlandırılır. İndeksin karşısına, istenen herhangi bir başın ayarlanabilmesi için, skala 0-360 dereceler arası taksimatlanmıştır. Kompütürde kullanılan yönler aksi söylemedikçe gerçek olarak, örneğin; gerçek baş, gerçek yol ve gerçek rüzgar yönü olarak anlaşılmalıdır. Hızlar ise knot olarak ifade edilir.

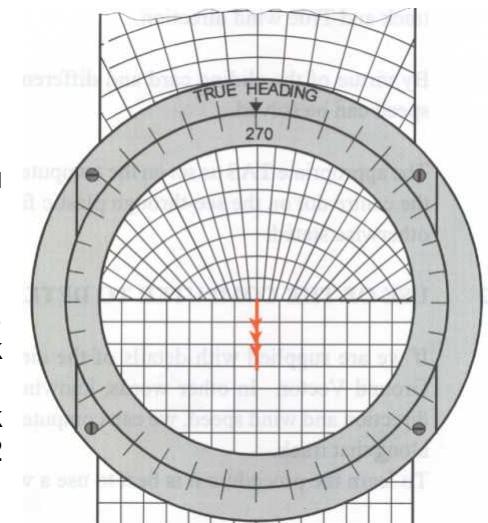
5.2 YOL VE GS'NİN BELİRLENMESİNDE KOMPİTÜR KULLANIMI

Uçağın hava ve rüzgar vektörlerini biliyorsak yer vektörünü kolaylıkla ölçebiliriz. Bir başka deyişle; baş, TAS ve tahmini rüzgar yönü ve şiddeti bilgilerine sahipsek, yer üzerinde takip edilecek yolu ve o yoldaki yer hızı ölçebiliriz. Bunu bir örnek üzerinde açıklayalım:

Baş : 000° (T)
TAS : 120 kt
Rüzgar: $270^{\circ}/32$ kt.

İşlem sırası: Önce rüzgar vektörünü ardından hava vektörünü belirlememiz gerekir. Ardından yer vektörünün sonucu olarak yol ve GS elemanlarını okuyabilecek bir noktaya gelmiş oluruz.

Rüzgar Vektörünün Çizilmesi: Hız skalasında 120 kt.'ı bulun. (Eğer 120'yi göremiyorsanız büyük olasılıkla kompütürün yüksek hız kısmına yani ters tarafına bakıyorsunuz demektir). Daireyi, üst kısmındaki gerçek baş indeksinin karşısına 270° yi getirecek şekilde çevirin. Merkez noktadan ana düşme hattına doğru 32 birimlik bir hat çizin. Bu hattı aşağı yönlü bir okla belirlediğinizde rüzgar vektörünü elde etmiş olacaksınız (şekil 5.4).



Şekil: 5.4

Hava Vektörünün Belirlenmesi: Hava vektörünün iki elementi baş ve TAS'tır. Bu nedenle önce, 000° yi gerçek baş indeksinin karşısına getirene dek çevirin. Kartı da, merkez noktanın altında TAS 120 kt.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/3
---	--	---	--

görünene kadar kaydırın. Dairenin alt kısmından merkez noktaya doğru bir hat çizerek yukarı yönlü bir ok işaretiley vektörün yönünü belirtin. Böylece rüzgar vektörü ile baş vektörünü görmüş olacaksınız.

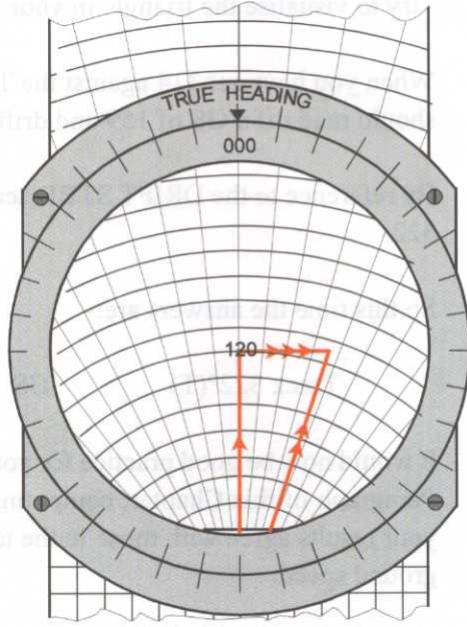
Yer Vektörünün Belirlenmesi: Kompütürde daha önce yapmış olduğunuz ayarları bozmazsanız, vektör üçgeninin üçüncü kenarının, merkezin sağına doğru 15° düşme hattı boyunca uzandığını göreceksiniz. Dairenin tabanından rüzgar vektörünün sonuna doğru düşme hattı boyunca bir çizgi çizerek yukarı okla vektörün yönünü belirtin (şekil: 5.5). Bu, yer vektörü olup yol (track) ve GS'yi verecektir. Rüzgar vektörü ile yer vektörünün kesiştiği noktada okunan GS değeri 124 kt. olmalıdır. Yol ise baş ile sağa düşme miktarının toplamı, yani 000° (T) + 15° = 015° (T) olur.

Örnek 2.

Baş (T)	:314°
TAS	:180 kt.
Rüzgar	: 270° (T)/32 kt.

Gerçek baş indeksinin karşısına 314° yi, merkez noktanın altına da 180° i getirdiğimizde GS'yi 159 ve düşme açısını sağa 8° olarak okuyabiliriz. Kompütürün üst kısmındaki düşme skalasında 8° ye karşılık gelen yol (track) 322 olarak okunur.

Tablo: 5.1'de verilen değerlere göre ölçümler yaparak yol ve GS'yi hesaplamak ve sonuçları tablodan kontrol etmek sizin için iyi bir alıştırma olacaktır. Çıkan sonuçların yol için $+/- 1^\circ$ ve GS için $+/- 2$ kt. limitleri içinde olmasına dikkat edin. Sonuçlardan emin olmadığınız zaman girdiğiniz verilerin doğru olduğunu ve kompütürü veya hareketli daireyi yanlışlıkla kaydırmadığınızı kontrol edin.



Şekil: 5.5

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/2
---	--	---	--

6. BÖLÜM

KOMPÜTÜR

6.1 GİRİŞ

Önceki bölümde baş, TAS ve rüzgar hızı verildiğinde yol ve GS'nin nasıl ölçüleceği görülmüştü. Bu bölümde ise diğer vektör üçgenlerine ilişkin problemler üzerinde durulacaktır.

6.2 RÜZGAR HIZININ ÖLÇÜLMESİ

Uçuş sırasında gerçek yol, GS, gerçek baş ve gerçek hız kolaylıkla belirlenebilir. Bu 4 unsur hızlar üçgeninin 6 elemanın 4'ünü oluşturur.

Soru 1: Yukarıda sayılan 4 elemanın dışında ölçübileceğimiz diğer 2 eleman hangileridir?

Cevap: Rüzgar hızı ve yönü

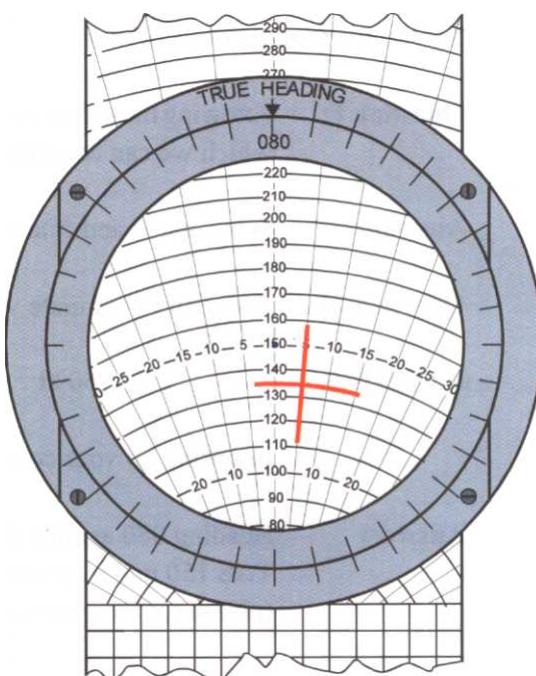
Soru 2: Aşağıdaki verilerin işliğinde rüzgar hızını ölçmek istersek kompütür üzerinde baş ve TAS bilgilerini nasıl girebiliriz?

Baş: 080 (T) TAS: 150 kt Yol: 085 (T) GS: 134 kt.

Cevap: Gerçek baş indeksinin tam karşısına 080; kompütürün merkez noktasının altına TAS 150 getirilir.

Soru 3: Hava vektörünü, yani baş ve TAS'ı kompütürde ayarladınız. Böylece geriye yol ve GS'nin ayarlanması işlemi kalmış oldu. Hangi vektör bu iki elemana karşılık gelir?

Cevap: Yer vektörü



Şekil: 6.1

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/2
---	--	---	--

Soru 4: Yol yerine düşme açısını ölçmek istediğimi düşünelim. Bu örnek için düşme açısı ne olur? (yönü ve miktarı)

Cevap: Baş 080° iken yol 085° olduğuna göre düşme açısı 5° ve yönü sağa doğrudur.

Soru 5: Sağa 5° düşmeyi ve GS 134'ü kompütüre nasıl girebilirsiniz?

Cevap: Düşme - Kart üzerindeki $5^\circ S$ düşme hattı kullanılır.

GS-Kart üzerindeki 134 kt.hız yayı kullanılır.

Düşme hattı ile GS yayının kesişim noktasını Yer Vektörünün sonunu belirler. Şimdi bu iki hattı şu şekilde çizebiliriz;

- a) Gerçek baş indeksinin tam karşısına 080; kompütür merkez noktasının tam altına da 150'nin gelmiş olmasına dikkat edin.
- b) $5^\circ S$ hattı boyunca bir çizgi çizin.
- c) 134 kt. yayını kısa bir çizgiyle belirleyerek 5° hattında çizdiğiniz çizгиyi kesmesini sağlayın.

Bu işlemleri bitirdiğinizde yaklaşık olarak şekil: 6.1'i elde etmiş olacaksınız. Hava ve yer vektörlerini belirledikten sonra şimdi rüzgar vektörünü (yön ve şiddet) belirlemek kolaylaşacaktır.

Soru 6: Rüzgar yönü ve şiddeti ne olmalıdır?

Cevap: Rüzgarın yönünü belirlemek için hareketli daireyi $5^\circ/134$ kt. kesişim noktasına dek çevirin. Gerçek baş indeksinin karşısında okunan değer, yani rüzgar yönü 045° olacaktır. Rüzgar şiddeti ise merkez nokta ile rüzgar noktası ($5^\circ/134$ kt. kesişim noktası) arasındaki vektörün uzunluğu olup bu örnek için 20'dir.

Bundan sonraki soruları aşağıdaki verilere göre cevaplamaya çalışın;

Baş: 094 (T) Yol: 080 (T) TAS: 90 kt. GS: 100 kt.

Soru 7: Düşme açısı ve yönü nedir?

Cevap: Yol, baştan 14° eksik olduğu için düşme açısı sola 14° 'dir.

Soru 8: Gerçek baş indeksinin karşısına getirilmesi gereken değer nedir?

Cevap: 094°

Soru 9: Merkez noktanın altına hangi değer getirilmelidir?

Cevap: TAS 90 kt.

Soru 10: Rüzgar hızı ve yönü ne olmalıdır?

Cevap: $200^\circ/25$ kt olmalıdır. (Bulduğunuz değerin $+/- 5^\circ$ ve $+/- 2$ kt. limitleri içinde olduğuna dikkat ediniz).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/11
---	--	---	---

7. BÖLÜM

KOMPÜTÜRKÜ

7.1 BAŞ VE GS'NİN ÖLÇÜLMESİ

Uçuş planlama aşamasında sıkılıkla ölçülmeli gerekken 2 unsur baş ve GS'dir. Takip edilecek yol ve TAS bilindiğine ve tahmini rüzgar alındığına göre yapılacak işlem, yol boyunca tutulacak baş ile uçağın GS'sini hesaplamak olacaktır.

Şimdi aşağıdaki örnek değerler üzerinde bir çalışma yapalım;

İstenen yol: 040° Planlanan TAS: 146kt. Tahmini rüzgar: 315°/20 kt.

Baş ve GS'yi belirlemekde iki farklı metot kullanılabilir. Bunlardan hangisinin kullanılacağının kararını siz verebilirsiniz. İlk metot için öncelikle kartın kareli bölümünü kullanarak rüzgar hızını girin. Bunu yaparken daireyi, gerçek baş indeksinin karşısına 315 gelene kadar çevirmeyi unutmayın. Daha sonra kartı, kareli bölümün üst hattı merkez noktanın altında yer alana kadar kaydırın ve rüzgar noktasını işaretleyin (merkez noktanın altında 20 birimlik merkezi hat üzerinde çizin).

Soru 1 : Rüzgar noktası, rüzgar vektörü ile hangi vektörün kesişim noktasını tanımlar?

Cevap : Yer vektörü

Gerçek baş indeksinin karşısına 040° yi yerleştirerek ve rüzgar noktasına doğru direkt bir hat çizerek rüzgar/yol açısını elde edebilirsiniz. (Bunu yaparken kareli bölümün dikey çizgileri size referans sağlayacaktır).

Rüzgar vektörü ile izlenecek yol belirlendikten sonra, hava vektörüne göre bu iki elemanın yönü saptanmalıdır.

Şimdi TAS 146 kt. merkez noktanın altına gelene kadar kartı kaydırın. Böylece 040, gerçek baş indeksinin karşısına gelirken; yol hattı kompütürde dikey olarak yer alacaktır. Ancak bu yanlış olacaktır. Çünkü üçgenin yönleri tam olarak saptandığında gerçek başın, gerçek baş indeksinin tam karşısında olması ve yol hattının düşme hattı ile kesişmesi gerekmektedir. Çözüm, hareketli daireyi (bu örnek için saat yönünde) yol hattı, düşme hattına rastlayana kadar çevirmektedir. Bunu yaparken daha önce merkez noktanın altına getirilen TAS 146 knot değerinin yerinin değişmemiş olmasına dikkat edilmelidir. Son olarak gerçek baş indeksinin karşısındaki baş ve rüzgar noktasının altına denk gelen GS okunur.

Soru 2: Baş ve yer hızı ne olmalıdır?

Cevap: Baş (T) : 032° GS : 143 knot

Yol hattı ile gösterilen düşme açısı, baş ile yol arasındaki farka eşit olmalıdır. Yani eğer yol hattı 8° sağa düşme hattını kesiyorsa, baş 040-8= 032° olmalı ve bu değer rüzgar noktası altında GS okunurken, gerçek baş indeksinin tam karşısında yer almalıdır.

Soru 3: Aşağıdaki verilere göre baş ve GS yi bulun.

Yol : 040° Rüzgar (WV) : 315/20 TAS : 230

Cevap: Baş 035° GS : 227

(Bu TAS için düşme açısının sadece 5° olduğuna dikkat edin)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/11
---	--	---	---

Soru 4 : Aynı üçgeni TAS 165 için oluşturun.

Cevap : Baş : 033° GS : 163

(Bu kez düşme açısı sağa 7° dir).

Örnekleri çözerken kompütür üzerinde okunan düşme açısı değerinin, baş ile yolun farkına eşit olmasına dikkat edin. Böylece kullanılacak ikinci metot için de kolaylık sağlanmış olur. Pratik yapıldığında birinci metoda göre daha kolay ve hızlı işlem yapma imkanı veren ikinci metotta kompütür üzerine çizgi çizmek gereklidir.

Örnek 1: Aşağıdaki verileri kullanarak baş ve GS yi bul

İstenen yol (T) : 230°, TAS : 76 knot, Rüzgar (WV): 110/40 knot

Çözüm: Gerçek baş indeksinin karşısına 110 kt'ı getirerek merkez nokta altında 40 birime denk gelecek kısa bir çizgi çizilir ve rüzgar noktası işaretlenir. Merkez noktanın altında TAS 76 belirlenir. Aslında gerçek baş indeksinin karşısına gerçek başın getirilmesi gerekmektedir; ancak şu anda gerçek başı bilmediğimizden, istenen yol olan 230°yi ayarlayabiliriz. Bu bize, yaklaşık düşme açısı hakkında fikir verecektir.

Cevap: Düşme açısı sağa 20° dir.

Yani 230° başı takip ettiğimizde, yolumuz $230+20=250^{\circ}$ olacaktır. Ancak istediğimiz yol 230° olduğuna göre, uçak burnunu 20° sola çevirmek gerekecektir. Bir başka deyişle 210° başı takip edersek 230° başı muhafaza edebiliriz. Bu nedenle gerçek baş indeksinin karşısına 210° nin gelebilmesi için, dairenin saat yönünde 20° çevrilmesi gereklidir.

Bu aşamada rüzgar noktasına bakıldığından, düşme açısının 25° ye çıkışmış olduğu görülecektir. Yani, 210° başta uçtuğumuzda uçağın izleyeceği yol $210+25=235^{\circ}$ olacaktır. İstediğimiz yol hala 230° olduğuna göre, uçağın burnunda sola 5° değişiklik yapmamız gerekecektir. Bu kez gerçek baş indeksinin karşısına 205° nin gelebilmesi için, daire saat yönünde 5° çevrilmelidir.

Ancak düşme açısı bir kez daha artarak 25° den 27° ye çıkacaktır. Aynı işlemi tekrar uygulayacak olursak daire, gerçek baş indeksinin karşısına 203° gelebilmesi için saat yönünde 2° çevrilir. Bu işlemin ardından düşme açısında bir değişiklik olmadığından, yani $203+27=230^{\circ}$ olduğundan hesaplama tamamlanmış olur. Ancak TAS 76 kt.in hala merkez noktanın altında ve GS'nin de 88kt. olduğuna dikkat edilmelidir.

Bu tür hesaplamaları yaparken 3 ana nokta devamlı akılda tutulmalıdır:

- Gerçek baş her zaman, gerçek baş indeksinin karşısına olmalıdır.
- TAS, merkez noktanın altına denk getirilmelidir.
- Kompütürde görülen düşme açısı değeri, "baş-yol" farkına eşit olmalıdır.

Aslında üzerinde durulan son örnek bilinçli olarak zor hazırlanmıştır. Bu örnekte sonuca ulaşabilmek için üç kez hesaplama yapmak gerekmıştır. Bu tür hesaplamalara "**düşme dengelemesi**" adı verilmektedir. Düşme dengelemesi size biraz karışık görünebilir, daha farklı bir yöntem de denenebilir.

Bu yöntemde de önce WV 110/40 kt ve TAS 76 girilir. Gerçek baş indeksinin karşısına 230° getirilerek işleme başlanır. Rüzgar noktası altındaki düşme açısının sağa 20° olduğu görüldükten sonra daire, saat yönünde 20° çevrilir. Böylece "sağa düşme" skalarının üst kısmındaki 20° nin, 230° nin karşısına denk gelmesi sağlanmış olur.

Ne var ki, rüzgar noktasına bakıldığından düşme açısının 25° ye çıktıığı görülür. Bu nedenle 230° nin karşısına 25° yi getirebilmek için, daireyi saat yönünde 5° çevirerek düşme durumunu yeniden kontrol edin. Düşme açısı bu kez 27° olmuştur. Bu da bize daireyi 2° daha çevirmemiz gerektiğini gösterir. Bu son işlemden sonra düşme açısı 27° de sabitlenir. TAS 76kt.'in merkez noktanın altında, 03° nin gerçek baş indeksinin tam karşısına ve GS 88'in rüzgar noktası altında yer aldığı kontrol etmemi unutmayın. Bunlar, daha önceki hesaplamalarımızda ulaştığımız değerlerdir.

Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, doğru sonuçlara ulaşmanın yolunun bol pratik yapmaktan geçtiğini aklınızda bulundurun. Pratik yaparken, işlem sırasını gösteren bir liste kullanmak işinizi kolaylaştıracaktır. Yol ve GS'yi ölçmek için;

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	3/11

1. Gerçek baş indexinin altına rüzgar yönünü getirin.
2. Merkez hattı üzerinde rüzgar noktasını işaretleyin.
3. Gerçek baş indexinin karşısına gerçek başı getirin.
4. Merkez noktanın altına TAS'ı getirin.
5. Bu ayarları bozmadan;
6. Rüzgar noktası altında düşme açısını okuyun.
7. Düşme açısının altından döner skala üzerinden yol değerini okuyun.
8. Rüzgar noktasının altından GS değerini okuyun.

HDG°T	W/V	TRACK°T	TAS	GS
273	230/40		150	
181	150/30		90	
054	350/28		88	
084	255/55		210	
141	280/35		190	
0274	030/40		150	
213	060/35		150	
029	090/40		170	
305	350/16		100	
187	270/60		110	
310	045/45		320	
138	125/50		390	
253	180/70		415	
131	210/40		485	
100	315/55		480	
270	315/55		110	
200	125/50		210	
180	210/40		135	
140	180/70		170	
093	045/45		210	
103	060/35		240	
237	270/60		205	
343	030/40		350	
030	350/16		390	
315	280/35		375	
145	090/40		420	
290	255/55		490	
191	150/30		480	
257	350/28		475	
157	230/140		460	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/11
---	--	---	---

CEVAP:

HDG°T	W/V	TRACK°T	TAS	GS
273	230/40	286	150	124
181	150/30	194	90	66
054	350/28	073	88	80
084	255/55	082	210	264
141	280/35	135	190	217
274	030/40	262	150	171
213	060/35	218	150	181
029	090/40	016	170	155
305	350/16	297	100	89
187	270/60	157	110	119
310	045/45	302	320	327
138	125/50	140	390	340
253	180/70	263	415	400
131	210/40	126	485	480
100	315/55	104	480	525
270	315/55	242	110	81
200	125/50	214	210	204
180	210/40	168	135	102
140	180/70	119	170	125
093	045/45	103	210	182
103	060/35	109	240	215
237	270/60	225	205	158
343	030/40	338	350	322
030	350/16	032	390	379
315	280/35	318	375	346
145	090/40	150	420	400
290	255/55	294	490	445
191	150/30	193	480	459
257	350/28	254	475	480
157	230/140	139	460	440

Baş ve GS' yi ölçmek için;

1. Rüzgar noktasını işaretleyin.
2. Gerçek baş indexine gerçek yol değerini girin.
3. Merkez noktanın altına TAS'ı girin.
4. Rüzgar noktası altında gösterilen düşme açısını okuyun.
5. Döner skala üzerindeki yol değerini, 4. maddedenki düşme açısına denk gelebilmesi için kaydırın.
6. Rüzgar noktası altında okunan düşme açısı, düşme skalasındaki değerle aynı olana dek 4 ve 5. maddedenki işlemleri tekrarlayın.
Kompütür üzerindeki ayarlar şimdi doğru ayarlardır. Gerçek baş, gerçek baş indekinin karşısında; TAS, merkez noktanın altındadır. Düşme dengelemesi işlemi tamamlanmıştır.
7. Gerçek baş indeksi karşısında yer alan gerçek başı okuyun.
8. Rüzgar noktası altında yer alan GS'yi okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	5/11

HDG°T	W/V	TRACK °T	TAS	GS
	040/40	155	140	
	280/27	226	94	
	320/14	198	136	
	190/52	284	260	
	270/83	132	544	
	310/105	262	572	
	300/60	355	620	
	270/75	113	570	
	240/80	301	455	
	210/55	313	545	
	335/75	220	553	
	040/20	005	110	
	125/35	045	196	
	170/23	113	210	
	145/20	021	80	
	170/30	287	220	
	300/30	200	137	
	180/40	130	190	
	280/24	116	199	
	262/90	234	605	
	210/80	071	620	
	190/80	339	523	
	305/30	038	585	
	295/60	355	515	
	340/85	091	588	
	235/66	032	485	
	055/35	197	176	
	255/15	018	180	
	090/15	147	74	
	020/25	140	99	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/11
---	--	---	---

CEVAP:

HDG°T	W/V	TRACK °T	TAS	GS
140	040/40	155	140	152
239	280/27	226	94	75
203	320/14	198	136	142
272	190/52	284	260	258
138	270/83	132	544	600
270	310/105	262	572	496
350	300/60	355	620	585
116	270/75	113	570	637
292	240/80	301	455	413
307	210/55	313	545	555
227	335/75	220	553	582
011	040/20	005	110	92
055	125/35	045	196	187
118	170/23	113	210	198
033	145/20	021	80	89
280	170/30	287	220	232
212	300/30	200	137	140
139	180/40	130	190	161
118	280/24	116	199	221
238	262/90	234	605	526
076	210/80	071	620	675
334	190/80	339	523	592
035	305/30	038	585	585
349	295/60	355	515	480
083	340/85	091	588	610
029	235/66	032	485	545
190	055/35	197	176	202
014	255/15	018	180	188
137	090/15	147	74	65
127	020/25	140	99	108

Rüzgar hızını ölçmek için;

1. Baş değerini, baş indeksinin karşısına getirin.
2. Merkez nokta altına TAS değerini girin.
3. Döner skala üzerindeki yolun tam karşısında, düşme skalası üzerindeki düşme açısını okuyun.
4. GS ile düşme hattının kesimini "ruzgar noktası" olarak işaretleyin.
5. Rüzgar noktasının, merkez nokta altındaki merkez hattı üzerine denk gelmesine dikkat edin.
6. Gerçek baş indeksinden rüzgar yönünü, skaladan da rüzgar hızını okuyun.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	7/11

HDG°T	W/V	TRACK° T	TAS	GS
209		219	150	134
270		266	180	202
223		224	206	246
069		079	138	124
299		293	125	120
167		162	202	190
213		231	85	80
014		005	200	218
330		348	90	90
179		168	196	226
098		100	310	338
091		080	440	435
050		055	398	415
351		340	393	405
288		292	434	462
276		281	335	316
280		275	430	435
291		292	330	360
097		095	343	322
056		055	287	320
108		109	480	530
176		171	428	438
270		265	335	308
248		243	406	332
247		252	380	352
200		202	435	403
198		202	340	325
275		275	435	395
274		275	290	270
321		326	338	280
045		061	285	305
196		205	210	245
311		295	482	435
011		358	198	211
355		008	248	270
111		115	120	114
228		245	460	505
175		168	121	114

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi	24.04.2008
		Sayfa No	8/11

CEVAP:

HDG°T	W/V	TRACK°T	TAS	GS
209	155/30	219	150	134
270	055/25	266	180	202
223	050/40	224	206	246
069	014/26	079	138	124
299	002/14	293	125	120
167	217/22	162	202	190
213	144/26	231	85	80
014	129/38	005	200	218
330	250/28	348	90	90
179	300/50	168	196	226
098	300/30	100	310	338
091	174/68	080	440	435
050	298/40	055	398	415
351	085/75	340	393	405
288	155/41	292	434	462
276	224/35	281	335	316
280	014/40	275	430	435
291	125/30	292	330	360
097	124/25	095	343	322
056	327/32	055	287	320
108	298/50	109	480	530
176	277/40	171	428	438
270	312/40	265	335	308
248	270/80	243	406	332
247	200/41	252	380	352
200	172/32	202	435	403
198	143/25	202	340	325
275	275/40	275	435	395
274	245/22	275	290	270
321	298/60	326	338	280
045	308/85	061	285	305
196	065/50	205	210	245
311	011/135	295	482	435
011	110/50	358	198	211
355	262/62	008	248	270
111	060/10	115	120	114
228	130/148	245	460	505
175	233/16	168	121	114

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 9/11
---	--	---	---

ÇALIŞMA 1: AŞAĞIDAKİ TABLODA BOŞLUKLARI DOLDURUNUZ

Tr	WV	Hdg(T)	Var	Hdg M	Dev	Hdg C	RAS	Height Temp	TAS	GS	Dist	Time
315	045 /33		7W		2E		190	3000 +15			88	
324			6E		1W	320	205	9000 -10			105	30
	030 /55		11W		1W	071	142	14000 +5			80	
300	190 /25		8E		3E		132	4000 -10			332	
019			9W		2E	014	130	3500 -17			110	54
342	130 /40		3E		1W		160	7500 0				26
262	010 /38		34E		2W		180	9500 0			145	
021			16W		4W	032	159	7000 +15			112	35
	310 /50		7W		2E	028	202	22500 -30				10
162	210 /20		14W		3E		194	28000 -55			1312	
228	280 /20		10W		2E		148	2000 +4			84	
	060 /30		12W		2W	017	123	3000 +16			95	
043			9E		1W	050		5000 -5	175	161		23
	120 /30		4E		1E	041		2500 0		120	49	
162	140 /40		9W		1W		96	3500 +8			130	
	220 /30		11E		1W	320	111	4000 -5			82	

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 10/11
---	--	---	--

CEVAP:

Tr	WV	Hdg(T)	Var	Hdg M	Dev	Hdg C	RAS	Height Temp	TAS	GS	Dist	Time
315	045 /33	325	7W	332	2E	330	190	3000 +15	200	197	88	27
324	335 /21	325	6E	319	1W	320	205	9000 -10	230	210	105	30
071	030 /55	059	11W	070	1W	071	142	14000 +5	182	137	80	35
300	190 /25	290	8E	282	3E	279	132	4000 -10	135	141	332	141
019	300 /28	007	9W	016	2E	014	130	3500 -17	132	122	110	54
342	130 /40	349	3E	346	1W	347	160	7500 0	179	211	92	26
262	010 /38	272	34E	238	2W	240	180	9500 0	208	217	145	40
021	265 /32	012	16W	028	4W	032	159	7000 +15	180	192	112	35
033	310 /50	023	7W	030	2E	028	202	22500 -30	284	274	46	10
162	210 /20	165	14W	179	3E	176	194	28000 -55	291	279	1312	281
228	280 /20	234	10W	244	2E	242	148	2000 +4	150	137	84	37
351	060 /30	003	12W	015	2W	017	123	3000 +16	130	116	95	49
043	123 /46	058	9E	049	1W	050	166	5000 -5	175	161	62	23
032	120 /30	046	4E	042	1E	041	123	2500 0	124	120	49	25
162	140 /40	153	9W	162	1W	163	96	3500 +8	101	63	130	124
343	220 /30	330	11E	319	1W	320	111	4000 -5	115	129	82	38

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 11/11
---	--	---	--

ÇALIŞMA 2: AŞAĞIDAKİ TABLODA BOŞLUKLARI DOLDURUNUZ

	Alt (ft)	Temp ° C	RAS Kt	TAS Kt	Track ° T	W/V	Hdg ° T	Var	Hdg ° M	Dev	Hdg ° C	GS Kt	Dist NM	Time Min.
1	2000	-10	160		100	330/17		5W		1W			50	
2		-2	170	180		300/10	230	3E		2E				38
3	4000	-10		180	134			3W		1E	140	190	30	
4	2000	+2	170		157	110/12		6W			162		38,5	14
5	6000		154	167	100			4E	092	1W		180		20
6	5000	-15		155	050	110/45				2E	070		13	
7	10000		173	200		181/27	315	3E		-3				12

CEVAP:

	Alt (ft)	Temp ° C	RAS Kt	TAS Kt	Track ° T	W/V	Hdg ° T	Var	Hdg ° M	Dev	Hdg ° C	GS Kt	Dist NM	Time Min.
1	2000	-10	160	159	100	330/17	095	5W	100	1W	101	169	50	18
2	4700	-2	170	180	227	300/10	230	3E	227	2E	225	177	112	38
3	4000	-10	175	180	134	262/17	138	3W	141	1E	140	190	30	9,5
4	2000	+2	170	172	157	110/12	154	6W	160	2W	162	165	38,5	14
5	6000	-3	154	167	100	320/18	096	4E	092	1W	093	180	60	20
6	5000	-15	150	155	050	110/45	064	8W	072	2E	070	127	13	6
7	10000	-8	173	200	320	181/27	315	3E	312	-3	315	219	44	12

ÇALIŞMA 3: AŞAĞIDAKİ TABLODA BOŞLUKLARI DOLDURUNUZ

	Alt (ft)	Temp ° C	RAS Kt	TAS Kt	Track ° T	W/V	Hdg ° T	Var	Hdg ° M	Dev	Hdg ° C	GS Kt	Dist NM	Time Min.
1	5000	+5	170		070	230/25		5W		1E			86	
2		-2	170	186		210/30	230	3W		2E				27
3	6000	+2		190	240			4W		1E	240	171	57	
4	7500	+2	175		166	110/30		6W			162			89
5	8000		174	196	190			4E	192	1W		180		20
6	9000	-5		206	050	110/45				2E	070		13	
7	12000		184	220		190/47	315	3E		+2				12

CEVAP:

	Alt (ft)	Temp ° C	RAS Kt	TAS Kt	Track ° T	W/V	Hdg ° T	Var	Hdg ° M	Dev	Hdg ° C	GS Kt	Dist NM	Time Min.
1	5000	+5	170	183	070	230/25	073	5W	078	1E	077	206	86	25
2	6500	-2	170	186	234	210/30	230	3W	233	2E	231	158	71	27
3	6000	+2	174	190	240	210/22	237	4W	241	1E	240	171	57	20
4	7500	+2	175	197	166	110/30	159	6W	165	3E	162	179	89	30
5	8000	-2	174	196	190	245/36	196	4E	192	1W	193	180	60	20
6	9000	-5	180	206	050	110/45	061	11W	072	2E	070	180	13	4
7	12000	-11	184	220	324	190/47	315	3E	312	+2	310	250	50	12

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/7
---	--	---	--

BÖLÜM 8

TOPOGRAFİK HARİTALAR

8.1 TANIM

Birçok hava aracı oldukça modern seyrusefer (SS) sistemleri ile teçhiz edilmişlerdir. Bunların faal olması durumunda herhangi bir topografik haritaya ihtiyaç duyulmaz ancak, bu sistemin arızası durumunda pilot gereksinimini topografik harita ile gidermek zorundadır. Dolayısıyla pilotların topografik haritayı çok iyi bilmeleri gereklidir. Tüm uçaklarda çok gelişmiş modern SS aletlerle teçhiz edilmemişlerdir.

8.2 YERYÜZÜ ŞEKİLLERİ (ARAZİ)

Pilotların topografik haritaya göre emniyetli uçuş yapabilmeleri, haritayı okumalarına bağlıdır. Özellikle arazinin değerlendirilmesi oldukça önem kazanır. Haritayı okuyabilmek için, haritadaki şekil, renk, rakam ve harf gibi oluşumların çok iyi bilinmesi gereklidir.

Münhaniler (eş yükseklik eğrileri); Yeryüzeyinde, yükseklikleri eşit olan noktaların birleştirilmesinden meydana gelen eğrilerdir. Münhani eğrileri, haritada üzerinden geçtiği noktaların, başlangıç kabul edilen düzlemden düşey olarak ne kadar mesafede olduğunu gösterir. Sıfır münhanisi deniz seviyesinden başlar ve her münhani çizgisi deniz seviyesinden olan yüksekliği gösterir. Yan yana iki münhani çizgisi arasındaki düşey mesafe, münhani aralığı olarak bilinir ve bunun sayısal değeri harita kenar bilgilerinde belirtilir.

Maksimum Rakım: Maksimum rakımlar, gratikül hatları tarafından çevrilen dörtgenlerin içine yazılır. Büyük rakam "binleri", küçük rakam ise "yüzleri" gösterir. Yükseklikler deniz seviyesinden olup feet cinsindendir. Maksimum rakım, o dörtgen içinde bilinen en yüksek arazi veya mania esas alınarak belirlenir. Ancak bu sayının emniyet irtifası olmadığı unutulmamalıdır.

8.3 DİĞER HARİTA ŞEKİLLERİ

- Su : Deniz, göl ve nehirler mavi ile,
- Orman : Yeşil ile,
- Yollar : Kırmızı hatlar ile,
- Demiryolları : Siyah hatlar ile gösterilir.

8.4 ÖLÇEK

Ölçek, harita üzerindeki iki nokta arasındaki uzunluk ile bu noktaların dünya üzerindeki gerçek mesafeleri arasındaki orantıdır ve 3 şekilde ifade edilebilir.

Açıklamalı ölçek: "1 inç – 10 nm" şeklinde bir ifade basitçe harita üzerindeki 1 inçlik uzunluğun dünya üzerinde 10 nm. mesafeye eşit olduğu anlamına gelmektedir.

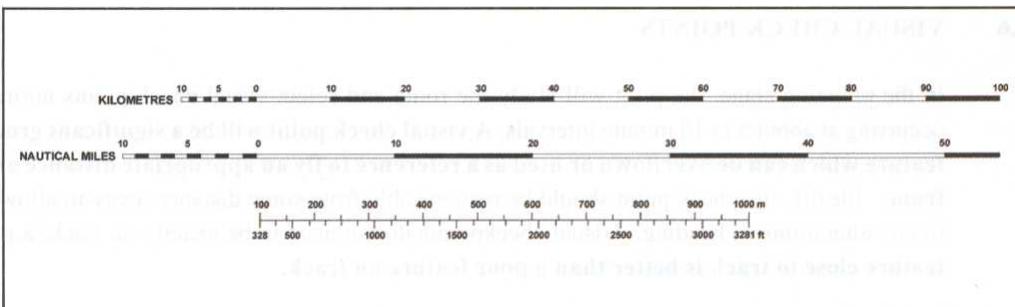
Kesirli ölçek: Açıklamalı ifadeye matematiksel bir şekil verilmiş halidir.

$$\text{Haritadaki uzunluk} \\ \text{Ölçek=} \frac{\text{Gerçek mesafe}}{\text{Şekilde ifade edilir.}}$$

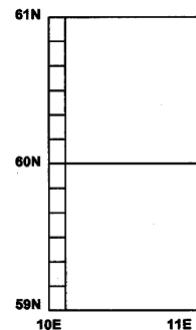
1/500.000 ölçekli bir haritadaki 1 cm, gerçekten 500.000cm.ye; 1 inç ise 500.000 inçe karşılık gelmektedir. "1 inç – 10 nm" açıklamalı ifadesini kesire dönüşterecek olursak 1/729.600 ölçüğünü elde ederiz.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/7
---	--	---	--

Dereceli ölçek: Deniz mili, kara mili veya kilometre olarak ifade edilebilen derceli ölçek haritanın alt kısmında yer alır (şekil 8.1 ve 8.2).



Şekil: 8.1



Şekil: 8.2
Yükseklik ölçüği

8.5 HARİTA OKUMA

Harita okuma, yeryüzünün fiziksel durumu ile harita üzerindeki sembollerin karşılaştırılarak zihinsel bir resim oluşturulmasıdır. İki şekilde yapılır. Pilotun, bulunduğu hat ve zamanlama konusunda kendinden emin olduğu durumda “**haritadan araziye**” tekniği uygulanır. Tam tersi, bulunulan mevkiden emin olunmadığında “**araziden haritaya**” tekniği uygulanarak yeryüzündeki şekiller haritada aranır ve pozisyon belirlenmeye çalışılır. Görerek S/S’de harita okuma, pratikle kazanılabilecek bir beceridir. Uçuşun başarısında iki önemli faktör, uçuş öncesi planlamaya önem vermek ve uçuş sırasında rota ve zamanlamalara uymaktır. Ancak uçuş emniyeti açısından, sadece S/S’e konsantre olmamak; S/S’ın yanı sıra, havanın gelişimine, diğer trafiklere ve uçak sistemlerine de dikkat etmek çok önemlidir.

8.6 KONTROL NOKTALARI

Uçuş öncesi planlama sırasında pilot, rota üzerinde yaklaşık 5-10 dakika aralıklarla kontrol noktaları seçmelidir. Bu nokta, üzerinden veya yakınından geçildiğinde rahatlıkla tanınablecek belirgin bir referans olmalıdır. Ideal bir kontrol noktası, baş değişikliklerine izin vermesi bakımından uzaktan tanınablecek belirginlik taşımalıdır. Kontrol noktası seçerken, tam rota üzerinde fakat belirsiz olmasındansa, rotanın yakınında ama belirgin olması tercih edilmelidir.

8.7 KONTROL NOKTALARININ SEÇİMİ

İdeal bir kontrol noktası şu özellikleri taşımalıdır:

- Büyüklük:** Kontrol noktası uzaktan rahatlıkla tanınablecek kadar büyük olmalıdır. Ancak çok büyük referanslar S/S’ın hassasiyetini olumsuz yönde etkileyeceğinden, referansın belli bir bölümü, örneğin bir şehir yerine, şehrin içinden geçen bir karayolu veya kavşak seçilmelidir.
- Teklik:** Seçilen kontrol noktası, aynı bölgedeki benzer şekillerle karışmayacak nitelikte olmalıdır.
- Dikey uzantılar:** Dağ veya anten gibi yüksek nirengilere emniyet açısından dikkat edilmesi gerekliliğinin yanı sıra, kontrol noktası olarak da idealdirler. Özellikle iyi görüş koşullarında uzak mesafelerden rahatlıkla tanımlanabilirler. Ancak örneğin; 5000 ft.te uçuluyorsa 400 ft. yüksekliğinde bir antenin fark edilmesinin kolay olmayacağı da unutulmamalıdır.
- Zıtlık:** Bir kontrol noktası mümkün olduğunda renk ve yapı itibarıyle çevresine göre zıtlık taşımalıdır. Zıtlık, mevsimlere ve üzerinde uçulan coğrafyaya göre değişen bir kavramdır. Zıtlığın az olması görsel yanılısamalara neden olabileceğiinden S/S’i olumsuz etkiler.

Kontrol noktası seçimi; uçuş irtifasına, meteorolojik koşullara, mevsim özelliklerine ve arazi yapısına göre değişiklik gösterir. Aşağıda kontrol noktası olarak seçilebilecek bazı nirengilere yer verilmiştir.

8.8 KONTROL NOKTASI OLARAK SEÇİLEBİLECEK TEMEL NIRENGİLER

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/7
---	--	---	--

- Kıyı hatları
- Su oluşumları,
- Dağlar/tepeler,
- Yükseklik uzantıları,
- Tezatlık,
- Yollar,
- Ormanlar,
- Diğer oluşumlar.

8.9 KAYBOLMA TEKNİKLERİ

- a) Planlanan yolda ve bşayet herhangi bir kısıtlama yoksa irtifanızı artırın,
- b) Tüm yardımcıları (VOR/DME, ADR, RADAR, vs) kullanarak yerinizi belirleyin,
- c) Şayet hesabı seyrüsefer kısıtlı ise (genellikle görüş), DR pozisyonuna geçin,
- d) En son fix geçiş zamanı ile ondan sonraki fixe varış zamanı, yer izi/hızı hesap edilerek DR pozisyonundan sonuç alınabilir.
- e) Başta olduğunuzdan emin olmak için pusula/ASI kontrol edin.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/7
---	--	---	--

8.9

AERODROMES		
	HAMBURG	International Airport
	LEMWERDER	Airport or Airfield IFR
	BÜCHEL	Military Aerodrome
	HOHENFELS	Airfield (Civil / Military)
	BREITSCHEID	Airfield, alignment on the longest hardened runway
	HETTSTADT	Airfield, alignment on the longest grass runway
		Airfield, closed
	SAFFIG	Heliport Civil or Military
		Heliport for ambulances
	BALDENAU	Glider site aero tow or winch landing
	BERG	Ultra light flying
	WALDKIRCH	Hang glider site
	CALW	Parachute jumping site, low or high activities
	AITRACH	Free balloon site
		Aerodrome beacon light
 123.000 650m		The shorter of the available landing dist. of the longest RWY
 118.450 A/A		Available frequency (underlined: VDF available) Air/Air Communications (France)

HARİTA SEMBOLLERİ

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/7
---	--	---	--

RAILWAYS



Railway (single track) with station



Railway (multiple track) with station



Railway (abandoned or under construction)



Railway bridge



Railway tunnel



Aerial railway

AIRSPACE STRUCTURE



Airspace C



Control zone



Airspace D



1000 ft GND



Airspace E



1700 ft GND



Airspace F(HX)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/7
---	--	---	--

MISCELLANEOUS	
	Flight information service (FIS)
	Isogonic lines
	Obstacle and group of obstacles (unlighted)
	Obstacle and group of obstacles (lighted)
	Obstacle 1000 ft/305m GND and higher (unlighted)
	Obstacle 1000 ft/305m GND and higher (lighted)
234	Obstacle height above MSL in ft
(234)	Obstacle height above GND in ft
27	Maximum Elevation Figure
	Compulsory reporting point for VFR approaches
	Compulsory reporting point for VFR-Routes (foreign countries)
	VFR-Routes (foreign countries)
	Permanent Low Level Flight Protection Zone (GND - 1500 GND)
	Periodically Limited Low Level Flight Protection Zone (GND - 1500 GND)
	Bird reserve/Nature reserve
	250 feet low flying area

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/11
---	--	---	---

9. BÖLÜM

1/60 KURALI

9.1 A dan B' ye olan rotada ve yol dışı bir fix ile 1/60 (altmışa bir) kuralı kullanılarak, rota hata miktarının hesabı;

Modern hava araçları seyrüsefer problemlerini ve çözümlerini dijital kompütür de çözerek ekranda pilota gösterirler. Bununla beraber, pilotlar seyrüsefer problemlerini ve uygun tahmini çözümlerini bilmelidirler. Bu işleme pilot seyrüseferi denir. Pilot S/S tekniklerinde aşağıdaki hususları içerecek şekilde tahmini çözümler üretilir.

- a) Rotadan sapma mesafesi,
- b) Bilinen noktadan mesafe, örnek "radyo beacon",
- c) Yolda bir fix e doğru ilerlerken istikamet düzeltmesi,
- d) Baştaki düşmelerde yeniden rota tahmini,
- e) Bir glide sloop da uygun yükseklik hesabı,
- f) Glide sloop hattın muhafaza için alçalma oranın hesabı,
- g) Tırmanış süzülüş oranlarının hesabı,
- h) VOR DME kullanılmadığında mesafe hesabı,
- i) Bu tahminler sadece 1: 60 kuralı ile hesaplanabilir.

1. 1:60 kuralının iki şekli vardır;

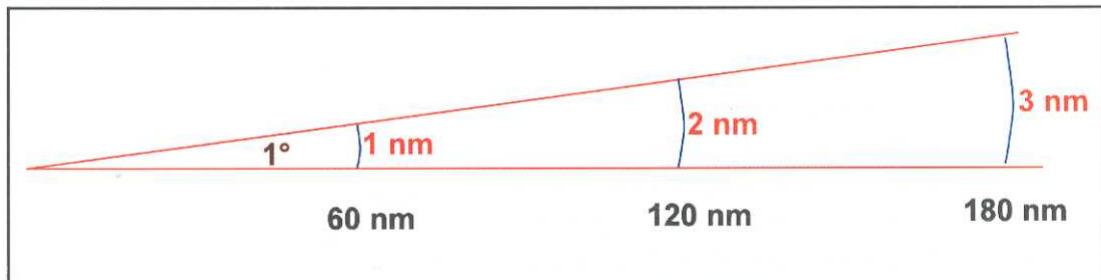
- a) Basit 1: 60 kuralı,
- b) 1:60 kuralının matematiksel şekli. Her iki kuralda faydalıdır ve faydası soru tipine bağlıdır.

2. Basit 1: 60 KURALI; 1:60 kuralı basitçe 60 birimlik bir mesafede 1° lik açılık, 1 birimi karşılar. Bu kuralın esası dairedir ve bir dairenin yarı çapı R ise; dairenin çevresi $2\pi R$ dir. Dairenin çevresi 360° olduğundan, 1° lik açının meydana getirdiği birim aralığı $2\pi R / 360$ birimdir ve burada $2\pi = 6$. (2×3.142).

R = 60 alındığında;-----> $\text{arc} = 2\pi R / 360 = 6 \times 60 / 360 = 1$ birim

NM KULLANILARAK 1:60 KURALI

60 nm mesafede, 1° lik açı 1nm lik arka eşittir.



Şekil: 9.1 (1:60 KURALI)

Tablo: 9.1

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1° ----- | 60 nm = 1 nm |
| 1° ----- | 120 nm = 2 nm |
| 1° ----- | 180 nm = 3 nm |

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi: 24.04.2008
		Sayfa No: 2/11

Tablo: 9.2

$$1^\circ \text{ ----- } 60 \text{ nm} = 1 \text{ nm}$$

$$2^\circ \text{ ----- } 60 \text{ nm} = 2 \text{ nm}$$

$$3^\circ \text{ ----- } 60 \text{ nm} = 3 \text{ nm}$$

Formüle edilirse; **Tablo: 9.3**

$$X^\circ \text{ ----- } 60 \text{ BİRİM} = "X" \text{ BİRİM}$$

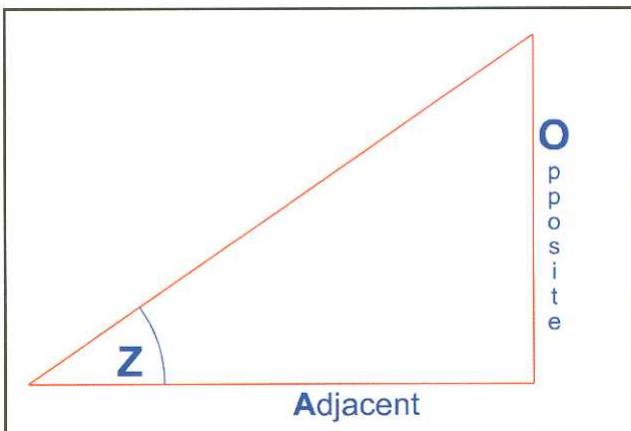
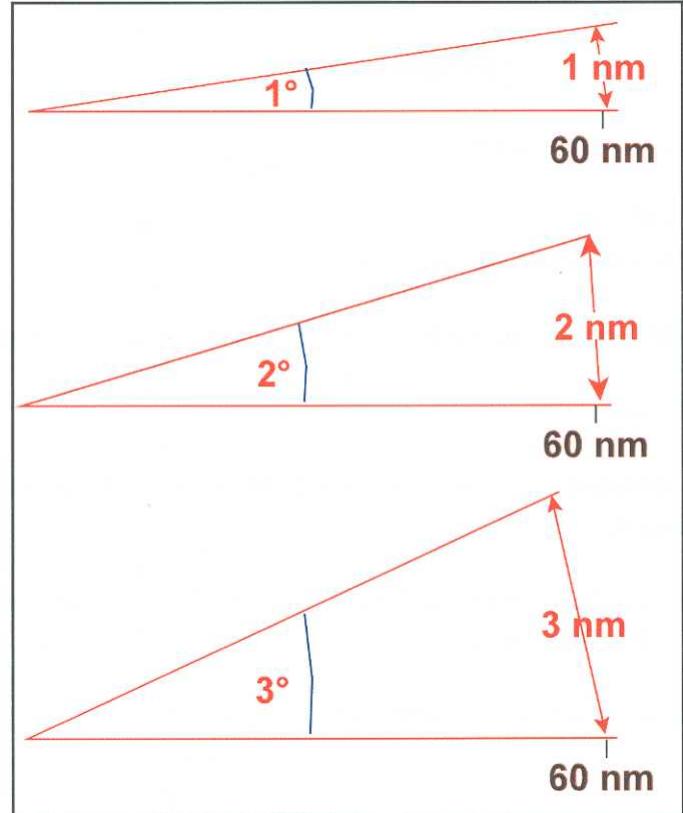
$$X^\circ \text{ ----- } 120 \text{ BİRİM} = 2"X" \text{ BİRİM}$$

$$X^\circ \text{ ----- } 180 \text{ BİRİM} = 3"X" \text{ BİRİM}$$

3. 1:60 KAİDESİ İLE MATEMATİKSEL YAKLAŞMA

“1:60 KAİDESİ” matematiksel yaklaşımada etkili bir şekilde kullanılır. Bu kaide ile süzülüş hattı yüksekliği ve süzülüş/alçalış oranı hesap edilir. Bunun için tangent formülü kullanılır.

$$\tan Z = \frac{\text{Karşı dik kenar}}{\text{Komşu dik kenar}} = \frac{O}{A}$$

Şekil: 9.2**Şekil: 9.3**

Aşağıda iki çizelge dikkate alındığında; birinci çizelgede Z açıları 0° den 20° kadar, ikincisinde ise Z açıları 60° ile çarpılarak hazırlanmıştır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/11
---	--	---	---

Tablo: 9.4 ve 5

Angle Z in degrees	1	2	5	8	10	13	17	20
Tangent (tan)	.017	.035	.087	.141	.176	.231	.306	.364

Kısaca; $Z = 60 \tan Z^\circ$

Angle Z in degrees	1	2	5	8	10	13	17	20
60 Tan Z	1.02	2.10	5.22	8.46	10.56	13.86	18.36	21.84

DİKKAT; 1:60 KAİDESİ 20° DEN BÜYÜK AÇILARDA KULLANILMAZ.**Rotada 1.60 KAİDESİ;**

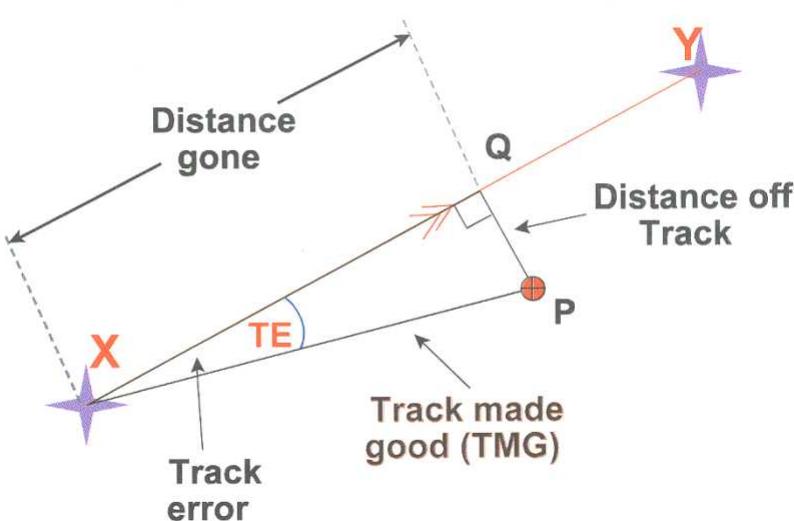
Uçağın X dan Y ucuğu kabul edilirse; uçuş rotasının herhangi bir nedenle P noktasına düştüğü ve rotanın tekrar XY hattında tesisi;

Düşme mesafesi

$$\text{Rota hatasının tan. (TE)} = \frac{\text{Düşme mesafesi} \times 60}{\text{Uçulan mesafe}},$$

Her iki tarafı 60 ile çarparsak;

$$60 \times \tan TE = \frac{\text{Düşme mesafesi} \times 60}{\text{Uçulan mesafe}}$$

(Tablo: 6) **1:60 kuralı; $60 \times \tan TE = TE^\circ$ ($60 \tan Z = Z$), $TE = DO \times$** **Şekil: 9.4**

Örnek: Şekil: 9.5 de bir uçak A noktasında B noktasına uçmaktadır A-B yer mesafesi 78. NM dir. A noktasında 30. NM da pilot 4 NM C noktasında sola düştüğünü tespit etmiştir. Düşme hatası?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi: 24.04.2008
		Sayfa No: 4/11

60/DG

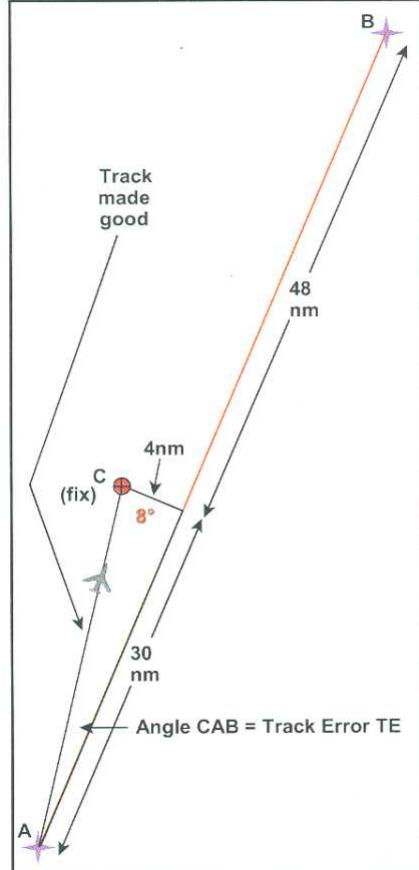
Şekil: 9.5

Düşme mesafesi x 60

$$\text{Düşme hatası (TE)} = \frac{\text{Uçulan Mesafe}}{60}$$

$$\text{TE} = \frac{4 \times 60}{30} = 8^\circ$$

AB hattı planlanan yoldur. AC hattı ise uçulan yoldur (TMG). CAB açısı yol hatasıdır, fakat seyrüsefer burda durmaz bu durumda '3 N' sorusuna cevap verilmelidir.



1. Nerdeyim,
2. Neden Buradayım (eğer yol dışına çıkmışsa),
3. Nasıl hatamı düzeltebilirim.

3 N yöntemi sizi doğru düşünme işlemi konusunda yönlendirecektir. (Daha fazla bilgi, eğitim müfretadının Plotting kısmında mevcuttur). Şimdi son soruyu ele alalım. Seyrüsefer durumunu düzeltmeye ve dönüş noktamızda (TP), yola (WP) geri dönmemiz gerekmektedir. Gerçek uçuşta B ye dönmek için birçok geçerli teknik vardır. Ama teorik bilgi sınavları için 2 seçenek kullanılır (1:60 kurallarına dayanan problemlerle çözebiliriz).

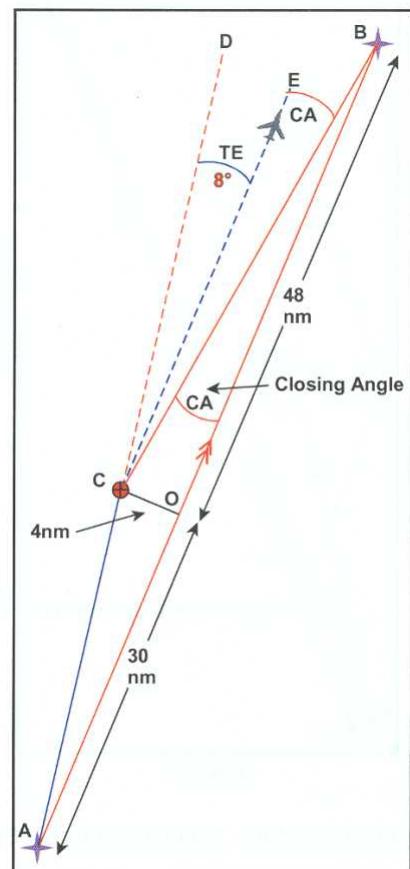
Seçenek 1: Uçuş başımızı TP/ WP (dönüş noktasına veya yol noktasına) çevirmek.

Seçenek 2: Çift yol hatası metodu.

Şekil: 9.6

SEÇENEK 1: UÇUŞ BAŞIMIZI TP/ WP (DÖNÜŞ NOKTASINA VEYA YOL NOKTASINA) ÇEVİRMEK

Bu seçenek aynı zamanda yol hatası veya açı kapatma metodu olarak



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/11
---	--	---	---

da bilinir. Eğer C noktasında bir önlem alınmazsa, uçak yol hatasıyla beraber D noktasında sapmaya (rotadan ayrılmaya) devam edecektir. Sapma yol hatası kadar 8° , C noktasında hemen dönüşe başlayarak durdurabilir (bu örnekte sağa dönmek gerekiyor). Bu durumda uçağın izlediği yol E ye doğru olacaktır. Planlanan AB rotasına paralel olarak, eğer bu manevra yalnız kullanılırsa, başı paralele yola çevirme (A/H/TK) metodu olarak bilinir. Paralel yol manevrası, uçağın rotadan daha fazla ayrılmasını durdurur fakat uçağın B noktasına veya istenilen yöne veya yol noktasına döndüremez. Bunu başarabilmek ve uçağın yola yaklaşmasını sağlamak için daha fazla baş değişikliği yapılmalıdır. Uçağın gereken açıya yakalama açısı (CA), şekilde OBC olarak görünen açıdır (OBC açısı, BEC açısına eşit olduğu görülmektedir). Yakalama açısı (CAD) yol hatası formülüne benzer bir şekilde hesaplanır (gidilen yol değil, gidilecek yol kullanılır) **Şekil: 9.6.**

Kat edilmiş mesafe x 60

Yaklaşma açısı(CA) = -----

Gidilecek mesafe

Bu formülü yukarıdaki örneğe uygularsak (Gidilecek mesafe 48 NM (78-30))

4 x60

Yaklaşma açısı= ----- = 5°

48

B ye ulaşmak için yol hatası (TE) ve yaklaşma açısı (CA) toplanır. $\longrightarrow 8^\circ + 5^\circ = 13^\circ$ sağa (örnekte). Değiştirme başı (A/H) = Yol Hatası (TE) + Yaklaşma açısı (CA) matematiksel olarak:

$$A/H = TE + CA$$

Kat edilmiş mesafe x 60 Kat edilmiş mesafe x 60

Toplam Değiştirme = ----- + ----- = $8^\circ + 5^\circ = 13^\circ$

Gidilen mesafe

Gidilecek mesafe

Örnek: Bir uçak M noktasından N noktasına uçuyor, mesafe 55 NM ise 25 NM sonra uçak yolun 2.5 NM sağına düşmüştür. N ye direk ulaşımak için uçak kaç derecelik bir baş değiştirmesi yapılmalıdır.

2.5 x 60

2.5 x60

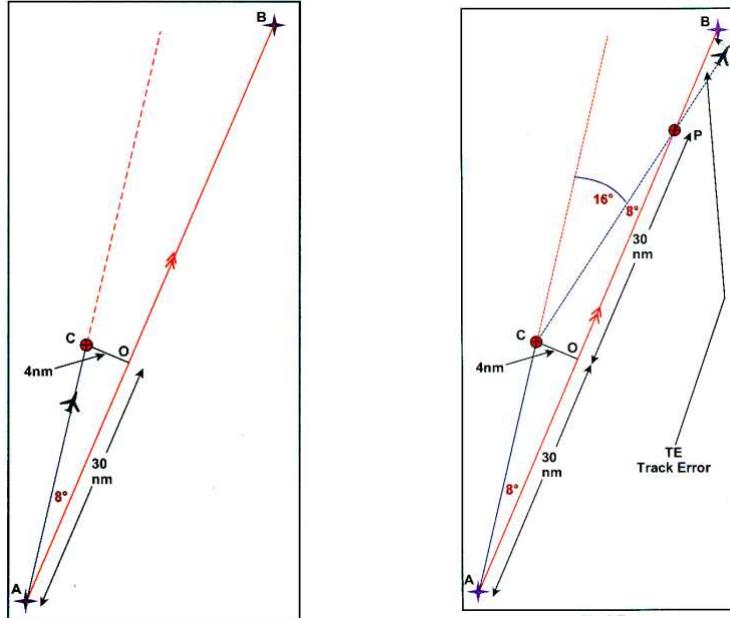
Toplam Değiştirme = ----- + ----- = $6^\circ + 5^\circ = 11^\circ$

2.5

30

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi: 24.04.2008
		Sayfa No: 6/11

SEÇENEK 2 – ÇİFT YOL HATA METODU:



Şekil: 9.7

“Yol hatası / yaklaşma açısı” metodu gidilmek istenen noktaya direkt yaklaşma amacını gütse de yola bir an önce girilmesini sağlamaz. Bazen rotaya çabuk oturmak avantajlı olabilir. Çift yol hatası metodu bu çabuklaştırma metodlarından biridir. Daha önce verdığımız örneğe geri dönersek, A-B arası 78 NM ve dönüş noktası 30 NM sonra 4 NM solda C de uçak 2 x yol hatası, (16° bu örnekte) baş değişikliği yapmalıdır. Uçak şimdi yolu P noktasında önleyecek, planlanmış yola tekrar girebilmek için gereken yaklaşma açısı, yol hatasına eşittir (bu örnekte 8°).

Aşağıda devam eden maddeler dikkate alınmalıdır:

- Uçak C noktasında, rotadan ayrıldığı kadar mesafeye eşit mesafede tekrar yola oturacaktır.
- Tekrar yola oturmak için gereken zaman, C noktasından saparken harcanan zamana eşit olacaktır.
- P noktasında uçak orijinal düzeltme açısının ters istikametinde (8°), yani yol hatası kadar başını değiştirecektir (fakat bu örnekte uçak C noktasında 16° sağa ve P noktasında 8° sola).
- Toplam AP mesafesi = $2 \times 30 = 60$ ve B ye ulaşmak içinde 18 NM dir.
- Bu teknik sadece “fix” pozisyonunda, varyış mesafesinin yarısından daha az ise uygulanır.

Örnek : 90 knt yer hızıyla X den Y ye 60NM mesafeye uçacak bir uçak, Uçak X noktasını saat 09: 40 da terk eder ve saat 09: 56 da yolu 4 NM sağına düşmüştür. Uçulan mesafe 90 knt da 16 dk. = 24 NM

Çift yol hata metodu kullanılarak,

- Yol hatasını,
- Yola tekrar girmek için ne kadar baş değiştirileceğini,
- Yola girildiğinde geçen zamanı,
- Planlanan yola tekrar oturmak için kaç derece baş değiştirileceğini hesaplayın?

Rotadan sapılan mesafe x60

4x60

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 7/11
---	--	---	---

a) Yol hatası = $\frac{\text{Uçulan mesafe}}{24}$, TE = 10° sağa (S)

b) Değiştirilecek baş = $2 \times$ Yol hatası = 20° sola (P)

c) Uçak planlanan rotaya 16 dakikada tekrar oturacaktır ve saat $09 : 56 + 16 = 10 : 12$

d) Planlanan rotaya oturabilmek için uçak 10° sağa baş değiştirmelidir.

1: 60 kuralının diğer uygulamaları

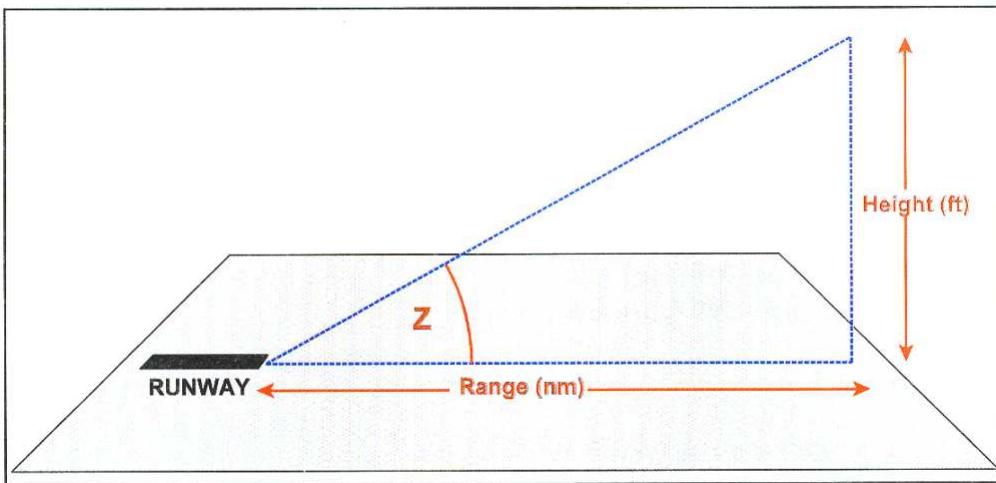
- a) Süzülüş hattında yüksekliğin hesaplanması,
- b) Süzülüş hattını muhafaza edebilmek için alçalma oranını hesaplanması,
- c) Düşük pist eğilimlerinin hesaplanması,
- d) VOR/DME gibi radyo yardımcılarını kullanarak gitmek istenilen yoldan sapiyan mesafenin hesaplanması.

SÜZÜLÜŞ HATTINDA İRTİFA:

Süzülüş hattında irtifanın ana esaslarını anlamak için yol hatası tekniği kullanılabilir. Kolaylık olması için süzülüş eğimi açısı Z° olarak belirlenmiştir. Temel hesap sapması (değişikliği) dikkate alınmayacaktır (Şekil: 9.8).

$$\tan Z = \frac{\text{Yükseklik}}{\text{Mesafe}}, \text{ Her iki taraf } 60 \text{ ile çarpıldığında; } 60 \tan Z^\circ = \frac{\text{Yükseklik} \times 60}{\text{Mesafe}}, \text{ Fakat } 60 \tan Z^\circ = Z^\circ$$

$$\text{Bu yüzden } Z^\circ = \frac{\text{Yükseklik} \times 60}{\text{Mesafe}}, \rightarrow \text{iç, dış çarpımı ile; Yükseklik} = \frac{Z \times \text{mesafe}}{60}$$



Şekil: 9.8

Mesafe normalde deniz mili olarak (NM) yükseklikte feet olarak ölçülür. Mesafe feete çevrilmelidir. NM 6080 feet olmasına rağmen, pilot seyrüsefer tahmin hesabında NM yi 6000 feet olarak alınabilir. Böylece;

$$\text{Yükseklik} = Z \times \frac{\text{mesafe}}{60} \times 6000$$

Bu metotla problemin çözümü kolaylaşır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 8/11
---	--	---	---

Yükseklik (ft) = Açı x 100 x mesafe (NM), Süzülüş hattı açısı x 100 xmil olarak mesafe.

Örnek:

2.5°	süzülüş eğimi	-	250 ft / mil
3°	"	-	300 ft / mil
3.5°	"	-	350 ft / mil
5.5°	"	-	550 ft / mil

Örnek: Pist eşiğine 4 NM mesafede, 3° lik süzülüş eğiminde, irtifa?
Yükseklik (ft) = $3 \times 100 \times 4 = 1200$ ft

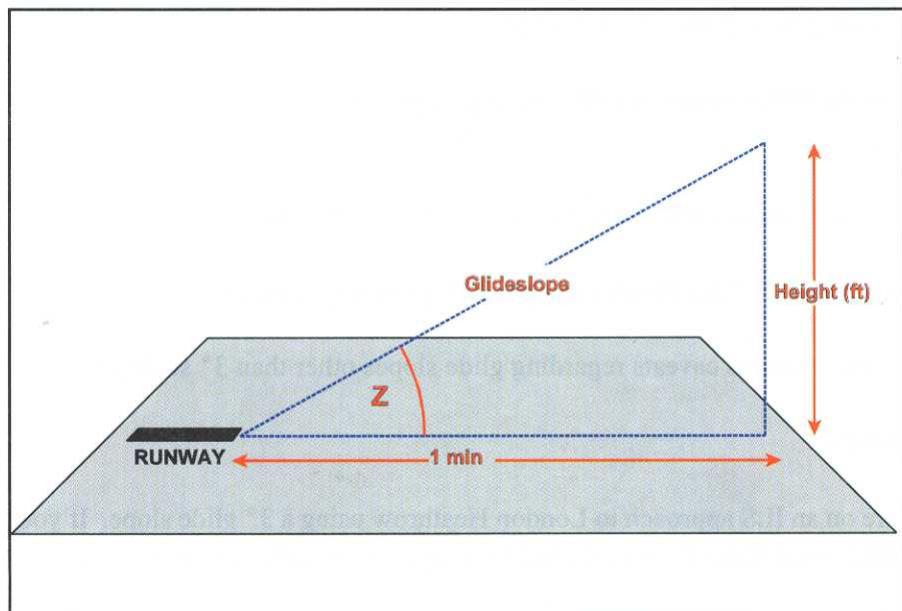
Örnek: Pist eşiğine 3 mil mesafede, 5.5° lik süzülüş eğiminde, irtifa?
Yükseklik (FT) = $5.5 \times 100 \times 3 = 1650$ ft

Not: En yaygın olan 3° lik süzülüş eğimidir. 2.5° lik süzülüş eğimi genellikle yüksek takatlı jetlerin kullandığı askeri meydanlarda kullanılır. Eğer hava alanı yüksek arazi veya binaların yakınında kurulmuşsa 3° den yüksek süzülüş eğiminde kullanılır. Londra şehri son derece dik olan 5.5° lik süzülüş eğimine sahiptir. Bütün problemlerde süzülüş eğimi verilecektir. Yaklaşmanın görerek veya aletli olmasına göre, hesaplanan yüksekliklerinin Radyo S/S sınavlarında yeniden gözden geçirilmesi gerekebilir. Bu konu radyo S/S programında işlenecektir).

ALÇALMA ORANI (ROD)

Sabit bir süratte süzülüş açısını muhafaza etmek için, istenilen alçalma oranı (ROD) 1:60 kuralı kullanılarak bulunabilir.

Burada-ki basit problem uçak pist eşiğinden 1 dakikalık uzaklıktı iken yüksekliğini bulmaktadır. Bütün bunlardan sonra ancak bu yüksekliği 1 dk. içinde kaybetmelidir. 1 dakikalık mesafe, yer süratinin (GS) 60 bölünmesiyle bulunur (Şekil: 9.9).



Şekil: 9.9

Yükseklik formülü uygulanırsa;

$$\text{Alçalma oranı (ROD)} = \text{Açı} \times \frac{100}{60}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 9/11
---	--	---	---

Yukarıdaki formülün bilinen sadeleştirmesi en çok kullanılan szüllüş eğimi için kullanılabilir;

Örnek:

$$\text{ROD} = 3 \times 100 \times \frac{\text{Yer süresi}}{60}$$

ROD = 5 x yer süresi (yalnızca 3°), benzer sadeleştirmeler diğer szüllüş açıları içinde kullanılabilir.

2.5° lik alçalmalar için; yaklaşık olarak "4 x yer süresi" alınır.

Bununla birlikte 3° den farklı szüllüş açılarında tam formülün kullanılması tavsiye edilir.

Szüllüş Hattında Sürat Değişimi;

Pilotlar, sürat değişimini ROD üzerindeki etkisinin hesaplamasını yapmalıdır. İlk olarak, aşağıdaki kurallar uygulanmalıdır;

Szüllüş hattını muhafaza etmek için;

- Sürat ve ROD u azaltın veya,
- Sürat ve ROD u artırın.

Değişim miktarını hesaplamak için;

$$\text{Sürat değişimi} \\ \text{ROD değişimi} = \text{Açı} \times 100 \times \frac{\text{Sürat değişimi}}{60}$$

3° lik szüllüş açılarında formül şöyle sadeleştirilebilir.

ROD değişimi = 5 x sürat değişimi (yalnızca 3° lik szüllüş açılarında).

Örnek 1 : 3° lik szüllüş açısıyla Londra Heathrow meydanında ILS yaklaşmasındasınız. Yer süratiniz 140 kts ise szüllüş açısını muhafaza etmeniz için alçalma oranınız ne olmalıdır. Bu problemde szüllüş hattı açısı 3° olduğu için 5 x yer süresi işlemi uygulanır.

$$\text{ROD} = 5 \times 140 = 700 \text{ ft/dk}$$

Örnek 2 : 5.5° lik szüllüş açısı ve 120 kts yer süresi ile Londra meydanına yaklaşıyorsunuz. Szüllüş açısını muhafaza etmek için gereken alçalma oranı ROD nedir?

$$\text{Yer süresi} \quad 120 \\ \text{ROD} = \text{Açı} \times 100 \times \frac{\text{Yer süresi}}{60} = 5.5 \times 100 \times \frac{120}{60} = 1100 \text{ ft/ dk.}$$

Örnek 3 : Londra Heathrow meydanına 3° lik bir szüllüş açısıyla yaklaşan bir uçak süratini 140 kt dan 120 kts a düşürüyor, szüllüş açısını muhafaza için ROD ne kadar değişiklik yapmak gereklidir.

Sürat azalması = ROD azalması,

Yine yalnızca 3° szüllüş açısında 5 x kuralı uygulanabilir.

$$\text{ROD değişimi} = 5 \times \text{yer süresi değişimi} (\text{yalnız } 3^\circ \text{ için}) = 5 \times 20 = 100 \text{ ft / dk}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 10/11
---	--	---	--

ROD u 100 ft/dk azaltınız (bu sonuç 1. problemle bağlantılıdır ve yeni ROD 600 ft/dk olarak değişecektir).

Örnek 4 : Londra meydanına 5.5° süzülüş açısıyla yaklaşan bir uçak, süratini 120 kt dan 110 kt a düşürüyor. Süzülüş açısını muhafaza için ROD de ne kadar değişiklik yapmak gereklidir?

Sürat azalması = ROD azalması

5.5°lik süzülüş açısı için;

$$\text{Sürat değişimi} \quad 10$$

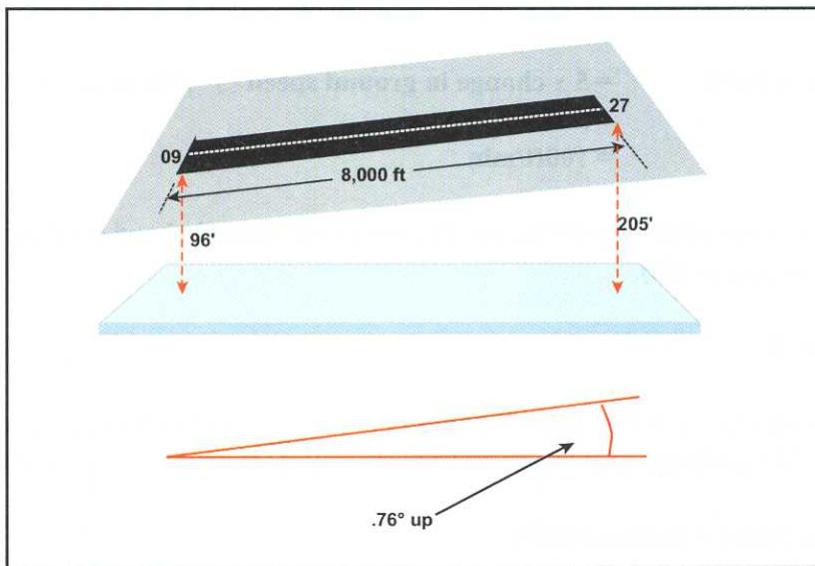
$$\text{ROD değişimi} = \text{Açı} \times 100 \times \frac{1}{60} = 5.5 \times 100 \times \frac{1}{60} = 92 \text{ ft /dk.}$$

Not: Bu sonuç ikinci problem ile bağlantılıdır. Yeni ROD 1008 (1000) ft/dk olarak değişir.

EGİMLER

Şu tip bir problem olabilir:

Meydan uzunluğu 8000 ft olan bir meydan da 09 pist başı yüksekliği 96 ft ve 27 pist başı yüksekliği 205 ft ise 09 pistinin eğimi kaç derecedir (Şekil: 9.10).



Şekil: 9.10

Bu problemi trigonometri kullanarak veya birkaç 1: 60 kuralı kullanılarak çözülebilir. Yol hatası formülü kullanılarak;

$$\text{Yol hatası TE} = \frac{\text{Yükseklik farkı rotadan sapılan mesafe} \times 60}{\text{Pist uzunluğu gidilen mesafe}} = \frac{109 \times 60}{8000} = 0.76^\circ \text{ yukarı doğru}$$

VOR DME PROBLEMLERİ

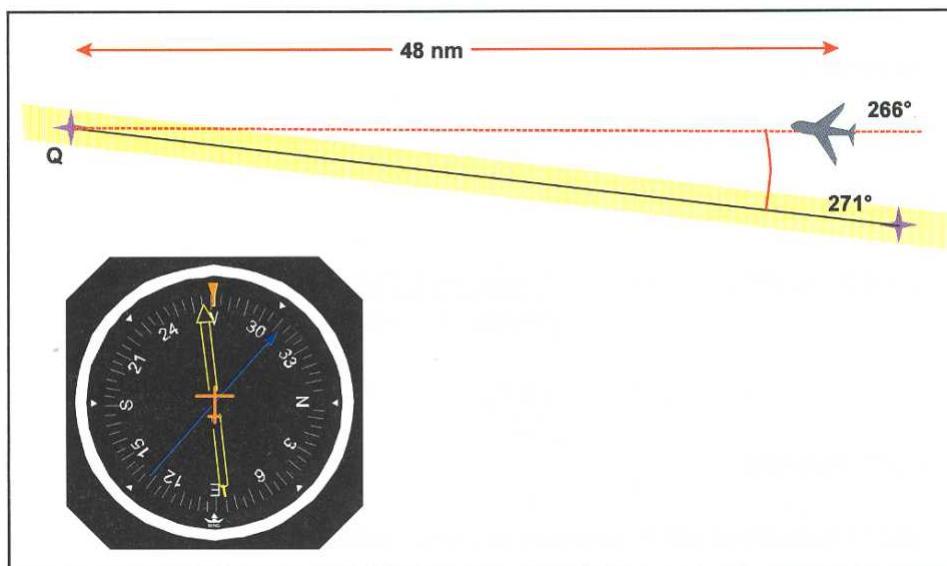
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 11/11
---	--	---	--

Tipik sınav örneği, VOR DME ile "Q" ye uçarken QDM 271°M yolunda olunması gerekikten, radyo manyetik indikatörü Q ye 266° M göstermektedir. Uçuş mesafesi 48 NM olarak gösteriyor. Uçak, hava yolu merkez hattından hangi tarafına ne kadar uzaktır? (Şekil: 11)
Yine yol hata formülünü kullanabiliriz.

$$\text{Yol hatası} = \frac{\text{Merkez hata mesafesi} \times 60}{\text{Gidilen mesafe}}, \quad \text{Formül modifiye edilirse;}$$

$$\text{Hata açısı (TE)} = \frac{\text{Merkez hata mesafesi (DO)} \times 60}{\text{DME mesafesi (DG)}}$$

$$5^\circ = \frac{\text{DO} \times 60}{48} \quad \text{DO} = \frac{5 \times 48}{60} == 4 \text{ NM Merkez hattının sağı}$$



Şekil: 9.11

Not: Merkez hattının dışında, ancak yinede hava yolunda uçuşuyor. Çünkü genelde çoğu hava yolu 10 NM genişliktedir (her iki tarafta 5 nm).

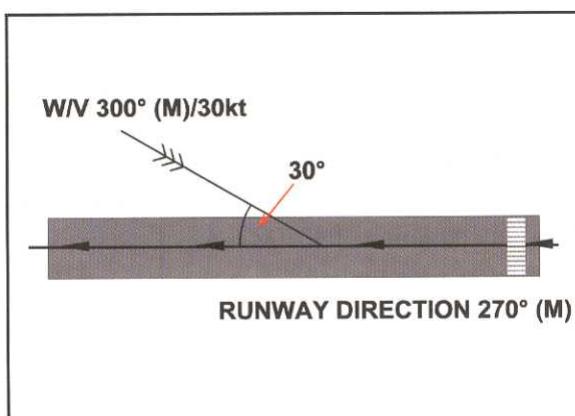
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/6
---	--	---	--

BÖLÜM 10

RÜZGAR BİLEŞENLERİ

10.1 TANIM

Rüzgar, nadiren pist istikameti boyunca eser, çoğu zaman piste yandan eser.

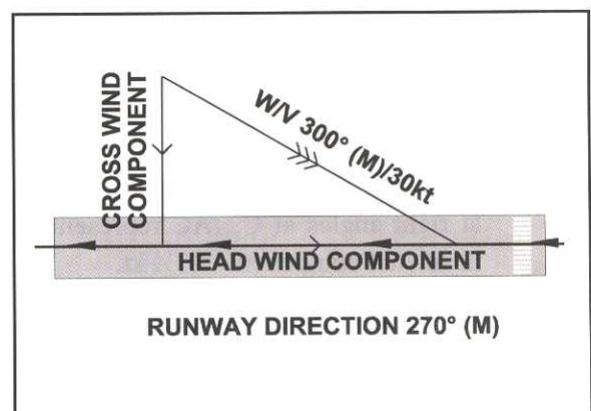


Şekil: 10.1 Rüzgar istikameti ve pist ile münasebeti

10.2 RÜZGAR BİLEŞENLERİ

Şayet rüzgar istikameti ile pist istikameti aynı ise, tüm rüzgar pist istikametinde olacak, yan rüzgar etkisi olmayacağındır.

Şekil: 10.1de pist istikameti 270°, rüzgar W/V= 300°/30K, ikisi arasında 30° gibi bir fark bulunmaktadır. Rüzgar gücünün bir kısmı yandan etki etmektedir. Rüzgar, W/V = 300°/30K olduğundan iki bileşene ayrılacaktır. Biri, pist istikametinden “**baş rüzgarı**”, diğer ise pisti yandan alan “**yan rüzgarı**” bileşenidir. Bu durumda, baş rüzgar bileşeni 26 K, yan rüzgar bileşeni ise 15 K dir. Bir uçak kalkış ve inişlerde, uçuş el kitabımda müsaade edilen yan rüzgar limitleri aşmamalıdır



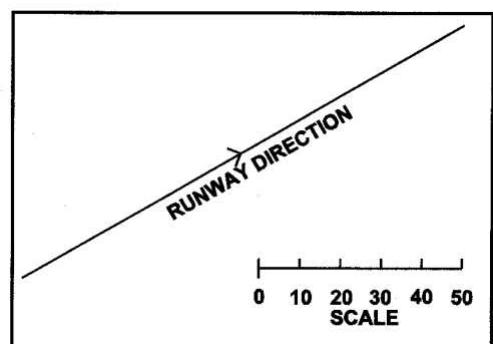
Şekil: 10.2 Rüzgar Bileşenleri

10.3 ÇİZİMLE YAN RÜZGAR DEĞERİNİN TESPİTİ

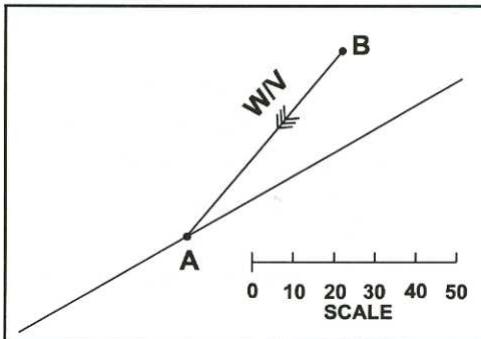
Mikyaslı sağ açılı üçgen çizerek rüzgarın bileşen değerlerini tespit etmek mümkündür. Örnek;

PİST : 060° (M)
WV : 040° (M)/40 kt

Şekil: 10.3



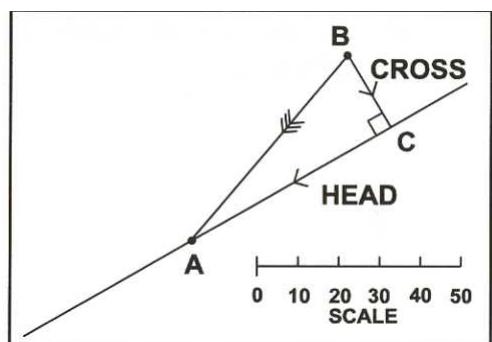
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 Revizyon Tarihi: 24.04.2008 Sayfa No: 2/6
---	--	---



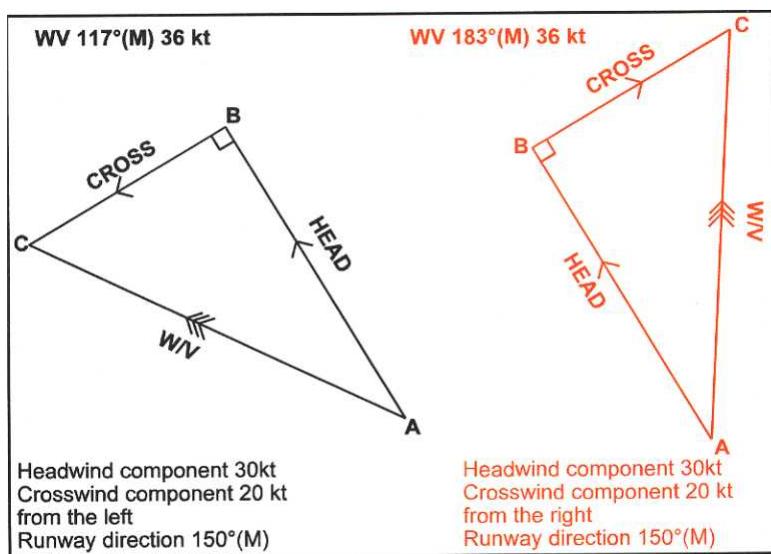
Şekil: 10.4

- a) Pisti temsil edecek 060° (M) istikametli doğru çizilir.
 b) Bu doğrunun ortası işaretlenerek (A), buradan rüzgar istikametini temsil edecek 040° (M) istikametli ikinci bir doğru çizilir. Bu doğrunun uzunluğu (A-B) mikyaslı olarak rüzgar hızını temsil etmelidir.
 c) B noktasından pist doğrusuna çizilen ikinci bir doğru, C noktasını keserek sağ açayı oluşturur. BC doğrusu yan rüzgar bileşeni, AC ise baş rüzgar bileşenini temsil eder. Şayet iki bileşeni de biliniyorsa, rüzgar hızını bulmak oldukça basittir.

Şekil: 10.5



Problemde, Hakiki Hava Hızı (TAS), İstikamet (HDG) ve Rüzgar Hızı (W V) biliniyorsa, Rota (TR) ve Yer Hızı (GS) bulunduğu gibi hesaplanabilir (Şekil: 10.6 da buna ait iki örnek verilmiştir). Her iki durumda da baş rüzgar bileşeni (AB) çizilir. Kalemin ucu kaldırılmadan yan rüzgar bileşeni (BC) çizilir. AC doğrusu W V verecektir.



Şekil: 10.6 Bileşenlerden rüzgar hızının bulunması

10.4 BASIT KOMPUTÜR ÇÖZÜMLERİ

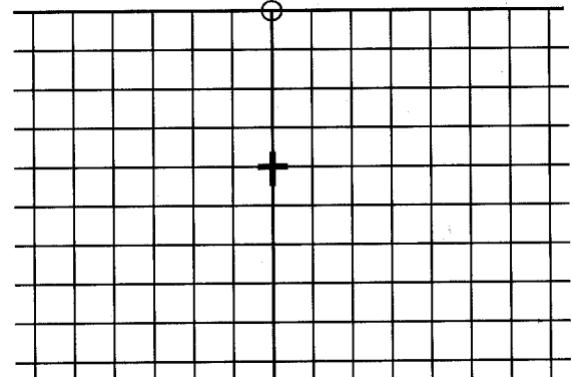
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/6
---	--	---	--

Problemleri çözecek basit komputür problemleri vardır. Bu gibi problemler daha evvelki bölümlerde anlatılmıştır. Bileşenleri bulmak için (verilenler aşağıdadır);

PİST : 060° (M)
WV : 040° (M)/40 kt

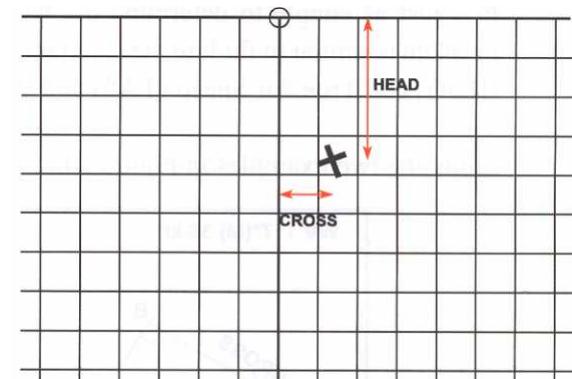
a) Komputürün kayıcı bölümü, kareli kısmında işaretli merkez üste gelecek şekilde rüzgar yön ve hızı işaretlenir (Şekil: 10.7).

Şekil: 10.7



b) Hakiki baş indeksi altına pist istikameti getirilir (60°). Yan Rüzgar sağa kaymaktadır. Baş ve yan rüzgar bileşenlerinin hızı bulunabilir (Şekil: 10.8).

Şekil: 10.8

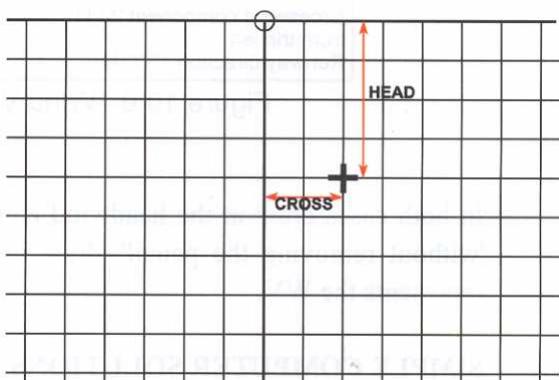


10.5 RÜZGAR HIZININ (W V) BULUNMASI

Şekil: 10.6 daki örnek alındığında;

a) Hakiki baş indeksi altına, pist istikameti (150°) getirilir. 20 kt'lik yan rüzgar soldan sağa işaretlenir. Baş rüzgarının 30 kt, yan rüzgarın 20 kt olduğu görülecektir.

Şekil: 10.7 Protrakta rüzgar bileşenleri



b) Plastik disk, işaret orta hattın altına gelinceye kadar döndürülür. Bu durumda rüzgar hız ve yönü bulunur (117°/36 kt).

Şekil: 10.6 daki ikinci örnekte, yan rüzgarı soldan sağa 20 kt. ve dolayısıyla yan rüzgar orta hattın soluna işaretlenir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/6
---	--	---	--

İstikameti 250° (M) olan bir pistte, 50 kt olan rüzgarın, yan rüzgar limiti 30 kt'den daha büyük olmayan istikameti nedir?

- a) Hakiki indeks altına pist istikameti getirilir, orta hattan rüzgar şiddeti işaretlenir.
- b) Plastik disk saat dönü istikametinde, çapraz 30 kt gösterinceye kadar çevrilir. Bu durumda hakiki indeks altında 214° (M) vardır.
- c) Aynı şekilde plastik disk sola döndürülerek işlem tekrarlanır ve bu işlem sonunda hakiki indeks altında 286° (M) vardır.
- d) Aynı pist için diğer yönlerde, 50 kt 'lık rüzgarın 30 kt 'lık yan rüzgar limitinin geliş istikametleri, 034° (M) – 106° (M) dir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/6
---	--	---	--

NAVIGATION**WIND COMPONENTS****Pilot Navigation/Wind components - Examples****Question 1**

An aircraft is to fly from position M to position N which is 260 nm away. Required track is 150° (M). At 1100 UTC the aircraft is overhead M heading 161° (M).

At 1120 UTC a pinpoint is obtained showing the aircraft to be 7 nm right of planned track and 190 nm from N.

- a) Give the required heading to regain track at 1140 UTC. ($149^\circ M$)
- b) Once track is regained what will be the heading to reach N ?. ($155^\circ M$)
- c) What was the drift experienced between 1100 and 1120 UTC ?. ($5^\circ Port$)

Question 2

At 0100 UTC an aircraft departs position A heading $125^\circ M$ to make good a track of $135^\circ M$ to position B. The distance from A to B is 350 nm and local variation is $10^\circ W$.

At 0120 UTC a pinpoint shows the aircraft to be 10 nm to the left of track and 55 nm from A. What is:

- a) The track error ?. ($11^\circ Port$)
- b) The True TMG ?. ($114^\circ T$)
- c) The actual drift experienced ?. ($1^\circ Port$)
- d) The alteration of heading to fly direct to B ?. ($14^\circ Std$)
- e) The ETA for B ?. (**03.07 Hrs UTC Approx**)

Question 3

An aircraft leaves X heading $075^\circ M$ to make good a track of $085^\circ M$ to point Y which is 170 nm away. After 20 minutes flying at a Doppler GS of 150 kt the pilot receives a QTE from X of 080° . Local variation is $10^\circ W$. If an immediate alteration of heading is made, what is:

- a) The heading required to fly to fly direct to Y ?. (**$068^\circ M$**)
- b) The actual drift experienced ?. ($15^\circ Std$)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/6
---	--	---	--

NAVIGATION**WIND COMPONENTS****Pilot Navigation/Wind components - Examples****Question 1**

An aircraft is to fly from position M to position N which is 260 nm away. Required track is 150° (M). At 1100 UTC the aircraft is overhead M heading 161° (M).

At 1120 UTC a pinpoint is obtained showing the aircraft to be 7 nm right of planned track and 190 nm from N.

- a) Give the required heading to regain track at 1140 UTC. (**$149^\circ M$**)
- b) Once track is regained what will be the heading to reach N ?. (**$155^\circ M$**)
- c) What was the drift experienced between 1100 and 1120 UTC ?. (**$5^\circ Port$**)

Question 2

At 0100 UTC an aircraft departs position A heading $125^\circ M$ to make good a track of $135^\circ M$ to position B. The distance from A to B is 350 nm and local variation is $10^\circ W$.

At 0120 UTC a pinpoint shows the aircraft to be 10 nm to the left of track and 55 nm from A. What is:

- a) The track error ?. (**$11^\circ Port$**)
- b) The True TMG ?. (**$114^\circ T$**)
- c) The actual drift experienced ?. (**$1^\circ Port$**)
- d) The alteration of heading to fly direct to B ?. (**$14^\circ Std$**)
- e) The ETA for B ?. (**$03.07 Hrs UTC Approx$**)

Question 3

An aircraft leaves X heading $075^\circ M$ to make good a track of $085^\circ M$ to point Y which is 170 nm away. After 20 minutes flying at a Doppler GS of 150 kt the pilot receives a QTE from X of 080° . Local variation is $10^\circ W$. If an immediate alteration of heading is made, what is:

- a) The heading required to fly to fly direct to Y ?. (**$068^\circ M$**)
- b) The actual drift experienced ?. (**$15^\circ Std$**)

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/9
---	--	---	--

11. BÖLÜM

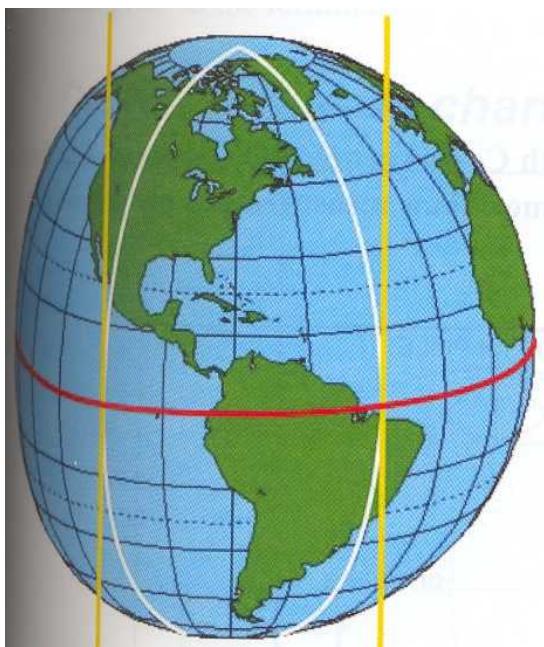
BİRLEŞME (CONVERGENCY)

11.1 GİRİŞ

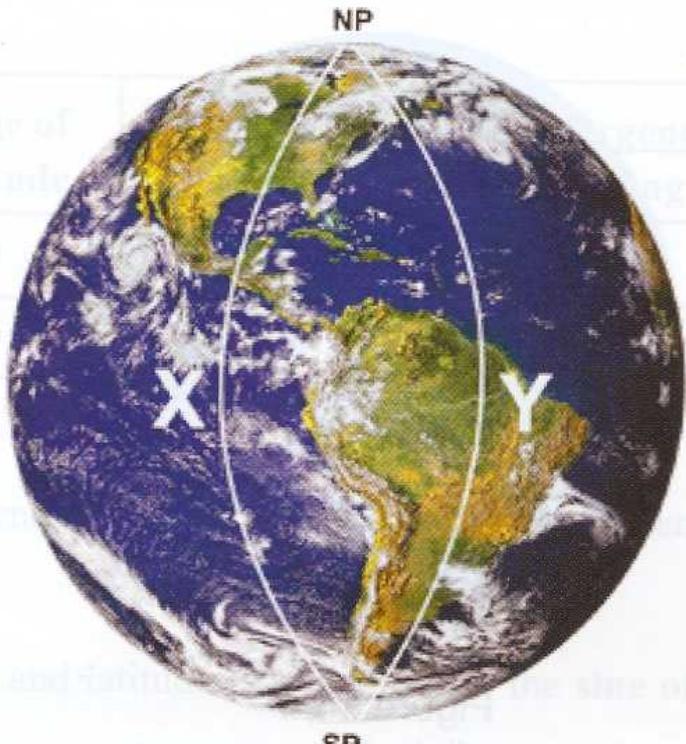
Meridyenler, kutuplarda birleşen büyük yarımdairelerdir. Kutuplara gittikçe birbirine yaklaşan meridyenler (**CONVERGENCE**), kutuptan uzaklaşıkça birbirlerinden de uzaklaşırlar (**DIVERGENCE**).

Şekil 11.1'de meridyenlerin bu özelliği görülmektedir. Kuzey kutbunda kesişen x ve y meridyenleri, ekvatoru kesene kadar birbirinden uzaklaşıırken; ekvatorda birbirlerine pareeldirler. Güney yarımkürede birbirlerine yaklaşmaya devam eden meridyenler, güney kutbunda yeniden birleşirler.

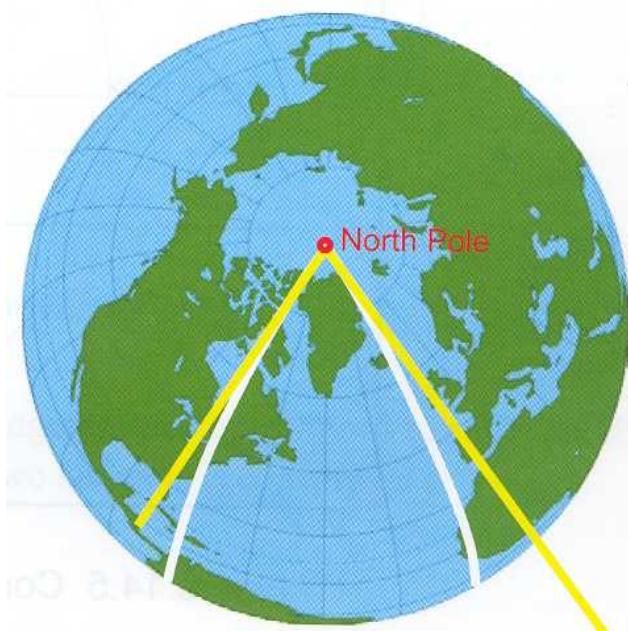
Şekil: 11.1



Şekil: 11.1 Meridyenlerin Birleşme Özelliği

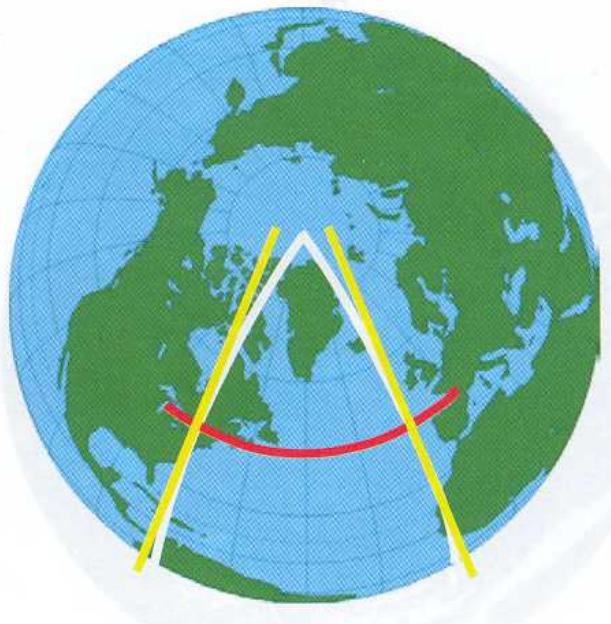


Şekil: 11.2 Ekvatorda Pareel



Şekil: 11.3 Kutupta maksimum Birleşme

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/9
---	--	---	--



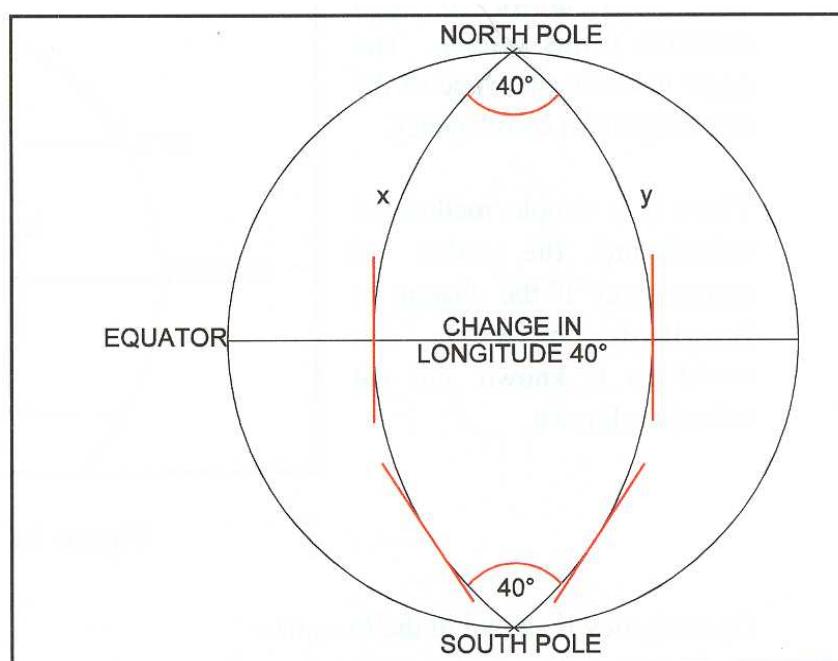
Şekil: 11.3 Orta Birleşme

Şekil: 11.4

Şekilde, seçilen iki meridyen arasındaki boylam değişimi 40° dir. Meridyenler kutupta kesiştiğinde, burada oluşturdukları açı boylam değişimi olan 40° ye eşittir. Birbirlerine paralel hale geldikleri ekvatorda ise aralarındaki açı doğal olarak 0° olacaktır.

11.2 BİRLEŞME AÇISI

Birleşme, belirli bir enlemden ölçülen iki meridyen arasında kalan açı olarak tanımlanabilir. Yukarıdaki örneğe tekrar dönenek olursak, x ve y meridyenlerinin 0° ve 90° enlemlerindeki birleşme açısını şöyle ifade edebiliriz.



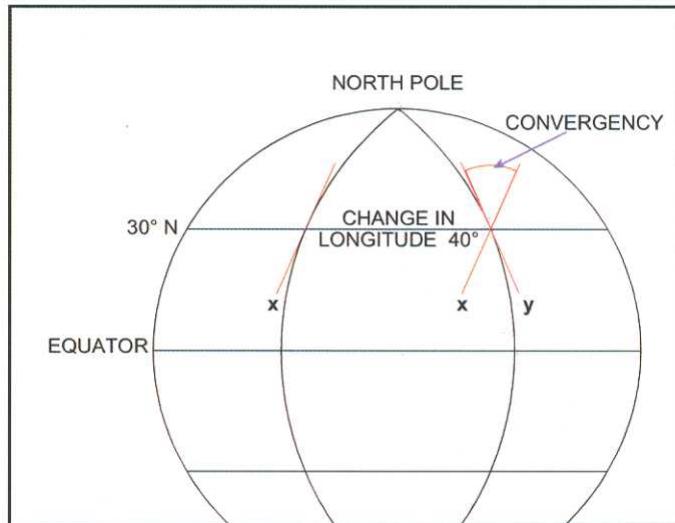
POZİSYON	ENLEM	BOYLAM DEĞİŞİMİ	BİRLEŞME	BİRLEŞME (Ch Long)
ekvator	0° enlemi	40°	0°	0
kutup	90° enlemi	40°	40°	1.0

Buradan, orta enlemlerde aynı meridyenlerin birleşme açılarının 0° ile 40° arasında olduğunu kolaylıkla söylemek mümkündür.

Şekil 11.5'de 30° N enlemi seçilmiş ve aralarında 40° ik boylam değişimi olan iki meridyene teget doğrular çizilmiştir. Bu iki teget doğrunun arasında kalan açı, birleşme açısıdır. Enlem ve seçilen meridyenler arasındaki boylam değişimi bilindiğinde bu yöntem, birleşme açısının hesaplanması oldukça basit bir yoldur. Birleşme açısını formüle edecek olursak;

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/9
---	--	---	--

Birleşmeacısı = Boylam değişimi x sin enlem



Şekil: 11.5

Şekil: 11.5'deki örneğe tekrar dönecek olursak,

$\sin 30^\circ = 0.5$ olduğundan, birleşme açısı $= 40^\circ \times 0.5 = 20^\circ$ olacaktır.

Bu meridyenlerin kutuplardaki ve ekvatordaki birleşme açlarını da aynı yöntemle bulmak mümkündür:

$$90^\circ \text{ enlemi için birleşme açısı} = 40^\circ \times 1 = 40^\circ (\sin 90^\circ = 1)$$

$$30^\circ \text{ enlemi için birleşme açısı} = 40^\circ \times 0.5 = 20^\circ (\sin 30^\circ = 0.5)$$

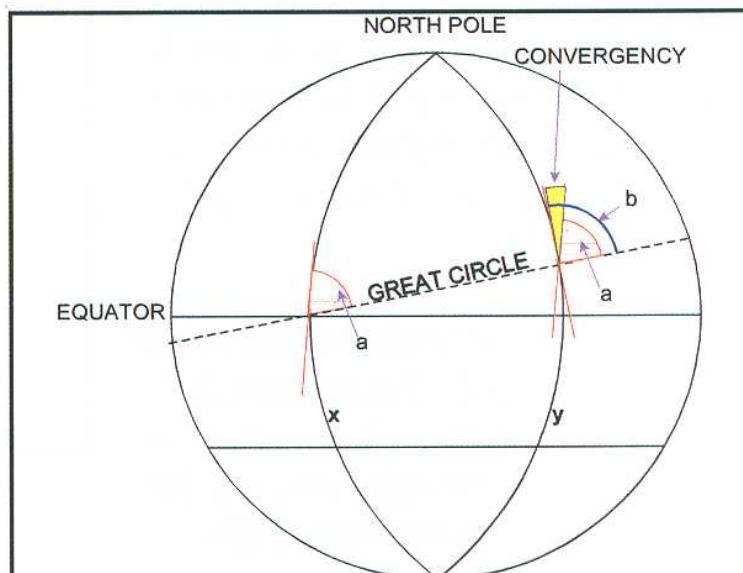
$$0^\circ \text{ enlemi için birleşme açısı} = 40^\circ \times 0 = 0^\circ (\sin 0^\circ = 0)$$

Yukarıdaki formülü uygulayarak tam ve kesin sonuca ulaşmak, ancak meridyenler aynı enlemden seçildiğinde mümkün olur. Enlemler farklı ise, ortalama enlem değeri alınır ve formül şu şekilde kullanılır:

Birleşmeacısı = Boylam değişimi x sin ortalama enlem

Şekil: 11.6

Birleşmeacısı, belirli bir enlemden ölçülen iki meridyen arasında kalan açı olduğundan, meridyenler ve ekvator dışında kalan büyük dairelerin yönünün sürekli değiştiği görülür. Yani seçilen iki meridyendeki büyük daire yönleri farklılık gösterir. Bu farklılık, meridyenler arasındaki birleşme açısına eşittir.



Şekil 11.6'ta, x ve y meridyenlerini kesen bir büyük daire görülmektedir. Öncelikle, büyük dairenin meridyenleri kestiği noktalara teget birer doğru çizilir. Büyük dairenin x meridyenindeki yönü "a", y

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/9
---	--	---	--

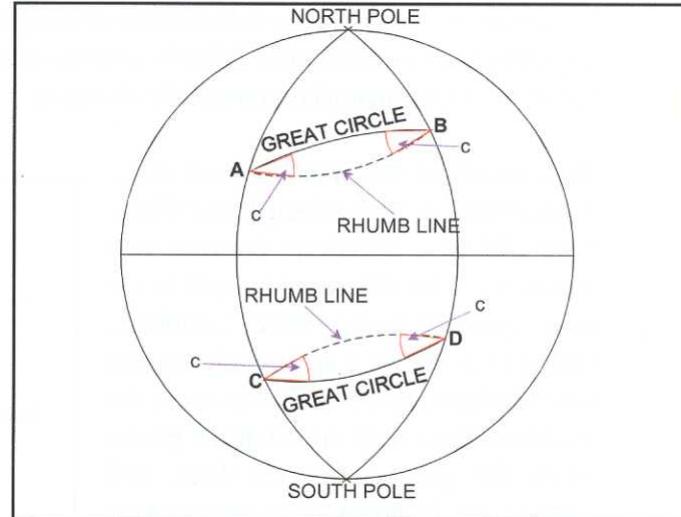
meridyenindeki yönü ise "b" açısı ile ifade edilir. b ile a açısının farkı birleşmeaçısıdır. Yani birleşme açısı, her meridyenden ölçülen büyük daire yönleri arasındaki farka eşittir.

11.3 DEĞİŞİM AÇISI

Değişim açısı; belirli iki noktada birleşen büyük daire yönü ile kerte hattı arasındaki farktır. Şekil 11.7'de Kuzey Yarımkürede A ve B noktalarında, Güney Yarımkürede ise C ve D noktalarında birleşen büyük daire ve kerte hatları gösterilmiştir. A noktasındaki açı B noktasındaki açıya; C noktasındaki açı da D noktasındaki açıya eşittir.

Şekil: 11.7

Üzerinde durulması gereken bir başka nokta, değişim açısının birleşme açısının yarısına eşit olduğudur. Örneğin, A ve B noktalarının bulunduğu meridyenler arasındaki birleşmeaçısı 50° ise, değişim açısı 25° olacaktır. A ve B noktaları arasındaki kerte hattı yönünün 075° olduğunu varsayırsak; değişim açısı 25° olduğundan A noktasındaki büyük daire yönü 50° ve B noktasında büyük daire yönü 100° olacaktır.



Radyo dalgaları, dünya yüzeyinde büyük daire hatları ile yayılırlar. S/S kolaylığı sağlama bakımından, büyük daire yönleri kerte hattı yönlerine çevrilerek kullanılır. Bunu yaparken değişim açısından yararlanılır. Değişim açısı, birleşmeaçısının yarısına eşit olduğundan şu formül kullanılabilir:

$$DA = \frac{\text{boylam değişimi}}{2} \times \sin \text{ortalama enlem}$$

11.4 BÜYÜK DAİRENİN YÖNÜ

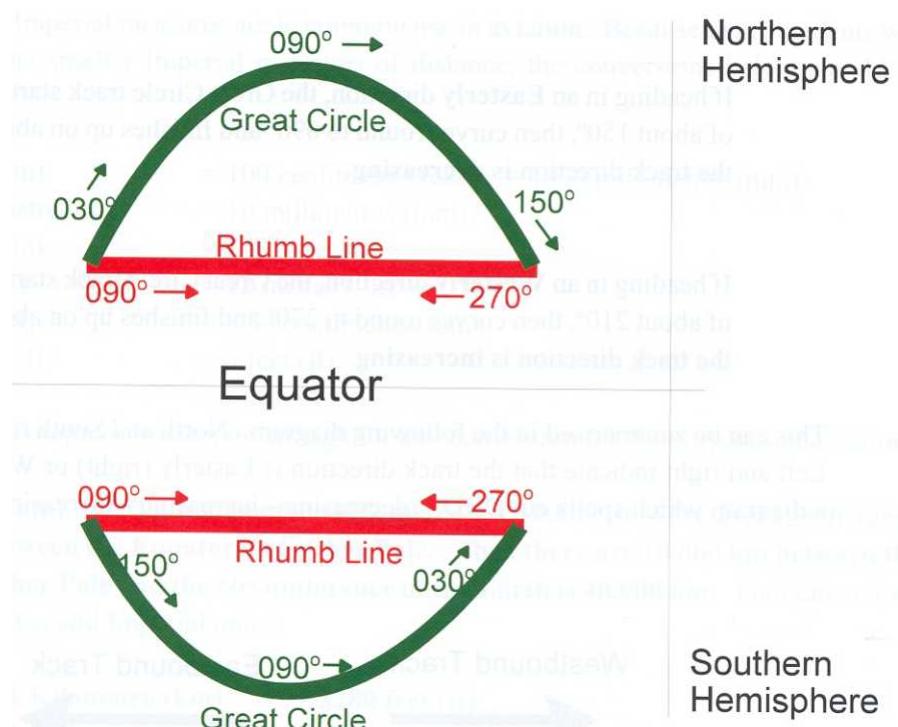
Yer yüzünde büyük dairenin yönü değişir ve devamlı kutba doğru yaklaşır. Şekil: 11.8 de MERCATOR HARİTA da, biri kuzey yarı kürede (50°N ve 50°S civarında) yönü doğudan batıya, digeri ise güney yarı kürede yönü batıdan doğuya 2 Rhumb yay ve iki büyük daire yayı görülmektedir.

Kuzey Yarı Kürede, büyük dairenin yönü soldan sağa ve rhumb hattının yönü ise 090° dir.

Şayet uçuş yönü doğulu ise, genelde büyük dairenin yönü 030° civarındadır. Daha sonra 090° doğu eğri yaparak 150° döner, yani istikametin açısal değeri büyür.

Şayet uçuş yönü batılı ise, genelde büyük dairenin yönü 330° civarındadır. Daha sonra 270° doğu eğri yaparak 210° döner, yani istikametin açısal değeri küçülür.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/9
---	--	---	--

**Şekil: 11.8**

Yarı Kürede, büyük dairenin yönü soldan sağa ve rhumb hattının yönü ise 090° dir.

Şayet uçuş yönü doğulu ise, genelde büyük dairenin yönü 150° civarındadır. Daha sonra 090° doğru eğri yaparak 030° döner, yani istikametin açısal değeri büyür.

Şayet uçuş yönü batılı ise, genelde büyük dairenin yönü 210° civarındadır. Daha sonra 270° doğru eğri yaparak 330° döner, yani istikametin açısal değeri küçülür.

Şekil: 11.9

Şekil: 11.9 da, büyük dairenin Yönü özetlenmektedir.

KUZEYDE;

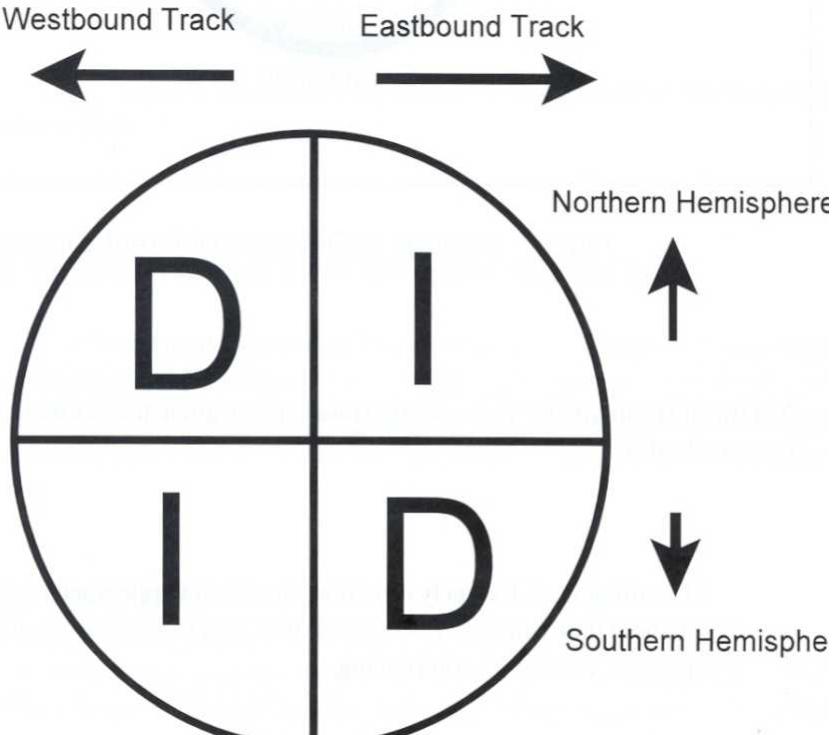
DOĞULU: Küçülüyor-büyüyor.
BATILI : Büyüyor-küçülüyor.

GÜNEYDE;

DOĞULU: Büyüyor-küçülüyor.
BATILI : Küçülüyor-büyüyor.

ÖRNEK SORULAR - 1

- B noktası koordinatları: 5000 N 01000 E



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/9
---	--	---	--

A noktası koordinatları: 4000 N 00200 W

A'dan B'ye olan büyük daire yönü = 060° T
B'den A'ya olan büyük daire yönü = ?

($\sin 45^\circ = 0.71$, $\cos 45^\circ = 0.71$, $\tan 45^\circ = 1.00$)

2. C noktası koordinatları = 3600 N 01500 E
 D noktası enlemi = 4200 N
 C'den D'ye olan büyük daire yönü = 300° T
 D noktasındaki büyük daire yönü = 295° T

a) D'nin boylamı nedir?

($\sin 39^\circ = 0.63$, $\cos 39^\circ = 0.78$, $\tan 39^\circ = 0.81$)

b) 01100 E boylamındaki büyük daire yönü yaklaşıklık nedir?

3. F noktasından E noktasına olan büyük daire yönü 090° T ve E noktasından F noktasına olan büyük daire yönü 265° T'dir. **E ve F noktaları hangi yarımkürededir?**
4. G noktasının koordinatları = 4500 S 17400 E
 H noktasının koordinatları = 4000 S 17000 W
 H noktasından G noktasına olan büyük daire yönü 250° T olduğuna göre, **G'den H'ye olan büyük daire yönü nedir?**

5. a) J noktasının koordinatları = 5812 N 00400 W
 K noktasının koordinatları = 5812 N 00600 E
J ve K noktaları arasındaki birleşmeacısı değeri nedir?

b) J'den K'ye olan kerte hattı yönü nedir?

c) K'den J'ye olan büyük daire yönü nedir?

($\sin 58^\circ 12' = 0.85$, $\cos 58^\circ 12' = 0.53$, $\cot 58^\circ 12' = 0.62$)

ÖRNEK SORULAR – 2

($\sin 30^\circ = 0.5$, $\cos 30^\circ = 0.87$, $\tan 30^\circ = 0.58$)

1. Güney yarımkürede bulunan M ve N noktaları arasındaki meridyen birleşmeacısı 12° dir. M noktasından N noktasına olan kerte hattı yönü 249° T ise,

- a) M noktasından N noktasına olan büyük daire yönü,
 b) N noktasından M noktasına olan büyük daire yönü nedir?**

2. A noktasının koordinatları = $30^\circ 00' S$ $165^\circ 00' E$
 B noktasının enlemi = $30^\circ 00' S$

A noktasından B noktasına olan büyük daire yönü 100° T olduğuna göre,

- a) B noktasından A noktasına olan büyük daire yönü ve
 b) B noktasının bulunduğu boylam nedir?**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 7/9
---	--	---	--

3. D noktasının koordinatları = $30^{\circ} 00' N$ $179^{\circ} 00' W$
 D noktasından C noktasına olan kerte hattı yönü = $090^{\circ} T$
 C noktasından D noktasına olan büyük daire yönü = $287^{\circ} T$
- a) D'den C'ye olan büyük daire yönü nedir?
 b) C noktasının bulunduğu enlem ve boylam yaklaşık olarak nedir?
4. E noktasının koordinatları = $27^{\circ} 00' N$ $08^{\circ} 00' W$
 F noktasının boylamı = $24^{\circ} 00' E$
 E noktasından F noktasına olan büyük daire yönü = $08^{\circ} 00' E$ üzerinde ve $084^{\circ} T$ olduğuna göre,
 a) E'den F'ye olan büyük daire yönünün E noktasındaki değeri nedir?
 b) F'nin bulunduğu enlem yaklaşık olarak nedir?

BIRLEŞMEVE DEĞİŞİM AÇILARI İLE İLGİLİ ÖRNEK SORULAR

1. A noktasından B noktasına olan büyük daire yolu A noktasında $227^{\circ} T$ ve B noktasında $225^{\circ} T$ olarak ölçülmüştür. **A ve B noktalarının meridyen birleşme açısını ve bu noktaların hangi yarımkürede olduğunu bulunuz?**
2. Güney yarımkürede bulunan M ve N noktalarının bulunduğu meridyenlerin birleşme açısı 12° dir. M noktasından N noktasına olan kerte hattı yolu $249^{\circ} T$ olduğuna göre,
- a) M'den N'ye olan büyük daire yönü ve
 b) N'den M'ye olan büyük daire yönü ne olmalıdır?
3. a) İki meridyen arasındaki birleşmeacısı hangi enlemede, $20^{\circ} N$ enlemindeki birleşme açısının iki katı olur?
 b) Birleşmeacısının $20^{\circ} N$ enlemindeki birleşme açısının üç katı olduğu bir enlem var mıdır?
4. Uçağın bulunduğu nokta = $42^{\circ} 00' S$ $153^{\circ} 30' E$
 Uçağın başı = $308^{\circ} M$
 Lokal varyasyon = $15^{\circ} E$
 NDB istasyonu = $43^{\circ} 00' S$ $147^{\circ} 30' E$
 NDB ist. lokal varyasyon = $12^{\circ} E$
 İstasyona olan nispi kerteriz = 291°
- a) Merkator harita üzerinde NDB istasyonundan çizilen kerteriz ne olmalıdır?
 b) NDB istasyonunun bulunduğu noktada bir de VOR istasyonu olduğu varsayılırsa ADF kerterizi alındığında okunacak RMI değeri ne olmalıdır?
5. a) A ve B noktaları aynı yarımkürede bulunmaktadır. B'den A'ya olan büyük daire yönü $268^{\circ} T$ ve B'dan B'ye olan büyük daire yönü $092^{\circ} T$ 'dir.
- i) A ve B hangi yarımkürede bulunmaktadır?
 ii) A'dan B'ye olan kerte hattı yönü nedir?
- b) C ve D noktaları aynı yarımkürede bulunmaktadır. C'den D'ye olan büyük daire yönü $063^{\circ} T$ ve D'dan C'ye olan kerte hattı yönü $240^{\circ} T$ 'dir.
- i) C ve D hangi yarımkürede bulunmaktadır?
 ii) D'den B'ye olan büyük daire yönü yaklaşık kaçtır?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 8/9
---	--	---	--

6. X noktasının koordinatları = $64^{\circ}00'S\ 11^{\circ}50'W$

Y noktasının koordinatları = $64^{\circ}00'S\ 05^{\circ}10'W$

Bu verilere göre aşağıdakileri bulunuz:

- a) X ve Y meridyenleri arasındaki birleşme açısı değeri?
- b) Y'den X'e olan yaklaşık büyük daire yönü?
- c) X'den Y'ye olan kerte hattı yönü?

7. a) A noktasının koordinatları = $55^{\circ}30'N\ 04^{\circ}35'W$
B noktasının koordinatları = $64^{\circ}00'N\ 22^{\circ}37'W$

A ve B arasındaki birleşme açısını hesaplayınız.

b) A'dan B'ye olan kerte hattı yönü $313^{\circ}T$ ise B'den A'ya olan büyük daire yönü yaklaşık olarak nedir?

8. Aşağıdaki tabloda boş yerleri tamamlayınız:

Uçaktan NDB ist.na olan GC yönü	Yarımküre (N/S)	Boylam değişimi	Ortalama enlem	CA (Değişim açısı)	İst.dan uçağa olan kerte hattı yönü
$092^{\circ}T$		4°			$273^{\circ}T$
$270^{\circ}T$			60°		$093^{\circ}T$
	S	10.6°		5°	$258^{\circ}T$
	N		40°	2°	$085^{\circ}T$

9. B noktasından A noktasına olan büyük daire yönü $245^{\circ}T$ ve A noktasından B noktasına olan kerte hattı yönü $060^{\circ}T$ 'dir. A ve B arasındaki ortalama enlem 53° ve B noktasının bulunduğu boylam $02^{\circ}15'E$ olduğuna göre, A'nın bulunduğu boylam nedir?

10. Her ikisi de Güney Yarımkürede bulunan A ve B noktalarının meridyen birleşme açısı 8° ve A'dan B'ye olan büyük daire yönü $094^{\circ}T$ 'dir. B noktasının koordinatları $23^{\circ}00'N\ 20^{\circ}00'W$ olduğuna göre A noktasının koordinatları nedir?

CEVAPLAR:

(ÖRNEK SORULAR –1)

1. $248.5^{\circ}T$
2. a) $7^{\circ}E$
b) $297.5^{\circ}T$
3. Güney Yarımküre
4. $081^{\circ}T$
5. a) 8.5°
b) $090^{\circ}T$
c) $274^{\circ}T$

(ÖRNEK SORULAR –2)

1. a) $243^{\circ}T$
b) $075^{\circ}T$
2. a) $260^{\circ}T$
b) $155^{\circ}W$
3. a) $073^{\circ}T$
b) $30^{\circ}N\ 111^{\circ}W$
4. a) $076^{\circ}T$
b) $33^{\circ}N$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 9/9
---	--	---	--

(BIRLEŞME VE DEĞİŞİM AÇILARI İLE İLGİLİ ÖRNEK SORULAR)

1. Birleşme açısı = 2° ve Kuzey Yarımküre
2. a) 243° T
b) 075°
3. a) 43° N
b) Hayır, çünkü bu değer boylam değişiminden büyük olacaktır.
4. a) 076° T
b) 246° M radyali inbound
5. a) i) Güney Yarımküre
ii) 090° T (A ve B noktaları aynı yarımkürede olduğundan)
b) i) Güney Yarımküre
ii) 237° T
6. a) 6°
b) 267° T
c) 090° T
7. a) 15.5° (16 olarak kabul edilebilir.),
b) 125° T

8.

Uçaktan NDB ist.na olan GC yönü	Yarımküre (N/S)	Boylam değişimi	Ortalama enlem	CA (Değişim açısı)	İst.dan uçağa olan kerte hattı yönü
092° T	N	4°	$30^{\circ} N$	1°	273° T
270° T	S	7°	60°	3°	093° T
083° T	S	10.6°	$70^{\circ} 30'S$	5°	258° T
267° T	N	6.2°	40°	2°	085° T

9. $010^{\circ} 15'W$ 10. A noktasının koordinatları: $23^{\circ} 00'N$ $040^{\circ} 30'W$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/5
---	--	---	--

12. BÖLÜM

AYRILIS

12.1 TANIM

Ayrılma mesafesi, belirli bir enlemede yer alan iki meridyen arasındaki uzaklık olup deniz mili olarak ifade edilir. Bu mesafe, 1 derecelik boylam değişiminin 60 dakikalık bir yaya eşit olduğu ekvatorda maksimum; meridyenlerin birbirini kestiği kutup noktalarında ise sıfırdır.

Boylam değişimi, D. Long. (Boylam farklılığı) olarak ifade edilir. Ayrılma mesafesi ise enlemin kosinüsüne göre değişir ve şu formülle ifade edilir;

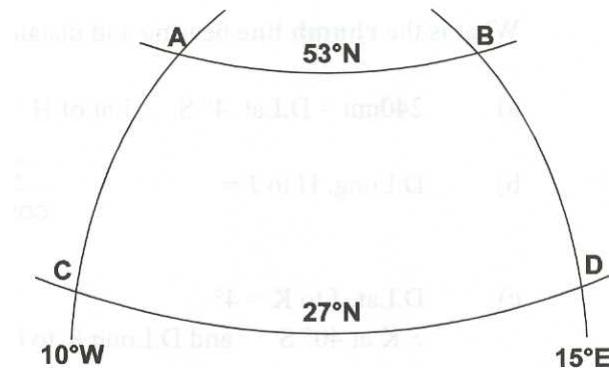
$$\text{Ayrılma (nm)} = \text{Boylam değişimi (dakika)} \times \cos \text{enlem}$$

Bu mesafe bir paralel boyunca ölçüldüğünden her zaman kerte hattı mesafesine eşittir.

Örnek 1:

- A: 53° N 10° W
- B: 53° N 15° E
- C: 27° N 10° W
- D: 27° N 15° E

- A noktasından B noktasına olan kerte hattı mesafesi nedir?
- D noktasından C noktasına olan ayrılma mesafesini hesaplayın?



Şekil: 12.1

Not: 1. D. long (boylam farklılığı) her iki enlemede de $53^\circ \text{N} - 27^\circ \text{N} = 25^\circ$, yani; $60 \times 25 = 1500$ dakikalık arktır.

- Mesafe $= 1500 \cos 53^\circ = 902.7 \text{ nm}$.
- Ayrılış $= 1500 \cos 27^\circ = 1336.5 \text{ nm}$.

$$53^\circ \text{ N D. Long} = \frac{\text{Ayrılış } 53^\circ}{\cosine 53^\circ}$$

$$27^\circ \text{ N D. Long} = \frac{\text{Ayrılış } 27^\circ}{\cos 27^\circ}$$

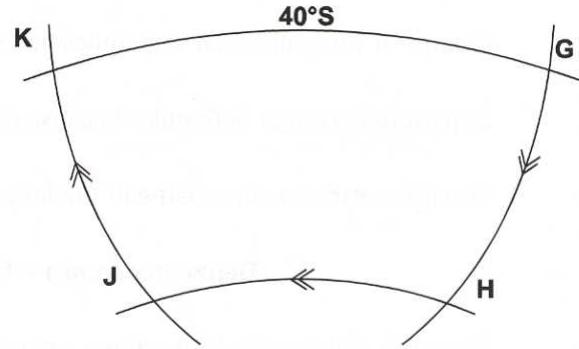
$$\text{Oranla: } \text{ayrılış } 27^\circ \text{ N} = \frac{\text{Ayrılış } 53^\circ \cos 27^\circ}{\cos 53^\circ} = 1336.5 \text{ nm}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/5
---	--	---	--

Örnek 2:

Bir uçak, 40° S enlemindeki G noktasından başlayarak aşağıdaki kerte hattı yön ve mesafelerini uçmuştur. G noktasından K noktasına olan kerte hattı bearingi ve mesafesi nedir?

- G' den H' ye : 180° T 240 nm
H' den J' ye : 270° T 240 nm
J' den K' ye : 000° T 240 nm.

**Şekil: 12.2**

“G” den “K” ya olan kerte hattı açısı ve mesafesi nedir?

a. “G” den “H” ye; $240 : 60 = 4^{\circ}$, 40° S + 4° = 44° S

b. “H” den “J” d. Lat. = $\frac{240}{\cos 44^{\circ}}$

c. “J” den “K” ya = 4° , $44^{\circ} - 4^{\circ} = 40^{\circ}$

d. K'den G'ye olan mesafe = $\frac{240 \cos 40^{\circ}}{\cos 44^{\circ}} = 255.58$ nm.

e. Kerte hattı bearingi = 270° T

Örnek 3:

Hangi enlemede $44^{\circ}11'$ lik boylam değişimi 2000 nm.lık bir ayrılmaya eşittir?

$$44^{\circ} 11' = 2651 \text{ dakika } (44 \times 60 = 2640 + 11 = 2651)$$

$$\begin{aligned} \cos \text{enlem} &= \text{Ayrılma / Boylam değişimi} \\ &= 2000 / 2651 \\ &= 0.7544 \\ &= 41^{\circ} \text{ S veya N enlemi} \end{aligned}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/5
---	--	---	--

GENEL S/S ÖRNEK SORULAR

1. $48^{\circ}00'N\ 04^{\circ}00'W$ koordinatlarında bulunan A noktasından, $48^{\circ}00'N\ 02^{\circ}27'E$ koordinatlarında bulunan B noktasına bir uçuş yapılacaktır. Mesafeyi bulunuz.

2. Bir uçak, $36^{\circ}00'N\ 174^{\circ}45'E$ koordinatlarında bulunan C noktasından $090^{\circ}T$ yönünde kerte hattı boyunca 100 nm. mesafe uçarak D noktasına geliyor. D noktasının bulunduğu boylam nedir?

3. $50^{\circ}N$ enleminde bulunan E noktasından başlamak üzere, aşağıda verilen kerte hattı yolları ve mesafeleri uçuluyor. E noktasından H noktasına olan kerte hattı bearingi ve mesafesini bulunuz.

$$E-F = 000^{\circ}T \quad 300 \text{ nm}$$

$$F-G = 090^{\circ}T \quad 300 \text{ nm}$$

$$G-H = 180^{\circ}T \quad 300 \text{ nm.}$$

4. $80^{\circ}S$ enlemi üzerinde, $176^{\circ}15'W$ noktasından $179^{\circ}45'E$ noktasına olan yön ve mesafe nedir?

5. Hangi enlemede, $44^{\circ}10'$ lik boylam farklığı 2295 nm. ayrılma mesafesine eşittir?

6. Bir uçak $36^{\circ}00'S\ 130^{\circ}14'E$ koordinatlarındaki J noktasından 0946 GMT'de ayrılıyor ve aşağıdaki verilerde uçuyor. Uçak saat 1004 GMT'de nerede olur?

Kerte hattı yönü: 270°

Uçuş seviyesi: FL 100

Sıcaklık: 0°

Mach no: 0.81

Rüzgar: 35 kt.arka

7. a) i) İki nokta arasındaki ayrılma mesafesi hangi enlemede boylam farkına eşit olur?

ii) İki nokta arasındaki ayrılma mesafesi hangi enlemede boylam farkının yarısına eşit olur?

b) 52° enleminde,

i) $136^{\circ}16'W$ ve $43^{\circ}44'E$ meridyenleri arasındaki ayrılma mesafesi nedir?

ii) Bu noktalar arasındaki en kısa mesafe nedir?

8. Bir uçak $37^{\circ}S$ enleminde bulunan L noktasından ayrılarak aşağıdaki yol ve hızlarla uçuyor.

$$L-M: 270^{\circ}T \quad 310 \text{ kt.}$$

$$M-N: 180^{\circ}T \quad 280 \text{ kt.}$$

$$N-P: 090^{\circ}T \quad 250 \text{ kt.}$$

P, L' nin güneyinde bulunuyor.

Uçak, L' den ayrıldıktan 80 dakika sonra M' ye ulaşıyor.

Uçak, N' den ayrıldıktan 93.5 dakika sonra P' ye ulaşıyor.

M noktasından N noktasına olan süre ve mesafeyi hesaplayınız.

9. Q uçağı $46^{\circ}N$ enleminde, 310 kt. hızla, 10 meridyen katediyor. R uçağı da aynı meridyenler arası Q uçağı ile aynı zamanda ve 364 kt. hızla uçuyor. R uçağı hangi enlemede uçmaktadır?

10. S uçağı, $36^{\circ}N\ 10^{\circ}E$ noktasından saat 1522'de ayrılarak 470 kt. hızla $090^{\circ}T$ kerte hattında uçuyor ve $13^{\circ}E$ meridyenine ulaşıyor. Ardından $180^{\circ}T$ yoluna dönerken 460 kt. hızla devam ediyor. T uçağı ise, $30^{\circ}N\ 10^{\circ}E$ noktasından saat 1522'de ayrılarak $090^{\circ}T$ kerte hattında 150 kt. hızla uçuyor.

a) $30^{\circ}N\ 13^{\circ}E$ noktasına önce hangi uçak ulaşır?

b) $30^{\circ}N\ 13^{\circ}E$ noktasına ne zaman ulaşılır?

c) Bu zamanda diğer uçağın yeri neresidir?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/5
---	--	---	--

CEVAPLAR:

1. Meridyen değişimi $6^{\circ}27'$ = 387 dakika
 Mesafe = $387 \times \cos 48^{\circ}$
 = 259 nm.

2. Mesafe = 1000 nm. = $1000/\cos 36^{\circ}$ = 1236'

$174^{\circ}45'E$ 'den $20^{\circ}36'$ doğuya gittiğimizde $164^{\circ}39'$ W boylamına ulaşırız.

3. E-F 300 nm = 5° F'nin bulunduğu enlem = 55°

F-G 300 nm. = $300/\cos 55$ = 523 dakika

G-H 300 nm. = 5° H'nin bulunduğu enlem = 50°

50° 'de 523 dak. = $523 \times \cos 50^{\circ}$ = 336 nm.

4. $176^{\circ}15'W$ ile $179^{\circ}45'E$ meridyeni arasındaki fark = 4° = 240 dakika
 240 dak. = $240 \times \cos 80^{\circ}$ = 41.7 nm.

5. $44^{\circ}10'$ = 2650 dak.

Ayrılma(nm) = Boylam değişimi (dak.) $\times \cos$ enlem

$2295 = 2650 \times \cos$ enlem = $\cos 30$

30° N veya S enlemi

6. TAS = 520 + 35 = 555 GS

555 kt ile 18 dakikada alınabilecek mesafe = 166.5 nm

$166.5/\cos 36^{\circ}$ = 206 dakika = $3^{\circ}26'$ boylam farkı

$130^{\circ}14'E - 3^{\circ}26' = 126^{\circ}48'E$

7. a) i) Ekvator
 ii) $60^{\circ}N/S$

b) i) Boylam değişimi = 180° = $10800' = 10800 \times \cos 52^{\circ}$
 = 6653 nm.

ii) $(90 - 52) \times 2 = 76^{\circ} = 4560$ nm.

8. M. .L

N. .P

$L - M = 413.3$ nm. = $413.3 / \cos 37^{\circ} = 517' = 8^{\circ} 37'$

$N - P = 250$ kt. hızla 93.5 dakika = 389.6 nm = $8^{\circ}37'$

$389.6 / 517 = \cos N$ ve P' nin enlemi = $41^{\circ} 00'S$

M' den N' ye olan mesafe = $41^{\circ}00'S - 37^{\circ} 00'S = 4^{\circ} = 240$ nm.

M' den N' ye olan mesafe = 280 kt hızla 240 nm. = 51.25 dakika

9. 10° meridyen değişimi = 600 dak. = $600 \times \cos 46^{\circ} = 417$ nm. (310 kt. ile 83 dak.)
 364 kt. hızı olan R uçağı 83 dakikada 503.5 nm. mesafe kateder.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/5
---	--	---	--

$$503.5 / 600 = \cos R' \text{ nin enlemi} = 33^\circ 00' \text{ N/S}$$

10. S 10°E meridyeninden 13°E meridyenine = $180' = 145.6 \text{ nm}$
 $470 \text{ kt hız ile } 145.6 \text{ nm} = 18.5 \text{ dakika}$

$$\begin{aligned} 36^\circ\text{N enleminden } 30^\circ \text{ enlemine} &= 360 \text{ nm} \\ 460 \text{ kt hız ile } 360 \text{ nm} &= 47 \text{ dakika} \\ 47 + 18.5 \text{ dakika} &= 65.5 \text{ dakika} \end{aligned}$$

T 30° enleminde 3 meridyen = $180' = 155.9 \text{ nm}$
 $150 \text{ kt. hız ile } 155.9 \text{ nm.} = 62 \text{ dakika}$

- a) Belirtilen noktaya önce T uçağı ulaşır.
- b) 3.5 dakika önce
- c) $460 \text{ kt. hızla } 3.5 \text{ dakikada} = 27 \text{ nm. mesafe kat edilir.} = 27'$

T uçağı **$30^\circ\text{N } 13^\circ\text{E}$** mevkiiine ulaştığında S uçağı **$30^\circ27'\text{N } 13^\circ00'\text{E}$** noktasında olur.

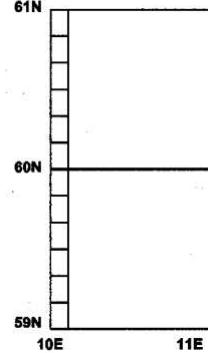
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/4
---	--	---	--

BÖLÜM 13

ÖLÇEK

13.1 ÖLÇEK

Meridyenlerdeki her bir dakikalık yay, 1 nm ye eşittir.



**KÜCÜK BÖLÜMLERİN
HER BİRİ 10 NM
TEMSİL EDER.**

Şekil: 13.1

a. Önemi : Harita, yeryüzünün aynı şekilde ve bir orana bağlı olarak küçültülmüş bir bölümünün grafik olarak çizilmesidir. Sözü edilen oran harita ölçüği olarak bilinir. Harita ölçüği, haritadan yeryüzü mesafesinin bulunmasını sağlar. Mesafenin bulunması bir seyrusefer görevin planlama ve icrasında önemli bir faktördür.

b. Ölçek : Genel olarak bir kesir ile ifade edilir. Harita üzerindeki uzunluk daima (1) sayısı ile gösterilir, ölçeğin belli bir birimi yoktur. 1/250.000 ölçekli harita dendögünde, buradaki (1) rakamı harita üzerindeki uzunluk birimidir ve yeryüzünde buna tekabül eden uzunluğun bunun 250.000 katı olduğunu gösterir.

c. Ölçeğin tatlibi: Yeryüzünde belirli iki nokta arasındaki mesafe, harita üzerinde bu iki nokta arasındaki mesafenin ölçek sayısı ile çarpımı sonunda bulunan miktarla eşittir.

Örnek;

Ölçek = 1:250 000 Harita üzerinde iki nokta arasındaki açıklık = 5 cm.

Yeryüzünde bu iki nokta arasındaki mesafe = $5 \times 250\,000 = 1\,250\,000$ cm. dir

d. Ölçek tayini: Harita, plan veya krokide ölçeğin bulunmadığı haller olabilir. Böyle durumlarda yer yüzündeki mesafenin haritadan bulunabilmesi için önce harita ölçüğünün tayini gereklidir. Ölçek tayini için iki yol vardır;

(1) Arazi mesafesi ile karşılaştırma:

- (a) Harita üzerinde belirli iki nokta arasındaki mesafe ölçülür ve HM (harita mesafesi) olarak gösterilir.
- (b) Bu iki nokta arasındaki yatay mesafe arazide ölçülür, bu da YM (yer mesafesi) olarak gösterilir.
- (c) Ölçek tanımındaki orantıya göre: **H:M = 1:m, (m: ölçek paydası) dir.**
- (d) Bu işlemde dikkat edilecek önemli husus; HM ve YM aynı ölçü biriminde olmalıdır veya aynı ölçü birimine çevrilmelidir.

Örnek uygulama;

HM (harita mesafesi) = 4,32 cm., YM (yer-arazi mesafesi) = 2,16 Km. olduğunu farz edelim;

$$2,16 \text{ Km.} = 216,000 \text{ cm. dir. HM:YM} = 1:216\,000 = 1:m, m = 50\,000$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/4
---	--	---	--

(2) Ölçeği bilinmeyen herhangi bir haritanın, o bölgeye ait ölçü bilinen diğer bir harita yardımı ile ölçüğünü bulmak;

- (a) Ölçeği bilinmeyen harita üzerinde iki nokta seçilir, bu noktalar arasındaki yatay mesafe (HM) ölçülür.
- (b) Ölçeği bilinen pafta üzerinde bu iki noktanın yerleri bulunur. Bu noktalar arasındaki harita mesafesi (HM) ölçülür, haritanın sayısal ölçü kullanılarak yer mesafesi (YM) bulunur. Bu mesafe her iki harita için de aynıdır.
- (c) Yer mesafesi (YM) ile ölçü bilinmeyen haritadan ölçülen harita mesafesi (HM)'den yararlanılarak ve aşağıdaki formül kullanılarak;

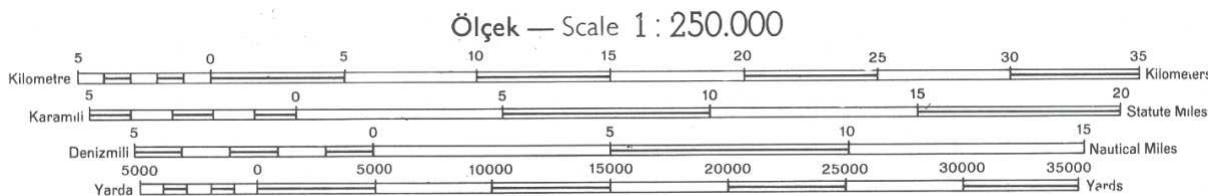
$$M = 1:m = HM:YM.$$

- (d) Bazı hallerde arazi mesafesi (yer mesafesi) ve ölçek kullanılarak harita mesafesi bulunabilir.

13.2. GRAFİK (ÇİZGİSEL) ÖLÇEKLER :

a. Haritalarda arazi mesafesini tayin etmek için başka bir yöntem daha vardır. Bu yöntem grafik (çizgisel) ölçekten yararlanarak uygulanır. Çizgisel ölçek, haritadaki mesafelerin gerçek yer mesafeleri olarak ölçülebildiği, harita üzerine basılmış bir cetveldir. Cetvelin (0) noktasından sağa doğru ana ölçü birimleri işaretlenmiştir. Bu bölümde “**esas ölçek**” denir. Sıfır (0) noktasından sola doğru ana ölçünün ondaları gösterilmiştir. Bu bölümde de “**ek ölçek**” denir. Bir çok haritalarda üç veya daha çok çizgisel ölçekler çizilmiştir. Bunlardan her biri Km., mil, yarda gibi çeşitli uzunluk birimlerini gösterir (Şekil: 13.2).

b. Harita üzerinde iki nokta arasındaki bir doğrunun arazi mesafesini tayin etmek için, kenarı doğru olan bir kağıt parçası bu iki noktaya teget gelecek şekilde konur, teget kenara her iki nokta işaretlenir, kağıt, haritanın altındaki grafik ölçeklerden biri üzerine tatbik edilir, noktalardan biri grafik ölçünün (0) noktasına çakıştırılır, diğer noktanın grafik ölçek üzerinde gösterdiği sayı, bu iki nokta arasındaki arazi (yer) mesafesini, grafiğin ölçü birimi cinsinden verir.



Şekil: 13.2

13.3 ÖLÇEKLERİN GÖSTERİLİŞİ

Ölçekler, iki şekilde gösterilir; ya, $1 : m$, yada, $\frac{1}{m}$ gösterilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/4
---	--	---	--

NAVIGATION**SCALE****Chart Scale Questions Number One**

Note:- Use Conversion factors of 3.28 Feet per Metre and 1 inch equals 2.54 Centimetres

1. Give the Scale, as a representative fraction, of the following charts:-
 - a) One Centimetre represents Five Kilometres
 - b) 1.6 Centimetres represents 8 Kilometres
 - c) One Centimetre represents 5.4 Nautical Miles
 - d) One Inch represents 15.4 Kilometres
 - e) 3.5 Inches represents 70 Kilometres
 - f) Five Inches represents Eight Nautical Miles

- Question Two**
2. The Representative Fraction of a chart is given as 1: 500,000 (Half Mil Chart)
 - a) How many (1) Centimetres and (2) Inches would represent 30 Kilometres on the Ground?
 - b) How many (1) Inches and (2) Centimetres would represent 30 Nautical Miles on the ground?
3. The Representative Fraction of a chart is given as 1: 1000,000
 - a) What is the Chart length of a line representing an earth distance of 50 Kilometres on this chart? Give your answer in both Centimetres and Inches
 - b) Is this scale larger or smaller than the one used in question two above?
4. On a chart 5 Centimetres represents 7 Nautical Miles
 - a) Give the Scale of this chart as a Representative Fraction
 - b) Using your computer slide rule, determine the distance in Inches on this chart which would represent the distance flown by an aircraft in 5 minutes at a Groundspeed of 156 Knots.
5. On a chart 14.8 Centimetres represents 20 Nautical Miles on the ground
 - a) Give the Chart Scale as a Representative Fraction
 - b) Using your computer determine the length in Inches on this chart which would represent the distance flown by an aircraft in 9 minutes at a G/S of 185 Knots.
6. On a chart, One Centimetre represents 3.5 Kilometres
 - a) Give the Scale as a Representative Fraction
 - b) What is the length in Inches on the chart which would represent the distance flown in 4 minutes at a G/S of 204 Km's/Hr.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/4
---	--	---	--

NAVIGATION**SCALE**

7. Which of the two charts given below has the smaller Scale?

Scale of Chart A is given as 0.25 Inches represents 1 Nautical Mile

Scale of Chart B has a Representative Fraction of $\frac{1}{250,000}$

Additional Note:-

The Representative Fraction is equal to the **Chart Length** devided by the **Earth Distance** with both sides using the **same units**. (ie inches, centimetres etc)

$$RF = \frac{CL}{ED}$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/7
---	--	---	--

BÖLÜM 14

HARİTALAR

14.1 TANIM

Pilotlar, görevleri gereği seyrüsefer görevleri için harita ve harita ile ilgili bilgileri eksiksiz bilmeleri gerekir.

14.2 HARİTALAR/KARTLAR

Kart ile harita arasındaki farkı tarif etmek güçtür. Genelde detayda farklıdır. Tüm harita ve kartlar hizmet ettikleri gayeler için detaylandırılmıştır.

14.3 KART PROJEKSİYONLARI – GENEL

a. Pilotlar, seyrüsefer görevleri için en uygun harita/kartı kullanmaları gerekir. Bir küre üzerinde seyrüsefer görevinin planlanması ve içrası oldukça zor olacağından, küredeki bilgilerin orijinaline sadık kalarak düz bir kağıda transferine “**PROJEKSİYON**” denir. Bu metot için ışık kaynağı kullanılır.

b. Kabaca küreye, daha doğru olarak elipsoide, en iyi olarak dageoide benzeyen yer yuvarlağının, bir parçasının bir düzlem üzerine, sistematik yolda aktarılması, çeşitli izdüşümler (projeksiyonlar) ile mümkün olmaktadır. Meridyen ve paralellerden ibaret olan coğrafi sistem, bir küre üzerine kolayca çizilebilir. Fakat küre üzerindeki bütün ayrıntıların pir düzlem üzerine geometrik bağlayıcı ölçülerle geçilebilmesi mümkün değildir. Bu bozulmalar, uzunlukta (mesafede), açıda ve alanda olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

Bir düzlem üzerine yeryüzünün bir parçasını mümkün olduğu kadar az bir hata ile nakledebilmek için çeşitli izdüşüm sistemlerinden faydalanylabilir. Izdüşüm sistemlerinde esas; yer yuvarlağı üzerinde tasarılanmış enlem ve boylam daireleri ile, var olan ayrıntıları, o sistemle yapılacak haritaların kullanılma maksatlarına en uygun düşecek şekilde, en az hatalı olarak, bir yüzey üzerine geçirilmektir. Seçilen yüzey düzlem olmayıp, silindir veya koni ise, sonradan, bu yüzey bir boylam üzerinden kesilerek açılır ve düzlem hale sokulur.

Izdüşüm sistemleri birkaç şekilde sınıflandırı:

(1) Tasarlanışa göre sınıflandırma;
 (a) Gerçek izdüşümler,
 (b) Gerçek olmayan (hesabı) izdüşümler.

(2) Yüzey cinsine göre sınıflandırma:
 (a) Düzlem üzerine izdüşümler,
 (b) Koni üzerine izdüşümler,
 (c) Silindir üzerine izdüşümler.

(3) Eksen durumuna göre sınıflandırma:
 (a) Ekvatoral (transversal) izdüşümler,
 (b) Eğik durumlu izdüşümler.
 (c) Kutupsal (azimutal) izdüşümler.

(4) Sadık kaldığı özelliğe göre sınıflandırma:
 (a) Açıları doğru izdüşümler,
 (b) Alanı doğru izdüşümler,
 (c) Ortaya uzaklığını doğru izdüşümler.

Izdüşüm sistemlerinden biri ile enlem ve boylam daireleri, düzlem üzerine taşıındıktan sonra yeryüzünün bir parçası üzerindeki noktaların bir düzlem olan haritalara aktarılması mümkün olur.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/7
---	--	---	--

- c. Haritanın kullanılacağı yer ve maksada göre izdüşüm sistemi seçilir. Bunların çeşidine göre haritalarda, açıya sadık kalma (arazi ve harita üzerindeki aynı doğruların meydana getirdikleri açıların birbirine eşit olması), uzunluklara (mesafelere) sadık kalma, alana sadık kalma şartları temin edilebilir.
 d. Hiç bir izdüşüm yöntemi bütün bu şartları aynı zamanda tam olarak karşılayamaz. Değişik ülkeler, yeryüzündeki bulunduğu yerlere ve kapladıkları alanın genişliklerine göre değişik izdüşüm yollarından faydalananmaktadır.

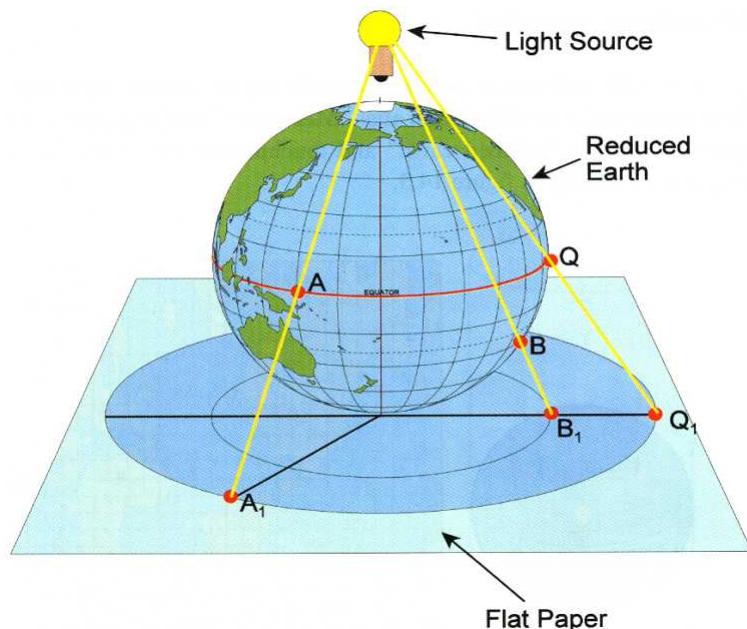
14.3.1 "PERSPEKTİF" VE "PERSPEKTİF OLMAYAN" KARTLAR

Kartlar yapılırken, direk projeksiyondan imal ediliyorlarsa "perspektif" veya "geometrik projeksiyon", şayet matematiksel metotlarla imal ediliyorsa "perspektif olmayan" kart olarak isimlendirilir. Kullanılan kartların çoğu perspektif olmayan tiptendir.

- a. Merkator projeksiyonu, azimutal-silindirik açısı doğru, gerçek ve perspektif bir izdüşüm sistemidir. Paralel ve meridyen dairelerinin, yeryüzüne Ekvator'da teget olan bir silindir üzerine iz düşürülmesi prensibine dayanan bir yöntemdir. Silindir, düzlem halinde açıldığı zaman meridyenlerin birbirlerine paralel ve eşit aralıklarla; paralel dairelerin ise, meridyenlere dik Ekvator'dan kutuplara gidildikçe aralıkları açılan paralel doğrular halinde izdüşümlendiği görülür. Bunun için bu projeksiyon sisteminde kesin bir ölçek olmayıp, ölçekler meridyen ve paralel daireleri boyunca değişik olarak düzenlenir. Örneğin; izdüşüm düzlemini üzerinde 60° paralel dairesinin Ekvator'dan olan uzaklığı aynı dairenin yeryüzünde Ekvator'dan olan uzaklığının iki katı uzunluğunda izdüşümlenir. Meridyen dairelerinin aralıkları ise her paralel daire üzerinde birbirine eşit olduğundan, 60° enleminde haritanın ölçüği iki defa büyümüş olur 80° ise büyümeye altı defadır. Paralellerin genişlemesi, gittikçe artarak sonsuza ulaşacağından kutuplar bu projeksiyon sisteminde gösterilemez. Bu sebeple merkator projeksiyon sistemi ancak 80° kuzey ve 80° güney enlemleri arasında kalan bölgeler için kullanılabilir.
- b. Merkator izdüşümü, açısı doğru bir izdüşümüdür. Bu nedenle, Loksondromlar (yer yüzünde iki noktayı birleştiren ve bu iki nokta arasındaki meridyenlerle aynı açıyi yapan eğriye "kurs eğrisi" denir) bu izdüşümde doğru olarak görülürler.

Gemi ve uçak rotalarının doğru hatlarla kolay çizilebilmesi, bu izdüşümün deniz ve hava trafik haritalarında uygulanma sebep olmaktadır.

- c. Yeryüz şekillerinin kutuplara gidildikçe büyük olarak, izdüşümlenmesi Merkator projeksiyonunun kusurlu yönüdür. Gerçekte Güney Amerika kıtası, Greenland'dan dokuz defa daha büyük olmasına rağmen, bir Merkator haritasında Greenland, Güney Amerika'dan daha büyük olarak izdüşümlenir. Küçük ölçekli Merkator haritalarında, kutplardaki biçim bozumundan dolayı grafik ölçek ile mesafe ölçme işleminin yapılamaması, bu projeksiyonun uygulamada güçlük doğuran diğer bir yönüdür. Bununla beraber, bu sakınca küçük bölgeleri kapsayan büyük ölçekli haritaları etkilemez.



Şekil: 14.1 Azimut Projeksiyon

14.3.2 KÜÇÜLTÜLMÜŞ DÜNYA

Yeryüzünün aynı şekilde ve bir orana bağlı olarak küçültülmüş bir bölümünün grafik olarak çizilmesidir. Sözü edilen oran harita ölçüği olarak bilinir.

14.3.3 ÖLÇEK FAKTORÜ

Ölçek faktörü devamlı 1 olarak alınır. Konu 13 ncü bölümde anlatılmıştır.

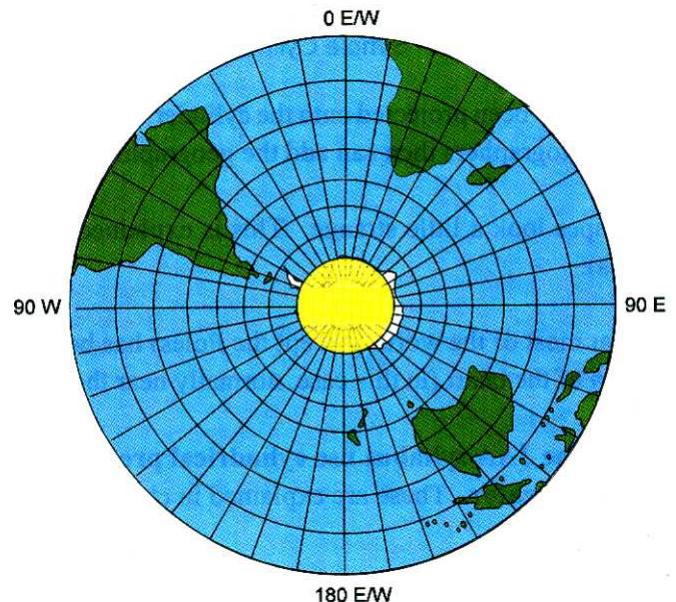
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/7
---	--	---	--

14.4 PROJEKSİYON TIPLERİ

Genelde üç tip projeksiyon vardır;

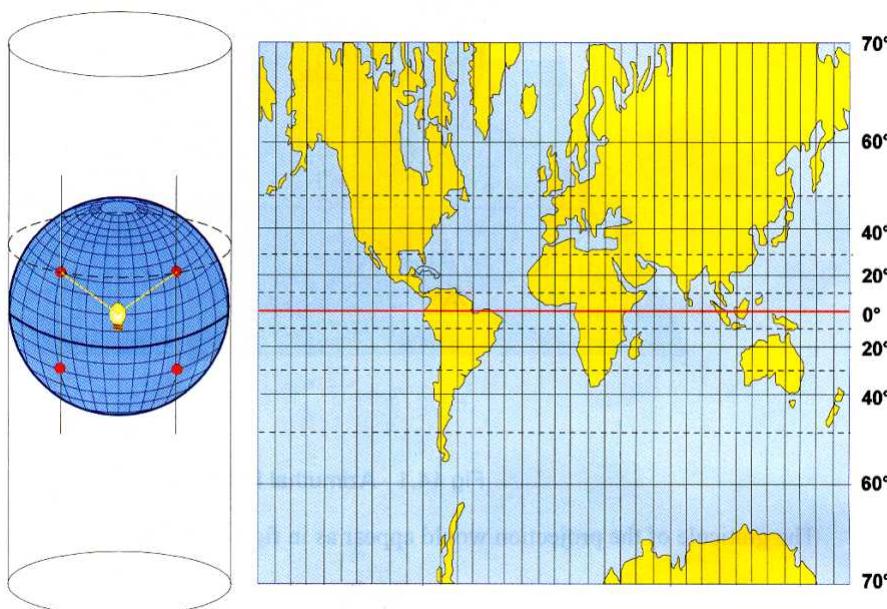
1. AZİMUT,
2. SİLİNDİRİK,
3. KONİK

14.5 AZİMUT PROJEKSİYON



Şekil: 14.2 Azimut Graticule

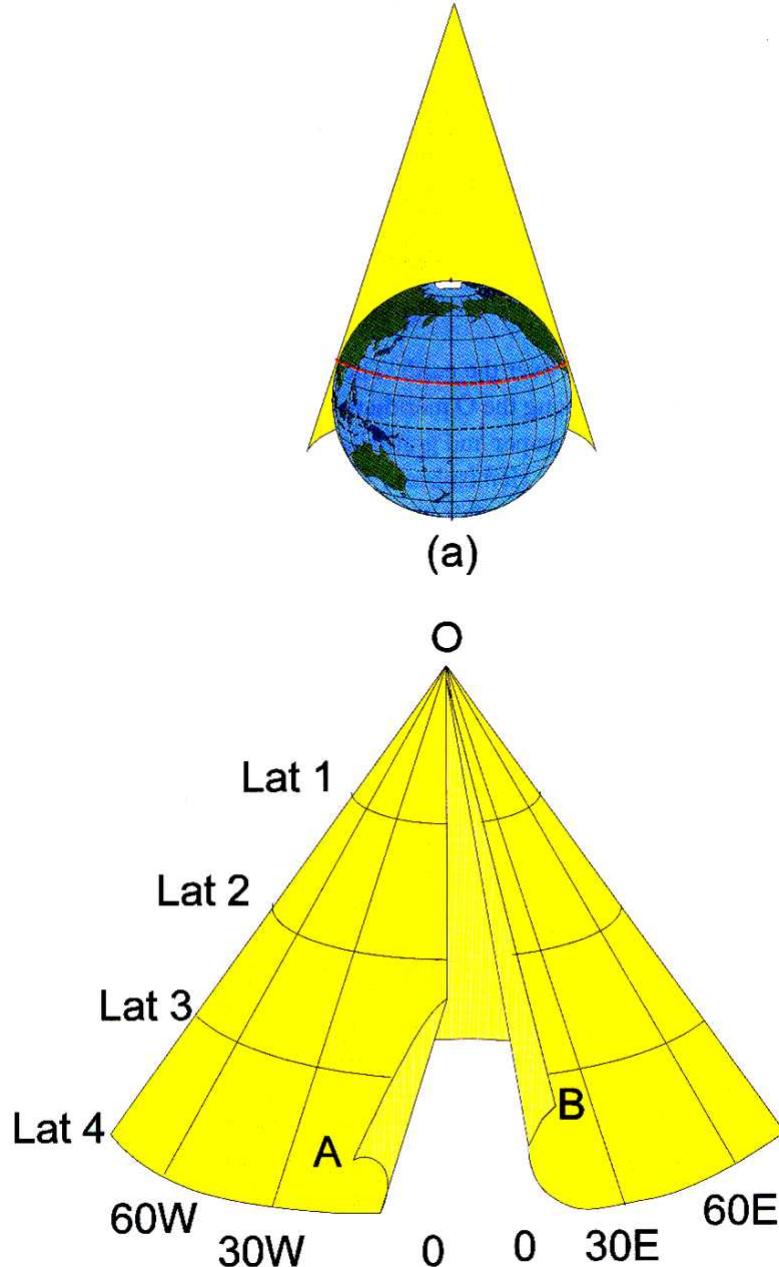
14.6 SİLİNDİRİK PROJEKSİYON



Şekil: 14.3 Basit silindirik projeksiyon ve graticule

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/7
---	--	---	--

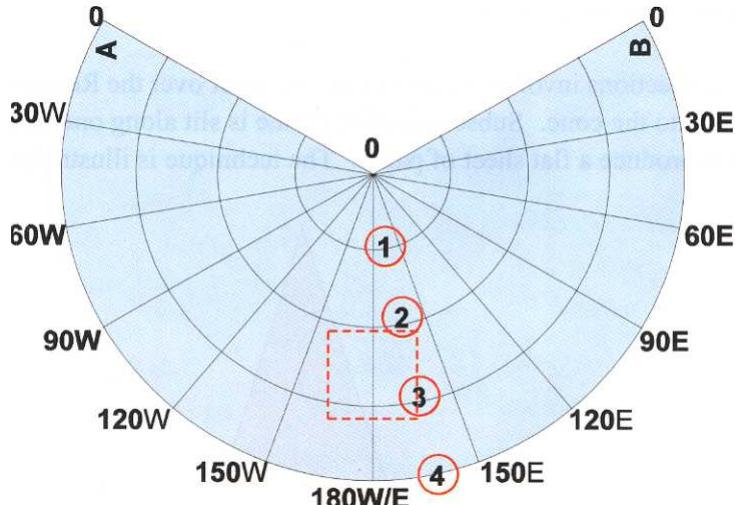
14.7 KONİK PROJEKSİYON



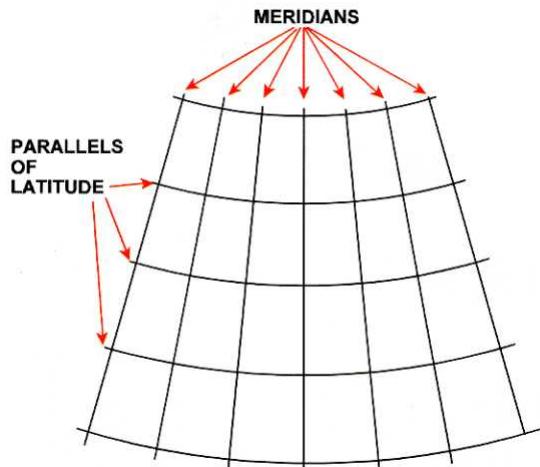
Şekil: 14.4 a ve b Konik projeksiyon

Şekil: 14.4a da koni, Dünya üzerine yerleştirilmiştir. Enlem ve boyamlar koni üzerine projelendirilmiştir (Şekil: 14.4b). Koni geliştirilerek şekil: 14.4c de görüldüğü gibi açılmıştır. Bu kartta tüm kuzey yarı küresi görülmektedir. Şekil: 14.5 de Lambert Konik Graticule de enlem ve boyamların aldığı durum görülmektedir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/7
---	--	---	--



Şekil: 14.4c



Şekil: 14.5

14.8 İDEAL KARTIN ÖZELLİKLERİ

Düz bir kağıt üzerine geliştirilerek aktarılan yer sathının oluşturduğu haritaların özellikleri ve istenilenler;

a. Temsil ettiği yeryüzünün;

- 1) Yeryüzü şekilleri doğru temsil edilmeli,
- 2) Yeryüzü şekilleri bir oran dahilinde küçültülmeli,
- 3) Yeryüzü şekillerinin açıları doğru ve aynı olmalı,
- 4) Mikyas sabit ve doğru olmalı.

b. Seyrusefer gereksinimleri;

- 1) Kerte hatları doğru hat olmalı,
- 2) Büyük daireler doğru hat olmalı,
- 3) Enlem/boylamlar kolayca gösterilebilirmeli,
- 4) Komşu haritalarla kolayca uyum sağlayabilmeli,
- 5) Bütün dünyayı kaplamalı.

İki özellik, küre hariç, haritalardan elde edilememektedir;

a. Ölçek, sabit ve doğru değildir. Haritanın küçük bir bölgesi için matematiksel yöntemle sabit bir ölçek elde edile bilinir.

b. Haritalarda büyük bir alan mükemmel bir şekilde düz kağıda yansıtılamaz. Ancak, küçük bir alan yansıtılı bilinir.

14.9 ORTHOMORPHISM (ortomorfik)/CONFORMALITY (konformol)

ORTHOMORPHISM: Ortomorfik çizim, bütün haritanın her tarafındaki ölçek değişik olmakla beraber, her noktanın bütün yönlerinde aynıdır. Küçük alanlar doğru şekildedirler ve açılar doğrudur.

CONFORMALITY: Haritanın bütününde mikyasların değişmesi suretiyle, küçük coğrafi arızaların şekillerini doğru olarak gösteren bir harita yapım usulüdür.

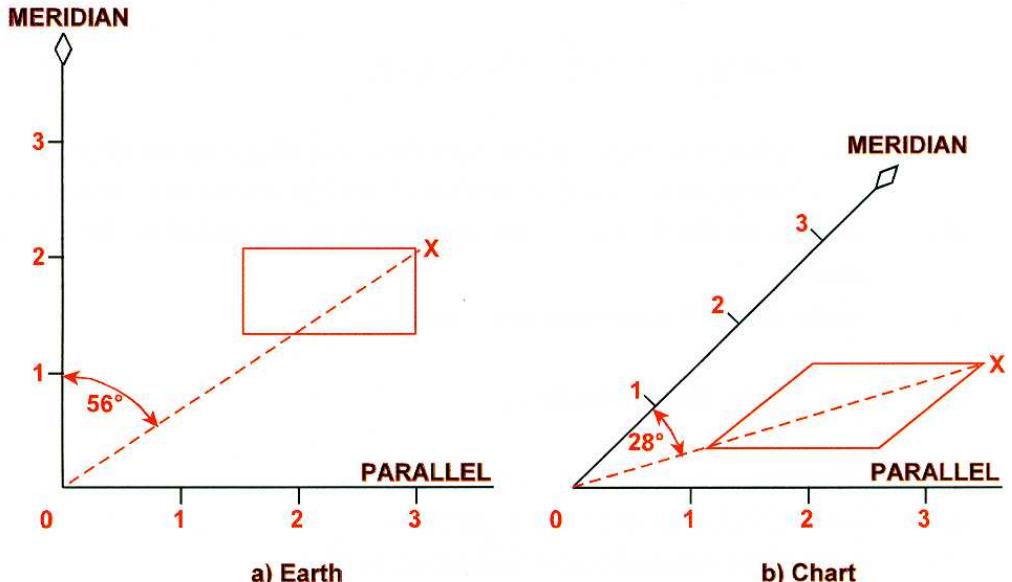
Haritalar bu iki özelliğe sahipse ortomorfik ve konformol harita olarak isimlendirilir. ICAO 1:500000 haritalar bu tiptendir.

ORTHOMORPHISM (ortomorfik)/CONFORMALITY (konformol) haritaları yapmak için iki usul kullanılır;

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No: ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 Revizyon Tarihi: 24.04.2008 Sayfa No: 6/7
---	--	---

14.9.1 Birinci usul; Meridyen ve paraleller birbirlerini aynı açı ile keserler:

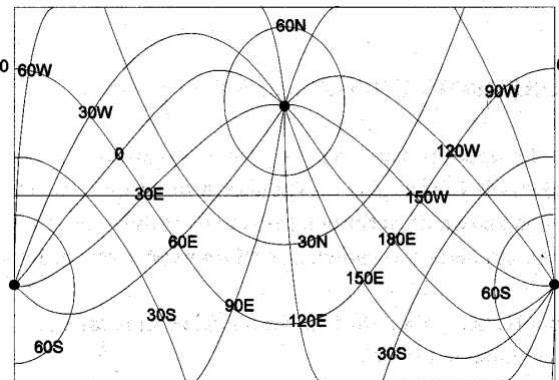
Yeryüzündeki bir dikdörtgenin haritaya geçirilişi şekil: 14.6a da gibi olduğunu farz edelim. 0 noktasından geçen x doğrusunun açısı 56° dir. Şekil: 14.6b de ise aynı açı 28° dir ve dikdörtgenin aldığı şekil görülmektedir. Burada şekil doğru olarak basılmışlığı için harita konformal değildir.



Şekil: 14.6 Ortomorfik 1

Mail markator enlem-boylam ağında, diğer haritaların aksine enlem ve boylamlar birbirlerini 90° ile kesmemektedir. Bu tip haritalar konformalıdır.

Şekil: 14.7 Mail markator enlem- boylam ağı



14.9.2 İkinci usul; Bir noktadaki ölçek ile ilgiliidir:

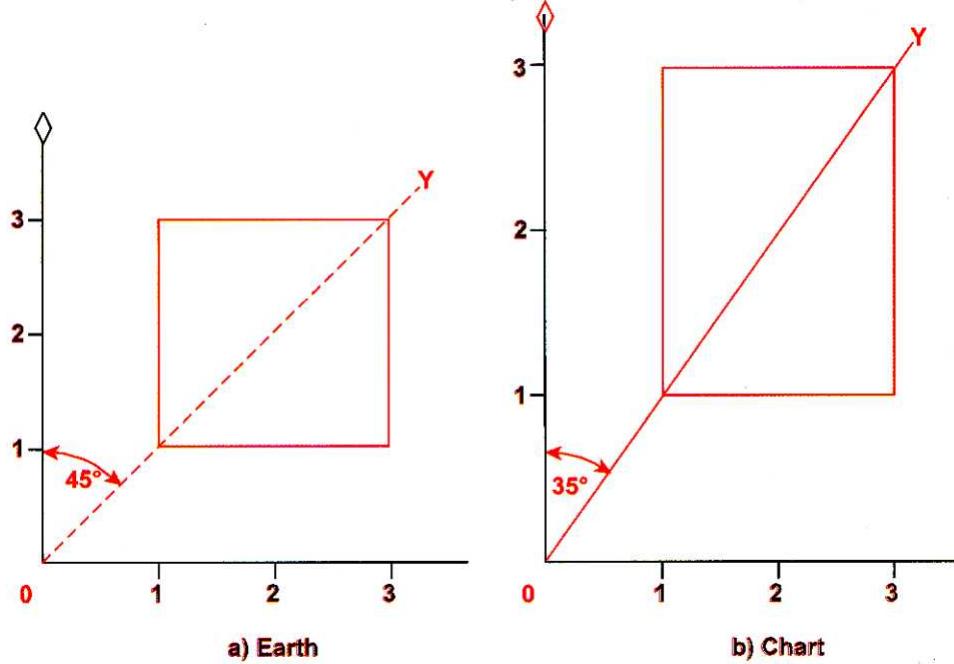
Arazinin herhangi bir noktasındaki kare, Şekil: 14.8 (a)da görüldüğü gibi, köşegenlerinden geçen hat, Y eksenile 045° lik açı yapmaktadır. Şekil: 14.8 (b) de ise N-S ölçüği değiştiği halde, E-W ölçüği aynı kalmaktadır. Bu değişiklik Y eksenile olan açıyı 035° değiştirmektedir. Bu kart ortomorfik/konformal değildir.

Ortomorfik Kartın bir noktasının tüm istikametlerinde ölçek aynıdır.

Şekil: 14.8 de görüldüğü gibi, sabit ölçeğin ancak kürelerde olabileceğidir.

KARTIN HERHANGİ BİR NOKTASINDA ÖLÇEK YA TÜM İSTİKAMETLERDE AYNIDIR VEYA TÜM İSTİKAMETLERDE AYNI ORANDA DEĞİŞMEKTEDİR.

	THY A. O. UÇUŞ EĞİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 7/7
---	--	---	--



Şekil: 14.8 Bir noktadaki ölçek

Şekil: 14.3 tekrar incelersek, basit silindirik projeksiyonda şekiller büükülmüş, E-W ölçü bir oran dahilinde büyüğünden, N-S ölçü N-S istikametinde değişmektedir. Marcator sisteminde bu problem olduğundan, seyrüseferlerde daha ziyade "**KONFORMAL MARCATOR**" kullanılmaktadır.

14.10 ICAO ŞARTLARI

ICAO ANNEX 4, SEYRÜSEFERLERDE BÜYÜK DAİRE DOĞRU HATTI "KONFORMAL PROJEKSİYON" VERECEĞİNDEN, BU HARİTALARIN KULLANILMASINI TAVSİYE ETMEKTEDİR.

BU TAVSİYE UYGUNLUĞUN TARİFİ İLE KARIŞTIRILMAMALIDIR. BÜYÜK DAİRELERİN TÜMÜ, BU KARTLARIN TAMAMINDA DOĞRU HATTI VERMEZ. ANCAK BELİRLİ BÖLGELERDE DOĞRU HATTI VERMEKTEDİR.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 1/16
---	--	---	---

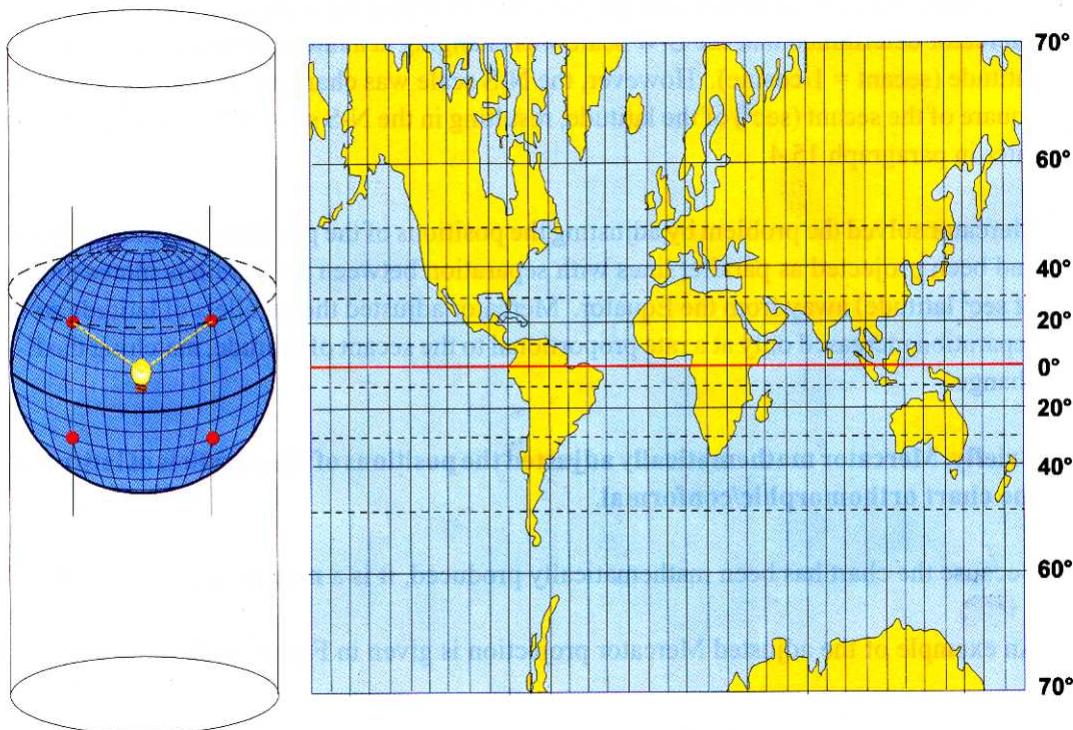
BÖLÜM 15

SİLİNDİRİK PROJEKSİYONLAR 1 MARKOTOR HARİTALAR

15.1 TANIM

Meridyen ve paralel gratiküllerinin, daireden düz bir kağıt yüzeyine aktarılması silindirik projeksiyon kullanımı ile mümkün olmuştur. Bu teknikte önce, dünyanın uygun ölçekte küçük bir modeli yapılmıştır. Silindir şekli verilen kağıt, ekvatorda temas edecek şekilde, bu modelin çevresine sarılmıştır. Modelin merkezinden verilen bir ışık kaynağı yardımıyla gratikül, silindir üzerine yansıtılmıştır. Daha sonra geliştirilen bu silindir, açılarak düz bir yüzey haline getirilmiştir. Bu silindirik projeksiyon aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Bu tekniğin en önemli avantajı, meridyenlerin eşit aralıklı paralel hatlar halinde gösterilebilmesi ve bu sayede harita üzerinde çizilen bir doğrunun sabit bir istikamete takip edilebilmesine imkan tanımasıdır. Ancak modern S/S sistemleri, kerte hattı takibi zorunluluğunu ortadan kaldırılmış ve Büyük Daire takibini mümkün kılmıştır.



Şekil: 15.1

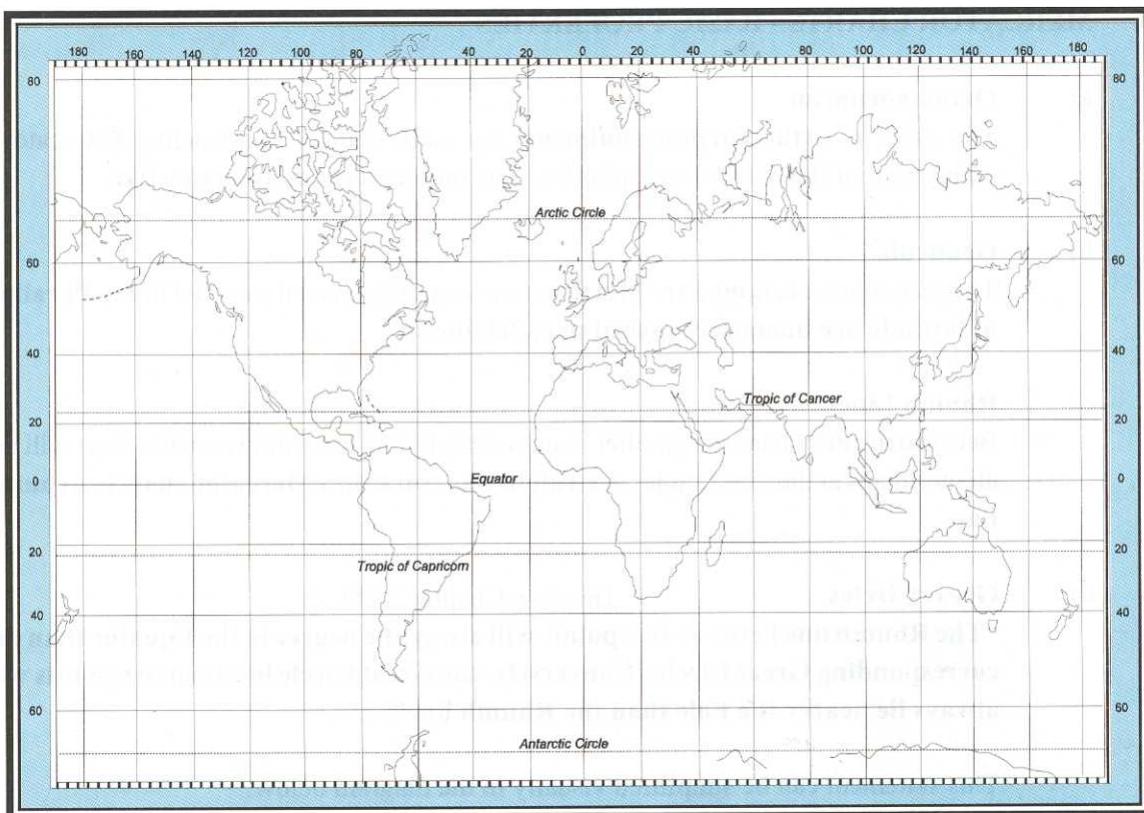
15.2 MERKATOR PROJEKSİYONU - GENEL

16.yüzülda Gerhard Kremer adlı bir seyrüseferci, basit silindirik projeksiyonun bazı sınırlamaları olduğunu fark etmiştir. Yansıtılan gratikül, ortomorfik/konformal haritanın gerekliliklerinden biri olan “meridyen ve parallallerin birbirlerini doğru açılarda kesme” özelliğini taşımakla birlikte şekiller tam doğru olmadığından harita üzerindeki açılar da doğru değildir.

Şekil: 15.1 incelediğinde, Kuzey-Güney doğrultusunda bir uzama görülecektir. Merkator, bu şekil bozukluğunun “haritanın herhangi bir noktasında, tüm yönlerde ölçegin aynı olmaması veya tüm yönlerde aynı oranda değişmemesinden” kaynaklandığını saptamıştır. Basit silindirik projeksiyonda Kuzey-Güney ölçü, Doğu-Batı ölçüğinden farklı bir oranda değişmekteydi. Kuzey-Güney yönündeki şekil uzamasının başlıca sebebi de işte bu oransal farklılığıtı.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/16
---	--	---	---

Merkator bu problemi, paralellerin yerini ayarlayarak çözdü. Ekvatordan uzaklaşıkça giderek artan aralıklarla çizilmiş paralel aralıklarını, Doğu-Batı ölçek değişimiyle karşılaştırarak enlemin $1/\cos\theta$ oranında artırdı. Kısaca Merkator, bir ortomorfik/konformal harita elde edebilmek için, paralellerin pozisyonlarını matematiksel olarak yeniden belirledi. Matematiksel olarak yapıldığından bu harita “**nonperspektif**” tir. Haritanın örneği **Şekil 15.2**’de görülebilir.



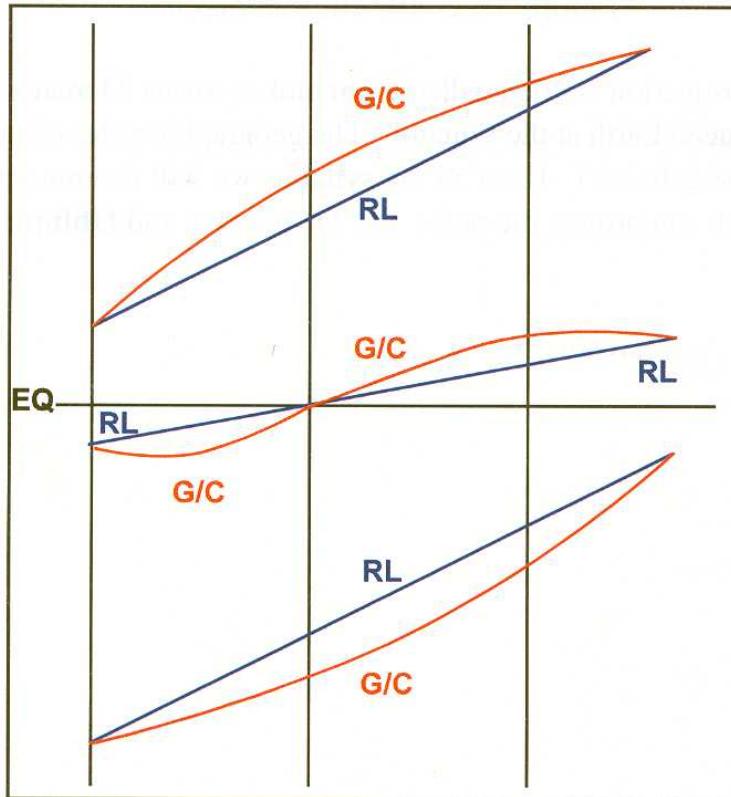
Şekil: 15.2

Merkator projeksiyonu “**normal**” veya “**direkt**” Merkator olarak adlandırılır. Projeksiyonun yüzeyi, üzerinde çalışılan modele Ekvator’da temas eder. Bu projeksiyonda coğrafik kutuplar yansıtılamaz.

15.2 MERKATOR HARİTALARININ TEMEL ÖZELLİKLERİ

- Ortomorfizm:** Harita, matematiksel bir yapıya dayandırılan ortomorfik/konformal bir harita olup nonperspektif projeksiyona sahiptir.
- Gratikül:** Gratikül dörtgendir. Meridyenler, paralel hatlarına eşit olarak konumlandırılmıştır.
- Kerte Hatları:** Meridyenler birbirine paralel olduğundan tüm meridyenleri eşit açıyla kesen bir hat çizmek mümkün olmuştur. Bu hatta kerte hattı adı verilmiştir.
- Büyük Daireler:** İki nokta arasındaki kerte hattı, aynı noktalardan geçen Büyük daireye göre Ekvatora daha yakındır. Bu özellik **Şekil 15.3**’te görülmektedir.

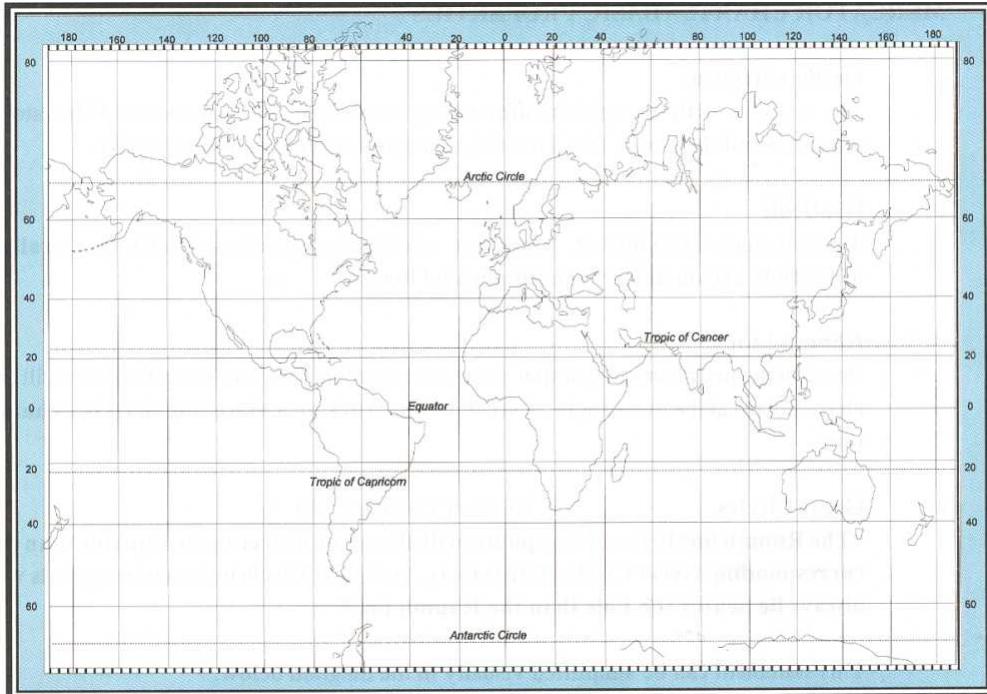
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 3/16
---	--	---	---



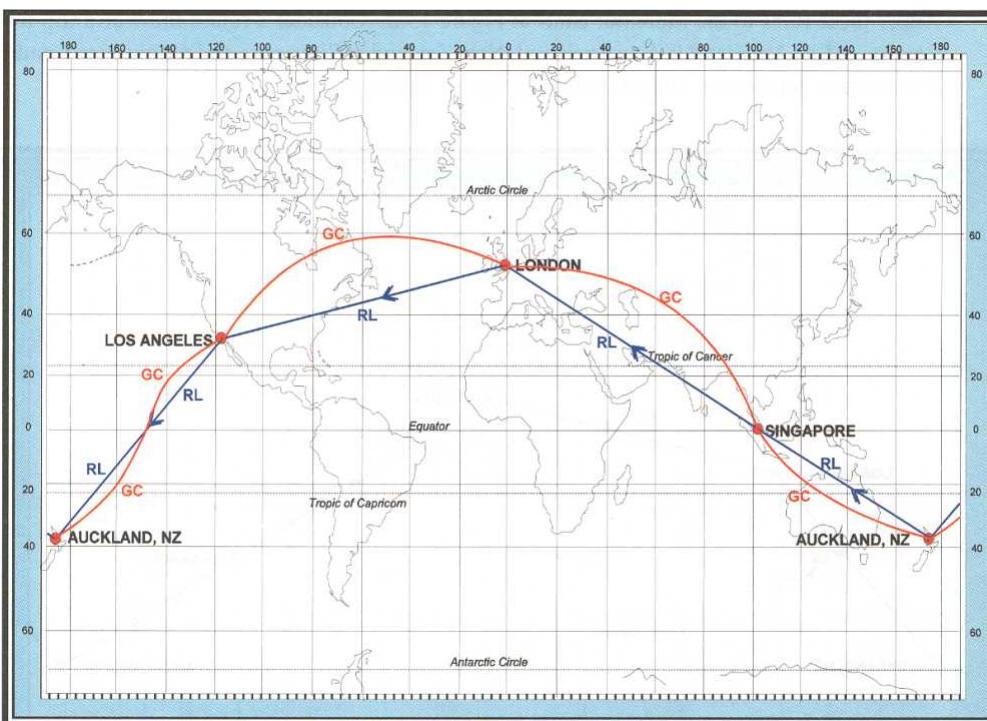
Şekil: 15.3 Markotor kart – kerte hattı ve büyük daire

Şimdi bu özelliği Şekil: 15.2'deki Merkator haritasına uygulayalım. Londra-Los Angeles-Auckland-Singapur-Londra arasında bir rota çizelim. Çizilen tüm yollar kerte hattı yollarıdır. Londra'dan Los Angeles'e çizilen kerte hattı yolu yaklaşık 257° , Los Angeles-Auckland 221° , Auckland-Singapur-Londra ise 301° dir. Şimdi aynı rota için Büyük Daire yollarını çizelim. Birer Büyük Daire olan Ekvator ve meridyenler doğrusal hat olarak gösterilmesine rağmen diğer tüm büyük daireler ekvatora göre içbükey veya dışbükeydir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 4/16
---	--	---	---



Şekil: 15.3a Londra/LA/Aucland/Singapur//Londra – kerte hattı



Şekil: 15.3b Londra, LA, Aucland, Londra – büyük daire

Matematiksel Hesaplamalar:

Büyük Daire ile kerte hattı arasındaki açı “değişim açısı” olup;

THY KYS Form No: FR.18.0001 Rev.01

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 5/16
---	--	---	---

Değişim Açısı (CA) = $\frac{1}{2}$ Yaklaşma Açısı (EC),

veya,

Değişim Açısı (CA = $\frac{1}{2} \times \text{boylam değişimi} \times \text{ortalama enlem sinüsü}$)

Yeniden örneğe dönüp Londra'dan Los Angeles'a olan 257° lik kerte hattı üzerinde hesaplama yaparsak, Şekil: 15.3b;

$$\text{Değişim Açısı (CA)} = \frac{1}{2} \times 120 \times \sin 45^\circ = 60 \times 0.707 = 42^\circ$$

Bu iki şehir arasındaki değişim açısını $257 + 42 = 299^\circ$ olarak bulabilir ve aynı formülü rotanın diğer bacakları için de uygulayabiliriz. Ancak Ekvator geçişlerinde ortalama enlemin sıfır olması nedeniyle bu tür rotalar ikiye bölünerek hesaplama yapılmalıdır. Bu nedenle verilen örnekte rota, "**Los Angeles-Ekvator ve Ekvator-Auckland**" olarak ikiye ayrılmalıdır.

LA'dan, Londra'ya; R/L 077° , tersi; $180^\circ + 077^\circ = 257^\circ$

Büyük daire rotası yaklaşık, **035°** dir.

- e. **Harita Yaklaşma Açısı:** Daha önceki bölümlerde yaklaşma açısı, seçilen iki meridyen arasında, belirli bir enlem üzerinde yer alan sapma açısı olarak tanımlanmıştı. S/S haritalarında bu açı "**harita yaklaşması**" (CC) olarak gösterilir. CC, o haritada belirli bir enlem üzerinde seçilen 2 meridyen arasında kalan açıdır.

Merkator haritalarında meridyenler birbirine paralel olduğundan, CC haritanın tamamında sıfırdır.

Dünya üzerinde yaklaşma açısı sadece Ekvator'da sıfırdır. Diğer noktalardaki yaklaşma açısı değeri ise şu formülle bulunur:

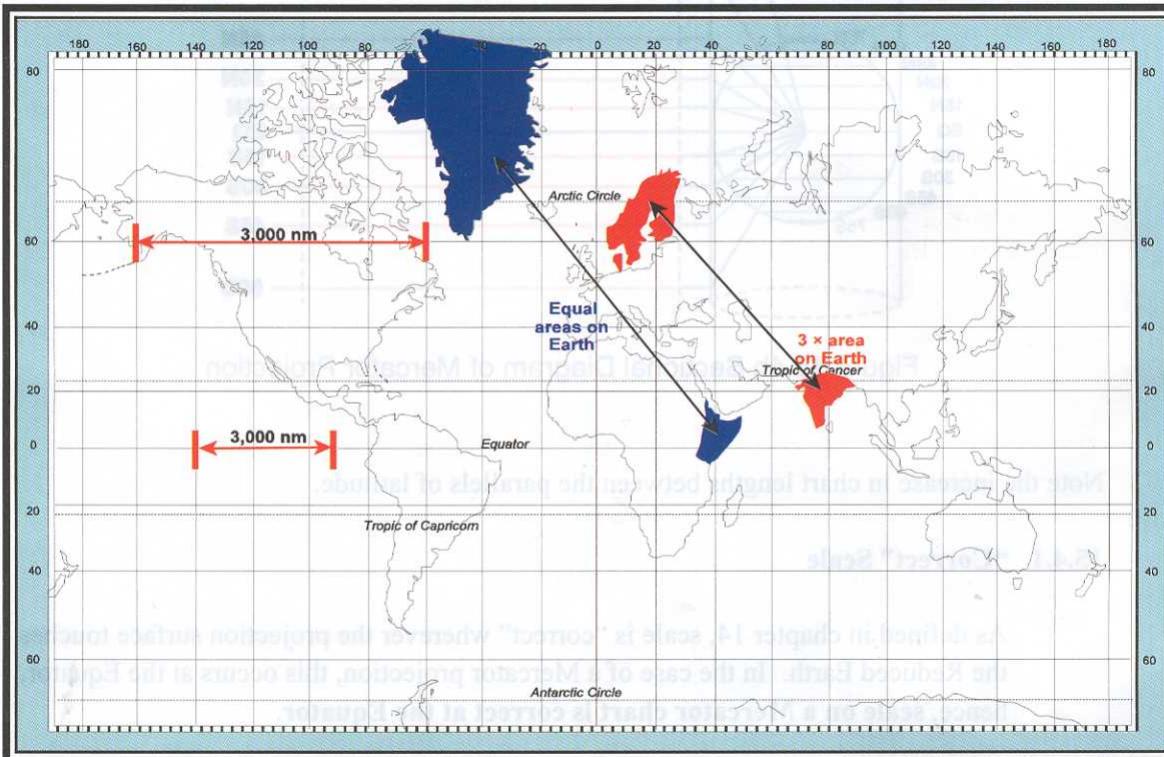
$$\text{Yaklaşma açısı} = \text{Boylam değişimi} \times \sin \text{ortalama enlem}$$

- f. **Ölçek:** Merkator haritasındaki ölçek sadece Ekvator'da doğrudur. Ölçek, ekvatordan uzaklaştıkça artar.

15.4 MERKATOR HARİTALARINDA ÖLÇEK

Ortomorfik haritalarda dünya yüzeyinin doğru olarak temsil edilmesi gereklidir. Nitekim şekil: 15.2'ye bakıldığından, gerçekte Afrika kıtasının 15'te biri büyüğünde olan Grönland'ın, Afrika ile aynı boyutta çizilmiş olduğu, yada 60° N enleminde 3000 nm'ye eşit olan uzunluğun, Ekvator'da 3000 nm.yi temsil eden uzunluğun iki katı olduğu görülür. Bu durum şekil: 15.4.b'de basit bir kesitsel diyagramla açıklanabilir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/16
---	--	---	---



Şekil: 15.4a

15.4.1 Doğru Ölçek

Ölçek yalnızca projeksiyonun, üzerinde çalışılan dünya modeline temas ettiği noktada doğrudur. Merkator projeksiyonunda bu nokta ekvator olduğundan Merkator haritasında doğru ölçek sadece ekvatorda mevcuttur.

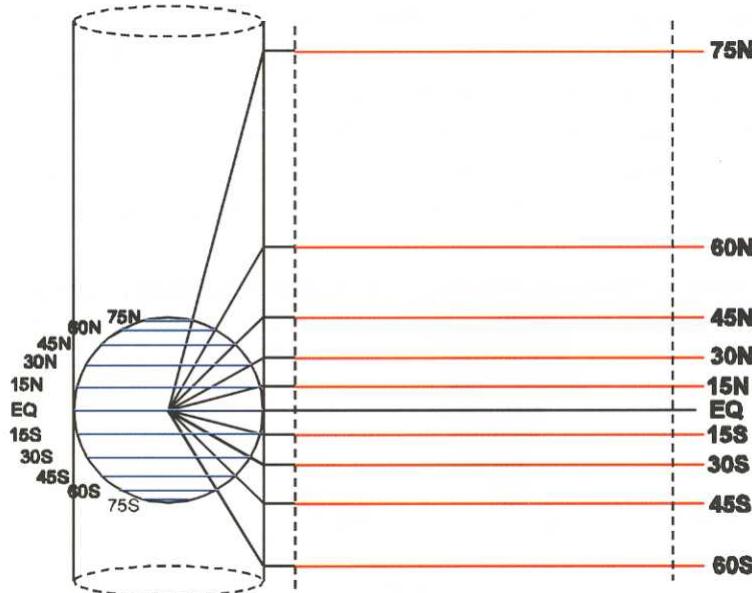
15.4.2 Ölçek Faktörü (SF)

Merkator haritasında, ekvator daki SF 1'dir. Bu durum şu formülle ifade edilebilir:

$$SF = \frac{\text{Haritadaki uzunluk}}{\text{Dünya modelindeki uzunluk}}$$

Ekvatorda, haritadaki ve dünya modelindeki meridyenler arasındaki uzunluklar birbirine eşit olduğundan SF 1'dir. Merkator haritasında meridyenler birbirine paralel olduğundan, Ekvatordaki harita uzunluğu kutupta da değişmez. Ne var ki dünya modelinde, meridyenler kutuplara doğru birbirine yaklaştığı için model üzerindeki uzunluk sıfıra kadar azalabilir. Bu durumda;

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 7/16
---	--	---	---



Şekil: 15.4b

Haritadaki uzunluk

$SF = \frac{-----}{0} = 8$ elde edilir. Kısaca Merkator haritasında ölçegin, ekvatorдан uzaklaştıkça arttığını ve bu artışın $1/\cos$ enlem ile orantılı olduğunu söyleyebiliriz.

15.4.3. Merkator Ölçek Artışı Formülü

$$\text{Enlemdeki Ölçek: Ekvatordaki Ölçek} \times \frac{\cos \text{enlem}}{\text{enlem}}$$

Örnek: Bir Merkator haritasında ekvatordaki ölçek 1:1.000.000 ise 60° N (veya S) enlemindeki ölçek nedir?

$$\text{Enlemdeki Ölçek: } \frac{1}{1.000.000} \times 2 = \frac{1}{500.000}$$

60° N (veya S) enlemindeki ölçek, ekvatordaki ölçegin iki katıdır. Ölçek 2 katına çıktığında paydanın yarıya indiği unutulmamalıdır. Konuya ilgili bir başka formül de şöyledir:

$$\frac{\text{A enlemindeki ölçek paydası (DA)}}{\text{B enlemindeki ölçek paydası (DB)}} = \frac{\cos A}{\cos B}$$

Şimdi bu yeni formül yardımıyla aynı örneğe dönecek olursak;

$$\begin{aligned} \text{Enlem A} &= 60^\circ \text{ N} \\ \text{Enlem B} &= 0^\circ \\ \text{DB} &= 1.000.000 \\ \text{DA} &=? \end{aligned}$$

$$\text{DA} \quad \cos 60^\circ \quad 0.5 \times 1.000.000$$

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 8/16
---	--	---	---

$$\frac{-----}{1.000.000} = \frac{-----}{\cos 0^\circ} = \frac{-----}{1} = 500.000$$

Ör: Bir Merkator haritasında 54° S enlemindeki ölçek 1: 2.000.000'dır. 25° N enlemindeki ölçüği bulunuz.

$$\frac{\text{DA}}{2.000.000} = \frac{\cos 25^\circ}{\cos 54^\circ} = \frac{-----}{-----} = 3.081.632$$

Ör: Bir Merkator haritasında 160° E ve 160° W meridyenleri arasındaki harita uzunluğu 30° S enleminde 30 cm.dir. 30° enlemindeki ölçüği bulunuz.

$$\text{Ölçek} = \frac{\text{Haritadaki uzunluk}}{\text{Gerçek mesafe}}$$

Gerçek mesafe = Boylam değişimi(dak.) x cos enlem;

$$= (40^\circ \times 60) \cdot 0.866 = 2078 \text{ nm.}$$

$$\text{Ölçek} = \frac{30}{2078} = \frac{1}{69.28 \text{ nm}} = 12.831.000$$

Ör: Bir Merkator haritasında 40° N enlemindeki ölçek 1: 10.000.000'dur. 160° E ve 160° W meridyenleri arasındaki uzunluk, 20° S enleminde kaç cm?

40° enlemindeki gerçek mesafe = boylam değişimi (dak). cos enlem;

$$= 2400 \cdot \cos 40 = 1838.4 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{1:10.000.000} = \frac{\text{Haritadaki uzunluk}}{1838.4} = 34 \text{ cm.}$$

15.4.4 Sabit Ölçek Sahası

Pratik S/S uygulamasında ölçek, haritanın tamamında aynı olarak kabul edilir. Merkator haritasında ölçek sabit olup sadece ekvatorda doğrudur. Ekvatorun her iki yanında 8° 'ye kadar enlemlerde ölçek doğruluğu % 1 limiti içinde; 6° 'ye kadar enlemlerde ölçek doğruluğu % 0.5 limiti içindedir.

15.5 MERKATOR HARİTALARINDA SEYRÜSEFER (PLOTTING)

Bu aşamada öncelikle SS'le ilgili temel terimler üzerinde durulacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 9/16
---	--	---	---

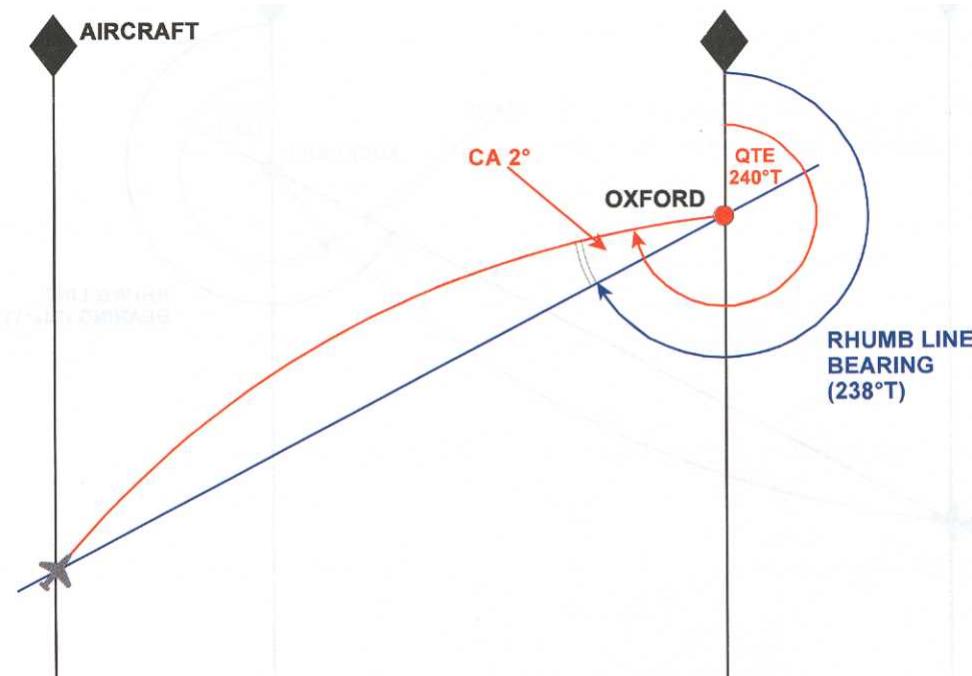
Pozisyon (mevkı hatları): Örneğin bir pilot ATC'yi arayarak, QTE (istasyondan olan gerçek baş) talep ederse ve "QTE 240" yanıtını alırsa, pilot o istasyondan 240° T bearingini çizebilir ve uçağının bu hat üzerinde bir yerde olduğunu anlayabilir. Bu doğrusal hat, pozisyon hattı olarak adlandırılır.

Merkator haritasında pozisyon hatları: Önceki tanımda pozisyon hattının harita üzerinde doğrusal bir hat olarak çizildiğini belirtmiştik. Merkator haritasında doğrusal hatlar kerte hattını temsil etmekteydi. Oysa radyo dalgaları Büyük Daire boyunca yayılırlar. Bu nedenle Merkator haritasında temel problem, S/S yardımcılarından alınan büyük daire bearinginin, Merkator haritasında SSde kullanılabilecek şekilde düz bir hata çevrilmesidir.

Büyük Daire ile kerte hattı arasındaki açı Değişim Açısı olarak adlandırılır. Ve şu formülle ifade edilir:

$$CA = \frac{1}{2} \text{ Yaklaşma Açısı (EC)}, \quad CA = \frac{1}{2} EC, \quad EC = \text{boylam değişimi} \times \text{ortalama enlem sin}$$

$$\text{CA} = \frac{1}{2} \text{ boylam değişimi} \times \text{ortalama enlem sin}$$



Şekil: 15.5a

Örnek; Bir uçak Oxford ATC'den QTE 240 bilgisi alıyor. Uçak ile Oxford arasındaki yaklaşma açısı 4° dir. Merkator haritası üzerinde yapılacak bir SS işleminde bu bearing kaç derece olarak gösterilmelidir (şekil 15.5.a)?

$$\begin{aligned} \text{QTE (büyük daire bearingi)} &= 240^{\circ} \\ \text{Değişim açısı (CA)} &= 4/2 = 2^{\circ} \\ \text{Kerte hattı bearingi} &= 240-2 = 238^{\circ}\text{T} \end{aligned}$$

(Kuzey yarımkürede Büyük Daire – kerte hattı olarak hesaplanan bu değer, güney yarımkürede kerte hattı- büyük dairedir. Aynı problemin cevabı güney yarımküre için $240+2 = 242$ 'dir).

Ör: Kuzey yarımkürede bir uçak VOR istasyonundan X noktasına 310° M QDM bilgisi almaktadır. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 5°E , VOR istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 2°E 'dir. Yaklaşma açısı 8° ise Merkator haritası üzerinde yapılacak bir plotting işleminde çizilecek bearing kaç derecedir?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 10/16
---	--	---	--

QDM = 310° ise QDR = 130° M'dir.

OTE = QDR + varyasyon E
 $= 130 + 2 = 132^\circ$ T (istasyondan uçağa olan büyük daire bearingi)

Değişim açısı = $8/2 = 4^\circ$
 Kerte hattı bearingi = $132 - 4 = 128^\circ$

NOT: VOR problemlerinde istasyonun bulunduğu noktadaki varyasyon; NDB problemlerinde uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon kullanılır.

Örnek: Kuzey Yarımküre'de 155° M başta uçan bir uçak Z NDB istasyonundan nisbi karterizini 130° R olarak ölçmüştür. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 8° W, VOR istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 5° W'tır. Uçakla istasyon arasındaki yaklaşma açısı 4° ise, Merkator haritası üzerinde yapılacak bir plotting işleminde istasyondan uçağa çizilecek bearing kaç derecedir?

Genel S/S'de bearingler °T olarak ölçüldüğünden yapılacak ilk işlem uçağın gerçek başını bulmaktır.

Uçağın başı (o T) = $155 - 8 = 147^\circ$ T
 İlkinci adım nisbi karterizden gerçek karteriz elde etmektedir.

Gerçek karteriz = Gerçek baş + nisbi karteriz
 $= 147 + 130$
 $= 277^\circ$ T

Değişim açısı = $4/2 = 2^\circ$
 Uçaktan istasyona olan kerte hattı = $277 - 2 = 275^\circ$
 İstasyondan uçağa olan kerte hattı = 095°

Örnek: Kuzey Yarımküre'de 045° M başta uçan bir uçak bir NDB istasyonunu bağladığıda "RMI 090" bilgisini almaktadır. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 2° W, NDB istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 2° E'tır. Uçakla istasyon arasındaki yaklaşma açısı 10° ise, Merkator haritası üzerinde yapılacak bir plotting işleminde istasyondan uçağa çizilecek bearing kaç derecedir?

İstasyona olan büyük daire bearingi = 090° M - 2° W
 $= 088^\circ$ T

Yaklaşma açısı = $10/2 = 5^\circ$
 İstasyona olan kerte hattı bearingi = $088 - 5 = 083$
 İstasyondan kerte hattı bearingi = 263° T

15.6 BÖLÜM SORULARI

1. Normal bir Merkator haritası.....projeksiyonudur.

- 1.Silindirik
- 2.Perspektif

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 11/16
---	--	---	--

3. Nonperspektif

4. Konformal

5. Konik

6. Azimutal

a) 1, 2, 3

b) 2, 4, 5

c) 1, 3, 4

d) 3, 4, 6

2. Direkt Mercator gratikülü,

a) Dörtgendir.

b) Karedir.

c) Daireseldir.

d) Birbirine yaklaşan doğrulardır.

3. Normal bir Mercator haritasında kerte hatları nasıl temsil edilir?

a) Ekvatora içbükey.

b) Ekvatora dışbükey.

c) Değişken eğimli.

d) Doğrusal hat.

4. Direkt Mercator'da büyük daireler nasıl temsil edilir?

a) Doğrusal hatlar.

b) Eğriler.

c) Doğrusal hatlar ve eğriler.

5. Direkt Mercator'da ekvator ve meridyenler dışında kalan büyük daireler nasıl temsil edilir?

a) En yakın kutba içbükey olarak.

b) Ekvatora dışbükey olarak.

c) Ekvatora içbükey olarak.

d) Doğrusal hatlar.

6. Mercator haratasına doğrusal bir hatla, ilgili büyük daire arasında kalan açı;

a) Sıfırdır.

b) Yaklaşma açısıdır.

c) Değişim açısıdır.

d) Harita yaklaşma açısıdır.

7. 45°N 008° E koordinatlarında bulunan Turin'den, 15° N 032° E koordinatlarındaki Khartoum'a olan kerte hattı 145°T ise, Turin'de ölçülen büyük daire nedir?

a) 133°T

b) 139°T

c) 145°T

d) 151°T

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 12/16
---	--	---	--

8. 7. sorudaki veriler ışığında, Khartoum'dan Turin'e olan büyük daire yönünü hesaplayınız.

- a) 319°T
- b) 325°T
- c) 331°T
- d) 337°T

9. Bir Mercator haritasında 30°S 032°E koordinatlarında bulunan Durban'dan, 30° S 116°E koordinatlarında bulunan Perth'e kerte hattı 090°T ise, Perth'ten Durban'a olan büyük daire yönünü hesaplayınız.

- a) 291°T
- b) 312°T
- c) 228°T
- d) 249°T

10. Mercator haritasında 60° S enleminde harita yaklaşma açısı;

- a) Dünyanın yaklaşma açısından büyütür.
- b) "Doğrudur".
- c) Dünyanın yaklaşma açısından küçüktür.
- d) Boylam değişimi $.0.866'$ ya eşittir.

CEVAPLAR:

1.c, 2.a, 3.d, 4.c, 5.c, 6.c, 7.b, 8.c, 9.d, 10.c

15.7 BÖLÜM SORULARI- MERKATOR ÖLÇEĞİ

1. Haritada 1° lik meridyen farkı 3.2 inç ise 50°N enlemindeki ölçek nedir?
2. Mercator haritasında 44°N enlemindeki ölçek $1:2.237.000$ 'dir. Harita üzerinde 1° lik meridyen farkı kaç cm.dir?
3. Mercator haritasında 52°N enlemindeki ölçek $1:3.500.000$ 'dur. 58° N 42° E noktasından (A) 58° N 34° E (B) noktasına olan mesafe harita üzerinde kaç inç'tir?

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 13/16
---	--	---	--

4. Merkator haritasında 1° lik meridyen farkı 2.82 cm.dir Hangi enlemede ölçek 1: 2.319.000 olur?
5. Merkator haritasında 1° lik meridyen farkı 5.42 cm.dir. 56° N enlemindeki ölçek nedir?
6. Merkator haritasında 52° N enlemindeki ölçek 1:3.500.000'dur. 1° lik meridyen farkı harita üzerinde kaç cm.dir?
7. Merkator haritasında 47° N enlemindeki ölçek 1:5.107.000'dir.
- 47° N enleminde haritadaki 1 inçlik uzunluk gerçekte kaç cm.yi temsil eder?
 - 10° lik meridyen farkı harita üzerinde kaç cm.dir?
 - 30° N enlemindeki ölçek 1: 5.107.000'den büyük müdür, küçük müdür?
8. Merkator haritasında 60° N enlemede çizilen 4 inçlik bir hat 200 km.yi temsil etmektedir.
- 60° N enlemindeki ölçek nedir?
 - Aynı enlemede çizilen 7 cm.lik hat kaç nm.yi temsil eder?
9. Merkator haritasında ekvator daki ölçek 1: 2.179.000'dır.
- 10° lik meridyen farkı harita üzerinde kaç cm.dir?
 - Hangi enlemede 1 inç, 184 nm.ye eşittir?
10. Merkator haritasında 60° N enlemindeki ölçek 1: 3.000.000'dur.
- Ölçek hangi enlemede
 - 1: 6.000.000'dur?
 - 1: 5.300.000'dur?
 - Bu harita üzerinde ölçeğin 1: 6.500.000 olduğu bir enlem var mıdır?

CEVAPLAR:

1. 1.879.000
2. 3.576 cm.
3. 6.16 inç
4. $\cos 54(N/S)$
5. 1: 1.147.000
6. 1.956 cm.
7. a) 70 nm
b) 14.85 cm.
c) 30° N enlemindeki ölçek 47° N enleme göre daha küçüktür. Bu nedenle ölçek paydası daha büyütür.
8. a) 1.968.000
b) 74.336 nm.
9. a) 51.04 cm.
b) 52° (N/S)
10. a) 1. 6.000.000
b) 28° (N/S)
c) Hayır. Merkator'da ölçeğin minimum olduğu yer ekvator'dur. Ölçek ekvator'dan uzaklaştıkça büyür.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 14/16
---	--	---	--

15.8 BÖLÜM SORULARI- MERKATOR PLOTTING

1. Bir uçak A havaalanından 063°T QTE bilgisi almaktadır. A havaalanı Kuzey yarımkürededir. Uçak ile meydan arasındaki yaklaşma açısı 6° dir. Bir Merkator haritası üzerinde havaalanından çizilecek bearing nedir?

- a) 060°T
- b) 063°T
- c) 066°T
- d) 069°T

2. Bir uçak B havaalanından 315°T QTE bilgisi almaktadır. B havaalanı Güney yarımkürededir. Uçak ile meydan arasındaki yaklaşma açısı 2° dir. Bir Merkator haritası üzerinde havaalanından çizilecek bearing nedir?

- a) 314°T
- b) 315°T
- c) 316°T
- d) 317°T

3. Kuzey yarımkürede uçan bir uçak C VOR'undan 050° RMI bilgisi almaktadır. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 5°E , VOR istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 8°E 'tir. Uçağın bulunduğu meridyen ile istasyonun bulunduğu meridyen arasındaki yaklaşma açısı 4° ise, merkator haritası üzerinde istasyondan uçağa çizilecek bearing kaç derecedir?

- a) 234°
- b) 236°
- c) 233°
- d) 238°

4. Güney yarımkürede uçan bir uçak, D VOR'undan 130° RMI bilgisi almaktadır. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 5°W , VOR istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 2°W 'tir. Uçağın bulunduğu meridyen ile istasyonun bulunduğu meridyen arasındaki yaklaşma açısı 2° ise, merkator haritası üzerinde istasyondan uçağa çizilecek bearing kaç derecedir?

- a) 310°
- b) 307°
- c) 308°
- d) 309°

5. Kuzey yarımkürede uçan bir uçağın başı 236°M 'dir. Uçağın bulunduğu noktadaki varyasyon 13°W , NDB istasyonunun bulunduğu noktadaki varyasyon 11°W 'tir. NDB istasyonuna göre nisbi karteriz 226°R 'dir. Uçağın ve istasyonun meridyenleri arasındaki yaklaşma açısı 4° ise bir Merkator haritası üzerinde istasyondan çizilebilecek bearing kaç derecedir?

- a) 271°T
- b) 269°T
- c) 273°T
- d) 275°T

6. 5. sorunun verilerini kullanarak aynı hesaplamayı Güney Yarımküre için yapınız.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 15/16
---	--	---	--

- a) 269° T
- b) 267° T
- c) 271° T
- d) 265° T

7. Bir Mercator haritasında E ve F noktaları 30° enlemi üzerindedir. E noktasının boylamı 008°W 'tir. E'den F'ye olan büyük daire bearingi 265° T'dir.

- a) Bu iki nokta hangi yarımkürededir?
- b) F noktası hangi boylamdadır?
- c) E ve F noktaları arasındaki büyük daire ve kerte hattı yolları hangi boylamda aynı değerdedir?

8. 175° E boylamındaki uçaktan, 175°W 'de bulunan radyo yardımçısına olan büyük daire bearingi 068°T 'dir. Meridyenler arasındaki yaklaşma açısı 6° ise Mercator haritası üzerinde rd. yardımçısından çizilecek bearing kaç derecedir? (Kuzey Yarımküre)

- a) 248°
- b) 245°
- c) 254°
- d) 251°

9. 8. sorudaki verileri kullanarak aynı hesaplamayı Güney Yarımküre için yapınız.

- a) 248°
- b) 245°
- c) 254°
- d) 251°

CEVAPLAR:

1.c, 2.c, 3.b, 4.d, 5.a, 6.b,

7.a) G.yarım Küre
b) 012°E
c) 002°E

8.d, 9.b

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No : ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi : 24.04.2008
		Sayfa No : 1/6

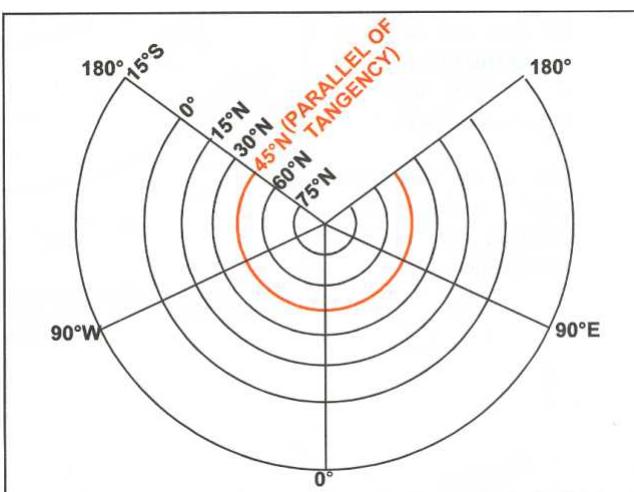
BÖLÜM 16

LAMBERT KONFORMAL HARİTASI

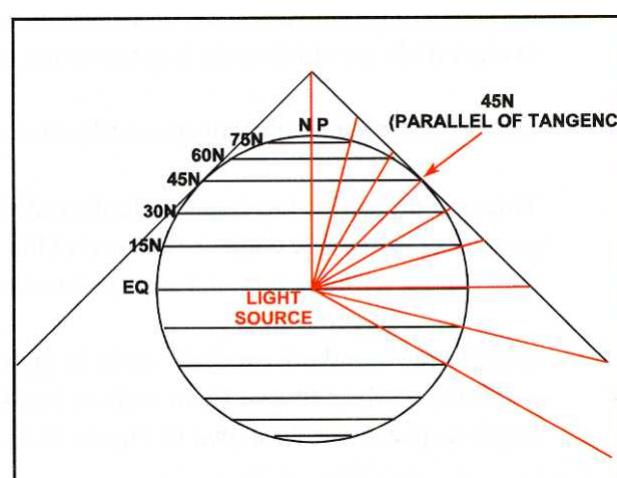
16.1 LAMBERT HARİTASININ ELDE EDİLMESİ

Dünya modeli çevresine yerleştirilen bir koni yardımıyla gratikülün, koninin içi yüzeyine yansıtılması mümkün olmuştur. Bu yansıtma, modelin merkezine yerleştirilen bir ışık kaynağı ile yapılır.

Gölgeler işaretlendikten sonra koni çıkarılır, düzgün olarak kesilir ve düz bir yüzey haline getirilerek şekil: 16.1'deki gibi basit bir konik projeksiyon elde edilir. Bu projeksiyonda ölçek, sadece koninin dünya modeline teget olduğu enleme doğru değerdedir. Şekil: 16.1'e bakıldığında bu enlemin 45° N olduğu görülür. Ölçeğin doğru olduğu tek enlem olan bu enleme "**standart paralel**" adı verilir. Ölçek, standart paralelden itibaren her iki yöne doğru artarak devam eder. Şekil 16.2'ye bakıldığından, koninin düz bir yüzey haline getirildiğinde 250° lik bir daire dilimi oluşturduğu görülecektir. Bu dilimin ölçüsü, koninin teget olduğu standart paralelle bağlantılıdır. Paralelin derecesi arttıkça, dilimin büyülüüğü de artar.



Şekil: 16.2 Basit konik projeksiyon Gratikul



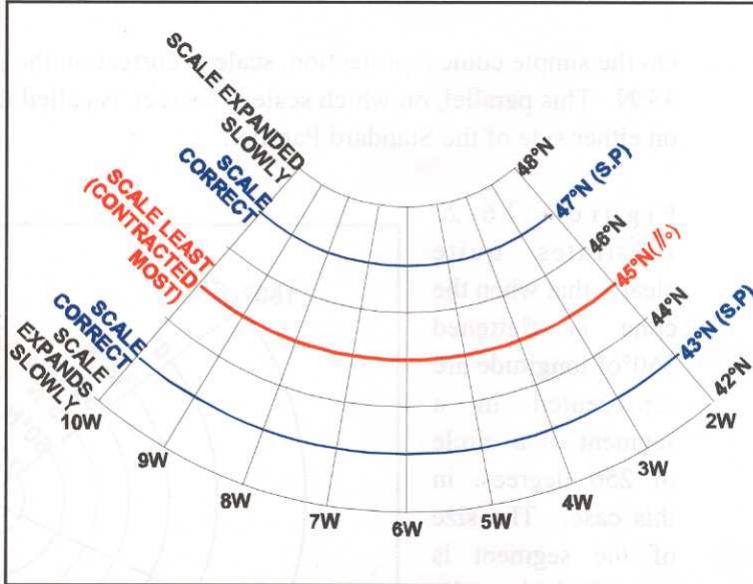
Şekil: 16.1 Basit konik projeksiyonun prensibi

16.2 LAMBERT KONİK ORTOMORFİK PROJEKSİYON

Lambert konik ortomorfik projeksiyon, basit konik projeksiyona dayalı olarak matematiksel olarak türetilmiştir. Bu yapılrken ilk olarak, haritanın tamamında ölçek küçültülmüştür. Bu küçültme sayesinde, standart paralelin her iki yanında ölçeğin doğru olduğu 2 yeni enlem elde edilmiştir. İkinci adımda matematiksel bir modifikasyon uygulanarak ortomorfik projeksiyon elde edilmiştir. Bu yeni projeksiyonda, "**merkezi paralel**" olarak adlandırılan eski standart paralele ek olarak, ölçeğin doğru olduğu 2 standart paralel bulunmaktadır. Basit konik projeksiyonda olduğu gibi, ölçeğin en küçük olduğu paralel, "**merkezi paralel**"dır.

Şekil: 16.3'te 43° N ve 47° N standart paraleller, 45° N ise merkezi paraleldir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 2/6
---	--	---	--



Şekil: 16.3 Lambert Konik Ortomorfik Haritanın bir parçası

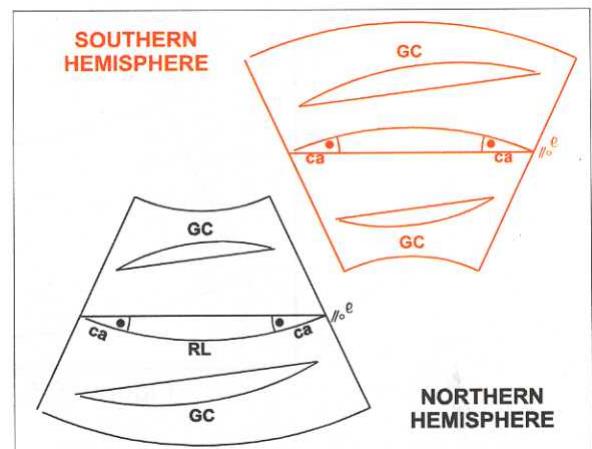
16.3 STANDART ÖLÇEK

Lambert konik ortomorfik haritada ölçek değişimi olmasına rağmen, pratikte ölçek sabit kabul edilir. Ancak ICAO'nun 1:500.000 ölçekli avrupa Havacılık Haritası yada 1: 1.000.000 ölçekli Lambert SS haritasında ölçek sabit kabul edilebilmekle birlikte bazı haritaların,örneğin; Kuzey Atlantik'e ait 35° N- 65° N enlemleri arasındaki sahayı kapsayan 1:6.250.000 ölçekli haritanın sabit ölçekli kabul edilmesi imkansızdır. Yine de bu haritadaki ölçek değişimi, aynı bölgeye ait Mercator haritasına göre çok daha azdır.

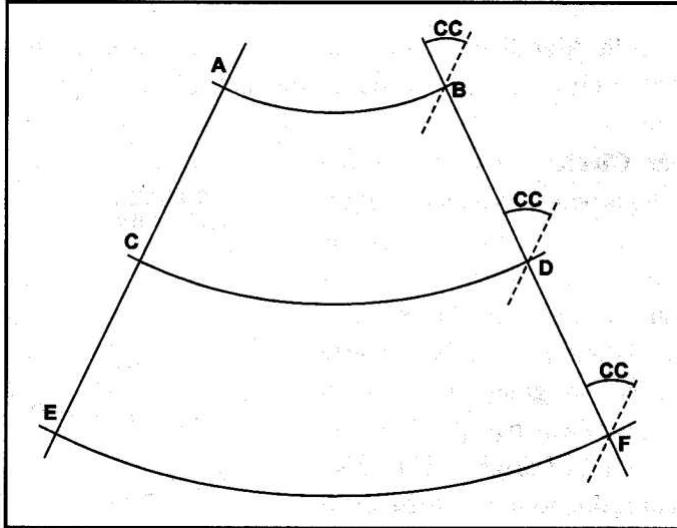
16.4 ÖZELLİKLER

- Ölçek:** Merkezi paralelde en küçük değerdedir. Bu paralelden standart paralellere kadar büyüyen ölçek, standart paralellerde doğru değere ulaşır.
- Ortomorfizm:** Harita, matematiksel yapıya dayanırilmiş ortomorfik bir haritadır.
- Gratikül:** Meridyenler, kutuptan çıkan doğrusal hatlar; paraleller ise daireler halindedir.

Şekil: 16.4 Büyük dairenin görünüsü



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No : ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi : 24.04.2008
		Sayfa No : 3/6



Şekil:16.5 Harita birleşimi

d. Büyük Daireler: Meridyenler dışında kalan büyük daireler merkezi paralele içbükeydir. Büyük daireyen iyi temsil eden hat, merkezi paralel üzerindeki iki nokta arasında doğu-batı yönünde çizilen doğrusal hattır. Bunun sebebi, haritanın matematiksel yapısından dolayı bu hat ile aynı noktalar arasındaki kerte hattı arasındaki açının değişim açısını vermesidir.

- e. Kerte Hatları:** Doğrusal hatlar olarak çizilmiş meridyenler dışında kerte hatları kutba göre içbükeydir.
- f. Merkezi Paralel:** Projeksiyonun matematiksel olarak dayandırıldığı paraleldir. Pratikte, iki standart paralelin arasındaki paralel olduğu kabul edilir.
- g. Harita Yaklaşma Açısı:** Harita üzerinde, belirli bir enlemde bulunan iki meridyen arasındaki sapma açısıdır.

Basit konik projeksiyonda koni, dünya modeline belli bir enlemde teget olmaktadır. Harita yaklaşma açısının doğru olduğu bu enlemde yaklaşma açısı, dünyanın yaklaşma açısına da eşittir. Lambert'ta bu paralel merkezi paralel haline gelir.

$$\text{Harita yaklaşma açısı} = \text{Boylam değişimi} \times \sin \text{merkezi enlem}$$

Meridyenler doğrusal hat olarak gösterildiklerinden, meridyenler arasındaki yaklaşma açısı enlemlere göre değişiklik göstermez. Bir başka deyişle, Lambert haritasında harita yaklaşması sabittir. Bu durum, şekil: 16.5'te gösterilmiştir.

16.5 LAMBERT HARİTASININ AVANTAJLARI

- a) Büyük daireler harita üzerinde eğriler halinde gösterilmekle birlikte, pratikte doğrusal hat olarak alınırlar. Eğim miktarı az olduğundan ve iki nokta arasındaki en kısa mesafe büyük daire olduğundan en kısa rotayı çizmek mümkündür.
- b) Radyo dalgaları büyük daireyi takip ettiğinden yer istasyonlarından çizilecek bearinglerde değişim açısına başvurmaya gerek kalmaz.
- c) Kullanılan harita sabit ölçekli bir harita ise, mesafe ölçümleri taksimatlı bir cetvel ile yapılabilir.

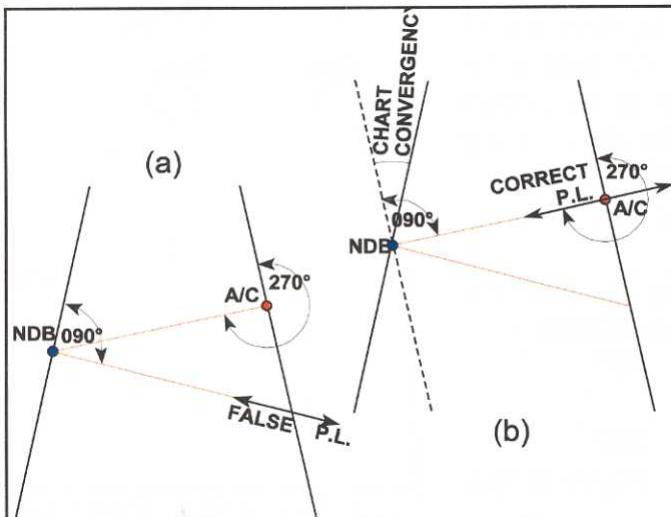
16. 6 LAMBERT HARİTASININ DEZAVANTAJLARI

REVİZYON NO : 01
REVİZYON TARİHİ : 15.02.2005

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No : ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi : 24.04.2008
		Sayfa No : 4/6

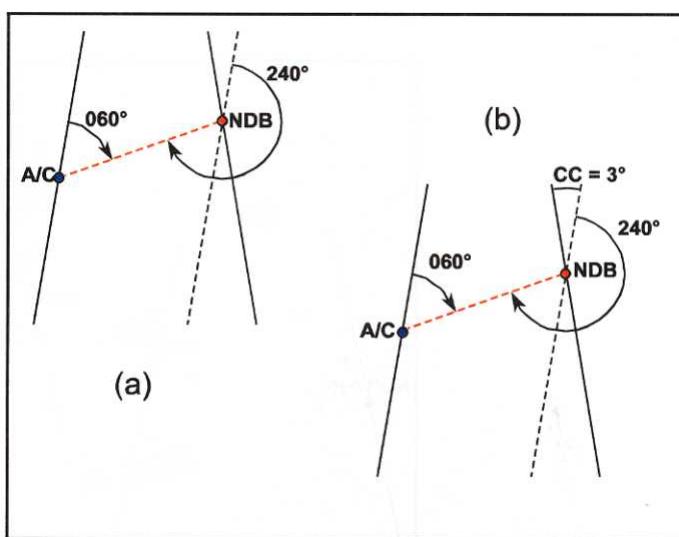
- a) Kerte hatları eğriler halinde gösterildiklerinden, büyük daire veya kerte hattı üzerinde uçulacaksa “**orta meridyen metodu**” gibi özel teknikler kullanmak gerekebilir.
 b) Gratikül dörtgen olmadığından, SS işlemi Merkator haritasındaki kadar kolay değildir.
 c) SS işleminde uçaktan istasyona olan bearinglerin ölçülmesi, istasyonun bulunduğu meridyenin uçağın bulunduğu meridyene paralel olmaması nedeniyle kolay değildir.

Örnek: 025° T başında uçan bir uçak bir NDB istasyonundan 245 °R bilgisi almaktadır. Lambert haritası üzerinde mevkii hattını çiziniz.



Şekil: 16.6 ADF kerterizde seyrüsefer

Nisbi kerteriz olan 245°ye, gerçek baş olan 025° nin eklenmesiyle uçaktan istasyona olan gerçek büyük daire bearingi 270° bulunur. Ancak 270° nin tersi olarak istasyondan uçağa doğru 090° lik bir hat çizildiğinde, uçağın bulunduğu noktaya ulaşılamamaktadır. Bu nedenle istasyonun bulunduğu meridyen üzerinde, uçağın bulunduğu meridyene paralel yeni bir hat çizilerek yeni ölçüm yapılır (şekil 16.6.b).



Şekil: 16.7 ADF kerterizde seyrüsefer

Ör: 330° T başta uçan bir uçak, bir NDB istasyonundan 090°R bearingi almaktadır. Bir Lambert haritasında;

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No : ED.72.UEA.HHK1.Rev.01
		Revizyon Tarihi : 24.04.2008
		Sayfa No : 5/6

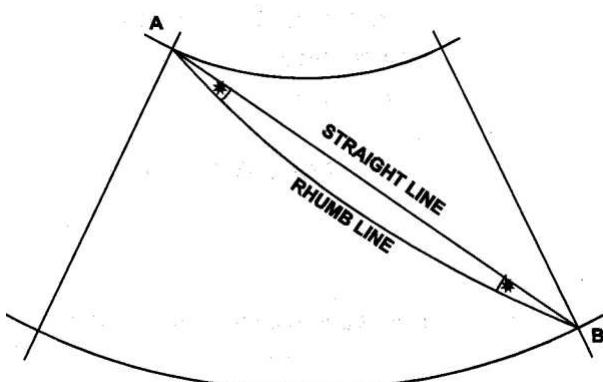
- a) Uçağın bulunduğu meridyene paralel çizilen hattan NDB' nin bulunduğu meridyene olan ve,
b) NDB' nin bulunduğu meridyenden olan bearingi bulunuz. (harita yaklaşma açısı: 3°)

Çözüm:

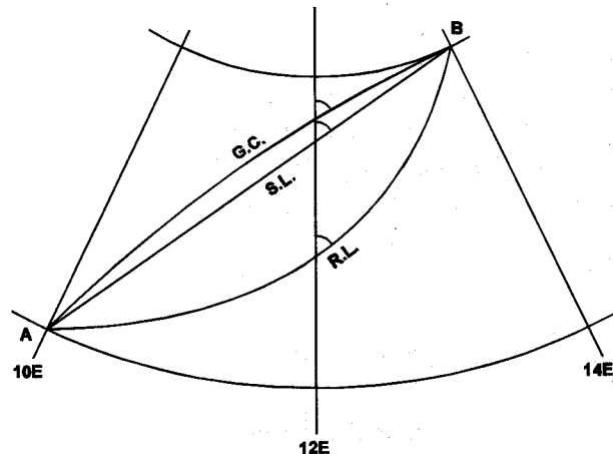
- a) $330^\circ + 090^\circ (R) = 060^\circ T$ (uçaktan NDB' ye olan gerçek büyük daire bearingi). Uçağın bulunduğu meridyenden, bu meridyene paralel olarak çizilen hattın bearingini 240° olarak belirleyiniz (Şekil 16.7.a).
b) NDB' nin bulunduğu meridyenden olan bearingi şöyle belirleyebiliriz.
 $240^\circ + 3^\circ = 243^\circ$ (şekil 16.7.4)

16.5 LAMBERT HARİTASINDA DOĞRUSAL YOLLAR

Pratikte kolaylık olması bakımından, çizilen doğrusal hatların büyük daireyi temsil ettiği varsayılar ve S/S işleminde de bu şekilde kullanılır. Ancak gerçekte büyük daire doğrusal hat değildir. Daha önce de görmüş olduğumuz gibi merkezi paralel üzerindeki iki noktayı kesen doğrusal bir hatla, merkezi paralel (kerte hattı) arasında kalan açı değişim açısına eşittir. Bu teori, sadece her iki nokta da merkezi paralel üzerinde olduğunda geçerlidir. Diğer durumlarda doğrusal hat ile kerte hattı arasındaki açı, harita yaklaşmasının $\frac{1}{2}$ 'sine eşittir.



Şekil: 16.8 $\frac{1}{2}$ Kart yaklaşımı



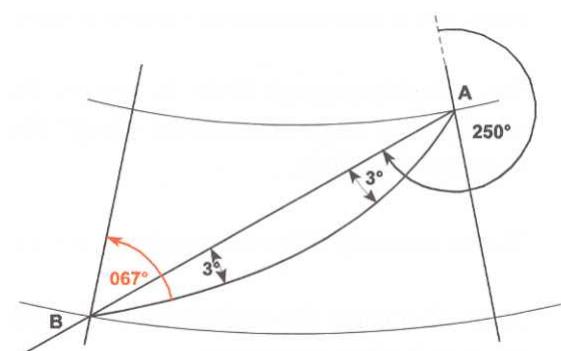
Şekil: 16.9 Orta meridyende ölçüm

Üzerinde durulması gereken bir başka noktası da, Lambert haritasında, aynı noktalarda birleşen doğrusal hat, büyük daire ve kerte hattının orta meridyende birbirlerine paralel olduklarıdır.

Problem 1:

Bir Lambert haritasında Kuzey Yarımkürede bulunan A ve B noktaları doğrusal bir hatla birleştirilmiş ve A' dan B' ye olan hattın yönü $250^\circ T$ olarak ölçülmüştür. Bu 2 noktası arasındaki harita yaklaşma açısı 6° ise;

- a) A' dan B' ye olan kerte hattı yönü,
b) B' den A' ya olan büyük daire (B' den çizilen doğrusal hat) yönü nedir?



Şekil: 16.10

Çözüm:

Doğrusal hat ile kerte hattı arasındaki açı harita yaklaşma açısının yarısından 3° dir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHK1.Rev.01 24.04.2008 6/6
---	--	---	--

- a) $250-3 = 247^{\circ}T$
b) B' den A' ya olan kerte hattı: $247 - 180 = 67^{\circ}T$
Doğrusal hat bearingi: $67 - 3 = 64^{\circ}T$

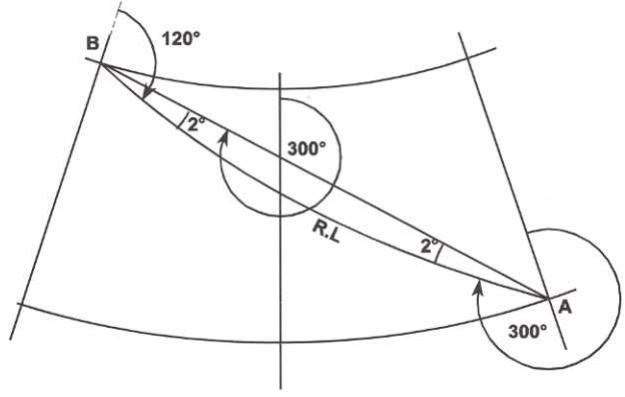
Problem 2

Bir Lambert haritasında Kuzey Yarım küre' de bulunan A ve B noktaları, orta meridyeni $300^{\circ}T$ 'de kesecek şekilde birleştirilmiştir. A noktasından ölçülen doğrusal hattın yönü 302° ise;

- a) A noktasından B noktasına olan kerte hattı yönü,
b) A ve B noktalarının bulunduğu meridyenler arasındaki harita yaklaşma açısı,
c) B' den A' ya olan büyük daire yönü nedir?

Çözüm:

- a) Kerte hattı ile doğrusal hat orta meridyende birbirine paralel olduğundan kerte hattı da $300^{\circ}T$ 'dir.
b) A' daki doğrusal hat : $302^{\circ}T$
Kerte hattı : $300^{\circ}T$
Harita yaklaşma açısının yarısı : 2°
Harita yaklaşma açısı : 4°
c) B' den A' ya olan kerte hattı : $120^{\circ}T$
Harita yaklaşma açısının yarısı : 2°
Büyük daire bearingi : 118°



Şekil: 16.11

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No
TÜRK HAVA YOLLARI A.O.		EK.72.004 11.10.2006 01 1/10

BÖLÜM 17

YAKIT HESAPLAMALARI

17.1 GİRİŞ

Genel S/S müfredatına göre öğrenci, yakıt akışı ve menzille ilgili temel yakıt problemlerini çözebilecek ve maksimum menzil rejiminde en uygun uçuş seviyesini belirleyebilecek bilgiye sahip olmalıdır. Yakıt hesaplamaları hacim birimlerinin birbirine çevrimini gerektirir (örneğin; US Galon' dan, Imp. Galon'a veya litreye). Buna ek olarak yakıt ağırlığı hesaplamaları, kullanılan yakıtın özgül ağırlığı dikkate alınarak yapılır. CRP 5 S/S komputürü ile yakıt hesaplamalarının tamamını büyük bir doğrulukla yapmak mümkündür.

17.2 ÇEVİRİM FAKTÖRLERİ

HACİM

1lt.	0.22 Imp.Gal.	0.264 US Gal.
1Imp. Gal.	4.55 lt.	1.20 US Gal.
1 US Gal.	3.79 lt.	0.83 Imp Gal.

AĞIRLIK

1 lb.	0.454 kg.
1 kg.	2.2 lb.

17.3 ÖZGÜL AĞIRLIK

Bir sıvının hacmi ile ağırlığı arasındaki ilişkiyi o sıvının özgül ağırlığı verir. Özgül ağırlık, sıvı yoğunluğunun, suyun yoğunluğuna oranı olup havacılık yakıtlarının özgül ağırlığı 0.7 ile 0.82 arasında değişmektedir. Özgül ağırlığının 1'den az olması, o sıvının sudan daha hafif olduğu anlamına gelir. Örneğin; özgül ağırlığı 0.72 olan AVGAS'ın 1 lt.si yaklaşık 0.72 kg. gelir.

Bazı Faydalı Kurallar

Kg.mı lt.ye çevirmek için	:	kg. özgül ağırlığa bölünür.
Lb.yi Imp.Gal.a çevirmek için lb.	:	(özgül ağırlık x 10)'a bölünür.
Lt.yi kg.a çevirmek için	:	lt.özgül ağırlık ile çarpılır.
Imp. Gal.u lb.ye çevirmek için	:	Imp. Gal. (özgül ağırlık x 10) ile çarpılır.

Diğer çevrimler için CRP- 5'i kullanabilirsiniz.

Örnek: Özgül ağırlığı 0.72 olan 50 US Gal. AVGAS'ın ağırlığı kaç lb.dir?

Cevap:

50 US Gal. 189 lt.ye eşittir. 0.72 özgül ağırlıktaki 189 lt. 139 kg.a eşittir.

136 kg = 136 x 2.2 lb. = 299 lb.

17.4 YER MENZİLİ HESAPLAMALARI

Bu tür problemler belirli bir yakıt miktarıyla uculabilecek maksimum menzili yada en ekonomik seyir seviyesinin belirlenmesini kapsar ve spesifik yakıt sarfiyatı (SFC) veya spesifik yer menzili (SGR) nin bulunması ile çözülür.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	2/10

SFC, yerde 1 nm. gidebilmek için gereken yakıtın ağırlığıdır (kg) SFC düştükçe o uçuş daha ekonomik hale gelir.

SFC = Yakıt akışı/GS

Örneğin; saatteki yakıt akışı 6000 kg./hr. olan ve 400 kt. GS ile uçan bir uçağın SFC'si $6000/400 = 15$ kg/dır. Formülde GS 'nin yerine TAS konulduğunda uçuştaki her nm. için gereken yakıt ağırlığı bulunmuş olur. Ancak, rüzgar etkisi uygulanmadan bu sonucu yer menzili için kullanmamaya dikkat edilmelidir.

Not: Burada kullanılan SFC kısaltması, yakıt akışının motor çekisine bölünmesiyle elde edilen motor SFC' si ile karıştırılmamalıdır.

Spesifik yer menzili (SGR) ise her kg. yakıt karşılığında elde edilen yer menzili anlamına gelir. SGR büyükçe uçuş ekonomik hale gelir.

SGR = GS/Yakıt akışı

6000 kg./h yakıt akışı olan ve 400 kt. GS'de uçan bir uçağın SGR'si $400/6000 = 0.0667$ olur. Bu da 100 kg. için 6.67 gnm. menzil anlamına gelir.

Ayrıca SGR = 1/SFC ve SFC = 1/SGR' dir.

17.5 MAKSİMUM MENZİL HESAPLAMALARI

Emniyetli havada kalış sınırlamaları içinde kat edilebilecek maksimum yer mesafesi olarak tanımlanabilecek maksimum menzile, en etkin hızda ve uçuş seviyesinde uçaklarla ulaşılabilir.

Maksimum Menzil = Toplam yakıt x SGR veya,

Maksimum Menzil = Toplam yakıt/SFC

NOT: Toplam yakıt, uçakta bulunan toplam yakıt değil, emniyetli havada kalışı sağlayan kullanılabilir yakıttır.

17.6 EN EKONOMİK UÇUŞ SEVİYESİ

En ekonomik uçuş seviyesini bulabilmek için yakıt akışı, GS, SFC ve SGR bilgilerine ihtiyaç vardır. Aşağıdaki tabloda yer alan örnekte boşlukları doldurarak 3 uçuş seviyesi arasında en ekonomik olanını seçmemiz istenmektedir.

FLT LEVEL	TEMP	Mno	TAS	WC	GS	YAKIT AKIŞI	SFC	SGR
280	-37	0.83		-20		11400		
310	-44	0.83		-40		10900		
350	-51	0.83		-50		10000		

ÇÖZÜM:

FLT LEVEL	TEMP	Mno	TAS	WC	GS	YAKIT AKIŞI KGS/HR	SFC Kg/ gnm	SGR gnm/ Kg
280	-37	0.83	497	-20	477	11400	23.9	0.042
310	-44	0.83	489	-40	449	10900	24.30	0.041
350	-51	0.83	482	-50	432	10000	23.2	0.043

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 3/10
--	---	--	---------------------------------------

En ekonomik uçuş seviyesi, SFC' nin en düşük SGR' nin en yüksek olduğu seviye olan 350'dir. Ancak tablo tamamen doldurulduğunda "**seviye ne kadar yüksek olursa o kadar ekonomik hale gelir**" inanışının doğru olmadığı görülmektedir. Nitekim tabloya bakıldığından FL 280'in, FL 310'a göre daha ekonomik olduğu açıklıdır. Ayrıca FL 310 ile FL 350 arasında SFC açısından çok küçük bir fark var gibi görünse de, örneğin 3000 nm.lük bir uçuşta FL 350'da kullanılacak yakıt 3300 kg. daha az olacaktır. Maksimum menzil kullanılabılır yakıt ile SGR' nin çarpımı veya yakıtın SFC 'ye bölünmesi ile elde edilir. Yukarıdaki örnekte FL 350 için maksimum menzil 80.000×0.043 veya $80.000/23.2 = 3440$ gnm. dir.



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	4/10

LINE	FLIGHT LEVEL	TEMP DEVN	AMB TEMP °C	MACH NO	TAS KT	WIND COMP KT	GS KT	FUEL FLOW KG/HR	FUEL FLOW KG/HR	KG PER GROUND NM
1	360	-	-57	0.80		-50		1750 IMP GAL/HR	.79	
2	300	+5				+20	465	8300 LITRES/ HR	.79	
3			+4	-45		435	-20		.79	6310
4	330	-2			0.73	424		1900 IMP GAL/HR	.79	16.1

YAKIT PLANLAMASI

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 5/10
---	---	--	---------------------------------------

Complete the attached fuel block and fill in the blank spaces below:

Line 1

The TAS is
The fuel flow in kg per ground nm is

Line 2

The ambient temperature is
The Mach No. is
The fuel flow in kg per ground nm is

Line 3

The Flight Level is
The Mach No. is
The fuel flow in Imp gal/hr is

Line 4

The fuel flow in kg/hr is
The groundspeed is
The wind component is

The Flight Level which gives the most economical fuel used for range is
The fuel burn, in Imperial gallons, for a flight of 750 nm at the most economical Flight level would be The aircraft has to orbit a ship in distress for the maximum time. With 4900 Imp. gallons available for the orbit, the maximum time that the aircraft can remain in the incident overhead would be

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	6/10

Question 1.

An aircraft cruising at a groundspeed of 450 kt uses fuel at 5200 kg/hr.

- Calculate:
- a) The weight of fuel, in kilograms, consumed per ground nautical mile flown.
 - b) The ground distance covered per kilogram of fuel burnt.
 - c) The fuel flow in litres/hr (assume SG 0.78)

Question 2.

Pressure altitude (ft)	RAS kt	Temp Devn	Wind Comp	fuel flow kg/hr	SG
24000	200	ISA + 5°C	+ 30 kt	2800	0.80

- Calculate:
- a) The ground nautical miles flown per 1000 kg of fuel.
 - b) The air nautical miles flown per litre of fuel.

Question 3.

Pressure Altitude (ft)	RAS kt	Temp Devn	Fuel Flow kg/hr	SG
16000	210	ISA + 7°C	2600	0.80
20000	200	ISA + 5°C	2600	0.80
22000	210	ISA + 4°C	2600	0.80

Assuming a 40 kt headwind at all levels.

- a) Determine the ground nautical miles flown per 100 kg of fuel for the three tabulated pressure altitudes.
- b) State which tabulated pressure altitude will give the best fuel economy for range.
- c) Calculate the minimum fuel required in Imperial gallons for a flight of 2000 nm.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 7/10
---	---	--	---------------------------------------

NAVIGATION**FUEL CALCULATIONS****Question 4.**

Pressure Altitude	Temp Devn	Mach No	fuel flow kg/hr	SG
30000	JSA + 5°C	0.70	3500	0.80
38000	JSA + 5°C	0.70	2900	0.80

Note: The temperatures refer to a standard atmosphere in which temperature decreases at 2°C / 1000 feet from + 15°C at mean sea level with no tropopause.

- a) Find the ground nautical miles covered per 1000 litres of fuel at 30000 ft with a 40 kt headwind.
- b) What wind component would give the same ground nm per 1000 litres at 38000 ft ?.

Question 5.

Flight Level	Temp Devn	Mach No	Wind Comp	fuel flow kg/hr	SG
		RAS			
300	JSA + 10°C	M 0.65	- 15kt	2500	0.78
240	JSA + 12°C	M 0.65	0	2600	0.78
180	JSA + 14°C	265 kt	+ 15kt	2700	0.78

- a) Determine the gnm/kg of fuel for all three flight levels.
- b) State which tabulated flight level will give maximum range for fuel and calculate the fuel required, in Imperial gallons for a flight of 3800 km at this level.

Question 6.

Flight Level	Temp Devn	Mach No	Wind Comp	fuel flow kg/hr	SG
340	JSA + 15°C	0.82	- 40kt	6700	0.75
320	JSA + 14°C	0.82	- 20kt	6900	0.75
300	JSA + 14°C	0.82	- 10kt	7200	0.75

- a) Which flight level will give the best range for fuel ?.
- b) Give the maximum range for the aircraft with 5000 Imperial gallons of fuel.



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	8/10

FUEL WORKSHEET 1

LINE	FLIGHT LEVEL	TEMP DEVN	AMB TEMP °C	MACH NO	TAS KT	WIND COMP KT	GS KT	FUEL FLOW	SG	FUEL FLOW KG/HR	KG PER GROUND NM
1	360	-	-57	0.80	458	-50	408	1750 IMP GAL/HR	.79	6290	15.42
2	300	+5	-40	0.75	445	+20	465	8300 LITRES/ HR	.79	6557	14.10
3	320	+4	-45	0.74	435	-20	415	1755 IMP GAL/HR	.79	6310	15.20
4	330	-2	-53	0.73	424	0	424	1900 IMP GAL/HR	.79	6283	16.1

Fuel Planning

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 9/10
---	---	--	---------------------------------------

NAVIGATION**FUEL CALCULATIONS**

Complete the attached fuel block and fill in the blank spaces below:

Line 1

The TAS is **458**.....

The fuel flow in kg per ground nm is **15.42**.....

Line 2

The ambient temperature is **-40°C**.....

The Mach No. is **0.75**.....

The fuel flow in kg per ground nm is **14.10**.....

Line 3

The Flight Level is **320**.....

The Mach No. is **0.74**.....

The fuel flow in Imp gal/hr is **1755**.....

Line 4

The fuel flow in kg/hr is **6823**.....

The groundspeed is **424**.....

The wind component is **0**.....

The Flight Level which gives the most economical fuel used for range is **300**.....

The fuel burn, in Imperial gallons, for a flight of 750 nm at the most economical Flight level would be **2950**..... The aircraft has to orbit a ship in distress for the maximum time. With 4900 Imp. gallons available for the orbit, the maximum time that the aircraft can remain in the incident overhead would be **2 h 41 m**.....

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
TÜRK HAVA YOLLARI A.O.		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	10/10

NAVIGATION**FUEL CALCULATIONS****FUEL WORKSHEET 2 - ANSWERS**

- 1 a 11.55
 b 0.087
 c 6667
- 2 a 115.3
 b 0.0837
- 3 a 8.92 9.04 9.88
 b FL 220
 c 5567
- 4 a 85.94
 b 90 knots headwind
- 5 a .1504 .1546 .1378
 b FL 240 3740 Imp Gall (depending on conversion factors and conversion method used)
- 6 a F1 320
 b 1166 nm

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 1/36
---	---	--	---------------------------------------

BÖLÜM –18

ZAMAN

18.1 Güneş Sistemi

18.2 Declination (gök cisminin yüksekliği): Bir gök cisminin saat dairesi boyunca gök cisimleri ekvatorundan itibaren güney ve kuzey olarak sıfırdan 90° dereceye kadar, gök cisimleri küresi üzerinden ölçülen acısal mesafe gök cisminin yüksekliğidir.

18.3 ZAMAN

“Zaman nedir?” Saatinize baktığınızda, bu sorunun karışıklığını anlayamayabilirsiniz?

“Cevap” Cevabı hangi zamana göre istersiniz? “SİDERAL TIME, SOLAR TIME, MEAN TIME, LOCAL MEAN TIME (LMT), GREENWICH MEAN TIME (GMT), CO-ORDINATED MEAN TIME (CMT), ZULU, ZONE TIME (ZT), STANDART TIME (ST), TÜRKİYE YEREL SAATİ (TYS), DAYLIGHT SAVING TIME (DST), INTERNATIONAL ATOMIC TIME (IAT)”

ZAMAN ESASLARI

Zamanın ifadesi, dünyanın kendi ekseni ve güneşin etrafında dönüşü ile bunlar kadar etkili olmasa da Galakside güneş sisteminin hareketi (**THE MILKY WAY**) ve kainatta galaksinin hareketi esasına dayanır.

18.4 GÜNEŞ SİSTEMİ

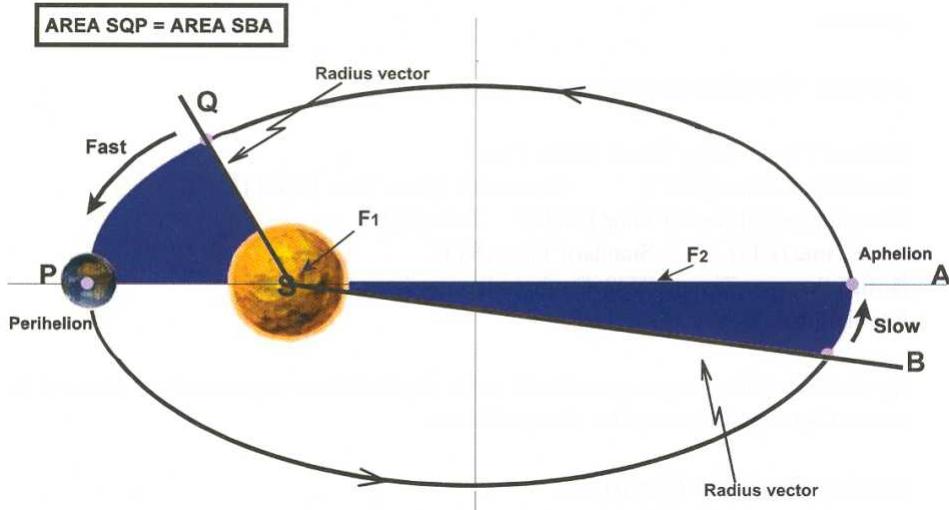
Güneş sistemi, Güneş Gama gezegeni (Merkür Venüs Dünya, Mars, Jüpiter, Satürn, Uranüs, Neptün ve Plüton) ile 2000 kadar küçük gezegen ve asteroit 'den oluşmuştur. Gezegenler, güneşe eşit uzaklıkta olmayıp büyülükleri, iç çapları ve kendi çevrelerinde dönüş süreleri de farklıdır. **Gezegenler, güneşin etrafında farklı zaman miktarlarında, eliptik yörüngelerde dönerler.** Gezegenler güneş çevresinde dolanan ve yansımış güneş ışığı ile kendini ışıklı gösteren gök cisimleridir. Gezegenlerin gerçek dönceş süreleri Kepler Kanunları ile hesaplanmıştır. 30 yıllık çalışma sonunda J. Kepler gezegenlerin güneş çevresinde birer elips çizdiğini belirterek kanunlarını ispatlamıştır. Her bir gezegenin yöründede dönceş sureleri farklı olup aşağıdaki gibidir.

<u>Gezegen</u>	<u>Yıl</u>	<u>Gün</u>
Merkür	0.2408	87.97
Venüs	0.6152	224.70
Dünya	1.0000	365.26
Mars	1.8809	686.98
Jüpiter	11.8622	4333.59
Satürn	29.4577	10759.20
Uranüs	84.018	30687.00
Neptün	164.78	60184.00
Plüton	284.4	90700.00

18.6 Kepler tarafından açıklanan gezegenlerin kendi yörüngeleri etrafındaki dönüşlerine ait kanunlar (Şekil:18.2).

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 2/36
--	---	---

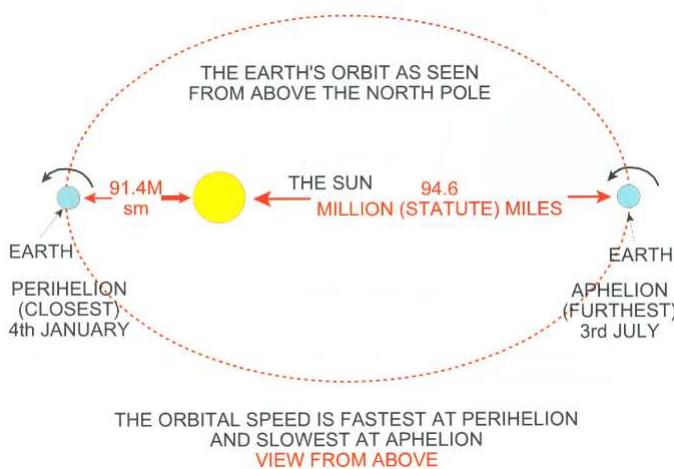
Kepler, gezegenlerin kendi yörüngelerinde dönmelerine ilişkin kanunları 3 tanedir. Bunlar;



Şekil:18.2 Kepler Kanunu

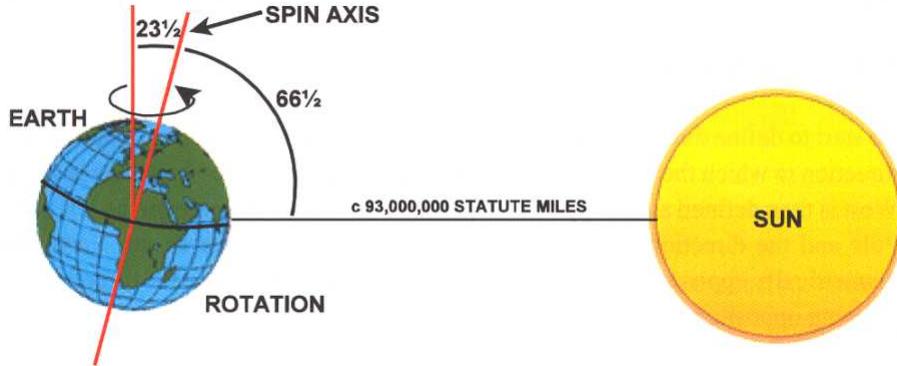
- 18.6a** Her gezegen odakların-dan birinde güneşin bulunduğu doğru yönde bir elips çizer.
- 18.6b** Güneşin merkezi ile gezegenin merkezini birleştiren vektör çapının çizdiği alan, bu alanın çizilmesi için geçen zaman ile doğru orantılıdır yani, gezegeni güneşe birleştiren doğru eşit zamanlarda eşit alanlar tartar. Yani; PSQ = BSA
- 18.6c** Gezegenlerin kavuşum dolanımı için geçen zamanın karesi, yörüngelerin büyük eksenin küpüyle doğru orantılıdır (2 gezegenin dolanım periyotlarının kareleri oranının güneşe olan uzaklığının küpleri oranına eşittir).

- 18.7 Dünyanın kendi ekseninde ve güneş etrafında bir yol veya yörunge dahilinde dönüşü:**
 a. Dünya, kuzey-güney ekseninde kendi ekseninde ve güneş etrafında saat ibresinin hareket yönünün aksi istikametine döner.



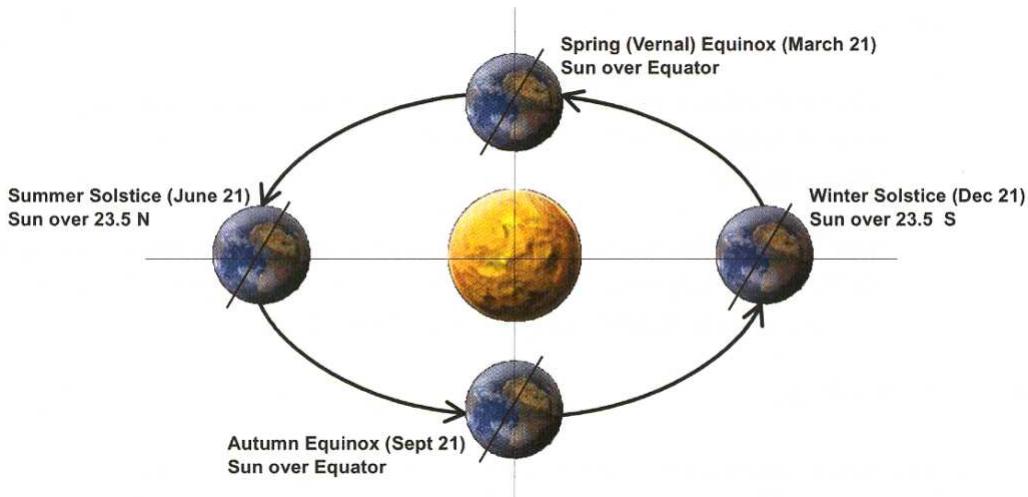
Şekil: 18.3 Earth Orbit 1

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 3/36
--	---	--	---------------------------------------



Şekil: 18.4 The Earth's Orbit

b. Güneşin, dünyaya olan uzaklığı; APHELION noktasında iken 94.6, PERIHELION noktasında ise 91.4 milyon deniz milidir. Bu iki nokta arasında dünyanın güneşten aldığı ısı miktarı arasındaki fark % 3 kadardır. Dünyanın ekseni, kendi yörüngे düzlemini ile 66.5 derecelik bir eğim içersindedir. Ekvator düzlemini dünya orbit düzlemine 23.5 derece eğiktir. Sene boyunca eksen aynı istikameti gösterir.

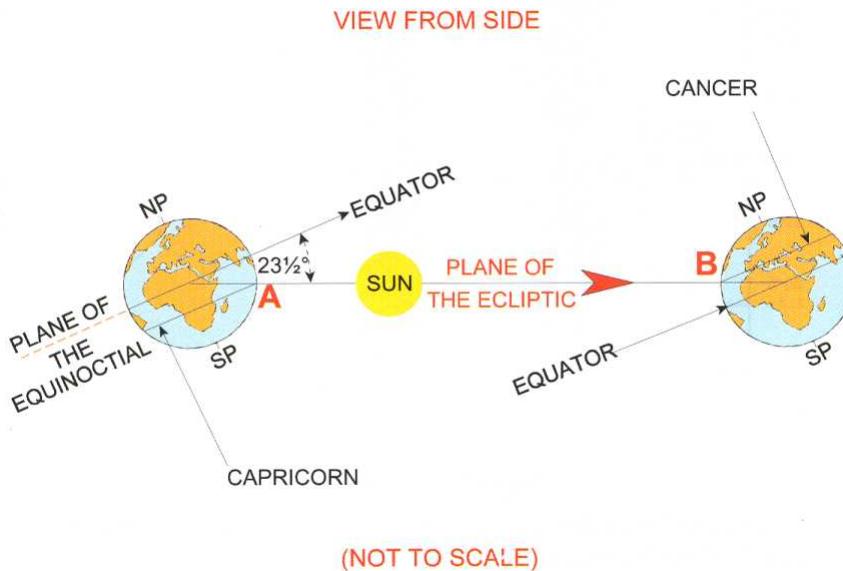


Şekil: 18.5 The Seasons

- c. Dünyanın kendi etrafında dönmesi gece ile gündüzün, güneşin etrafında 23.5 derecelik eğimle dönüşü ise mevsimlerin meydana gelmesine sebep olur.
- d. Güneş, Aralığın 21. günü dikey olarak 21.5° S de görülür, bu duruma; **NH Winter Solstice, SH Summer Solstice**,
- e. Güneş, Haziranın 21. günü dikey olarak 21.5° N de görülür, bu duruma; **NH Summer Solstice, SH Winter Solstice**,
- f. Güneş, 21 Martta ekvatoru güneyden kuzeye keser, bu duruma; **NH Spring Equinox, SH Autumn Equinox**,

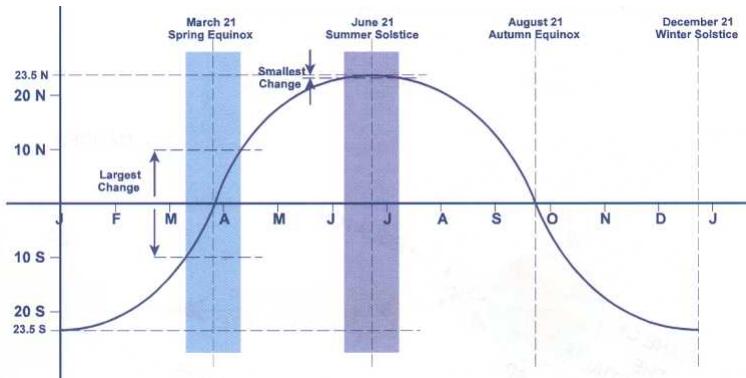
 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 4/36
--	---	---

g. Güneş, 21 Eylülde ekvatoru kuzeyden güneye keser, bu duruma; **NH Autumn Equinox, SH Spring Equinox,**



Şekil: 18.6 Dünya yörüngesinin yanından görünüşü (diyagram, tarifler için örneklenmiştir).

Şekilde bir saykılık periyot, 1 yılı göstermektedir.



Şekil: 18.7 Güneşin eğimi.

18.8 GÜNLER VE YILLARIN ÖLÇÜMÜ

“1 gün” dünyanın gök cismine göre, kendi ekseninde dönmesi ile ölçülen zaman aralığıdır. Gök cismi güneş ise “**SOLAR DAY- GÜNEŞ GÜNÜ**”, yıldız ise “**SIDEREAL DAY-YILDIZ GÜNÜ**” adlandırılır.

18.8.1 “Sivil günü”

- a. güneş gündür, gece ve gündüzün 12 saatlik zaman aralıkları olmalı ve,
- b. zaman aralıkları sabittir.

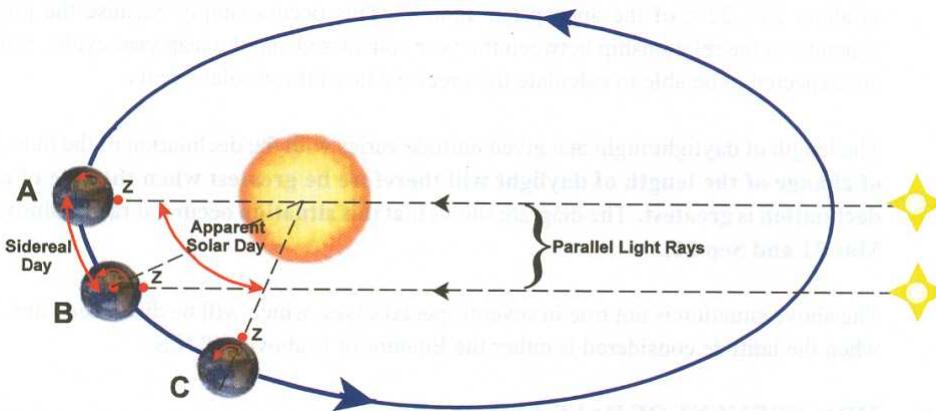
18.8.2 “Sidereal Day – Yıldız Günü” Airesin ilk noktasının arz üzerindeki muayyen bir meridyenden birbirini müteakip iki geçiş arasındaki zamandır.

18.8.3 “Apparent Solar Day-görünen güneş günü” Güneşin aynı meridyen üzerinden birbirini takip eden iki geçiş arasındaki zamandır.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 5/36
--	---	---

18.8.4 Görünen güneş ile ortalama güneş terimlerini ve bunlar arasındaki ilişkiyi:

Gökyüzünde görünen güneş, hakiki olarak adlandırılır ve görünen güneş olarak tarif edilir. Ortalama güneş, görünen güneşin dünya etrafında ortalama dönüş oranında, bir tam dönüşü 24 saatte tamamladığı varsayılmıştır. Görünen güneş ile elde edilen günün uzunluğunun kullanılması pratik ve uygun değildir. Çünkü yıl boyunca gün uzunlukları değişir. Bir zaman gösterici (saat), gözüken zamanı belirler. Bundan dolayı ortalama güneşin verdiği ve 24 saat uzunluğa sahip olan ortalama güneş günü pratikte aynı sürede sahip zaman araçlarını kullanma imkanı verir ve hesaplamalarda kolaylık sağlar.



Şekil: 18.8 Yıldız Günü/Görünen Güneş Günü

GÖRÜNEN GÜNEŞ GÜNÜ, YILDIZ GÜNÜNDEN DAHA UZUNDUR (Şekil: 18.7).

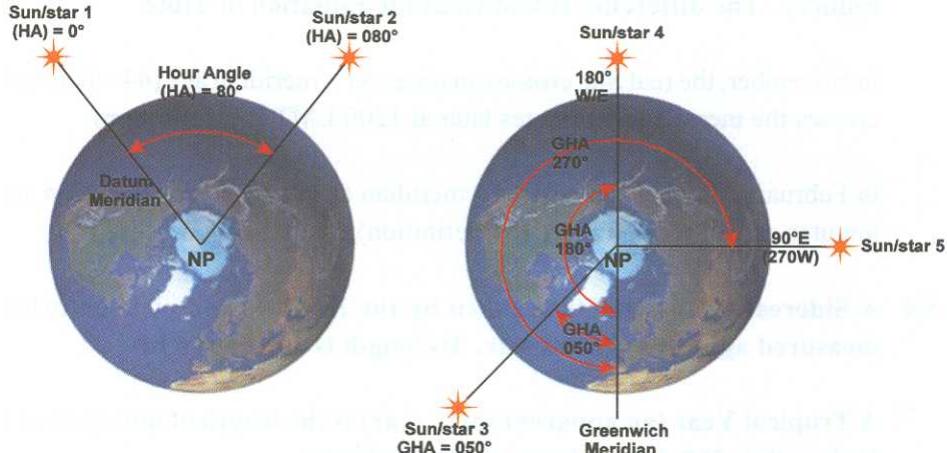
18.8.5 Ortalama Güneş Günü (Mean Solar Day): Ortalama güneş Günü normal olarak Görünen Güneş Günü kadardır. Gece ve gündüz süresi sabittir, bu güne "SİVİL" gün de denir ve saat, dakika ve saniyelere bölünmüştür. İki zaman arasındaki en büyük fark; Kasım ortasında vuku bulur ve bu fark 16 dakikadır. İkinci en büyük fark Şubat ortasında oluşur ki buda, 14 dakikalık farktır. Bu fark zamanın eşitliği olarak bilinir.

18.8.6 Sidereal Year – Yıldız Yılı; Dünya, güneş etrafında dönerken bir yıldıza göre ölçülen zamandır ve 365 gün 6 saatdir.

18.8.7 Tropical Yıl (Görünen Güneş Yılı); mevsimlerin bir saykılık zamanıdır ve 365 gün 5 saat 48.75 dakikadır.

18.8.8 Takvim (calender) yılı; normal olarak 365 gündür ancak, her 4 yılda 1 gün bu yıla eklenecek artık yıl oluşur ki, bu da 366 gündür. Her 400 yılda 3 defa ayarlanır.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 6/36
--	---	---



Şekil: 18.9 Mahalli saat açısı/ Greenwich saat açısı

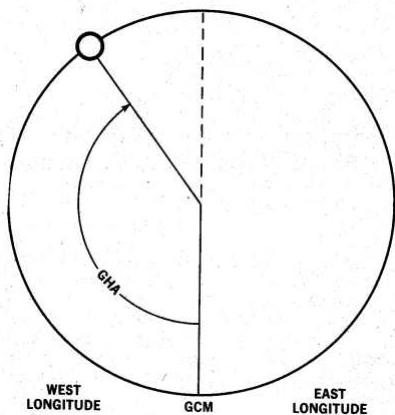
18.9 Hour Angle (Saat açısı): Rasadın meridyeni ile semavi cismin meridyeni arasındaki meridyen farkıdır. Bu iki meridyenin kutupta meydana getirdikleri açıdır. Arzın bir saatlik zaman zarfındaki açısal dönüşü 15° lik arza tekabül eder. Belirtilmiş bulunan bir semavi meridyeninden batıya doğru ölçülmüş semavi ekvator kavşısı veya buna tekabül eden arzın merkezindeki bir açı veya buna tekabül eden kutuptaki bir açıdır.

Dünya, batısal olarak kendi ekseninde 360° yi 24 saatte döner. Gök cismi (güneş veya yıldız), bir meridyeni arka arkaya 24 saatte bir keser. Üç adet saat açısı vardır.

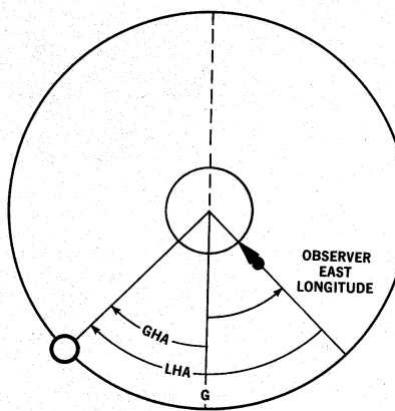
$360^\circ=24$ saat, $15^\circ = 1$ saat, $1^\circ = 4$ dakika, $15' (15 \text{ dak. ark}) = 1 \text{ dak}, 15'' (15 \text{ saniyelik ark}) = 1 \text{ saniye}$ ye tekabül eder.

18.9a Greenwich hour angle (greenwich saat açısı) "GHA":

Gök cisminin semavi meridyeni ile Greenwich semavi meridyeni arasındaki, gök kutbundaki açıdır. Greenwich meridyeninin üst kısmından, batıya doğru (sıfırdan 360 dereceye kadar) gök cisminden geçen saat çemberinin üst kısmına kadar ölçülen açısal mesafedir.



Şekil: 18.10 Greenwich saat açısı



Şekil: 18.11 Mahalli saat açısı

18.9b Local hour angle (Mahalli saat açısı) "LHA":

Gözlenen semavi cismin (ay, güneş, yıldızlar) hemen altındaki nokta ile rasatın mevkisinden ölçülen açısal mesafedir. Rasadın semavi meridyeni ile gök cisminin semavi meridyeni arasındaki açıdır. Gözlemeçinin meridyenin üst kısmından batıya doğru 360 derece olarak gök cisminden geçen saat çemberinin üst kısmına kadar ölçülen açısal mesafedir.

$$\text{LHA} = \text{GHA} - \text{BATI BOYLAMI}, \text{LHA} = \text{GHA} + \text{DOĞU BOYLAMI}$$

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 7/36
---	-----------------------------------	---	--	---------------------------------------

18.9c Sidereal hour angle (SHA) (Yıldızlara ait saat açısı):

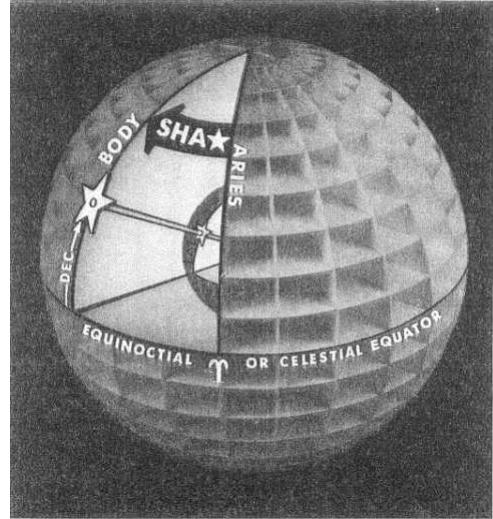
Aires'in (güneşin gökyüzünde ekvatorun güneyden kuzeye kestiği nokta) ilk noktasındaki saat çemberinin üst kısmına kadar ölçülen açısal mesafedir, batıya doğru ölçülür. Yıldızların zahiri hareketlerine göre hesap edilen zamana ise yıldız zamanı denir. Arzın güneş etrafındaki hareketinden dolayı bir yıldız günü, bir güneş gününden hemen hemen 4 dakika daha kısaltır.

Şekil: 18.12 Yıldızlara ait saat açısı (sol), Greenwich saat açısı (sağ).

ÖRNEKLER;

1. $137^\circ 36'$ nin zaman olarak değeri; $137 \times 4 = 548$ D / 60 = 9 S, 08 D

$36'$ nin zaman olarak değeri; $36 / 15 = 2$ D, 24 Sn, **SONUÇ; 9 S 10 D 24 Sn.**



2. 127° lik arkın zamansal değeri; $127 / 15 = 8.4667$ S, $0.4667 \times 60 = 28$ D, **SONUÇ; 8 S 28 D**

3. $096^\circ 17'$ nine zamansal değeri; "17' nine desimal karşılığı; $17 / 60 = 283"$ -----> 096.283°

$096.283^\circ / 15 = 6.4189$ S, $0.4189 \times 60 = 25$ D -----> **SONUÇ; 6 S 25 D**

18.10 LOCAL MEAN TIME “LMT” (Mahalli vasati güneş zamanı): Mahalli ortalama zaman, ortalama güneşin, rasadın meridyenine ± 12 saat takibi ile bu meridyenden batıya doğru ölçülmüş olan, zamanla ifade edilen saat açısındandır.

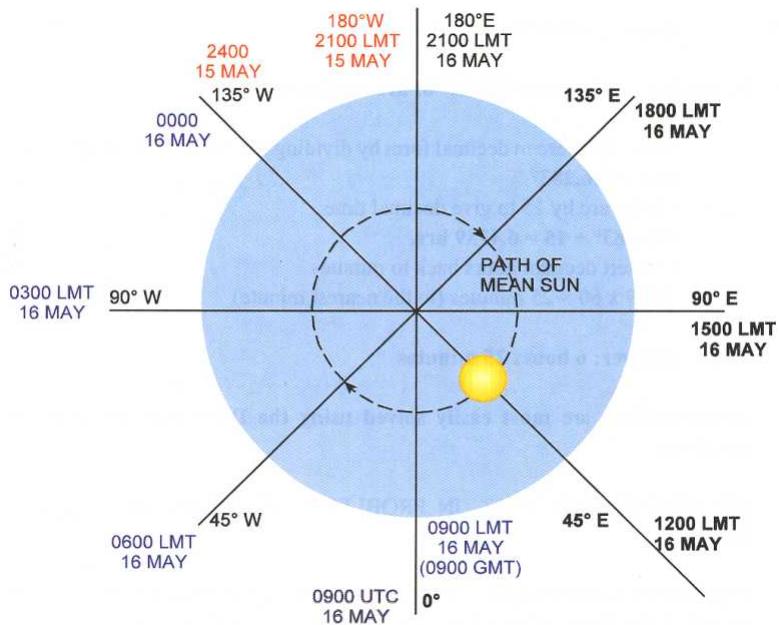
Şekil: 1.6 da görüldüğü gibi, Mayıs ayının 16 da saat 1200 da, 045° meridyenindeki tüm yerler aynı saattedir.

ÖRNEKLER:

1. 45° E de, 16 Mayıs saat 1200 da (güneş 45° E kes-mektedir), 90° E meridyeninde LMT 1500 dir (güneş bu meridyeni geçeli 3 saat olmuştur).

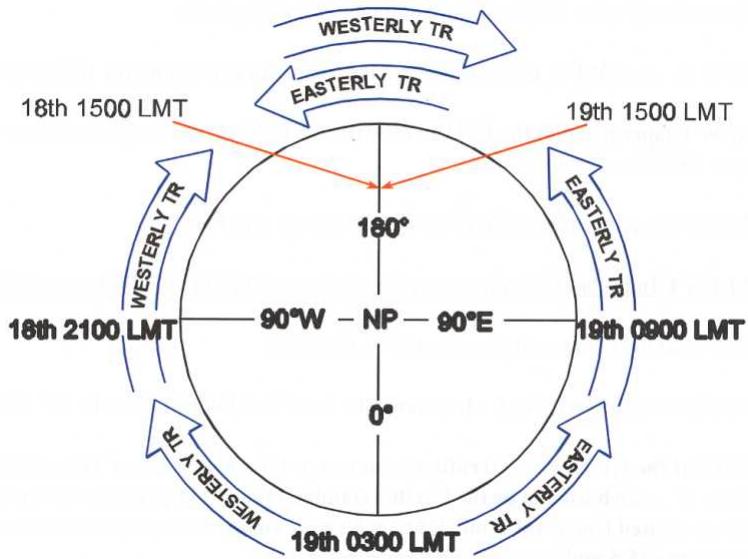
NOT: Güneş, 1 saatte 15 meridyeni tarar.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 8/36
---	---	--	---------------------------------------



Şekil: 18.13 Local Mean Time (LMT) mahalli vasati saat.

18.11 Co-Ordinated Universal Time “UTC” koordine edilmiş zaman; sabit oranda değişir ve **Milletlerarası Atomic Zamanı (IAT)** karşı ayarlanır ve atomik saatten gelir. UTC, genelde GMT ye ayarlanır ancak, ayarlamalar çok küçüktür. Seyrüsefer için pratikte UTC, GMT ye eşittir



Şekil: 18.14 LTM-2

Örnekler;



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	9/36

1. Kahire'de (30° E enlem) LTM 0900 ise UTC?

LTM Kahire 0900
Ark/zaman (30° enlem) -0200

UTC 0700

2. Madrid'de (04° W enlem) LMT 0400 ise, UCT? Ark zamanı (04° W enlem) için; $4 \times 4 = 16$ dakika
 $0400 + 0016 = 0416$ (UCT)

NOT: DOĞU İÇİN TOPLANIR, BATI İÇİN ÇIKARILIR.

GMT/UTC ve LMT değişimlerini misallerle hesaplayınız (değişim tablosundan anlatılacaktır).

GREENWICH A. M. 1981 SEPTEMBER 1 (THURSDAY) 487															
GMT	SUN		ARIES		VENUS - 3.3		JUPITER - 1.5		SATURN 0.9		MOON				
	GHA	Dec.	GHA	T	GHA	Dec.	GHA	Dec.	GHA	Dec.					
00 00	179 56.3 N	8 31.7	339 42.5	.	196 50 N	15 39	222 18 N	21 13	340 53 S	3 10	348 11 S	8 22	N		
10	182 26.4	31.6	342 12.9	.	199 20	.	224 48	.	343 23	.	350 37	20	72	20 10	-15
20	184 56.4	31.4	344 43.3	.	201 50	.	227 18	.	345 53	.	353 03	18	70	20 05	-11
30	187 26.4	31.3	347 13.7	.	204 20	.	229 49	.	348 24	.	355 29	16	68	20 01	-08
40	189 56.5	31.1	349 44.1	.	206 50	.	232 19	.	350 54	.	357 55	13	66	19 57	-05
50	192 26.5	31.0	352 14.5	.	209 20	.	234 49	.	353 25	.	0 21	11	64	19 53	-03
01 00	194 56.5 N	8 30.8	354 44.9	.	211 50 N	15 38	237 20 N	21 13	355 55 S	3 10	2 47 S	8 09	62	19 51	-01
10	197 26.6	30.7	357 15.3	.	214 20	.	239 50	.	358 26	.	5 13	07	60	19 48	+01
20	199 56.6	30.5	359 45.8	.	216 49	.	242 20	.	0 56	.	7 39	05	58	19 46	02
30	202 26.6	30.4	2 16.2	.	219 19	.	244 51	.	3 26	.	10 05	03	56	19 44	03
40	204 56.7	30.2	4 46.6	.	221 49	.	247 21	.	5 57	.	12 31	8 01	54	19 42	05
50	207 26.7	30.1	7 17.0	.	224 19	.	249 51	.	8 27	.	14 57	7 58	52	19 40	06
02 00	209 56.7 N	8 29.9	9 47.4	.	226 49 N	15 37	252 22 N	21 13	10 58 S	3 11	17 22 S	7 56	50	19 39	07
10	212 26.8	29.8	12 17.8	.	229 19	.	254 52	.	13 28	.	19 48	54	45	19 36	09
20	214 56.8	29.6	14 48.2	.	231 49	.	257 22	.	15 59	.	22 14	52	40	19 33	11
30	217 26.8	29.5	17 18.4	.	234 19	.	259 53	.	18 29	.	24 40	50	35	19 30	10
40	249 26.8	29.3	24 54.0	.	266 47	.	262 23	.	21 05	.	27 06	44	36	19 28	08
50	252 27.3	27.4	52 24.4	.	269 17	.	294 57	.	53 35	.	58 45	19 54	18 55	36	19 26

LOCAL MEAN TIME/UTC PROBLEMLERİ:

LTM ana problemlerinde boylam önemlidir çünkü, aynı meridyendeki LMT zamanı da aynıdır. Şayet A "40° N 137° W" noktasında 18 Ağustos saat 1812 ise, B "30° S 121° 12'" noktasında LMT?

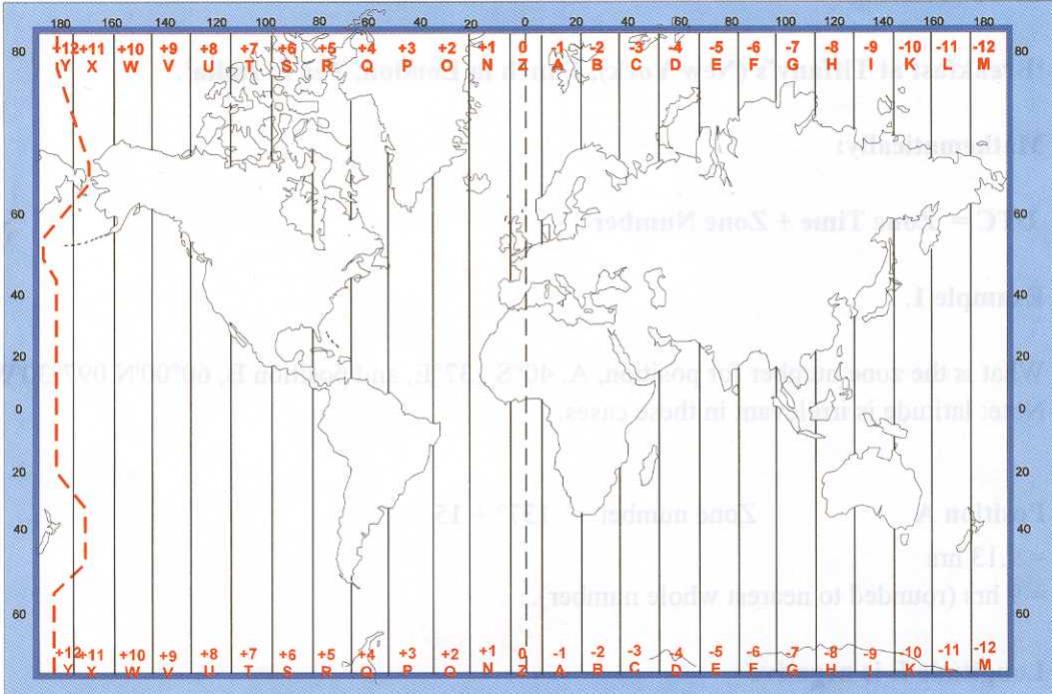
18.12 ZONE TIME

15° meridyeninin (enlem dairesinin) bulunduğu bölgedeki müsterek zaman. 0° den başlayıp 15° lik enlem derecesi şeritlerine ayrılan ve her bir şeridin merkez meridyeninin mahalli ortalama zamanı (LMT) bölge zamanı olarak alan standart zamanın deniz sahalarına uzanmasıdır.

Milli saatin pratik bakımından faydalı olmakla beraber, uluslararası münasebetler arttıkça bunun da artık yetmeyeceği anlaşılmış ve saatleri beynelmiley esaslara göre birleştirmek ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Saatleri beynelmiley bakımından birleştirmenin esası, her yerde zaman ayarını, uluslararası meridyen denilen Greenwich meridyenine ayarlamaktır.

Şöyle ki, merkezi Greenwich meridyeninden olmak üzere, bu meridyenden 7 1/2 derece doğudan ve 7 1/2 derece batıdan geçen iki meridyen arasında 15 derecelik bir dilime ayrılmış ve bu dilim içinde bulunan bütün noktalarda saatlerin hiç farksız Greenwich ayarını göstermesi kararlaştırılmıştır (Şekil: 18.15).

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 10/36
--	---	--



Şekil: 18.15 Zone time

Bu esasa göre bütün yer sathi, 15° lik yirmi dört dilime ayrılarak, bu dilimlerin içinde, her yerde saatlerin aynı zamanı göstermesi ve burların birinden ötekine geçerken saatlerin doğuya doğru 1 saat artırılması esası kabul edilmiştir. Bu dilimler "0" dan 23'e kadar numaralandırılmış olup, her dilimin taşıdığı numara Greenwich'de saat 00.00 (gece yarısı) iken o dilim dahilinde saatin kaç olduğunu ifade eder. Sıfır numaralı dilimin saatine „Greenwich Ortalama saatii“ (Greenwich Mean Time) denir ve bu saat Uluslararası temaslarda "GMT" harfleri ile gösterilir. GMT ekseriya "Z", konuşmada "ZULU" ve ZEBRA" olarak isimlendirilir ki, hepside aynı manaya gelir. Her mahalli zaman diliminin bir değiştirilme faktörü (CF) vardır. Bu faktör Greenwich meridyeninden doğuya Antimeridiyene kadar 1 den 12 e kadar (-) değerleri batıya doğru (+) değerleri alırlar. (Boylam E, W : 15° Değiştirme faktörü "CF") Bu faktörleri kullanarak, dünyanın herhangi bir, bölgesindeki "mahalli zaman" "Z" zamanına, "Z" zamanını "mahalli zamana" çevirebiliriz.

Örnek Problemler :

$$35^{\circ}OO' W, 121^{\circ} 00' W' \text{ de zaman } 04\ 00\ L \quad \dots\dots\dots Z ? \\ 121^{\circ} : 15^{\circ} = +8 \text{ CF}$$

$$\text{Mahalli zaman} + \text{CF} = \text{GMT}$$

$$0400 + 8 = \text{GMT}$$

GMT = 1200 bulunur.

$$35^{\circ} 00' N, 142^{\circ} 00' E \text{ de zaman } 13\ 00\ z. \quad \dots\dots\dots L$$

$$142^{\circ} : 15^{\circ} = -9 \text{ CF}$$

$$\text{Mahalli zaman} - 9 = \text{GMT}$$

$$\text{Mahalli zaman} - 9 = 13\ 00\ Z.$$

Mahalli zaman: $1300 + 9 = 2200$ L. bulunur.

New York'ta zaman 00 58 Z. Pazartesi mahalli zaman ve gün?

$$\text{New York' ta CF} = +5$$

$$\text{Mahalli zaman} + 5 = 00\ 58\ Z$$

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 11/36
--	---	--	--

Mahalli zaman = 00 58 – 5 = 19.58 Pazar bulunur.

NOT: bölme işleminde kalan 7° 30' üzerinde ise bölüme 1 tam sayı (saat) ilave edilir.
Dünya 1 saatte 15° doğuya hareket eder (Güneş batıyla doğru hareket etdiyormuş gibi görünür).

18.13 Standart Zamanlar (ST).

Standart zaman, bir ülke tarafından tamamında veya bir kısmında tesis edilmiş kullanılan zamandır ve ülke otoriteleri tarafından kararlaştırılır. Dünya 24 bölgeye bölünmüştür, her biri 15°lik meridyen genişliğine sahiptir. 15°lik dilimde bulunan bölge, o bölgenin merkezi meridyenin LMT'sini kullanılır. 15°lik bölgenin merkezi meridyeni ve bu meridyenin her iki tarafında 7,5°lik bölge vardır.

Pratikte, standart zamanlar bu teoriyi takip etmezler. Zamanlar ülkenin durumuna göre değişir ve bazen ülkenin farklı parçalarında da yaz zamanı (gün ışığını kazanma zamanı) kullanılabilir. Dünya üzerinde Türkiye'de dahil birçok ülke yaz dönemine yaklaşırken genelde Mart sonundan Eylül veya Ekim sonuna kadar normalde kullandıkları standart bölge zamanlarından bir saat öncesinin zamanını kullanırlar.

Zaman problemlerinin çözümünde aşağıdaki yolu izlenmesi çok yararlı olacaktır. (LMT, ST, UTC) önce, UTC değeri bulunur. Daha sonra LMT veya ST'nin bulunması gereklidir. Ancak, hesaplamlarda dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da şudur. LMT'den UTC'ye (veya tersi) bulunması için aradaki boylam farkının değerinin (ark değerini) zamana çevrilmesidir. UTC'den ST'yi (veya tersi) bulmak için ise ya bir Hava Almanak'a baş vurulmalı veya sözkonusu Meydanın LİST değeri (+ 3 saat, -7 saat; 0 saat gibi) verilmelidir.

Örnek 1: Alberta (Canada) da ST 12.00 ise, Berlin (Almanya)' da ST kaçtır?

12.00 ST Alberta
+07 .00 ST düzeltmesi
=19.00 GMT/UTC
+01.00 ST düzeltmesi
=20.00 ST Berlin

Örnek 2: 70° W'da LMT 10.00 ise, İsveç'te ST kaçtır?

1 0.00 LMT 70° W
+04.40 Arc to time
14.40 GMT/UTC değeri 14.40' a göre Hava
Almanağından bulunacaktır.
İsveç'deki GMT/UTC



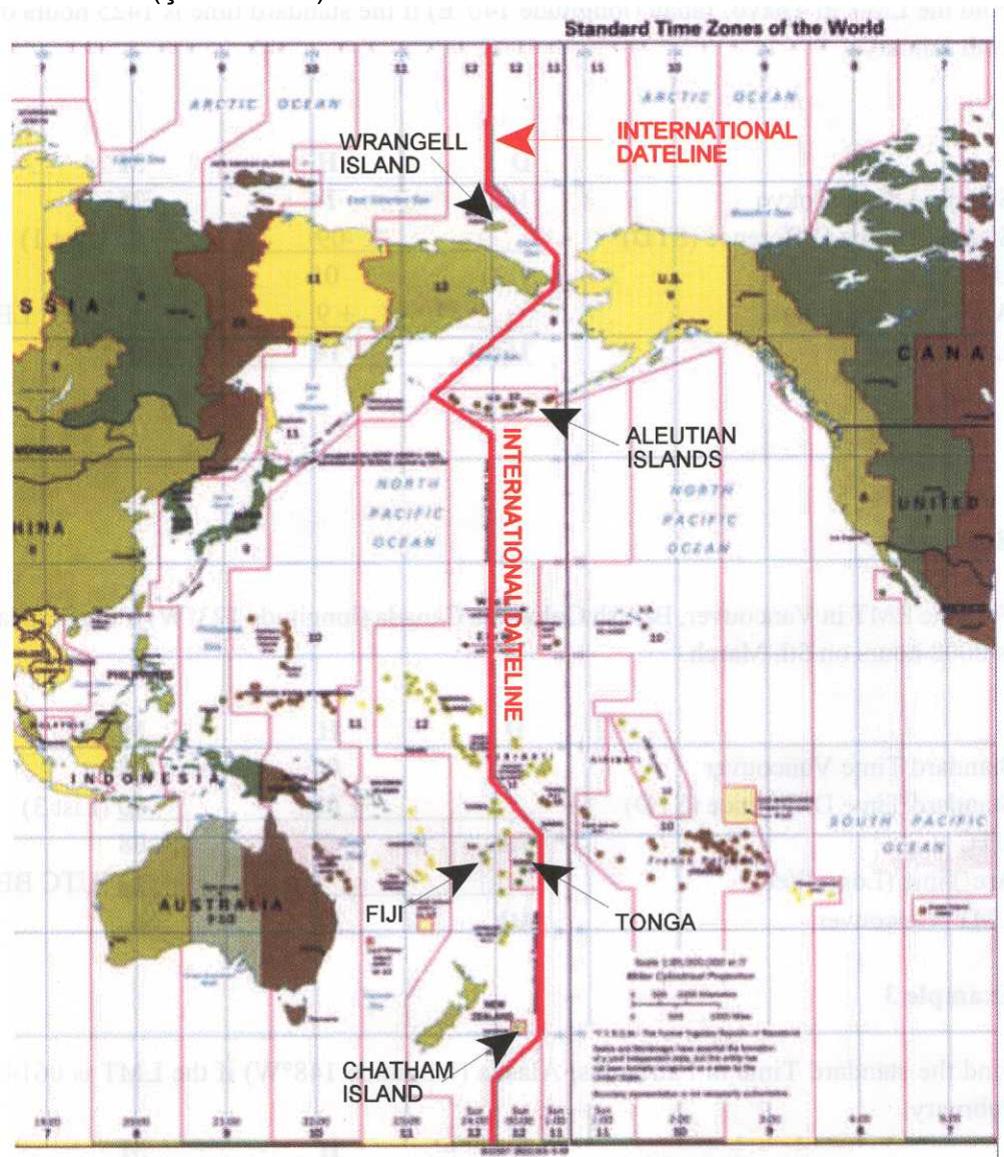
**UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI**

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	12/36

18.14 Uluslararası Tarih Çizgisi

Doğudan veya batıdan 180° meridyen hattına yaklaşmanın LMT ile mukayesesı

Greenwich' ten batıya veya doğuya doğru seyahat eden bir gözlemci $179^{\circ} 59' W$ (batı) veya $179^{\circ} 59' E$ (doğu) noktasına ulaşacaktır. Önce LMT, GMT' den 12 saat erken, sonra 12 saat geç olacaktır, yani 180° meridyenine yaklaşıkça LMT' de 24 saatlik bir fark olur. 180° meridyeninden geçerken zaman, 1 gün ilerler veya geriler, bu da geçişin yönüne bağlıdır. Bu olayın olduğu 180° meridyeni tarih çizgisi olarak kabul edilir. Bu çizgiyi doğuya doğru geçen uçak, 1 gün geriye; batıya doğu geçen ise bir gün ilerideki tarihi alır (Şekil: 18.16).



Şekil: 18.16 International Date Line (Tarih Çizgisi)

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No : EK.72.004 Revizyon Tarihi : 11.10.2006 Revizyon No : 01 Sayfa No : 13/36
--	---	--

18.15 Tarih değişim-lerini hesaplayınız.

Saatler doğuya doğru artıp, batıya doğru eksildiği için boylam başlangıcından 180 derece farklı olan meridyen üzerinde, buraya doğudan veya batıdan gelindiğine göre, saatler aynı fakat tarihler bir gün farklı olacaktır. Bu aşağıdaki gibi açıklanabilir;



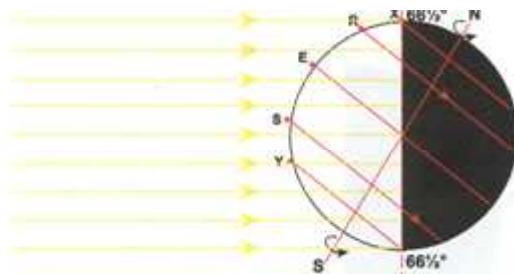
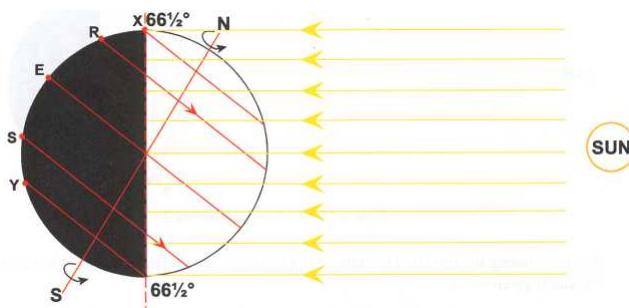
Bundan anlaşılıyor ki, 180 derecelik meridyenin batı tarafındaki tarih, doğu tarafındaki tarihten birgün fazladır. Şu halde bu meridyen geçilirken eğer doğudan batıya geçiliyor ise, tarihe bir gün ilave etmek yani bir gün atlama (takvimden iki yaprak koparmak) batıdan doğuya geçiliyor ise, tarihi bir gün eksiltmek yani aynı tarihi iki gün ilave edilmelidir.

Tarih değiştirme problemini çözmek için, Büyük Okyanusta "tarih değiştirme hattı" çizilmiştir ki, gemiler bu hat üzerinden geçerken, takvimlerindeki tarihi yukarıda izah edildiği şekilde değiştirirler; bununla beraber, tarih değiştirme hattı Aleut Adalarını doğuda, Asya'nın Bering Boğazı kıyıları ile Tonga ve Kermadec adalarını batıda bırakacak şekilde bazı yerlerde 180 derecelik meridyenden biraz ayrıılır

18.16 Greenwich meridyeninin zıt meridyenini geçerken, seyahat istikametine bağlı olarak bir günün kazanılıp veya kaybedilebileceğini izah ediniz.

Tarih çizgisi, hakiki olarak tarihin değiştiği yerdir, bununla beraber aslında 180° meridyeninde olmasına rağmen, bu meridyen tarafından kesilmeyi önlemek için bazı hafif değişimler vardır. Zamanların hesaplamasında, bütün GMT/UTC ile yapılan değişimlerde tarih çizgisi otomatik olarak gözüne veya hesaba alınır.

18.17 Güneş doğum ve batım zamanları



**Şekil: 18.16 Güneşin doğum ve batımı
(Kuzeyde Yaz/güneyde Kış)**

**Şekil: 18.17 Güneşin doğum ve batımı
(Kuzeyde Kış/güneyde Yaz)**

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 14/36
--	---	--

Güneş doğuşu, batışı ve alacakaranlık saatleri sadece enlemlerle ilgilidir, meridyenlerle bir ilgisi yoktur. Bu değişikliklerin sebebi dünyanın 23.5° güneşe göre dönüş açısındaki eğikliğinden kaynaklanmaktadır. Güneşin doğuşu veya batışı güneşin üst ucunun, gözleminin ufkunda olduğu zamandır. Atmosferde ışığın yayılmasından dolayı güneş doğmadan aydınlanma, doğum yönündeki ufuktan başlayarak artar ve gün doğumuna kadar devam eder, batış sırasında da aynı olayın tersi olur. Güneş ufuktan kaybolmasına rağmen atmosferde ışığın yansımاسından dolayı, hala aydınlichkeit bir müddet devam eder. Yüksek dereceli enlemler hariç, güneşin doğuş ve batış zamanları herhangi bir yerde güneşin doğuş veya batışında küçük değişiklikler gösterir. Her gün 1 veya 2 dakika gibi Greenwich meridyeni üzerinde belirlenen enlemlerde zaman meydana geliş, bütün boyamlar için aynı alınabilir.

Gün doğumunu ve gün batımı zamanları, belirlenen tarihler ve belirlenen enlemler için tablo çizelgeler haline getirilir. Bu zamanlar LMT lokal saatlerdir. Ekvatorda gün doğumunu daima yaklaşık olarak 06:00 ve gün batımı yaklaşık olarak 18:00 lokal zamanda olur.

Ekvator'dan kuzeye veya güneye gidildikçe, Şekil: 18.16 ve 17 da görüldüğü gibi, dünyanın kendi eksenindeki eğiklikten dolayı mevsimsel olarak, güneşin doğum ve batımı değişiklik gösterir. Yazın, kuzeye gidildikçe günler uzar ve kuzey kutup bölgesinde güneş hiç batmaz, güney kutup bölgesinde ise hiç doğmaz. Kışın ise bunun tam tersi olur.

18.18 Sivil Alacakaranlık

Sivil alacakaranlık, güneş ufkun 6° altında iken başlar veya sona erer. Ancak bu səbjektif bir durum olduğundan planlama faaliyetlerin de mutlaka aydınlanma açılarıyla uyumlu diğer bilgilere de ihtiyaç vardır.

Denizcilikte alacakaranlık güneş ufkun 12° altında iken başlar ve sona erer. Bu alacakaranlıktaki aydınlanma derecesi; (iyi hava koşullarında başka bir aydınlatmanın olmadığı durumlarda) ufk hala bulanık olduğu halde yerde nesnelerin ana hatlarının görülebildiği, S/S de yararlanılan tüm yıldızların seçilebildiği, detaylı hareketlerin mümkün olmadığı bir aydınlanma durumu sağlar. Sabahleyin sivil alacakaranlığının başlaması ve akşamları sivil alacakaranlığın sona ermesi giriş verileri enlem ve tarih olarak tablolar haline getirilmiştir (Şekil: 18.18).



Şekil: 18.18

18.19 AY DOĞUM VE BATIMI:

Ayın doğuşu ve batışı arasında geçen süre değişiklik gösterdiğinde (genelde 24 saat den uzun bir zaman alır) doğuş ve batış zamanları Greenwich meridyenine ait cetveldeki değerlerden, gözleminin meridyeni için yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenlemeye "Diff" başlıklı sütundaki "yarım günlük farlıklar" cetveli ile "meridyenlere göre ay doğuşu-batışı" tablosu kullanılarak yapılır. Bu iki tablodan elde edilen bilgiler doğu ve batı meridyenleri için ayrı işaretler takip edilerek saat çevrimleri gerçekleştirilir. Ancak "Diff" sütununda görülen (*) işaret olağanüstü koşulları ifade eder ve bu durumda çevrim yapılmaz. Elde edilen zaman istenilen günden 1 gün öncesine veya sonrasında aitse "Diff" sütunundaki değer 2 ile çarpılarak eklenir veya çıkarılır. Her ay, ay doğuşunu olmadığı (ayın son çeyreği yakın) ve ay batımının THY KYS Form No: FR.18.0001 Rev.01

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 15/36
---	---	--	--

olmadığı (ayın ilk çeyreğine yakın) birer gün vardır. Greenwich meridyeni için böyle bir durum gerçekleştiğinde bir sonraki fenomen listede 2 kez yer alır. Tabloda yer alan 24 saat den daha büyük bir değer o fenomenin bir sonraki güne ait olduğunu gösterir. Bu işlem, diğer meridyenlere ait zaman ölçümlerinde başlangıç noktası olması bakımından yapılır (Şekil:18. 18).

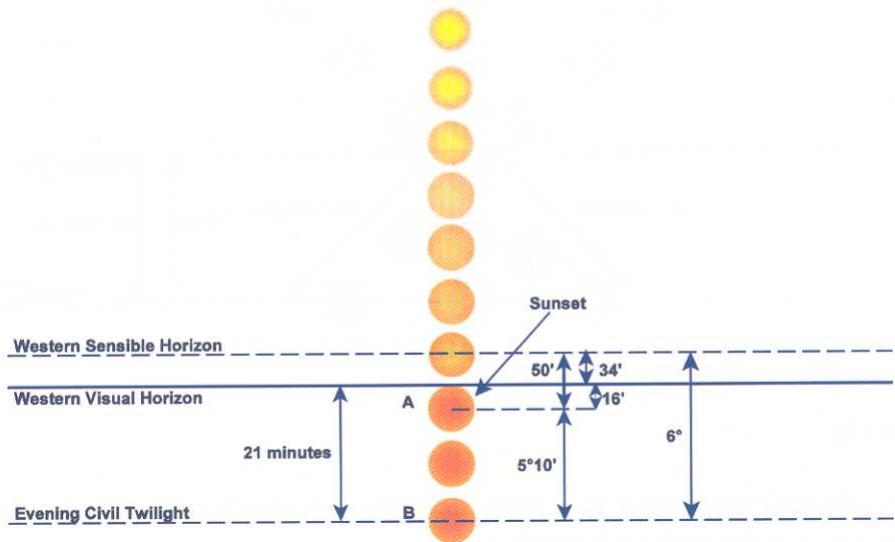
18.20 Alacakaranlık (twilight) teriminin izahı.

Güneşin batımından sonra veya doğumdan önce, gözlemcinin, atmosfer tarafından yansıtılan güneş ışınlarını aldığı, günün bir parçasıdır.

18.21 EKVATORDA ALACAKARANLIK

Romantiktir fakat aniden karanlığın bastırması, birtakım zafiyetlere sebep olur. Gerçek durumun tespiti için tarih olarak 21 Mart/21 Eylül tarihleri (the equinoxes) alınır. Güneş, doğudan doğar, gözlemcinin tam üzerinden geçerek batıdan batar. Güneşin hareketi, Şekil: 1.12 deki gibidir.

A pozisyonunda güneş, ufkuñ altına indiği andır. Bu durumda güneş, algılanabilir ufkuñ 50' altındadır. B pozisyonunda ise, güneş ufkuñ 6° altındadır ve zaman olarak 21 dakikaya tekabül eder.



Şekil: 18.19

18.22 EKVATOR İLE 60° N/S ENLEMLER ARASINDA ALACAKARANLIK

Durum (i); Ekvatordaki gibidir,

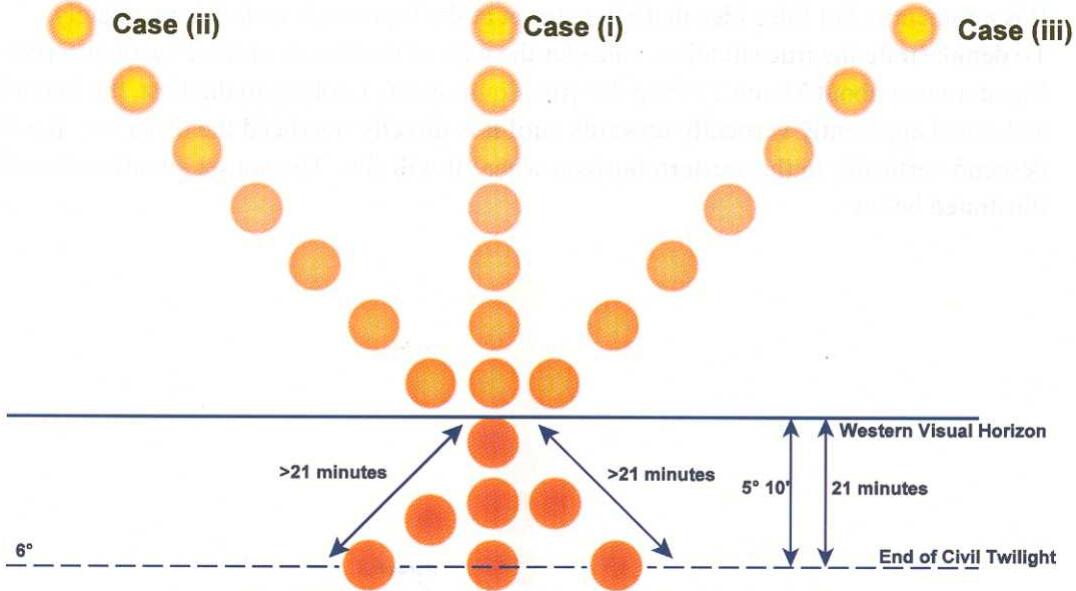
Durum (ii); Kuzey yarıküredeki bir gözlemcinin tespiti:

- Güneş doğudan doğar,
- Güneş batıya doğru hareket eder,
- 12 LMT de güneş, gözlemcinin güneyindedir,
- Güneş, durum (ii) deki yolu izleyerek batıdan batar,

Durum (iii);

- Güneş doğudan doğar,
- Güneş batıya doğru hareket eder,
- 12 LMT de güneş, gözlemcinin kuzeyindedir,
- Güneş, durum (ii) deki yolu izleyerek batıdan batar.

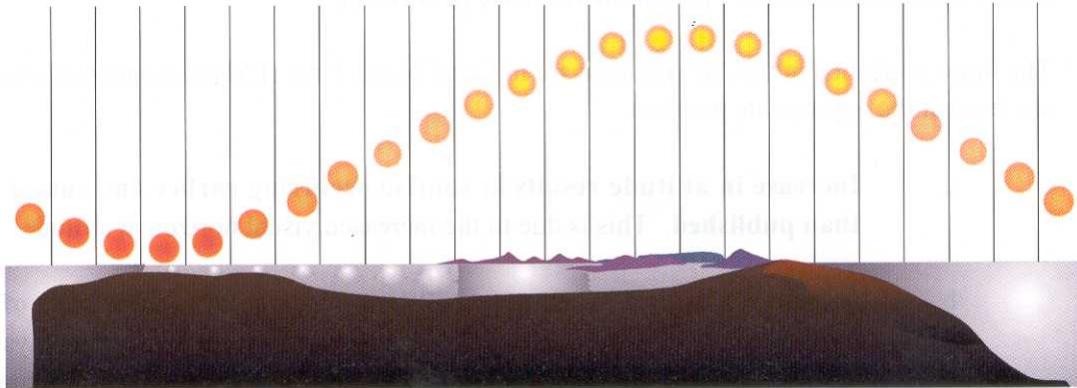
	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 16/36
---	---	--	--



Şekil: 18.20

18.23 YÜKSEK ENLEMLERDE ALACAKARANLIK

Güneş, daima ufkun üstünde olabilir. 21 Temmuzda güneş ufkun üstündedir (Kuzey yarı küre). Güney yarı kürede ise, ufkun devamlı altındadır. Bu durum 21 Aralıkta tam tersidir.

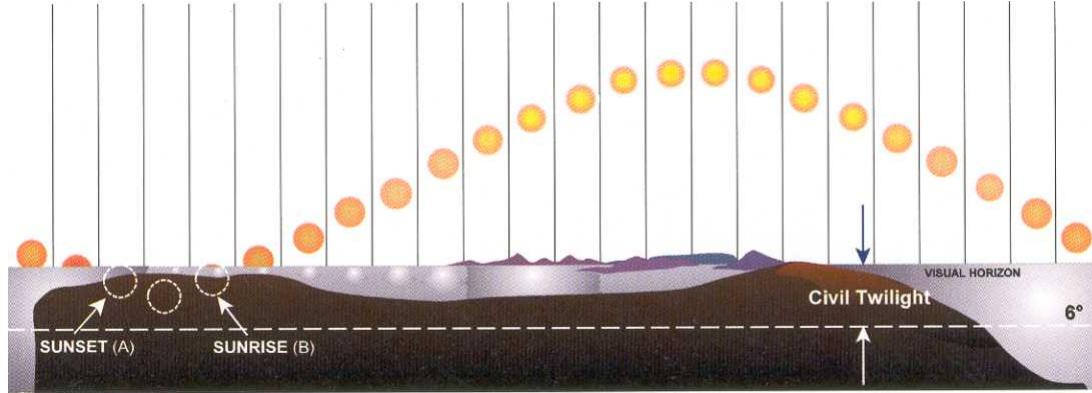


Şekil: 18.21



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	17/36



Şekil: 18.22

18.24 Alacakaranlıkla ilgili olarak LMT, ST ve UTC örneklerle hesaplayınız.

Örnek: 4 Kasım'da Taranto, İtalya'da gece alacakaranlık periyodu nedir? ($40^{\circ} 26'N$ $17^{\circ} 16'E$)

Metot: Gün batımından ve hava almanajının ECT tablosundan bulunur.

Günbatımı	4 Kasım		ECT	4 Kasım	
Saat	Dk	Sn	Saat	Dk	Sn
N45	16	20	N45	16	53
40	16	35	40	17	05

$40^{\circ} 26'N$ fark 5° enlem için hesaplanırsa, Günbatımı tablosundan $15\text{ dk} = 5^{\circ}$ enlem ECT tablosundan 12 dk . Buna rağmen $40^{\circ} 26'$ günbatımı = 16 saat 33 dk 40 sn ve ECT 17 saat 03 dk. 51 sn. Periyot 17 saat

Lat.	MORNING CIVIL TWILIGHT										Oct							
	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29		
N 72	//	//	//	//	01 07	01 44	02 12	02 35	02 55	03 14	03 31	03 47	04 03	04 18	04 32	04 46	05 00	05 14
70	//	01 06	01 40	02 05	02 26	02 45	03 02	03 18	03 33	03 48	04 01	04 15	04 28	04 40	04 53	05 05	05 17	
68	01 39	02 02	02 21	02 38	02 54	03 08	02 22	03 36	03 48	04 01	04 13	04 24	04 36	04 47	04 58	05 09	05 19	
66	02 18	03 42	02 48	03 02	03 14	02 27	03 28	03 50	04 01	04 11	04 22	04 32	04 42	05 02	05 12	05 21		
64	02 45	02 57	03 08	02 20	03 31	04 41	03 51	04 01	04 11	04 20	04 30	04 39	04 48	04 57	05 06	05 14	05 23	
62	03 05	03 15	02 25	03 35	04 44	03 53	04 02	04 11	04 19	04 28	04 36	04 44	04 52	05 01	05 09	05 16	05 24	
N 60	03 21	03 30	03 38	03 47	03 55	04 03	04 13	04 19	04 27	04 34	04 42	04 49	04 49	04 57	05 04	05 11	05 18	05 25
58	35	42	03 50	03 57	04 05	12	19	26	33	40	47	53	05 00	07	13	20	26	
56	46	03 53	04 08	04 06	04 13	19	26	32	38	45	51	54	57	03	09	15	21	27
54	53	04 02	02 08	14	20	26	32	37	43	49	54	50	00	06	11	17	22	27
52	04 05	10	16	21	26	32	37	42	47	53	58	03	08	13	18	23	28	
N 50	04 13	04 18	04 22	04 27	04 32	04 37	04 42	04 47	04 51	04 56	05 01	05 05	05 05	05 15	05 19	05 24	05 29	
45	29	33	37	41	44	48	04 52	04 56	05 00	05 03	07	11	15	18	22	26	29	
40	42	45	48	04 51	04 54	05 07	05 00	05 03	06	09	12	15	18	21	24	27	30	
35	04 53	04 55	04 58	05 00	05 02	05 05	07	09	12	14	16	18	21	23	25	27	30	
30	05 02	05 04	05 06	07	09	11	15	16	18	20	21	23	25	26	28	30		
N 20	05 17	05 18	05 19	05 20	05 21	05 21	05 22	05 23	05 24	05 24	05 25	05 26	05 28	05 27	05 28	05 29		
N 10	29	29	29	30	30	30	29	29	29	29	29	29	28	28	28	28	28	
0	40	39	39	38	37	36	35	35	34	33	32	31	30	29	28	27	25	
S 10	50	48	47	46	44	43	41	39	38	36	34	32	30	28	26	25	23	
20	05 59	05 57	05 55	05 53	05 51	05 48	05 46	05 43	05 41	05 38	05 35	05 33	05 30	05 27	05 24	05 22	05 19	
S 30	06 09	06 07	06 04	06 01	05 57	05 54	05 51	05 47	05 44	05 40	05 36	05 33	05 29	05 25	05 21	05 18	05 14	
35	15	12	08	05 06	01 05	05 57	05 53	04 49	04 45	04 41	03 37	03 32	02 28	02 24	01 19	01 15	01 11	
40	21	17	13	09	04 06	00	55	51	46	41	36	32	27	22	17	12	07	
45	27	23	18	14	09	03 05	58	53	47	42	36	31	25	19	13	07	05 02	
50	35	30	24	19	13	04 01	55	48	42	35	29	22	16	09	02	04 56		
S 52	06 39	06 33	06 27	06 21	06 15	06 09	06 02	05 58	05 49	05 40	05 35	05 28	05 21	05 14	05 07	05 00	04 53	
54	42	36	30	24	17	10	03	56	49	42	35	27	20	12	05 04	57	49	
56	47	40	33	26	19	12	05	57	50	42	34	26	18	10 05	02	54	46	
58	51	44	37	29	22	14	06	58	50	42	33	25	16	08 04	59	50	42	
S 60	06 56	06 48	06 41	06 33	06 25	06 16	06 08	05 59	05 50	05 42	05 33	05 24	05 14	05 05	04 56	04 46	04 37	

03 dk 51 sn - 16 saat 33 dk 40 sn = 00 saat 30 dk 11 sn . (Şekil: 3. 9 dan yararlanılacak)



**UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI**

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	18/36

SUNRISE

Lat. °	August					September										Oct 2			
	15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29			
h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m		
N 72	02 21	02 41	02 59	03 17	03 33	03 49	04 04	04 04	04 18	04 33	04 47	05 00	05 14	05 27	05 41	05 54	06 08	06 21	
70	02 54	03 09	03 23	03 38	03 51	04 04	04 17	04 30	04 42	04 54	05 06	05 18	05 30	05 42	05 54	06 06	06 18		
68	03 17	03 30	03 42	03 54	04 05	04 17	04 28	04 39	04 50	05 01	05 11	05 22	05 32	05 43	05 54	06 04	06 15		
66	36	46	03 57	04 07	04 17	04 27	04 37	04 47	04 56	05 06	05 15	05 25	05 34	05 44	05 53	06 03	06 12		
64	03 50	03 59	04 09	04 18	04 27	04 35	04 44	04 53	05 02	05 10	05 19	05 27	05 36	05 44	05 53	06 02	06 10		
62	04 02	04 11	04 19	04 27	04 35	04 43	04 51	04 59	05 06	05 14	05 22	05 30	05 37	05 45	05 53	06 01	06 08		
N 60	04 13	04 20	04 27	04 34	04 42	04 49	04 56	05 03	05 05	05 10	05 17	05 24	05 31	05 38	05 45	05 52	05 59	06 07	
58	22	28	35	41	48	54	50 01	07	14	20	27	33	39	46	52	59	59	05	
56	30	36	41	47	53	59	55	05	11	17	23	28	34	40	46	52	58	04	
54	37	42	47	53	58	50 04	09	14	20	25	30	36	41	46	52	57	03		
52	43	48	53	58	50 03	07	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	02		
N 50	04 49	04 53	04 58	05 02	05 07	05 11	05 16	05 20	05 24	05 29	05 33	05 38	05 42	05 47	05 51	05 56	06 01		
45	05 01	05 04	05 08	05 12	05 15	05 19	05 22	05 26	05 29	05 33	05 37	05 40	05 44	05 48	05 51	05 55	05 58		
40	11	14	17	20	22	25	28	31	34	37	39	42	45	48	51	54	57		
35	19	22	24	26	28	31	33	35	37	39	42	44	46	48	50	53	55		
30	27	29	30	32	34	35	37	39	40	42	44	45	47	48	50	52	54		
N 20	05 40	05 41	05 41	05 42	05 43	05 44	05 44	05 45	05 46	05 46	05 47	05 48	05 48	05 49	05 50	05 50	05 51		
N 10	05 51	05 51	05 51	05 51	05 51	05 51	05 51	05 51	05 51	05 50	05 50	05 49	05 49	05 49	05 49	05 49	05 49		
0	06 01	06 01	06 00	05 59	05 58	05 57	05 57	05 56	05 55	05 54	05 53	05 52	05 51	05 50	05 49	05 48	05 47	05 46	
S 10	11	10	09	06 07	06 06	06 06	06 04	06 02	06 00	05 59	05 57	05 55	05 53	05 51	05 49	05 47	05 46	05 44	
20	22	20	18	15	13	11	08	05	06 03	06 00	05 57	05 55	05 52	05 49	05 47	04 44	04 41		
S 30	06 34	06 31	06 28	06 25	06 22	06 18	06 15	06 11	06 08	06 04	06 06	05 57	05 53	05 49	05 45	05 42	05 38		
35	41	38	34	30	26	23	19	14	10	06	02	05 57	05 53	05 49	04 44	04 40	03 36		
40	49	45	41	36	32	27	23	18	13	08	03	05 59	05 54	04 49	04 44	03 39	03 34		
45	06 58	06 53	49	43	38	33	28	22	17	11	05 06	00	05 54	04 48	04 43	03 37	03 31		
50	07 09	07 03	06 58	52	46	40	33	27	21	14	08	01	05 54	04 48	04 41	03 35	02 28		
S 52	07 14	07 08	07 02	06 56	06 49	06 43	06 36	06 29	06 2	06 16	06 09	06 02	05 55	05 48	05 41	05 34	05 27		
54	20	13	07 00	53	46	39	32	25	17	10	02	05 55	04 47	04 40	03 33	02 25			
56	26	19	12	05 06	57	50	42	35	27	19	11	03	05 55	04 47	03 39	03 31	02 23		
58	33	25	18	10 07	02	54	46	38	29	21	12	04	05 55	04 47	03 38	03 30	02 21		
S 60	07 41	07 33	07 24	07 16	07 07	06 59	06 50	06 41	06 32	06 23	06 14	06 05	05 56	05 47	05 37	05 28	05 19		

Şekil: 18.23

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 19/36
--	---	--	--

CONSOLIDATION QUESTIONS – TIME THEORY

1. When does perihelion occur?
 - a) early January
 - b) mid March
 - c) early July
 - d) September 21

2. When does aphelion occur?
 - a) early January
 - b) mid March
 - c) early July
 - d) September 21

3. Viewed from the North Celestial Pole (above the North Pole), the Earth orbits the Sun
 - a) clockwise in a circular orbit
 - b) anti-clockwise in a circular orbit
 - c) clockwise in an elliptical orbit
 - d) anti-clockwise in an elliptical orbit

4. When do "equinoxes" occur?
 - a) December and June
 - b) February and November
 - c) March and September
 - d) January and July

5. When it is the Winter Solstice in the Southern Hemisphere, the Declination of the Sun is
 - a) 0° N/S
 - b) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ N
 - c) $66\frac{1}{2}^{\circ}$ N
 - d) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S

6. In the situation given above in Question 5, the sun will be overhead?
 - a) the Arctic Circle
 - b) the Tropic of Capricorn
 - c) the Equator

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 20/36
--	---	--	--

7. What is the angle between the Equinoctial and the Ecliptic?
- a) $66\frac{1}{2}^\circ$
 - b) $23\frac{1}{2}^\circ$
 - c) varies between $23\frac{1}{2}^\circ\text{N}$ and $23\frac{1}{2}^\circ\text{S}$
 - d) varies between $66\frac{1}{2}^\circ\text{N}$ and $66\frac{1}{2}^\circ\text{S}$
8. The Declination of a celestial body (the Sun) measured on the Celestial Sphere is analogous (equivalent) to _____ on the Earth?
- a) latitude
 - b) longitude
 - c) altitude of the body measured from the sensible horizon
 - d) co-latitude
9. "The length of daylight/night depends upon the declination of the Sun and the latitude of the observer". When is the rate of change of the length of daylight greatest?
- a) February/November
 - b) January/July
 - c) at the Equinoxes
 - d) at the Solstices
10. A sidereal day is?
- a) longer than an apparent solar day
 - b) longer than a real solar day
 - c) shorter than an apparent solar day
 - d) equal to a real solar day
11. The maximum difference between mean noon (1200LMT) and real/apparent noon occurs in _____?
- a) January/July
 - b) March/September
 - c) November/February
 - d) December/June
12. The maximum difference between Mean Time and Apparent Time is:
- a) 21 minutes
 - b) 16 minutes
 - c) 30 minutes
 - d) there is no difference

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
			Revizyon Tarihi	11.10.2006
			Revizyon No	01
			Sayfa No	21/36

13. What is the length of a Sidereal Year?

- a) 365 days
- b) 366 days
- c) 365 days 6 hrs
- d) 365 days 5 hrs 48.75 minutes

14. "The Calendar Year and the Tropical Year are of different lengths. The difference is adjusted partly by using leap years every fourth calendar year. However, some years are not designated as leap years". Which of the following years will be a leap year?

- a) 2001
- b) 2100
- c) 2300
- d) 2400

15. The Hour Angle (Greenwich Hour Angle) of a celestial body is analogous/equivalent on the Earth to _____?

- a) latitude
- b) longitude
- c) co-latitude
- d) UTC

16. A star has a Greenwich Hour Angle (GHA) of 220° . Which meridian is the star transiting (crossing)?

- a) 040W
- b) 040E
- c) 140W
- d) 140E

17. Without using the Air Almanac, convert $153^\circ 30'$ of arc of longitude into time.

- a) 10 hrs 24 mins
- b) 10 hrs 22 mins
- c) 10 hrs 14 mins
- d) 10 hrs 8 mins

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 22/36
--	---	--	--

18. The definition of Local Mean Time (LMT) is:
- a) time based upon the average movement of the Earth around the Sun.
 - b) when the Mean Sun is transiting (crossing) your meridian, it is 1200hrs LMT.
 - c) when the Mean Sun is transiting (crossing) your anti-meridian, it is 0000hrs LMT (2400 hrs LMT, previous day).
 - d) all of the above.
19. Local Mean Time (LMT) always changes by a day when crossing _____?
- a) the Greenwich Meridian
 - b) 180°E/W
 - c) the International Date Line
 - d) the Equator
20. Zone Time (ZT) is used?
- a) by aircraft on trans-oceanic routes
 - b) as legal time in all countries
 - c) by ships at sea
 - d) in polar regions
21. What is the Zone Number for longitude 127°30'W
- a) +8
 - b) +9
 - c) -8
 - d) -9
22. A ship at longitude 83°E observes sunrise at a Zone Time of 0500 ZT on Zone Date 15 May. What is the UTC?
- a) 2300 UTC 14 May
 - b) 1100 UTC 15 May
 - c) 2328 UTC 14 May
 - d) 1032 UTC 15 May
23. On Mid-summer Day in the Southern Hemisphere, the sun will be overhead:
- a) $66\frac{1}{2}^{\circ}$ S
 - b) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ N
 - c) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S
 - d) the Equator

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 23/36
---	---	--	--

24. On Mid-winter Day in the Northern Hemisphere, the sun will be overhead:
- a) $66\frac{1}{2}^{\circ}$ S
 - b) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ N
 - c) $23\frac{1}{2}^{\circ}$ S
 - d) the Equator
25. On June 21, what is the lowest northerly latitude (listed in the Air Almanac) at which the sun will be above the horizon for 24 hrs (all day)?
- a) 64N
 - b) 66N
 - c) 68N
 - d) 70N
26. On December 21, what is the lowest northerly latitude (listed in the Air Almanac) at which the sun never rises (or sets)?
- a) 64N
 - b) 66N
 - c) 68N
 - d) 70N
27. Civil Twilight is?
- a) the period between sunset and the end of Evening Civil Twilight (ECT)
 - b) the period between the start of Morning Civil Twilight (MCT) and sunrise
 - c) related to the position of the centre of the sun being 6° below the sensible horizon
 - d) a period when it is possible to carry out daylight tasks without artificial lighting
 - e) used in the JAR definition of day flying/night flying
 - f) all of the above
28. Nautical Twilight and Astronomic Twilight are the twilight periods that follow Civil Twilight. Nautical Twilight occurs when the sun is between _____ and _____ below the Sensible Horizon?
- a) $0^{\circ}/6^{\circ}$
 - b) $6^{\circ}/12^{\circ}$
 - c) $12^{\circ}/18^{\circ}$
 - d) $18^{\circ}/24^{\circ}$

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 24/36
--	---	--	--

29. Between 60°N and 60°S , the minimum duration of Civil Twilight is?
- a) 21 minutes
 - b) 16 minutes
 - c) 14 minutes
 - d) 30 minutes
30. Sunrise/Sunset Twilight Tables in the Air Almanac are listed for a sea level situation. An aircraft flying at FL350 would experience sunrise _____ ?, sunset _____ ? and the length of twilight would _____ ?

	Sunrise	Sunset	Duration of Twilight
a)	later	earlier	be longer
b)	earlier	later	not change
c)	later	earlier	not change
d)	earlier	later	be shorter

ANSWERS TO CONSOLIDATION QUESTIONS – TIME THEORY

**1A, 2C, 3D, 4C, 5B, 6D, 7B, 8A, 9C, 10C, 11C, 12C, 13C, 14D, 15B, 16D, 17C, 18D, 19B, 20C, 21B,
22A, 23C, 24C, 25B, 26C, 27F, 28B, 29A, 30D**

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
			Revizyon Tarihi	11.10.2006
			Revizyon No	01
			Sayfa No	25/36

CONSOLIDATION CALCULATIONS 1

1. At position 4830'N 10315'E the time is 1045 LMT on the 17th May. What is the LMT and local date at 4830'S 0715'E?
2. When LMT at 4600'N 0830'W is 2300 on the 9th May, what is the LMT and local date at:
 - a) 4600'N 10830'W?
 - b) 4600'N 10830'E?
3. The time is 1300 UTC on 1st April. Calculate the LMT and local date at:
 - a) 5430'N 0715'E
 - b) 1627'S 10743'W
 - c) 1846'N 16835'E
4. At 3000N 4630'E the time is 0300 LMT. What is the time at 6000'N 1615'W in:
 - a) UTC?
 - b) LMT?
5. At 1400 UTC on 6th November what is the Standard Time at the following locations:

a) Iraq	b) Libya
c) Friendly Islands	d) Canada, Labrador
e) New York	f) Ghana
6. At 1400 UTC what is the Standard Time in:
 - a) Tonga Islands 2200'S 17000'W?
 - b) The USSR east of longitude 17230'E?
7. In position 4830'N 6357'W the LMT is 1430 on the 10th February. What is the Standard Time in Hong Kong (2220'N 11407'E)?
8. An aircraft is to fly from Wellington, New Zealand (4110'S 17454'E) to Samoa (1350'S 17145'W). The estimated flight time is 6 hours 15 minutes.

Give the Standard Time and date of departure from Wellington if the ETA for Samoa is 2350 LMT on the 8th September 1995.

	ÜCÜŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 26/36
---	---	--	--

CONSOLIDATION CALCULATIONS 2

Note: Unless otherwise stated assume that Summer Time is not being observed.

1. Determine the LMT in WELLINGTON, NEW ZEALAND (17446'E) at 0730 UTC.
2. LMT in BOSTON, MASSACHUSETS, USA (7108'W) is 1200. What is the UTC?
3. Determine the LMT in HONOLULU, HAWAII, USA (15752'W) and the Standard Time in SYDNEY, NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA (15113'E) for 1335 UTC.
4. An aircraft leaves BRISBANE, QUEENSLAND, AUSTRALIA (15302'E) at 2200 UTC on 4th May and lands in MANILA, PHILIPPINE REPUBLIC (12058'E) some 6 hours and 45 minutes later. What is the LMT and Standard Time of landing?
5. By how much is LMT, BANGKOK, THAILAND (10100'E) later than LMT, SAN FRANCISCO, CALIFORNIA, USA (12225'W)?
6. An aircraft left NEW YORK, USA (7500'W) on a 5 hour 25 minute scheduled flight to VANCOUVER, BRITISH COLUMBIA, CANADA (12320'W). If the ATD was 0915 NEW YORK **Summer Time**, what will be the ETA (Standard Time) VANCOUVER?
7. Inclusive of flying and refuelling time, the scheduled time from ROME, ITALY (1230'E) to HONG KONG (11400'E) is 21 hours 40 minutes. If the flight must land at HONG KONG at 1833 Standard Time, at what Standard Time must the flight leave ROME to arrive on schedule?
8. The flight time between SYDNEY, NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA and HONOLULU, HAWAII (15752'W) is 9 hours 50 minutes. If an aircraft leaves SYDNEY at 0930 Standard time on the 8th May, what is the LMT and local date of arrival?
9. An aircraft leaves HONOLULU, HAWAII at 2300 Standard Time on the 10th May. If the flight time to SYDNEY, NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA is 10 hours 20 minutes, what is the Standard Time of arrival at SYDNEY?
10. A flight from NEW YORK, USA (7345'W) to MADRID, SPAIN (0333'W) is planned to leave at 2000 Standard Time on 16th February. If the flight time is 7 hours 45 minutes, give the Standard Time and local date of arrival at MADRID.

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
			Revizyon Tarihi	11.10.2006
			Revizyon No	01
			Sayfa No	27/36

CONSOLIDATION CALCULATIONS 3**Sunrise, sunset, civil twilight and time problems.****Answer required to the nearest minute for the date and position given in the question.****All dates refer to the air almanac extract.****Consider summer or daylight saving time only when indicated in the question.**

1. For position 3000'S 12414'E) on 9th August, what is the LMT of:
 - a) Sunrise
 - b) Sunset
 - c) Beginning of morning of civil twilight
 - d) End of evening of civil twilight
2. a) Give the duration of morning civil twilight for all positions in latitude 55N on 28th June.
 b) What is the meaning of the following symbols which appear in the Air Almanac Extract
 - i)
 - ii)
 - iii) ////
3. What is the UTC of sunset at KARACHI (2454'N 6710'E) PAKISTAN on 18th August? Give also the duration of evening civil twilight there on the same date.
4. Determine the interval between the end of evening civil twilight on 14th October and the beginning of morning civil twilight on 15th October for any position in latitude 60N.
5. For PERTH (3157'S 11557'E) WESTERN AUSTRALIA on 3rd January:-
 - a) What is the LMT of sunrise?
 - b) What is the UTC of sunset?
 - c) What is the Standard Time of the end of evening civil twilight?
6. For BUENOS AIRES (3500'S 5229'W) AUSTRALIA:-
 - a) Give the UTC of sunrise on 9th September
 - b) Give the Standard Time of sunset on 25th July
7. At 1500 UTC on 4th July what is the time shown below:
 - a) NEW YORK, USA (Daylight Saving Time)?
 - b) CHRISTMAS ISLAND, INDIAN OCEAN?
 - c) ALGERIA?
 - d) TONGA ISLAND?

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	28/36

8. What is the UTC and date at the times shown below?
- a) 0400 Standard Time on 5th November in MADRID (4026'N 0332'W) SPAIN?
 - b) 1215 LMT on 10th July in WELLINGTON (4100'S 17446'E) NEW ZEALAND?
 - c) 2200 UTC on 18th September on the Flight Operations clock at SINGAPORE INTERNATIONAL?
9. What is the difference in hours and minutes between the LMT in KABUL (3430'N 7000'E) and the LMT in THULE (6930'N 5400'W) and which place is fast on the other?
10. An aircraft leaves ROME (4150'N 1230'E) at sunset on 3rd August and after a direct flight lands at NEW YORK (4000'N 7500'W) USA, at the end of evening civil twilight on the same day. Calculate the flight time.
11. An aircraft leaves TOKYO (3600'N 14000'E) JAPAN an hour after sunrise on 14th November and lands in HAWAII (2200'N 15752'W) USA 6 hours 12 minutes later. What is the standard time and date of landing in HAWAII?
12. On 29th October an observer in longitude 1815'E sees the sun rise at 0355 UTC what is his latitude?
13. An observer in SOUTH GEORGIA (6000'S 3715'W) sees the sun set at a watch time of 2257 on 19th November. Is the watch fast or slow on UTC and by how much?
14. An aircraft must land at ANCHORAGE (6100'N 14900'W) ALASKA, USA, at the end of the evening civil twilight on 25th September. The estimated flight time from HONG KONG (2200'N 10914'E) is 10 hours 45 minutes.
What is the latest possible standard time and date of departure from HONG KONG if Summer Time is being kept?
15. What is the LMT and date at A (35N 176W) when it is 2020 LMT on 28th October at B (70S 176E)?

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 29/36
---	---	--	--

ANSWERS TO CONSOLIDATION CALCULATIONS 1**Question 1.**Difference in longitude $96^{\circ}00'$

	1045	LMT	17 May
Arc to time	- 0624		
	0421	LMT	17 May at $07^{\circ}15'$ E

Question 2.a) Difference in longitude $100^{\circ}00'$

	2300	LMT	9 May
Arc to time	- 0640		
	1620	LMT	9 May at $108^{\circ}30'$ W

b) Difference in longitude $117^{\circ}00'$

	2300	LMT	9 May
Arc to time	+ 0748		
	0648	LMT	10 May at $108^{\circ}30'$ E

Question 3.

	1300	UTC	
Arc to time	+ 0029		
	1329	LMT	1 April at $07^{\circ}15'$ E

	1300	UTC	
Arc to time	- 0711		
	0549	LMT	1 April at $107^{\circ}43'$ W

	1300	UTC	
Arc to time	+ 1114		
	0014	LMT	2 April at $168^{\circ}35'$ E

Question 4.

	0300	LMT	
Arc to time	- 0306		

	2354	UTC	previous day
Arc to time	- 0105		

	2249	LMT	previous day
--	-------------	------------	---------------------

	ÜÇÜŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	30/36

Question 5.

1400 UTC on 6th November

- a) Iraq + 0300 = 1700 ST 6 Nov
 b) Libya + 0200 = 1600 ST 6 Nov
 c) Friendly Is + 1300 = 0300 ST 7 Nov
 d) Labrador - 0400 = 1000 ST 6 Nov
 e) New York - 0500 = 0900 ST 6 Nov
 e) Ghana keeps UTC = 1400 ST 6 Nov

Question 6.

1400 UTC

- a) Tonga Is + 1300 = 0300 ST the next day
 b) USSR + 1300 = 0300 ST the next day

Question 7.

			1430	LMT	10 Feb
Arc to time	+	<u>0416</u>			
		1846	UTC	10 Feb	
ST correction	+	<u>0800</u>			
	0246	ST	11 Feb in Hong Kong		

Question 8.

Arrival Samoa		2350	LMT	8 Sep
Arc to time	+	<u>1127</u>		
Arrive Samoa		1117	UTC	9 Sep
Flight Time	-	<u>0615</u>		
Depart Wellington		0502	UTC	9 Sep
ST correction	+	<u>1200</u>		
Depart Wellington		1702	ST	9 Sep

You have won yourself a day!

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
			Revizyon Tarihi	11.10.2006
			Revizyon No	01
			Sayfa No	31/36

ANSWERS TO CONSOLIDATION CALCULATIONS 2**Question 1.**

$$\begin{array}{r}
 0730 \text{ UTC} \\
 + \quad \underline{1139} \qquad \text{Arc to time} \\
 \hline
 \mathbf{1909 \text{ LMT Wellington}}
 \end{array}$$

Question 2.

$$\begin{array}{r}
 1200 \text{ LMT} \qquad \text{Boston} \\
 + \quad \underline{0445} \qquad \text{Arc to time} \\
 \hline
 \mathbf{1645 \text{ UTC}}
 \end{array}$$

Question 3.

$$\begin{array}{r}
 \text{a) } \qquad \qquad \qquad 1335 \text{ UTC} \\
 \qquad \qquad \qquad - \quad \underline{1031} \qquad \text{Arc to time} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \mathbf{0304 \text{ LMT Hawaii}} \\
 \\
 \text{b) } \qquad \qquad \qquad 1335 \text{ UTC} \\
 \qquad \qquad \qquad + \quad \underline{1000} \qquad \text{ST correction} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \mathbf{2335 \text{ ST New South Wales}}
 \end{array}$$

Question 4.

$$\begin{array}{r}
 \text{Departure} \qquad 2200 \text{ UTC} \qquad 4 \text{ May} \\
 \text{Flight time} \qquad \underline{0645} \\
 \text{Arrival} \qquad 0445 \text{ UTC} \qquad 5 \text{ May} \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{0804} \qquad \text{Arc to time} \\
 \qquad \qquad \qquad \mathbf{1249 \text{ LMT 5 May}} \\
 \\
 \text{Arrival} \qquad 0445 \text{ UTC} \qquad 5 \text{ May} \\
 \qquad \qquad \qquad + \quad \underline{0800} \qquad \text{ST correction} \\
 \text{Arrival} \qquad \mathbf{1245 \text{ ST Philippines}}
 \end{array}$$

Question 5.

$$\begin{array}{r}
 \text{Bangkok (101°E)} \qquad 0644 \text{ Later than UTC} \\
 \text{San Fran. (122°25'W)} \quad \underline{0810} \text{ Earlier than UTC} \\
 \text{Total} \qquad \qquad \qquad \mathbf{1454 \text{ Bangkok later than San Francisco}}
 \end{array}$$

Question 6.

$$\begin{array}{r}
 \text{Departure} \qquad 0915 \text{ New York Summer Time (Daylight Saving Time} \\
 \qquad \qquad \qquad \{DST\}) \\
 \text{ST correction} \quad - \quad \underline{0400} \\
 \text{Departure} \qquad 1315 \text{ UTC} \\
 \text{Flight time} \qquad \underline{0525} \\
 \text{Arrival} \qquad 1840 \text{ UTC} \\
 \text{ST correction} \quad - \quad \underline{0800} \\
 \text{Arrival} \qquad \mathbf{1 \quad 040 \text{ St British Columbia}}
 \end{array}$$

	TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
			Revizyon Tarihi	11.10.2006
			Revizyon No	01
			Sayfa No	32/36

Question 7.

Arrival time	1835 ST Hong Kong
ST correction -	<u>08</u>
Arrival time	1035 UTC
Schedule time	<u>2140</u>
Departure	1255 UTC Previous day
ST correction +	<u>0100</u>
Departure	1355 ST Rome

Question 8.

Departure	0930 ST 8 May NSW
ST correction	<u>10</u>
Departure	2330 UTC 7 May
Flight time	<u>0950</u>
Arrival	0920 UTC 8 May
Arc to time -	<u>1031</u>
Arrival	2249 LMT 7 May

Question 9.

Departure	2300 ST Hawaii 10 May
ST correction +	<u>1000</u>
Departure	0900 UTC 11 May
Flight time	<u>1020</u>
Arrival	1920 UTC 11 May
ST correction +	<u>1000</u>
Arrival	0520 ST 12 May

Question 10.

Departure	2000 ST New York 16 Feb
ST correction +	<u>0500</u>
Departure	0100 UTC 17 Feb
Flight time	<u>0745</u>
Arrival	0845 UTC 17 Feb
ST correction	<u>0100</u>
Arrival	0945 ST Madrid 17 Feb

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 33/36
---	---	--	--

ANSWERS TO CONSOLIDATION CALCULATIONS 3**SUNRISE, SUNSET, TWILIGHT PROBLEMS ANSWERS**

SR	Sunrise	MCT	Beginning of Morning Civil Twilight
SS	Sunset	ECT	End of Evening Civil Twilight

Question 1.

SR	0640 LMT	MCT	0615 LMT
SS	1732 LMT	ECT	1757 LMT

Question 2.

a) SR 28 June @ 55°N 0323 LMT
 MCT 0225 LMT
 Duration of MCT **58 minutes.**

b)



Sun continually above the horizon.



Sun continually below the horizon.



Permanent twilight during the time the sun is below the horizon.

Question 3.

SS	1833 LMT	
-	<u>0429</u>	Arc to time
	1404 UTC	

ECT	1857	
SS	<u>1833</u>	
Duration of ECT	24 minutes.	

Question 4.

14 OCT	ECT	1738 LMT
15 OCT	MCT	<u>0556</u> LMT
Time between		1218

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 34/36
---	---	--	--

Question 5.

SR **0458 LMT**
 SS 1910 LMT
0744 Arc to time
 SS **1126 UTC**

ECT 1938 LMT
0744 Arc to time
 1154 UTC
 + 0800 ST correction
 ECT **1954 ST**

Question 6.

SR @ 35°S 0609 LMT
0330 Arc to time
 SR **0939 UTC**

SS 1713 LMT
0330 Arc to time
 SS 2043 UTC
0300 ST correction
 SS **1743 ST**

Question 7.

- a) **1100 DST 4 July**
- b) **2200 ST 4 July**
- c) **1500 ST 4 July**
- d) **0400 ST 5 July**

Question 8.

- a) **0300 UTC 5 November**
- b) 1215 LMT
1139 Arc to time
0036 UTC 10 July
- c) **2200 18 September**

Question 9.

D.Long. 124°00'
 Arc to time 08:16
Kabul is 8 Hrs 16 minutes FAST on Thule

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	35/36

Question 10.

SS Rome 1917 LMT
0050 Arc to time
 SS 1827 UTC

ECT NY 1942 LMT
0500 Arc to time
 0042 UTC

Flight time 1827 UTC to 0042 UTC = **06:15**

Question 11.

SR Tokyo 0634 LMT 14 November
 Take off 0734 LMT
0920 Arc to time
 Take off 2214 UTC 13 November
 Flight time 0612
 Land 0426 UTC 14 November
 For ST - 1000
 Land **1826 ST Hawaii**

Question 12.

SR 0355 UTC
0113 Arc to time
 SR 0508 LMT

Latitude is 30°S

Question 13.

SS 2026 LMT South Georgia
0229 Arc to time
 SS 2255 UTC

Observers watch is 2 minutes FAST on UTC.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	36/36

Question 14.

ECT	1836 LMT	Anchorage 25 Sept.
+ <u>0956</u>		Arc to time
ECT	0432 UTC	26 Sept
- <u>1045</u>		Flight time
	1747 UTC	Take off 25 Sept
+ <u>0900</u>		Standard time correction
	0247 ST	Hong Kong 26 September

Question 15.

	2020 LMT	
- <u>1144</u>		Arc to time 176°E
	0836 UTC	28 October
- <u>1152</u>		Arc to time 178°W
	2044 LMT	27 October

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 1/2
---	---	--	--------------------------------------

BÖLÜM 19

NİSPİ SÜRAT

19.1 NİSPİ SÜRAT

Nispi sürat, hareket halindeki bir cismin süratinin hareket halindeki başka bir cisimden görünen hali ile ilgilidir.

19.2 PARALEL YOLLARDAKİ TRAFİKLER

Eğer iki kütle paralel yollarda birbirlerine yaklaşıyor veya uzaklaşıyorsa süratleri, her birinin süratinin toplanmasıyla bulunur (açılma süratı veya kapanma süratı).

ÖRNEK 1 A 100 kt. B 150 kt. Kapanma süratı 250 kt.



ÖRNEK 2 B 150 kt. A 100 kt. Açılmaya Süratı 250 kt.



A cismindeki bir gözlemci, B cisminin 250 kt. ile kendinden uzaklaştığını görecektir. Eğer bir kütle, paralel yollarda bir diğerini geçiyor ise "kapanma süratı" fazla olan sürattenden az olanın çıkarılması ile bulunur.

ÖRNEK 3: B 150 kt. A 100 kt. Kapanma Süratı 50 kt.

Farklı yer süratiley aynı yol üzerinde hareket eden iki hava aracını ilgilendiren problemler çözülürken, birbirleri ile karşılaşacakları **en erken zaman** hesaplanarak bir taslak hazırlanır.

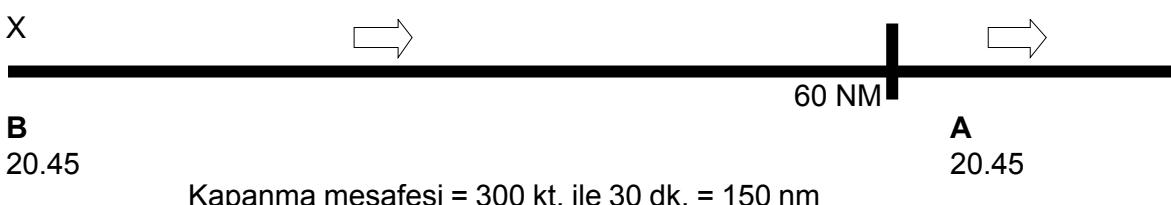
Üç temel problem örneği aşağıda incelenmiştir.

19.3 YETİŞİP GEÇME

Örnek 1 :

A hava aracı X noktasını 20.15'te, GS 300 yer süratiley kat etmektedir. B hava aracının X noktasını 20.45'te aynı rotada GS 400 ile geçmesi beklenmektedir.

- B ne zaman A hava aracına yetişip geçecektir?
- Hava aracı ne zaman 60 nm uzaklaşmış olacaktır?



Çözüm:

Basit taslak üzerinde çözümü:

- 20.45'te her iki hava aracının pozisyonu.
- Kapanma mesafesi ve kapanma süratı.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 2/2
---	---	--	--------------------------------------

Yukarıdaki taslakta B 20.45' te X noktasında iken, A aynı rota üzerinde GS 300 süratle 30 dk. uzaklıkta olacaktır. Bu bize kapanma mesafesi olan 150 nm yi verir.
Kapanma süresi iki yer süratinin arasındaki farktır.

$$400 - 300 = 100 \text{ kt.}$$

3. Kapanma mesafesini ve kapanma süratini kullanarak kapanma zamanının bulunusu. 100 kt ile 150 nm 90 dakika sürer.
4. Yetişip geçme zamanı $20.45 + 90 \text{ dk.} = 22.15$ eder.

NOT: Bu durumda her iki hava aracı X noktasından aynı uzaklıkta olacaktır.

5. Diyagram üzerinde görüldüğü üzere 60 nm uzaklaşabilmiş olması için B hava aracının 100 kt. süratle $150 - 60 = 90 \text{ nm}$ kapatması gereklidir, bu da 54 dakika sürer.
6. Hava aracının 60 nm mesafede olması: $20.45 + 54 = 21.39'$ da olacaktır.

19. 4 KARŞILAŞMAK

Örnek: 2-C ile D arasında 500 nm mesafe vardır. 10.00'da 1 numaralı hava aracı C noktasından D noktasına gitmek üzere GS 300 kt ile hareket ediyor. 10:15'de diğer hava aracı D noktasından C noktasına GS 240 kt ile hareket ediyor.

Uçakların birbirlerini geçikleri zamanı ve bu sırada C' ye olan mesafelerini hesaplayınız?

Çözüm:

$$10:15 \text{de kapanma mesafesi} = 425 \text{ nm}$$



1. 10:15'de ikinci hava aracı D' yi terk ettiğinde ilk hava aracı C' den GS 300 kt ile 15 dakika = 75 nm mesafede olur.
2. Mesafenin kapanması için $500 - 75 = 425 \text{ nm}$
3. Kapanma süresi yer süratlerinin toplamıdır;

$$300 + 240 = 540 \text{ kt.}$$

4. Zamanın kapanmasına = GS 540 kt' de 425 nm = 47.2 dakika.
5. Geçiş zamanı = $10:15 + 47.2 = 11:02:2$
6. C mesafesini geçiş zamanı = $75 \text{ nm} + 300 \text{ kt ile } 47.2 \text{ dakika}$
= $75 + 236 = 311 \text{ nm.}$

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 1/4
--	---	--

20. BÖLÜM

CP VE PNR

20.1 GİRİŞ

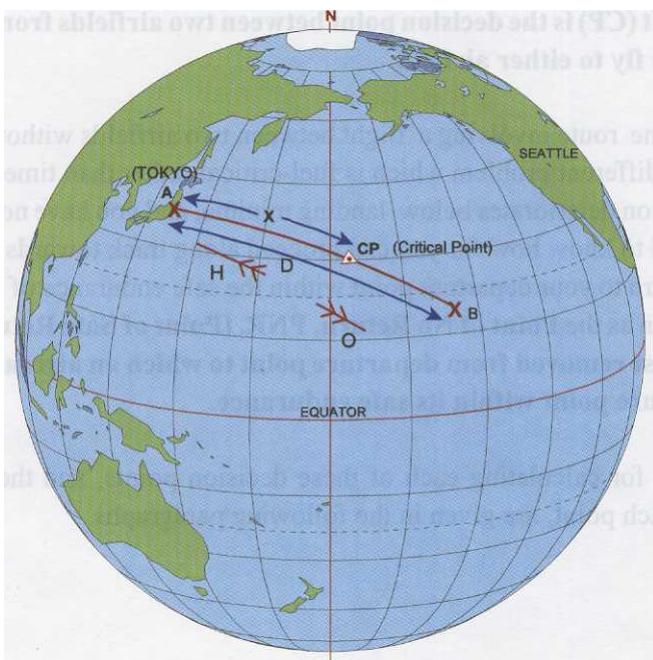
Genelde, herhangi bir nedenle varış meydanına iniş gerçekleştirilemeyeceği durumlarda, pilotun önünde sayısız rota değişikliği seçeneği vardır. Ancak yine de, yön değiştirme imkanı sunmayan yada en fazla birtane uygun yedek meydanı bulunan pek çok rota da bulunmaktadır. Bu gibi durumlarda, olası bir emergency de uygulanacak hareket tarzını belirlemek çok önem taşır.

Rota değişikliği imkanı olmayan, örneğin A ile B noktaları arasında bir uçuş yaptığınızı varsayıyalım. Uçuş sırasında, kabinde yangın veya kalp krizi geçiren bir yolcu gibi, zamanı kullanmanın çok önemli olduğu emergency durumlarla karşılaşığınızda vermeniz gereken en önemli karar, kalkış meydanına mı yoksa varış meydanına mı dönmenin daha kısa süreceğidir. Bu duruma **"Kritik Nokta-Critical Point" (CP)** adı verilir. **CP, kalkış ve varış meydanları arasında bulunan ve her iki meydana eşit zaman uzaklığında olan karar noktasıdır.**

Şimdi aynı rota üzerinde bir başka olasılık üzerinde düşünelim. Bu kez sorunumuz zaman değil, yakıt olsun. Varış meydanında meteorolojik durum minimalların altında ise ve daha iyi hava koşullarına sahip uygun bir yedek meydan yoksa değerlendirmeniz gereken durum, uçağın emniyetli menzili içinde kalkış meydanına dönüp dönenmeyeceğiniz olur. Bu kararın verildiği nokta **"Emniyetli Dönüş Noktası –Point of Safe Return"** veya **"Dönülmemesi Gereken Nokta-Point of No Return"** (PNR) olarak adlandırılır. **PNR, uçağın emniyetli menzili içinde varış meydanına geri dönebileceği en uzak noktadır.**

Bu bölümde bu iki karar noktasının hesaplanması ve bu noktalar üzerinde etkili olan faktörler üzerinde durulacaktır.

20.2 KRİTİK NOKTA (CP)-EŞ ZAMAN NOKTASI



Yukarıda da açıkladığımız gibi CP, kalkış ve varış meydanları arasında olup her iki meydana uçuşun eşit zaman alacağı noktadır. Bu noktayı hesaplayabilmek için basit bir formül kullanılmaktadır. Formüle geçmeden önce şekil 20.1'i inceleyelim.

Bu şekilde A ile B arasında bir uçuş rotası bulunmaktadır. C ile işaretlenen noktası ise tahmini CP noktasıdır. Rotanın toplam mesafesini "D" ve AC mesafesini "X mil" olarak belirlersek CD arası da "D-X" olacaktır. Gidişteki (outbound) süratimize O; dönüşteki süratimize de (homebound) H dersek formülümüz şöyledir;

$$X = \frac{DH}{O+H}$$

Şekil: 20.1

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 2/4
--	---	--

Örnek:

Bir uçak TAS 500kt. ve 50 kt. karşı rüzgar ile A noktasından B noktasına uçmaktadır. AB mesafesi 2000 nm. ise CP' nin uzaklığı ve bu noktaya ulaşma zamanı ne olur?

$$D = 2000 \text{ nm}$$

$$O = 450 \text{ kt.}$$

$$H = 550 \text{ kt.}$$

$$O+H = 1000 \text{ kt.}$$

$$X = \frac{2000 \times 550}{1000} = 1100 \text{ nm.} \quad \text{CP' ye olan zaman} = \frac{X}{O} = \frac{1100}{450} = 2.44 = 2 \text{h } 26 \text{ min.}$$

CP noktasına ait bazı kurallar:

- Rüzgarsız havada CP, uçulacak rotanın tam orta noktasıdır.
- Karşı rüzgar alındığında CP, varış meydanına doğru; arka rüzgar alındığında kalkış meydanına doğru yaklaşır. Yani orta noktadan itibaren düşünüldüğünde, CP' nin hareketi hep rüzgar içine doğru olur. Rüzgar azaldığında CP yeniden orta noktaya doğru ilerler.
- TAS'ın artması, aynen "azalan rüzgar" etkisi yaratır. Yani TAS arttıkça, CP' nin yeri orta noktaya doğru kayar.

20.3 EMNİYETLİ DÖNÜŞ NOKTASI-DÖNÜLMEMESİ GEREKEN NOKTA (PNR)

PNR, uçağın emniyetli menzili içinde varış meydanına geri dönebileceği en uzak noktadır. PNR formülü, kalkış meydanından PNR' a kadar olan mesafenin, PNR' dan varış meydanına olan mesafeye eşit olduğu esasından yola çıkılarak oluşturulmuştur.

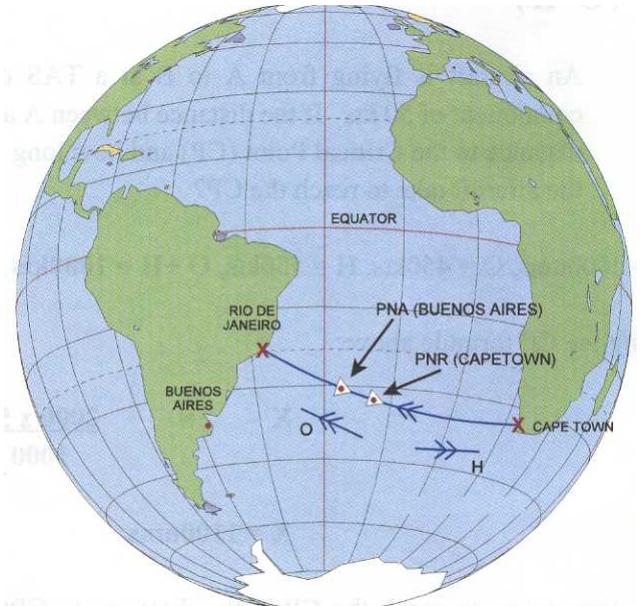
CP formülünde olduğu gibi gidiş GS' sine O, dönüş GS' sine H; bunlara ek olarak emniyetli menzile E ve zamana T diyelim.

PNR'a ulaşma zamanı için formülümüz;

$$T = \frac{EH}{O+H}$$

PNR mesafesi için ise;

$$\text{Distance} = EO \frac{H}{O+H} \text{ olacaktır.}$$



Şekil: 20.2

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No
TÜRK HAVA YOLLARI A.O.		EK.72.004 11.10.2006 01 3/4

Örnek 1:

Bir uçak sakin havada TAS 450 kt. ile A' dan B' ye uçmaktadır. Uçağın emniyetli menzili (E) 6 saat olduğuna göre PNR' a olan zaman ve mesafeyi bulunuz.

Sakin havada O = H = 450 kt

$$T = \frac{EH}{O+H} \Rightarrow \frac{6.450}{900} = 3 \text{ hr.}$$

$$\text{Mesafe} = EO \cdot \frac{H}{O+H} \Rightarrow 6.450 \cdot \frac{450}{900} = 1350 \text{ nm. (ya da basitçe } 3\text{hr.} \times 450 \text{ kt})$$

Bu örnekte gözden kaçırılmaması gereken önemli bir husus bulunmaktadır. O da, maksimum PNR mesafesine ancak sakin havada ulaşılabilceğidir. Şimdi, karşı rüzgarın PNR mesafesini nasıl etkilediğini gösteren bir başka örneği inceleyelim.

Örnek 2:

Yukarıdaki örneğin verilerini kullanarak fakat bu kez 50 kt. karşı rüzgar olduğunu varsayıarak problemi çözelim.

$$\begin{aligned} TAS &= 450 \text{ kt.} \\ O &= 400 \text{ kt.} \\ H &= 500 \text{ kt.} \end{aligned}$$

$$T = \frac{6.500}{900} = 3.33 = 3 \text{ hr.} 20 \text{ min.}$$

$$\text{Mesafe} = 6.400 \cdot \frac{500}{900} = 1333 \text{ nm. (} 3\text{hr } 20\text{min.} \times 400 \text{ kt})$$

Şimdi bir başka örnekle arka rüzgarın etkisini görelim:

Örnek 3:

Yine aynı verilerle fakat 50 kt. arka rüzgar ile problemi çözelim.

$$\begin{aligned} TAS &= 450 \text{ kt.} \\ O &= 500 \text{ kt.} \\ H &= 400 \text{ kt.} \end{aligned}$$

$$T = \frac{6.400}{900} = 2.66 = 2 \text{ hr.} 40 \text{ min.}$$

$$\text{Mesafe} = 6.500 \cdot \frac{400}{900} = 1333 \text{ nm. (} 2\text{hr } 40\text{min.} \times 500 \text{ kt.})$$

Bu 3 örneği incelediğimizde PNR' la ilgili olarak şu kurallara ulaşabiliriz:

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 4/4
--	---	--	--------------------------------------

- Maksimum PNR mesafesi ancak rüzgarsız havada elde edilebilir.
- Karşidan veya arkadan, tüm rüzgar bileşenleri PNR mesafesini azaltır.
- Rüzgar arttıkça PNR mesafesi azalır.
- Rüzgar azaldıkça PNR mesafesi artar.
- TAS'taki artış, rüzgar bileşenindeki azalma etkisinin aynısını yaratır. Yani PNR mesafesini artırır. Tam tersine TAS'taki azalma, rüzgardaki artma etkisi gibi PNR mesafesini azaltır.

20.3 HAREKAT MENZİLİ

Sıklıkla arama kurtarma uçuşlarında karşılaşılan bir hesaplama gerekliliği “harekat menzili” dır. Bu hesaplama ile bir arama kurtarma ekibinin, örneğin; 4 saat sürecek bir arama faaliyetini yapabilmek için meydandan ne kadar uzaklaşabileceği bulunabilir. Harekat menzili; emniyetli menzil içinde verilen görevi yerine getirmek üzere uçulup tekrar kalkış meydanına dönülebilecek en uzak noktadır.

Harekat menzili hesaplaması PNR hesaplama tekniğiyle benzerlik gösterir. Ancak bu kez arama faaliyetinde geçecek süre belli olduğundan E = Emniyetli menzil- Görev Süresi olarak değerlendirilir.

Örnek:

Emniyetli menzili 8 saat olan, TAS 240 kt.ta ve 40 kt. karşı rüzgar ile uçacak bir SAR ekibinin arama-kurtarma süresi 2 saat olarak belirlenmiştir. Uçağın harekat menzili nedir?

$$\begin{aligned}
 \text{TAS} &= 240 \text{ kt} \\
 \text{O} &= 200 \text{ kt} \\
 \text{H} &= 280 \text{ kt.} \\
 \text{E} &= 8-2=6 \text{ hr}
 \end{aligned}$$

$$\text{Mesafe} = \text{EO} \cdot \frac{\text{H}}{\text{O+H}} \Rightarrow 6.200 \cdot \frac{280}{480} = 700 \text{ nm.}$$

Harekat menzilini etkileyen rüzgar, TAS ve yakıt faktörleri PNR hesaplamalarında olduğu gibidir.



21. BÖLÜM

POLAR STEREOGRAFI

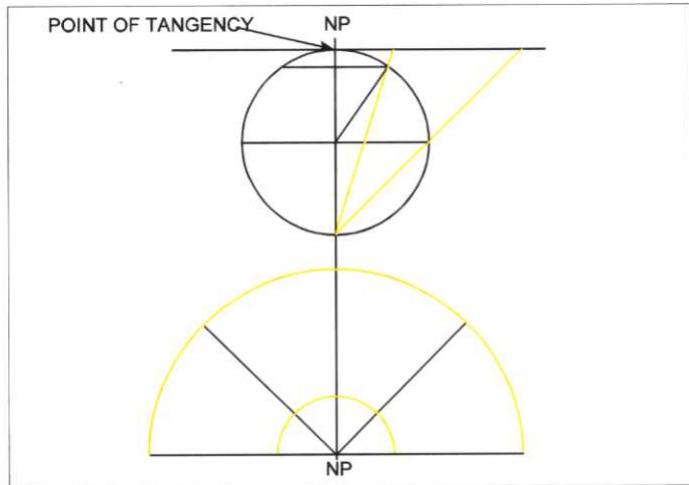
21.1 GİRİŞ

Kutbi stereografik projeksiyon, daha önce debynilenlerin içinde tek geometrik projeksiyondur. Projeksiyonun temel prensibi şekil: 21.1'de gösterilmiştir.

Bu projeksiyon için kuzey kutbuna teğet düz bir yüzey kullanılmış ve ışık kaynağı güney kutbuna yerleştirilmiştir. Böylece geometrik bir projeksiyon yardımıyla bir gratikül elde edilmiştir.

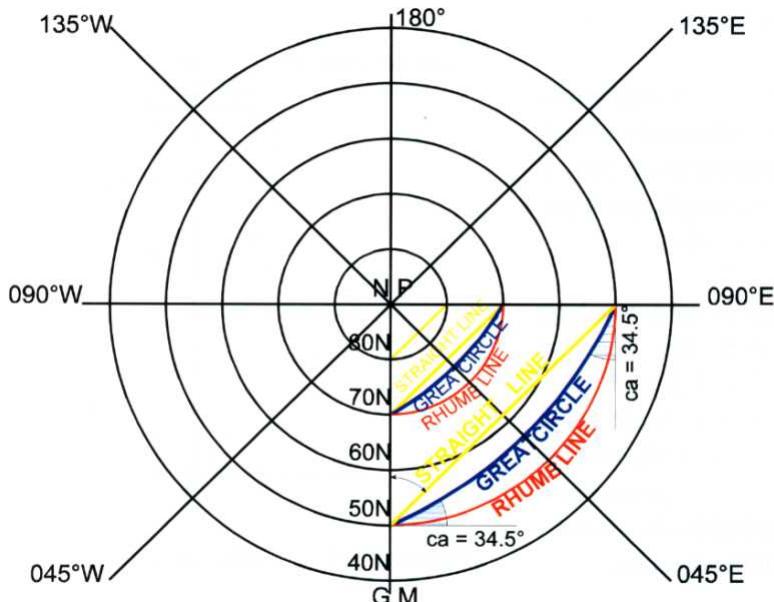
21.2 KUTBİ STEREOGRAFİK GRATİKÜL

Kutbi stereografik projeksiyonunda, kutup noktası projeksiyonun merkezinde olup meridyenler bu merkez noktadan dışa doğru doğru uzanan düz hatlar olarak, paraleller ise kutup merkez olmak üzere eş merkezli daireler olarak çizilirler. Kutuptan uzaklaştıkça paraleller arasındaki mesafe de artar.



Şekil: 21.1 Kutbu Stereografi Projeksiyon

Bu artış, sadece kutupta doğru olan ölçek oranında da artısa neden olur. Artış aynı oranda olduğundan bu projeksiyon "ortomorfik" olarak adlandırılır. Ölçekteki bu artış, kutuptan uzaklaştıkça şekillerde ve sahalarında bozulmaya neden olur.



Şekil: 21.2 Kutbu Stereografide Büyük Daire

Bir yarımküre veya daha fazlasının haritada yer alabilmesi için projeksiyonda ekvatora da yer verilir.

Meridyenler aynen dünya yüzeyindeki oranla kutupta birleşirler. Sadece kutuptan geçen büyük daire düz bir hat olarak çizilirken, diğer büyük daireler ve kerte hattı kavislidir. Bu kavisin miktarı şekil: 21.2'de görülebilir.

Kerte hattı ile büyük daire arasındaki farka "ca" dersek; ca formülü:

$$ca = \frac{1}{2} ch \text{ long.} \sin \text{ lat.}$$

$ch \text{ long}=90^\circ$ ve enlemi 50N olarak alarak formüle uygularsak;

$$ca = 45. \sin 50, ca = 45. 0.7660, ca = 34.5^\circ \text{ bulunur.}$$

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 2/7
---	---	--	--------------------------------------

Şimdi haritaya Büyük Daireyi çizebiliriz. Şekil: 21.2' ye bakıldığından, 70°N ve daha yüksek enlemlerde büyük dairenin düz bir hata yaklaştığı görülür. Bu nedenle bu projeksiyon kutup bölgesinde kullanılmaya daha müsaittir.

Kutuptaki ölçek, kutuptan uzaklaşıkça artar. Örneğin; kutuptaki ölçek 1/1.000.000 ise, 70°N enlemindeki ölçek;

$$\frac{1}{1.000.000 \times \cos^2 10^{\circ}} = \frac{1}{970,100} \text{ olacaktır.}$$

Kutba yakın bölgelerde bu ölçek farkı önemsenmez ve sabit kabul edilir.

21.2 KUTBİ STEROGRAFİK PROJEKSİYONUN ÖZELLİKLERİ

KUTBİ STEROGRAFİK		AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Gratikül	Meridyenler kutuptan doğrusal olarak ayrılır. Paraleller, eş merkezli daireler olarak çizilir.		Ölçüm yapmak zordur
Ölçek	Yalnızca teğet noktadaki ölçek doğrudur. Kutuptan uzaklaşıkça ölçek artar. Kutup yakınlarında sabit olarak kabul edilir.	Kutup bölgelerinde güvenilirdir.	
Açılar	Ölçek artışı her yönde ve her noktada aynı olduğundan projeksiyon ortomorfiktir.		
Yaklaşma faktörü	Kutupta sabit		
Kerte hattı	Kutba doğru içbükey		Kerte hattını takip ederek uçmak zor olduğundan uçuş bacakları kısa tutulur.
Büyük daire	Kutba doğru içbükey. 70°N civarında sabit olarak kabul edilir.	Kutup bölgelerinde doğrusal hatlar olarak çizilir.	
Şekil ve bölgelerin değişme oranı	Şekil bozulması kutuptan uzaklaşıkça artar.		
Kullanılma sahası	Sadece kutup bölgesi		
Diğer özellikler	Yapımı kolaydır		

Yoğunlukla kutupsal bölgelerdeki hesaplamalar için kullanılır. Grid ve cayro teknikleri de çoğunlukla; sadece projeksiyonlar sebebiyle değil, aynı zamanda kuzey manyetik kutba yakınlığından dolayı da kullanılır. Astropozisyon çizgilerinin hesaplanmasında kullanışlıdır. Bazı meteorolojik haritalar da bu projeksiyon üzerinde gösterilir veya kutupsal yansımaya üzerine uyarlanır. Aynı zamanda uçuş planlama amacı ile de kullanılır (istenirse kutup ve ekvatoru görmek amacıyla).

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 3/7
---	---	--	--------------------------------------

Örnek Sorular:**Soru 1:**

75°N 12°E koordinatlarındaki A noktası ile 75°N 18°W koordinatlarındaki B noktası, standart 70° ve 82°N paralelleri ile birlikte Kutbi Stereografik ve Lambert Konik Ortomorfik harita üzerinde belirlenerek her iki haritada düz bir hatla birleştirilmiştir.

- a) Her harita için A noktasından B noktasına çizilen ilk yolun değeri nedir?
- b) Her harita için A noktasından B noktasına çizilen son yolun değeri nedir?
- c) Bu yolun en kuzeydeki noktası hangi meridyen üzerindedir?

Soru 2:

Soru 1'deki kutbi stereografik haritayı dikkate aldığımızda;

- a) 263° (T) doğrusal hattı hangi meridyen üzerindedir?
- b) 2°W üzerindeki doğrusal hattın yönü nedir?

Soru 3:

- a) 40°N 10°W koordinatlarındaki D noktasından 40°N 10°E koordinatlarındaki C noktasına olan büyük daire kaç derecedir?

Şimdi C ve D noktalarını 30°N merkezli paralelle birlikte Lambert Konik Ortomorfik Projeksiyon üzerinde gösterdiğimizizi düşünerek aşağıdaki soruları cevaplamaya çalışalım.

- b) C ve D arasındaki büyük daire bearinginin derecesi nedir?
- c) Her iki pozisyonu bu harita üzerindeki 20°N enleminde düşünecek olursak bu iki nokta arasındaki doğrusal hat mı, yoksa büyük daire mi ekvatora daha yakındır?

Soru 4:

L ve M noktalarının her ikisi de aynı yarımkürede olup aralarında 30°lik bir meridyen farklılığı bulunmaktadır. Lambert Konik Ortomorfik harita üzerinde L'den M noktasına çizilen doğrusal bir hat, L'nin bulunduğu meridyeni 280° (T) yönünde ve M'nin bulunduğu meridyeni 300° (T) yönünde kesmektedir. Orijin paralelin değeri nedir ve hangi yarımkürededir?

Soru 5:

Kutbi Stereografik bir haritada 80°N 24°E koordinatlarındaki X noktasından bir doğru çizilmiştir. Doğrunun yönü 300° (T)'dir.

- a) Bu hattın 80°N paralelinden tekrar geçtiği meridyen hangisidir?
- b) Bu hattın, 80°N paralelinden tekrar geçtiği meridyendeki yönü nedir?
- c) Uçak X noktasından gelen doğrusal yol üzerinde 20°W meridyenini geçerken, X noktasındaki bir NDB'den alınacak ve uçağın RML'nda görünecek bearing değeri ne olur? (Doğrusal hattın büyük daire olduğu varsayıldığında) (Uçağın bulunduğu noktası varyasyon 6°W, NDB'nin bulunduğu noktası varyasyon 3°W).

Soru 6:

Q ve R noktalarının her ikisi de 75° S enleminde bulunmaktadır. Kutbi stereografik bir haritada, 160° W meridyeni üzerinde bulunan Q noktasından R noktasına doğrusal bir hat çizilmiştir. Hattın R noktasındaki yönü 320° (T) dir.

- a) R noktasının bulunduğu meridyen nedir?
- b) Doğrusal hattın Q noktasındaki yönü nedir?
- c) R ile Q arasındaki büyük daire yolunun R noktasındaki yönü nedir?

Soru 7:

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 4/7
---	---	--	--------------------------------------

Kutbi stereografik bir haritada 75° N 05° W noktasından 86° N 140° W noktasına bir doğru çizilmiştir. Bu hattın orta noktası, dünya üzerinde bu iki nokta arasındaki mesafenin orta noktasını temsil eder mi? Nedeni ile birlikte açıklayınız.

Soru 8:

Lambert Konik Ortomorfik bir harita üzerinde 45° N 20° W koordinatlarındaki U noktasından 55° N 50° W koordinatlarındaki V noktasına bir doğru çizilmiştir. Hattın U noktasındaki yönü 308° (T) ve V noktasındaki yönü 286° (T) dir.

- a) U ile V arasındaki yolun kerte hattı yaklaşık nedir?
- b) Yaklaşma oranı hangi enlemede doğru olarak gösterilmiştir?
- c) Standart paralellerden biri 60° N ise diğer ne olur?

Soru 9:

70° N 24° W koordinatlarındaki W noktası ile 70° N 56° E koordinatlarındaki X noktası Lambert Konik Ortomorfik bir harita üzerinde işaretlenmiştir. Yaklaşma faktörü 0.75'tir. W noktasından aynı anda havalandan iki uçaktan biri bu iki nokta arasındaki hatta X noktasına doğru uçarken, diğer Kuzey Kutbuna doğru uçmaktadır. Her iki uçağın da ortalama olarak aynı GS'ye sahip olduğu düşünülürse Kuzey Kutbu'na uçan uçak;

- a) Daha önce varır.
- b) Daha sonra varır
- c) Diğer uçakla aynı anda varır.

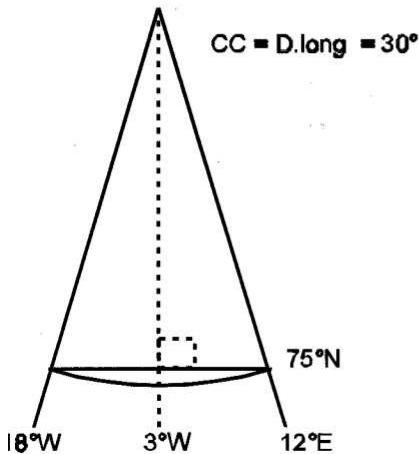
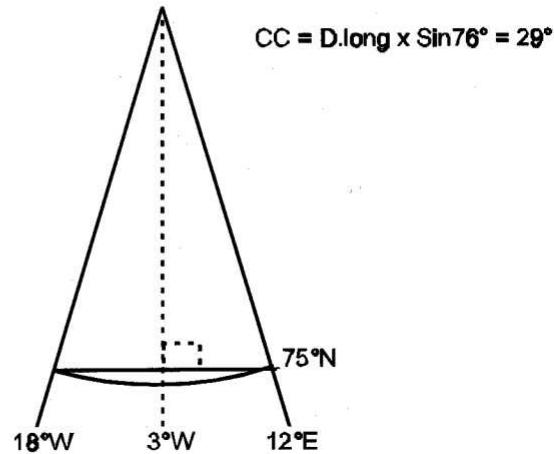
Soru 10:

Bir uçak 80° N $13^{\circ} 26^{\prime}$ W koordinatlarındaki Y noktasından $54^{\circ}34'$ E meridyenine uçmaktadır. Uçak kutbi stereografik bir harita üzerindeki 025° (T) değerindeki doğrusal hattı takip ederse yolun en kuzeydeki noktası hangi meridyen üzerinde bulunur?

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 5/7
--	---	--

CEVAPLAR:

1. Her iki nokta aynı enlemede bulunduğuundan bu iki nokta arasındaki kerte hattı enleme paralel olarak uzanacak ve A'dan B'ye olan kerte hattı yolu 270° (T) olacaktır. Kerte hattı ile doğrusal hat arasındaki fark harita yaklaşma oranının (CC) yarısıdır.

Polar Stereo**Lamberts**

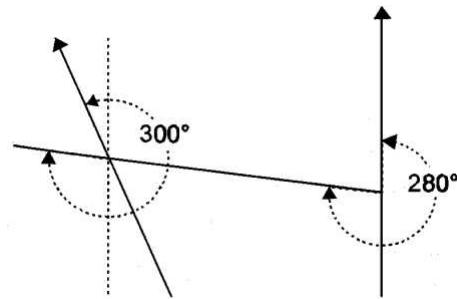
- a) $270^\circ + 15^\circ = 285^\circ$ T (Kutbi stereografik) a) $270^\circ + 14\frac{1}{2}^\circ = 284\frac{1}{2}^\circ$ T (Lambert)
- b) $270^\circ - 15^\circ = 255^\circ$ T (Kutbi stereografik) b) $270^\circ - 14\frac{1}{2}^\circ = 255\frac{1}{2}^\circ$ T (Lambert)
- c) Doğrusal hattın en kuzeydeki noktası meridyeni $090^\circ / 270^\circ$ de kesmektedir. Her iki harita için de bu meridyen 3° W'tır.

2. a) Kutbi Stereografik harita üzerindeki doğrusal hat yönünün değişimi Harita yaklaşma oranı (Chart Convergency) D. Long'a eşittir. Yolun ilk yönü 285° T - $263^\circ = 22^\circ$ W olup 12° E noktasına göre meridyen 10° W olacaktır.
 b) 02° W noktasında D.long 14° dir. Bu nedenle Yol (track) = $285^\circ - 14^\circ = 271^\circ$ T dir.

3. a) Her iki nokta da aynı enlemede olduğundan C ile D arasındaki kerte hattı yolu 090° T'dir. Büyük dairenin yönü $090^\circ - 10 \cdot \sin 40^\circ = 083.6^\circ$ T
 b) Lambert haritalarda büyük dairenin (doğrusal hat) yönü yaklaşık olarak; $090^\circ - \frac{1}{2}$ Chart convergency (harita yaklaşma oranı) dır.
 Bu da $090 - \frac{1}{2} (20^\circ \cdot \sin 30^\circ) = 085^\circ$ T olur.

4. Aşağıda çizilen grafik her iki noktanın da Güney yarımkürede olduğunu göstermektedir.

Doğrusal hattın yön değişimi $300^\circ - 280^\circ = 20^\circ$
 $20^\circ = 30^\circ (\text{D.long}) \cdot \sin \text{lat}$
 $\sin \text{lat} = 20/30 = 0.6667 = \sin 41^\circ 49' S$

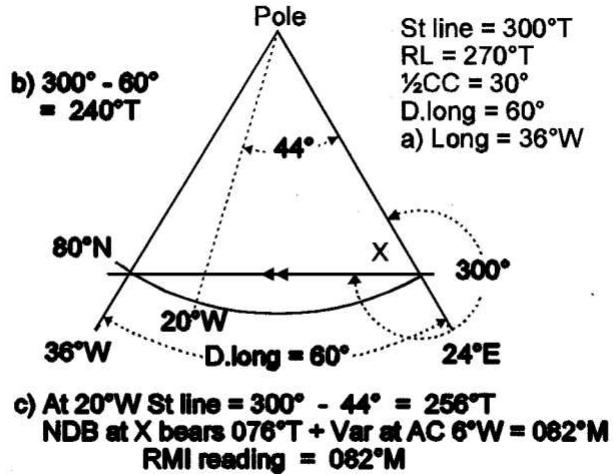


- 5.

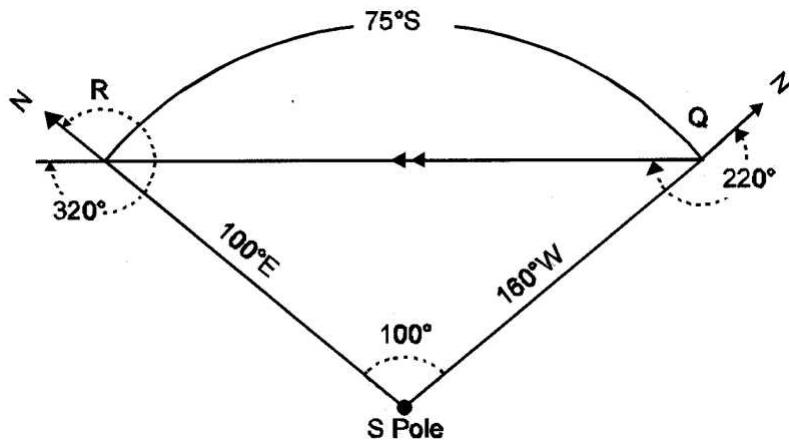


UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	6/7



6.

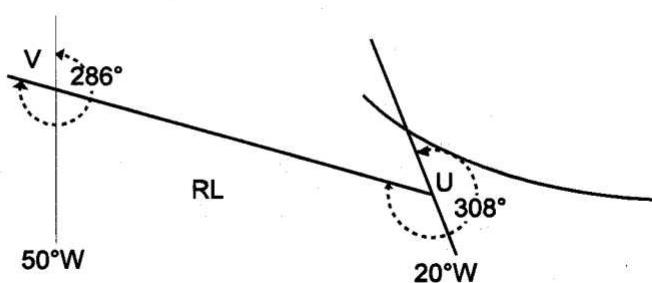


- a) $\frac{1}{2}CC = 320 - 270 = 50^\circ$ olduğundan D.long = 100° . R'nin uzunluğu = $100^\circ E$
- b) $320 - 100 = 220^\circ T$
- c) R noktasında RL Yolu = $090^\circ + CA (50\sin 75^\circ) = 138.3^\circ T$ (Büyük Daire)

7. Hayır, çünkü kutuptan uzaklaştıkça ölçek artar. Örneğin; harita üzerindeki orta nokta ile S arasındaki ölçek daha büyütür.

8.

$$CC = 308^\circ - 286^\circ = 22^\circ$$



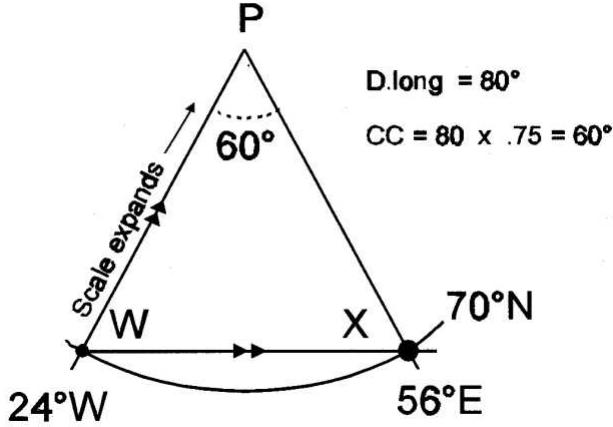
- a) RL yolu: 308° (doğrusal hat) - $11^\circ (\frac{1}{2}CC) = 297^\circ T$
- b) $22^\circ = 30^\circ \cdot \sin \frac{1}{2} \text{origin}$. $\sin \frac{1}{2} \text{origin} = 22/30 = 0.733 = \sin 47^\circ$
- c) $60^\circ - 47^\circ = 13^\circ$



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

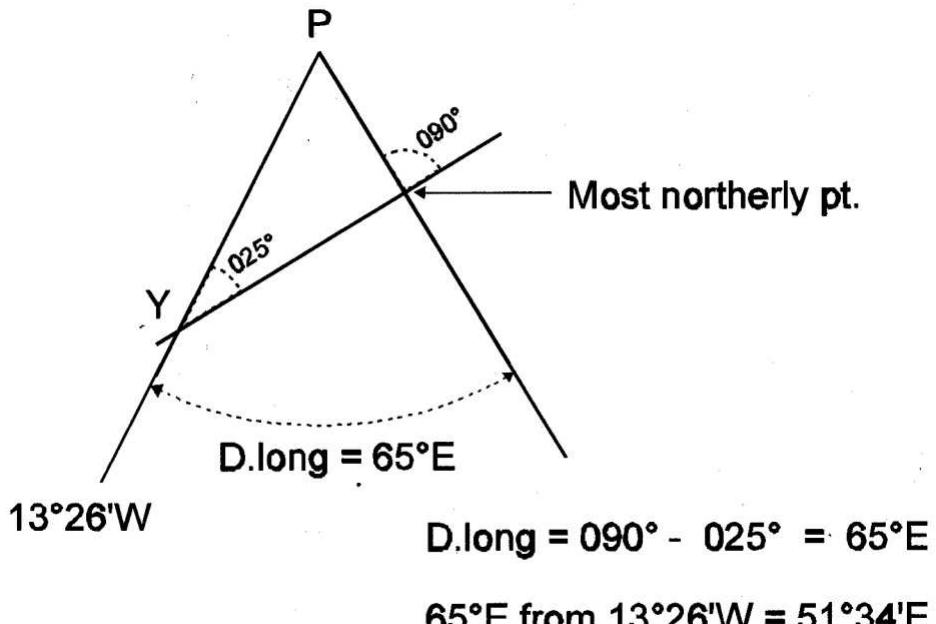
Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	7/7

9. Diğer standart paralelin enlemi(Lat of other std \|\|) = $47^\circ - 13^\circ = 34^\circ\text{N}$



Verileri harita üzerinde işaretlediğimizde eşkenar bir üçgen elde ederiz. Haritadaki mesafe her iki uçak için de aynıdır. 0.75 olan yaklaşma faktörü dolayısıyla orijin paraleli 49°N olur. Ölçek bu paralelden uzaklaşıkça büyüdüğü için, dünya üzerinde WP arası mesafe WX mesafesinden kısaltır. Bu nedenle kutba doğru uçan uçak daha önce varır.

10.





Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	1/3

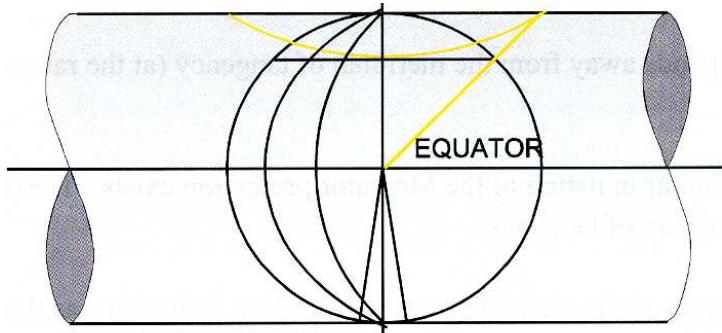
BÖLÜM 22

KUTUPSAL YANSIMA VE ÇAPRAZ MERKATOR

22.1 ÇAPRAZ MERKATOR

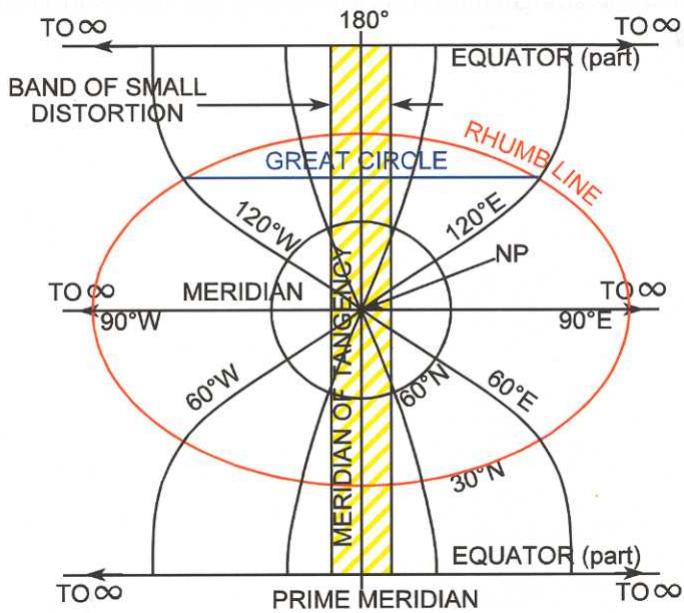
Çapraz Merkator, bir matematiksel projeksiyondur ve projeksiyon prensibi Şekil 22.1 de gösterilmiştir.

Merkator projeksiyonu için, ortomorfizm sağlanmadan önce matematiksel bir düzenleme gereklidir. Bu kursun amacına ulaşabilmesi için bir izdüşüm sağlanmalıdır. Merkator metodu ile, geliştirilebilir yüzey olarak bir silindir kullanılır. Silindir yeryüzüne bir meridyenden temas eder (teğet noktası) ve datum veya merkez meridyeni olarak adlandırılır (normal Merkator'da Ekvator, tegetin paraleliydi).



Şekil: 22.1 Transfer Merkator Sistem.

İşin kaynağı yeryüzünün merkezine yerleştirilmiştir ve Şekil: 18.3 te görülebilecek bir izdüşüm (matematiksel olarak uyarlanmış) üretir. Teğet meridyeni ve 90° deki meridyeni bu izdüşüm üzerinde düz çizgiler halinde yer alırlar. Diğer bütün meridyenler kompleks eğriler halindedir. Kutuplara yakın paraleller, neredeyse birer daire halinde görülürler, ekvatora doğru biraz daha eliptik hale gelir ve biraz daha uzarlar, eğer gösterilirse iki bölüm halinde düz bir çizgi olurlar (sonsuzlukta birleşirler).



Bu projeksiyon üzerinde iki nokta, teğet meridyeninden çıkarılmış 90° boylam değişimi gösterilemez.

Ölçek, teğet merkezinden uzaklaştıkça büyür (Büyük Daire Mesafesi oraniyla).

Doğada olduğu gibi, Merkator projeksiyonunda da bükülme vardır. Ölçek, tabii ki teğet meridyeni boyunca doğrudur.

Projeksiyon üzerindeki meridyenlerin değişimi, yeryüzünde kutplarda ve ekvatordaki değişim gibidir (her ikisi de gösterilebilir) ancak, diğer yerlerde aynı değildir.

Büyük Daire genel olarak kompleks bir eğridir. Buna istisnalar; teğet meridyeni, onun 90° meridyeni ve Ekvatordur ki, bunlar düz çizgi olarak görünürler. Datum meridyenlerine dikay uzanan Büyük Daireler de aynı zamanda düz çizgilerdir.

Şekil: 22.2 Transfer Merkator Gratukul

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 2/3
---	---	--	--------------------------------------

Kerte hatları da kompleks eğrilerdir, ancak tejet meridyenleri, ekvatora 90° meridyen, Büyük Daireyle aynı olan Kerte Hatları eşit olarak istisnadır. Doğru açılarda, şekillerde ve alanlarda kesişen meridyenler ve paraleller bükülürler.

Bu projeksiyon uygulamada, datum meridyeninin herhangi bir yönüne doğru 300 nm.'ye kadar olan bölümü küçük bir sapma olarak kabul eder.

Bu bölümler için ölçek sabit ve doğru kabul edilir ve pratik kullanımda Büyük Daireler düz çizgi olarak gösterilir (Merkator' da bu ekvatorun herhangi bir tarafından 300 nm' lik bir alanı kapsar).

TRANSFER MARKATOR SİSTEMİN ÖZELLİKLERİNİN ÖZETİ

ÇAPRAZ MERKATOR	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
İZDÜŞÜM	Datum meridyeni, meridyene, ekvatora veya düz çizgilere dikey. Diğer meridyenler kompleks eğriler. Paraleller eliptik (ekvator hariç)	Hesaplama pozisyonları zor. X
SKALA	Datum meridyeninde doğru, diğer yerlerde genişler. (sn (GC mesafesi oranı ile)).	Datum meridyeninin her yönüne doğru 500 nm. alan içinde sabit ve doğru kabul edilir.
AÇILAR	Doğru olarak temsil edilirler. Projeksiyon ortomorfiktir.	
HARİTA YAKLAŞMASI	Sadece kutuplarda ve ekvatorda doğru.	
RL	Datum meridyeni hariç kompleks eğriler meridyene ve ekvatora dikey.	Kutupsal bölgelerde düz bir çizgi olarak kabul edilir.
GC	Datum hariç kompleks eğriler meridyene ve ekvatora dikey.	Alan içerisinde düz çizgi olarak alınırlar.
ŞEKİLLER ALANLAR	Datum meridyeninden uzaklaşıkça saparlar.	Alan içerisinde küçük. X
UYARLAMA	Kuzey-Güney ve Doğu-Batı aynı datum meridyen parçası üzerinde.	
DİĞER ÖZELLİKLER	İnşa etmesi zor.	 X

Bu projeksiyon geniş olarak Kuzey-Güney uzantı daha büyük, Doğu-Batı uzantı daha küçük olarak göstermek amacı ile topografik haritalarda kullanılır. Yansıma haritalarda sapmayı küçük miktarlarda tutabilmek için kutup bölgelerinde kullanılır.

İki nokta arasında geçen Büyük Daire, Tejet Büyük Daire olarak seçilmişse bu Meyilli Merkator Projeksiyon olarak adlandırılır ve iki nokta arasının doğru ve sabit bir ölçekle gösterilmesi avantajını sağlar.

Bu projeksiyon bazen uzatma tablosu veya haritası olarak adlandırılabilen, seçilmiş yolların uyaranması için de kullanılır.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 1/5
---	---	--	--------------------------------------

23. BÖLÜM

GRİD HARİTALARI

23.1 SUNUŞ

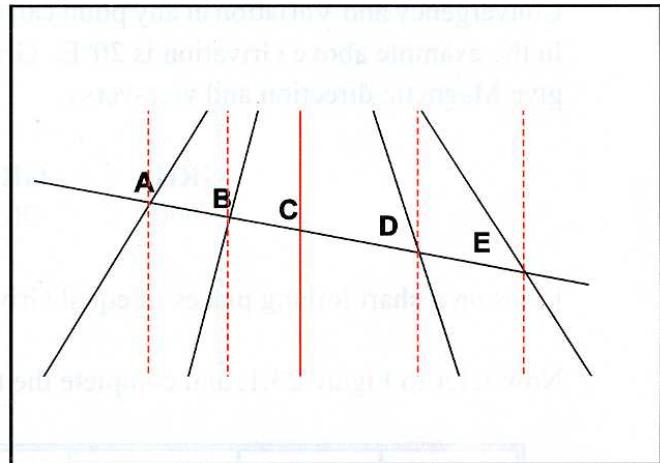
Lambert veya Kutupsal Steografik harita üzerinde, iki nokta arasında çizilen düz çizgi, yaklaşık "büyük daire"yi temsil eder ve o iki nokta arasındaki en kısa yoldur. Bununla beraber, bu düz çizginin yönü Hakiki Kuzeyden ölçüldüğünde, meridyenleri kutuplara doğru birbirlerine doğru yaklaşmalarından dolayı sürekli değişecektir (şekil: 23.1).

Sabit bir düz hat elde etmek için, bir başlangıç (datum) meridyeni seçilmişdir (Şekil üzerinde "C" meridyeni). Uygun kesim açılarıyla bir şebeke (grid) oluşturmak için başlangıç meridyenine paralel olan çizgiler çizilmiştir.

Datum meridyeninin yönü "**Grid Kuzeyi**" olarak bilinir. Grid Kuzeyden ölçülen hattın yönü sabittir ve **Grid Yönü** olarak adlandırılır. Bu, bir uçağın yaklaşık Büyük Daire yolu üzerinde uçmasını sağlar.

Herhangi bir noktadaki Hakiki istikamet ve grid istikamet arasında farka "**yaklaşma**"

(convergence) olarak bilinir ve o noktadaki meridyen ve Datum meridyeni arası "**harita yaklaşmasına**" eşittir.



Şekil: 23.1 Çizilen bir hatta yaklaşan meridyenler

Yaklaşma (convergence); Gerçek Kuzey, Grid Kuzeyin doğusunda yer aldığında "**doğulu**", Gerçek Kuzey, Grid Kuzeyin batısında yer aldığında "**batılı**" kabul edilir. Bu özellik, grid yönünün gerçek yöne çevrilmesini kolaylaştırır ve şu mantık kullanılır:

Convergence East True LEAST , convergence West True BEST

Yaklaşma DOĞUYA Gerçekten AZ, Yaklaşma BATIYA Gerçekten ÇOK

<u>GRID</u>	<u>YAKLAŞMA</u>	<u>GERÇEK</u>
150°	20° E	130°
230°	30° W	260°

Eğer Manyetik istikameti, Grid yönünden isteniyorsa, o yerin yaklaşma ve inhıraf açısı uygulanır:

$$\text{GRID} + \text{YAKLAŞMA} = \text{GERÇEK} \pm \text{İNHİRAF} = \text{MANYETİK}$$

$$090^\circ \quad 10^\circ \text{ E} \quad 080^\circ \quad 10^\circ \text{ E} \quad 070^\circ$$

Yaklaşma ve inhıraf, herhangi bir noktada birleştirilip tek bir değer olarak kullanılabilir ve bu değere (**grivation**) denir. Aşağıdaki örnekte (**grivation**) 20° E yönündedir.

GRID 090°	GRIV 20° E	MAG 070°
--------------	---------------	-------------

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 2/5
--	---	--

Grivation, grid yönüne direkt olarak uygulanabilir ve manyetik yön elde edilir. Aynı şekilde manyetik yöne **grivation** uygulanırsa Grid yönü elde edilir. Bir harita üzerinde eşit **grivation** noktaları birleştiren çizgiye (**isogriv**) denir.

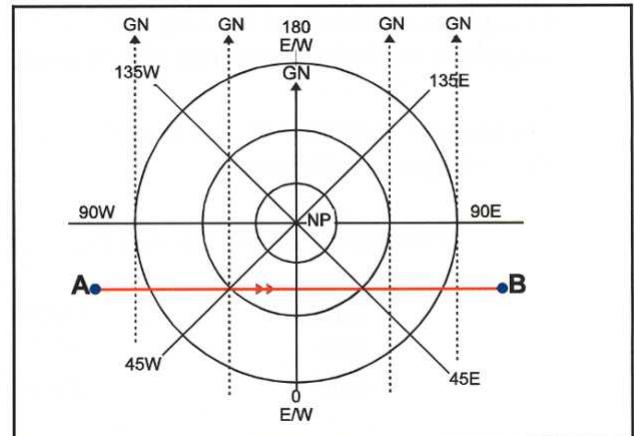
Şimdi şekil 23.1'e bakarak aşağıdaki tabloyu tamamlayınız:

POZİSYON	°GRID	YAKLAŞMA	°GERÇEK	İNHİRAF	GRIV	°MANYETİK
A			066	8W		
B				6W		090
C	099			4W		
D				0		117
E			133	2E		

KONTROL: $\text{GRID} \pm \text{BİRLEŞTİRME} = \text{MANYETİK}$
 $\text{GERÇEK} \pm \text{İNHİRAF} = \text{MANYETİK}$

23.2 KUTUPSAL GRİDLER

Gridli haritalar, değişmez unsurlarıyla kutupsal bölgelerde kullanılırlar. Her iki kutupta da kullanılan yansıtma haritaları stereografik veya çapraz Merkator haritalarıdır. Bütün bu haritalarda boylamın dünya üzerinde 360° açısı harita üzerinde de 360° olarak gösterilir. Bu özellik, standart kutupsal grid kullanımı için haritalara basılabilmesi açısından idealdir. Standart gridin kullanılması manyetik veya gerçek kuzeye değil, grid kuzeye ayarlı birkaç VOR/TACAN cihazından faydalananlığında oluşabilecek karışıklığı önlüyor.

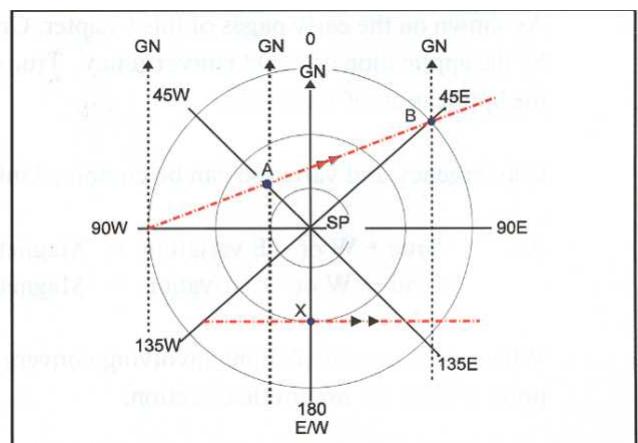


Şekil: 23.2 Standart kuzey kutbu gridi

Kuzeyli bölgelerde datum meridyeni olarak kullanılan meridyen Greenwich Meridyenidir. Herhangi bir gerçek meridyende harita yaklaşması boylamın izdüşümüne eşittir.

Örneğin; 45° W harita yaklaşması 45° E dir. 45° E'de harita yaklaşması 45° W dir. Şekil 19.2 de A noktasından B noktasına giden bir rota düşünün.

45° W yolunda $= 090^\circ$ G - 45° E yaklaşma $= 045^\circ$ T
 45° E yolunda $= 090^\circ$ G+ 45° W yaklaşma $= 135^\circ$ T
 Güney yarıkürede aynı şekilde; datum meridyeni olarak Greenwich meridyeni kullanılır. Bu yarıkürede harita yaklaşması, Grid kullanıldığından daima boylama eşittir.



Şekil: 23.3 Standart güney kutbu gridi

Grid kuzeyin yukarıda olduğu oryantasyonu muhafaza etmek için, standart güney kutup gridi normal olarak şeclin altında 180° E/W meridyeniyle beraber çizilir.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 3/5
---	---	--	--------------------------------------

Grid yol A dan B ye = Sabit 070° G
A boylamında = 45°W ve yaklaşma = 45° W

070° G + 45° W ve yaklaşma = 115° T
B boylamında = 45° E , yaklaşma = 45° E

070° G - 45° E , yaklaşma = 025° T

X noktasında yol = 090° G Yaklaşma = 180° E / W
 $090^\circ G \pm 180^\circ E / W = 270^\circ T$

Gridli haritaların kullanımında istikamet metodunun dikkate alınması gereklidir. Bir uçağın uçuş başı “Cayro Steering” şeklinde tarif edilebilir.

23.3 CAYRO İSTİKAMETİ (GYRO STEERING)

Cayro istikameti metodu kullanıldığından manyetik cayro pompanın manyetik elemanı serbest duruma getirilir. Serbest cayro, yeryüzü pozisyonu ve serbest salinimına göre düzeltildiğinde, kalkıştan önce grid kuzeye göre ayarlanabilir. Serbest cayro, uçuş boyunca yönünü grid kuzeye bağlantılı olarak muhafaza edecektir. Bu teknik, aşağıdaki bölgelerde kullanıldığından faydalı bir metottur;

- a) Dünyanın yatay manyetik alanının zayıf olduğu bölgelerde (kuzey ve güney kutup bölgelerinde)
- b) Manyetik inhirafın kısa mesafelerde çok değişiklik gösterdiği bölgelerde.

Uygulanması kolay bir teknik olmasına karşın, CAA bültenlerinde artık bu teknik, modern cayroskopların sapma açılarının % 0.25/saatten daha az olması sebebiyle kullanılmamaktadır.

23.4 MANYETİK İSTİKAMET (MAGNETIC STEERING)

Bu bölümün daha önceki sayfalarında da gösterildiği gibi, Grid yönü **harita yaklaşması** uygulanması suretiyle Gerçek Yöne çevrilebilir. Bundan sonra, Gerçek Yön inhirafı uygulanarak Manyetik'e çevrilebilir.

Yaklaşma ve inhiraf ortak bir değerde toplanabilir: **grivation**.

$$\begin{aligned} {}^{\circ}\text{Gerçek} + W - E \text{ inhiraf} &= {}^{\circ}\text{Manyetik} \text{ ve} \\ {}^{\circ}\text{Grid} + W - E \text{ inhiraf} &= {}^{\circ}\text{Manyetik} \end{aligned}$$

Yaklaşma (Convergence) ve grivation hesaplamalarının sağlamasını yaparken, herhangi bir noktadaki sabit yön, manyetik yön olacaktır.

Grivation ${}^{\circ}\text{G}$ (Grid) 'e veya inhiraf ${}^{\circ}\text{T}$ (True) 'ye uygulanmış olsa bile ${}^{\circ}\text{M}$ (manyetik) baş her zaman aynı olmalıdır.

Gridli haritalarda, grivation ile aynı değere sahip harita üzerindeki bütün noktalar bir çizgi ile bir araya getirilir ve bu çizgilere **isogriv** adı verilir.

23.5 GRIVATION KULLANILARAK GRİDLİ HARİTALARA KERTERİZLERİN YERLEŞTİRİLMESİ

- ADF** : Uçağa grivation uygulayın, tersini istasyondan grid kuzeyi kullanarak yerleştirin.
- VOR** : Yer istasyonuna grivation uygulayın, tersini istasyondan grid kuzeyi kullanarak yerleştirin.
- QTE** : Yaklaşmayı istasyona uygulayın, grid kuzeyden yerleştirin.
- QDM** : Grivation'ı istasyona uygulayın, aksını grid kuzeyden yerleştirin.
- QDR** : Grivation'ı istasyona uygulayın, grid kuzeyden yerleştirin.

SORULAR SERÜSEFER – GRİD SEYRÜSEFER

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 4/5
---	---	--	--------------------------------------

1. Bir Kuzey Lambert Umumi Konik haritasında, 0.75 lik yaklaşma faktörü ile, grid datumu ana meridyen olacak şekilde yanlış basılmıştır. 130°E 'de grid yolu 335° dir. Gerçek yol nerede olmalıdır?

- a) 072.5°
- b) 105.0°
- c) 205.0°
- d) 237.5°

2. Bir Kuzey Lambert Umumi Konik haritası yanlış gridle basılmıştır. Haritanın koni sabiti 0.80 dir. 60°W de Grid Yolu 090° ve Gerçek Yolu 010° dir. Yanlış grid hangi boylamda yer alır?

- a) 160°W
- b) 140°W
- c) 020°E
- d) 040°E

3. Bir Kuzey Lambert Umumi Konik haritası, 25°W boylamında yer alan yanlış bir gridle çizilmiştir. Haritanın koni sabiti 080° dir. 120°W 'teki Gerçek Yol 090° ise Grid Yolu ne olacaktır?

- a) 014°
- b) 166°
- c) 185°
- d) 355°

4. Bir Kuzey Kutupsal Sterografik harita, ana meridyenle çakışan yanlış bir gridle çizilmiştir. 80°N 135°E pozisyonunda grid yolu 235° ise, gerçek yol nasıl olacaktır?

- a) 010° (T)
- b) 100° (T)
- c) 190° (T)
- d) 280° (T)

5. Bir Güney Kutupsal Sterografik harita, ana meridyenle çakışan yanlış bir gridle çizilmiştir. 87°S 123°W pozisyonunda bir uçağın gerçek yolu 179° ise grid yolu ne olacaktır?

- a) 056°
- b) 123°
- c) 237°
- d) 302°

6. Bir Güney Kutupsal Sterografik haritası, ana meridyenle çakışan yanlış bir meridyenle çizilmiştir. 78°N 101°E noktasında 180° gridle gerçek yol ne olacaktır?

- a) 079° (T)
- b) 101° (T)
- c) 259° (T)
- d) 281° (T)

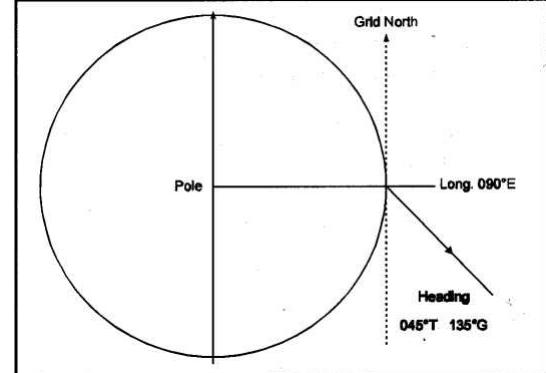
7. Bir Kuzey Kutupsal Sterografik haritası yanlış bir gridle çizilmiştir. 77°N 37°W noktasında grid yolu 175° ve gerçek yol 093° dir. Yanlış grid hangi boylamda yer alır?

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 5/5
--	---	--	--------------------------------------

- a) $045^{\circ}W$
- b) $045^{\circ}E$
- c) $082^{\circ}E$
- d) $119^{\circ}W$

8. Yandaki şekil bilgilerden faydalılarak, yanlış grid datumu.....dir ve..... yarıkürede yer alır.

- a) 180° E/W, Kuzey
- b) 180° E/W, Güney
- c) 000° E/W, Kuzey
- d) 000° E/W, Güney



9. $20^{\circ}W$ 'e göre alınan bir gride $50^{\circ}N$ $50^{\circ}E$ pozisyonundaki bir uçağın, varyasyon 8° ve $n = 0.75$ ise manyetik başı ne olacaktır? Uçağın grid başı 224° tür.

- a) 162.0°
- b) 179.5°
- c) 284.5°
- d) 302.5°

10. $40^{\circ}N$ $10^{\circ}E$ pozisyonundaki bir uçağın manyetik başı 150° ve grid başı 170° dir. Varyasyon $10^{\circ}W$ ve $n = 0.8$ dir. Datum meridyeni ne olacaktır?

- a) $27^{\circ} 30' W$
- b) $20^{\circ} 00' W$
- c) $40^{\circ} 00' E$
- d) $47^{\circ} 30' E$

11. Bir Lambert Umumi Konik haritası yanlış bir gridle çizilmiştir. Koninin sabiti 0.60 tır. $40^{\circ}S$ $70^{\circ}W$ noktasında grid yolu 197° ve gerçek yol 239° ise yanlış grid hangi boylama denk gelir?

- a) $112^{\circ}W$
- b) $028^{\circ}W$
- c) $000^{\circ}E/W$
- d) $030^{\circ}E$

12. Bir Güney Lambert Umumi Konik haritası $180^{\circ}W$ meridyeniyle çakışan yanlış bir gridle çizilmiştir. Koninin sabiti 0.843 tır. $145^{\circ}E$ 'deki gerçek yol 333° ise grid yolu ne olacaktır?

- a) 002.5°
- b) 029.5°
- c) 303.5°
- d) 360°

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 1/22
--	---	--	---------------------------------------

24. BÖLÜM

SEYRÜSEFER (PLOTTING)

24.1 SUNUŞ

PLOTTİNG; HAVA SEYRÜSEFERİNİN GRAFİKLE GÖSTERİLMESİ,

Seyrüsefer (Plotting) kartları olmadan da birçok uçuş başarıyla yapılabilir. Yerel uçuşlar, harita yardımıyla uçuşları, birbirlerine yakın seyrüsefer vericileri ve radar kontrolü ile yapılan havayolu uçuşları emniyetli bir seyrüsefer için Plotting Metoduna ihtiyaç duymazlar. Ancak, deniz veya çöl üzeri uzun uçuşlar, yeryüzü haritalarının güvenli olmadığı ve radyo-alet yardımcılarının birbirlerine çok uzak olduğu bölgelerinde uçağın durumunun haritaya uygun şekilde yerleştirilmesi güvenli bir uçuş için gerekli olabilir.

24.2 GENEL

Seyrüsefer, normal olarak Merkator haritası veya Lambert konik ortomorfik harita üzerinde uygulanır. Pilotlar, Lambert konik ortomorfik (ICAO topografik) haritayı etkin olarak kullanabilmelidirler.

24.3 EKİPMAN

Seyrüsefer görevi için aşağıdaki araç ve gereçlere ihtiyaç vardır:

- a) Bir seyrüsefer bilgisayarı,
- b) Bir seyrüsefer cetveli,
- c) Bir plotting cetveli,
- d) Bölümleyiciler,
- e) 2H ve HB kurşun kalemleri ve silgiler.

24.4 TANIMLAMALAR, KISALTMALAR, SEMBOLLER

Plotting uygulamadan önce aşağıdaki tanım, kısaltma ve şekillerin incelenmesi, uygulamada büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Daha önceki bölümlerde benzer bilgiler verilmiştir.

Baş (Heading) : Uçağın burnunun gösterdiği istikamettir, dereceler (000-360) şeklinde gerçek (True), manyetik veya kompas kuzeyden saat istikameti yönünde Hdg (T), Hdg (M), Hdg (C) olarak belirtilir. Gerçek baş, bu üçü arasında seyrüsefer (plotting) uygulanan tek baştır. Eğer Hdg (M) veriliyorsa haritadaki inhiraf farkı da göz önüne alınarak Hdg (T) 'ye çevrilmelidir. Eğer Hdg (C) veriliyorsa, Hdg (T)' ye, inhiraf ve sapma göz önüne alınarak çevrilmelidir.

Yol (Track) : Uçağın yeryüzü üzerinde gerçek veya manyetik kuzeyden derecelerle (000-360) ölçülen hareketinin izidir. Sadece gerçek yola plotting uygulanır.

Not: Eğer rüzgar "sıfır" olursa sapma olmayacağından yol, baş ile aynı olur. Bu durum aynı zamanda tam baş ve tam arka rüzgarları için de geçerlidir.

Tasarlanan, İstenen veya Gerekli Yol : Uçağın dünya üzerinde planlanan uçuş yönüne denir.

Gerçekleşen Yol (Track made good-TMG) : Uçağın rüzgar, gerçek hava süratı ve gerçek başı faktörleri neticesinde dünya üzerinde gerçekleşen hareketinin yönüdür.

Hesabi Seyrüsefer-DR (Dead Reckoning) Yolu : Uçağın beklenen rüzgar hesaplamaları, baş ve gerçek sürat hesaplamaları yapıldıktan sonra yeryüzü üzerinde gerçekleşmesi beklenen hareketidir.

Sapma (Drift) : Rüzgar etkisi sebebiyle oluşan, baş ve yol arasındaki açıdır. Sapmanın yönü daima baştan (Hdg) yola (TR) doğrudur. Eğer yol baştan daha büyükse, örneğin yol başın sağındaysa, uçak sağa doğru sapma yapıyor denir. Eğer yol baştan daha küçükse uçak sola doğru sapma yapıyor demektir.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 2/22
---	---	--	---------------------------------------

Sapma Hdg (T) den TR (T) ye doğru veya Hdg (M) den TR (M) ye doğru ölçülür, ancak gerçek hiçbir zaman manyetik kariştırılmamalıdır, örneğin sapma hesaplamasını Hdg (M) den TR (T) ye doğru yapamazsınız.

DR Sapması : Rüzgarın etkisiyle, özellikle belirli başlarda olabilecek sapma hesaplamalarıdır.

Gerçekleşen veya gerçek sapma : Uçuşta gerçekleşen sapmadır, bir başka deyişle, uçağın döndürüldüğü baş ve TMG arasındaki açıdır. (Daha önce de belirtildiği gibi baş ve yol ikisi de manyetik veya gerçek olabilir, ancak ikisi de aynı olmak durumundadır).

Düzeltilmiş (Rectified) Hava Süratı (RAS) : Gösterge hava süratinin basınç ve alet hatalarına göre düzeltilmiş haline denir. Bu düzeltme genelde sürat saatinin yanında bulunan bir çizelge yardımı ile yapılır.

Gerçek Hava Süratı : Uçağın hava kütlesi içindeki süratine (knot cinsinden) denir. RAS' den TAS' i, basınç irtifası ve sıcaklık ile bulmak için uçuş kompütürü kullanılır.

Yer Süratı : Uçağın yere oranla (hava içerisindeki değil) knot cinsinden gerçek süratidir.

Not: Eğer rüzgar "sıfır" ise yer süratı gerçek süratle aynı olur.

DR Yer Süratı: Uçağın yere oranla tahmin edilen knot cinsinden süratı.

Rüzgar Yönü : Gerçek kuzeyden saat istikameti yönünde dereceler (000-360) olarak ölçülen, rüzgarın estiği istikamet.

Rüzgar Süratı (Wind Speed) : Rüzgarın knot cinsinden yere oranla süratidir.

Rüzgar Şiddeti (Wind Velocity- WV) : Rüzgar yönü ve süratinin bir kombinasyonudur. Örneğin; rüzgar şiddeti (WV) 270°/30 kt olduğunda rüzgar, yere göre batıdan 30 kt süratle esmektedir.

DR (Dead Reckoning) Pozisyonu : Belirli bir zaman dilimi içinde uçağın havaya göre olan pozisyonudur. Uçağın rüzgar "sıfır" olması durumunda uçuş başı ve gerçek hava süratı neticesinde nerede olacağının hesaplanmasıdır.

Hava Pozisyonu : Belirli bir zaman dilimi içinde uçağın havaya göre olan pozisyonudur. Uçağın rüzgar "sıfır" olması durumunda uçuş başı ve gerçek hava süratı neticesinde nerede olacağının hesaplanmasıdır.
Not: Eğer rüzgar "sıfır" olsaydı, uçağın hava pozisyonu aynı zamanda DR pozisyonuna tesadüf ederdi ve bu uçağın gerçek pozisyonu olurdu.

Hava Seyrüseferi (Air Plot) : Harita üzerinde çizilen çizgilerle uçağın uçuş rotasının havaya göre nasıl gerçekleştiğinin kaydedilmesidir. Hava seyrüseferi daima fiks veya Pinpoint gibi sabit bir noktadan başlamalıdır. Hava seyrüseferini oluşturan çizgiler, o uçuş için TAS ve gerçek baştır. Hava seyrüseferi, rüzgar olmaması ihtimalinde uçağın yer üzerinde nasıl bir rota çizebileceğini kaydeder.

Yol seyrüsefer (Track Plot) : Yer üzerinde belirli noktalar üzerinden çizilen, uçağın yere göre pozisyonunu gösteren çizgilerdir. Pinpointleri veya fiksleri birleştiren her çizgi gerçekleşen yolu (Track Made Good) temsil eder. Çizginin boyu, belirli bir zamanda, belirli bir yer süratı ile yer üzerinde iki nokta arasındaki mesafeyi temsil eder.

Yer Pozisyonu : Belirli bir zamanda uçağın yere göre pozisyonudur.

Pinpoint: Yere göre yapılan gözleme dayalı olarak (harita okuma gibi) uçağın belirli bir zamandaki pozisyonudur.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 3/22
--	---	--	---------------------------------------

Fiks : Uçağın yere göre pozisyonunun radar, görsel veya radyo-alet gibi iki veya üç yardımıcıdan alınmasıdır.

Pozisyon Çizgisi : Belirli bir zaman diliminde uçağın kat ettiği bilinen hattır. Örneğin; bir uçak saat 09.00 da bir VDF istasyonu tarafından bir 90° lik QTE (gerçek karteriz) alırsa, uçak 09.00 da istasyondan 090° (T) bir çizgi üzerinde ilerlemektedir, diyebiliriz ancak mesafe belirtilemez.

QTE : Uçağın bir DF istasyonundan gerçek karterizidir.

QDM : Uçaktan DF istasyonuna doğru olan manyetik yol.

QDR : Uçağın DF istasyonundan olan manyetik karterizidir.

VOR Radyali : VOR QDR olarak ta adlandırılır. Bir uçağın VOR vericisinden manyetik karterizidir.

VOR QDM : Uçaktan VOR vericisine manyetik yol.

İsogonal : Haritadaki eşit manyetik varyasyon bölgelerini birleştiren çizgi.

Karteriz Hattı (Rhumb Line) : Bütün meridyenleri aynı açıyla kesen çizgiye denir. Mercator Haritasında çizilen herhangi düz bir çizginin karteriz hattı olduğuna dikkat ediniz, çünkü bu haritada meridyenler düz çizgiler olarak gösterilir.

Netice olarak, başlar ve yollar da Mercator Haritası üzerinde çizildiğinde kerte hattı olurlar. Birkaç istisnai durum haricinde radyo karterizleri kutupsal bölgelerin yakınında eğriler olarak çizildiklerinde büyük daire olur.

Büyük Daire : Düzlemi dünyanın merkezinden geçtiği varsayılan yeryüzü üzerindeki hayali bir dairedir. Birkaç istisnai durum haricinde büyük daireler Mercator Haritasında eğimli olurlar ancak Lambert Konik ortomorfik haritasında düz çizgiler olarak alınabilirler.

ETA (Estimated Time of Arrival) : Pilot tarafından hesaplanan, uçağın belirli bir noktaya ulaşacağı zamandır.

ATA (Actual Time of Arrival) : Uçağın belirli bir noktaya ulaştığı zamandır.

ETD (Estimated Time of Departure) : Uçağın belirli bir noktadan ayrılması beklenen zamandır.

ATD (Actual Time of Departure) : Belirli bir noktadan ayrılmışın gerçekleştiği zamandır.

QC (Quadrantal Correction) : ADF kadranı üzerindeki hataların artık seyrek kullanılan bir düzeltmesi. Düzeltme artı veya eksi değere sahip olabilir ve direkt olarak ADF ilintili karterize (Relative Bearing) uygulanır.

CA (Conversion Angle) Yaklaşma Açısı : Kerte hattı ve büyük daire karterizleri arasındaki açıdır.

Yaklaşma (Convergency) : Bir enlem üzerinde seçilen iki meridyen arasındaki açıdır. Yaklaşma = $2 \times$ Yaklaşma açısı.

SH Set Heading : 1015 'A' (5420N 0217W) SH 'B' (5335N 0143E) şu anlama gelir:

Saat 10.15 te başınızı 'A' pozisyonundan (5420N 0217W) 'B' pozisyonuna (5335N 0143E) ayarlayınız.

AH (Alter Heading) Baş Değişikliği : 1110 AH 'B' şu anlama gelir:

Saat 11.10'da başınızı 'B' pozisyonuna değiştiriniz.

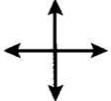
THY KYS Form No: FR.18.0001 Rev.01

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 4/22
--	---	---

Not: İngiltere'de 1950'lere kadar bir denizcilik terimi olan "course" "heading" yerine kullanılmaktaydı. Bu yüzden eski kitaplarda Co (T), Co (M), Co (C) , S/C ve A/C gibi terimlere rastlayabilirsiniz. Amerikalılar da bunun tersine "course" teriminini "track" yerine kabul etmişlerdir. Ancak, herhangi bir karışıklığı önlemek için ülkemizde de artık "course" yerine "track" kullanılmaktadır.

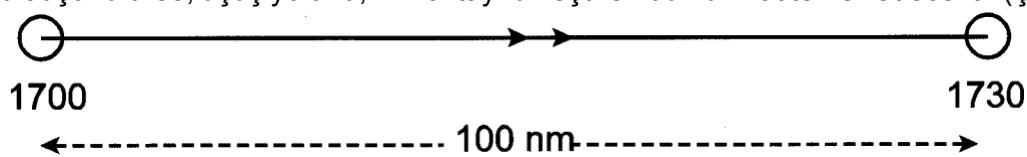
24.5 SEMBOL

Yerleşirmede kullanılan standart semboller aşağıda anımlarıyla birlikte verilmiştir. Bu semboller plotting yaparken kullanırsanız ve kullandığınız zamanları kaydederseniz çok yaralı olduklarını göreceksiniz.

+ 1000	10.00 GMT 'de hava pozisyonu.
○ 2300	*23.00 GMT' de pinpoint.
△ 0920	*09.20 GMT' de DR pozisyonu.
	*Baş. Yerleştirme yapıldığında her zaman gerçek "true" olarak alınacak.
	*Yol, (meteoroloji düzeltmeleri gereklidir.) yine gerçek.
	*Rüzgar şiddeti. Yönü gerçek olacak.
1115	*11.15 GMT' de pozisyon. "True Bearing" olarak yerleştirme yapılır.
1121	*11.21 GMT' de geçilecek pozisyon.
	*11.21 GMT' deki iki pozisyon çizgili fiks.
● 1510	*15.10 GMT' deki radar fksi.
	*DF istasyonu: VOR, NDB veya VDF ünitesi.

YOL SEYRÜSEFERİ (TRACK PLOT)

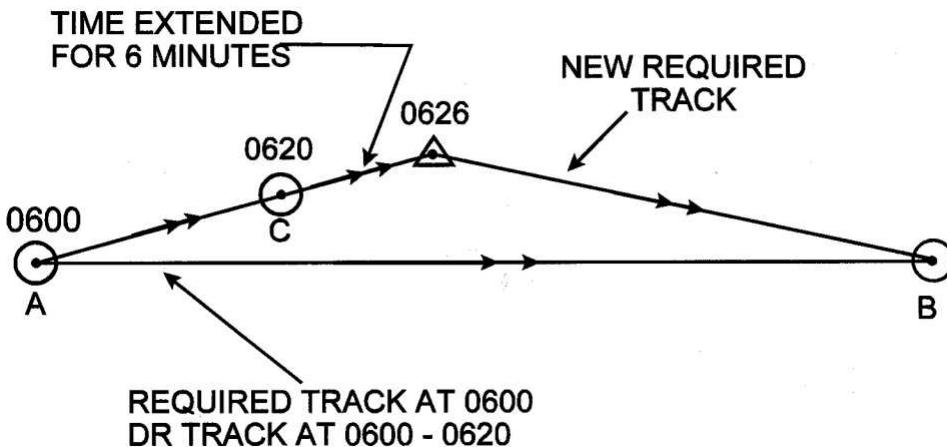
Yol seyrüseferi, en kolayı iki fiks arası işaretlemeye yoluyla elde edilir. İki fiks arasında uçağın tek bir rotada uçtuğu düşünülürse, uçuş yolunu; iki noktayı birleştiren düz bir hat temsil edecektir (Şekil: 20.1).



ŞEKİL: 20.1

İki nokta arasında bir rota seçilerek uçulan bu yola, "Track Made Good" (TMG) denir.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 5/22
--	---	---



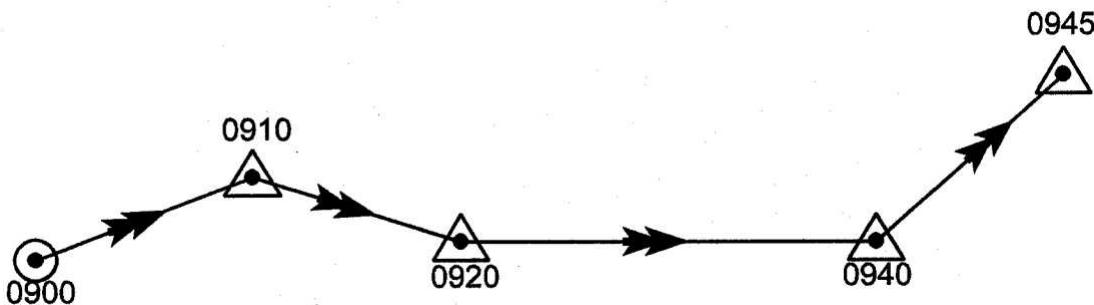
ŞEKİL: 20.2 Arzu Edilen Yol, Dr Yol ve TMG

Genel metot kullanılarak harita üzerinde çizilen bu TMG, kolaylıkla ölçülebilir. TMG boyunca ölçülen mesafe, bize gerçek yer süratini de ölçme metodunu verir. Şekil: 20.1 de 30 dakikada uçulan mesafe 100 nm olduğuna göre gerçek yer süratı 200 kt dir.

- Şekil: 20.2 incelendiğinde; "A" ve "B" arasındaki yolun takip edilmesi istenir. Uçağın, hesaplanan başta, saat 06.00 da harekete başlaması planlanmıştır.
- Şekil: 20.2 de, "A" ile "B" arasındaki rotada, saat 06.00 da, seçilen yeni başın uçağı düzeltilen yoldan "B" noktasına götüreceği hesaplanarak harekete başlanır.
- Şekil: 20.2 de, seçilen başta uçuşa devam edilmiş ancak, 06.20 de, yapılan kontrolde "C" noktasında uçulduğu görülür.
- "A" ve "C" arasındaki yol "**TMG**" dir ve uçağın daha önceki istenen yolu terk ettiği görülmüyor.
- "A" noktasını terk edişten itibaren "C" noktasına kadar uçağın istenen başta uçurulduğu tahmin ediliyor, bu fiske kadar devam ediyor. Bu durumda fiske kadar olan bölüme DR yolu diyebiliriz. DR yolunun "**beklenen (estimated)**" anlamına geldiğini hatırlayınız.
- 06.00 ve 06.20 arasındaki zamanda bir DR yer hızı olacaktır. Çünkü uçak tasarlanan rotadan sapmıştır ve bir düzeltme yapılmadıkça "B" noktasına ulaşamayacaktır.
- Bu yüzden DR de uçan uçak için baş değişikliği gereklidir.
- 06.00 ve 06.20 arasında "TMG" tesisinden sonra, uçağın 6 dakika daha uçtuğunu varsayıyalım, böylece 26 dakikalık TMG oluşturulmuş olur. Bununla beraber iki fiks arasındaki mesafe ölçüldükten ve gerçek yer süratı belirlendikten sonra, 26 dakikalık değer ölçülüp 06.20 deki DR pozisyonu elde edilebilir.
- "A" ya uçabilmek için yeni bir yol gerekmektedir. Yeni uçuş rotasını seçmeden önce, son rüzgar durumunun alınması gereklidir.
- 6. kompütür bölümünde baş, TAS, yol ve GS verildiğinde, rüzgarın bulunma işlemi işlenmiştir.
- Tekrar şekil: 20.2 ye dönersek, TMG / GS belirlendikten sonra ve aynı periyot içerisinde HDG / TAS bilindiğine göre kompütür kullanılarak rüzgar şiddeti WV bulunabilir.
- Rüzgarı bulmak için kullanılan bu metoda "yol ve yer süratı metodu" denir ve hava seyrüseferi metoduna alternatif olarak kullanılır (tabii ki her iki metot da aynı rüzgarı verecektir).
- Bulunan bu rüzgar, "B" ye uçmak için geren yeni rotayı bulmak için kullanılacaktır. Yeni rotayı tesis için altın kurallar şöyledir:
 - a) İki fiks arasında bir WV – rüzgar bulunduğu ve iki fiks zamanı arasında birden fazla başla uçulduysa hava seyrüseferi "Air Plot" metodu kullanılmalıdır. Yol seyrüseferi "Track Plot" metodu tek bir TMG olmamasından dolayı kullanılamaz.
 - b) Bir DR pozisyonunun fiksten sonra bulunması gerekiyorsa ve sadece bir TMG gerçekleştirildiyse, yol seyrüseferi "Track Plot" metodu kullanılabilir. Yok seyrüseferi aynı zamanda bir uçağın farklı baş ve TAS süratlerinde uçarken izlediği yolu kaydetmek için de kullanılabilir.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 6/22
---	---	--	---------------------------------------

- Yol seyrüseferi, uçağın değişik baş/TAS da da uçarken kullanılabilir.



ŞEKİL: 20.3 DR rotalarının Yol Seyrüseferi

- Şekil 20.3 te, yol seyrüseferinin bir örneğini göstermektedir.

- Bu metotta, DR yolu, yer süratini ve birbirini takip eden yolları çizmek ve bu yolların uzunluklarını ölçerek zamanı bulmak için de kullanılır. Her ne kadar öyle görünmese de her DR yolu/yer süratı haritaya çizilmeden önce hesaplanması gerekiği için, bu metod hava seyrüsefer metodundan daha fazla zaman alır.

- Bu sebeple sınavlarda eğer birden fazla baş ve TAS veriliyorsa hava seyrüsefer metodunun kullanılması tavsiye edilir. Şekil 20.3 yol seyrüseferine bir örneği göstermektedir.
- Seyrüseferin ikinci bölümünde, hava seyrüseferi herhangi bir fıksten başlayacağı için her pozisyonda doğru sonuçlar verecektir.
- DR veya gerekli yolların seyrüseferinde herhangi bir kısıtlama yoktur. Tahmin edilen veya umulan yollar oldukları için bir fıksten veya DR pozisyonundan çizilebilirler. Bununla beraber, TMG gerçekleşen yol olduğu için, tek bir başla uçulmuş olsa bile, sadece iki fiks arasında hesaplanması gerekiği unutulmamalıdır.

24.6 FİKS NOKTALARI

- Bir uçağın, emniyetli bir şekilde bir noktadan diğerine seyrüsefer yapabilmesi için, uçulan yol yer üzerinde alınan nirengilerden kontrol edilmeli ve gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.
- Bu düzeltmeleri yapmak için gereken hesaplamlar, daha önceki bölümlerde gösterilmiştir.
- Bu bölümde, uçağın yere göre olan pozisyonunu kesin ve doğru olarak belirleme metotları işlenecektir.
- Uçağın yere göre olan pozisyonunu belirlemek için üç temel yol vardır, bunlar sırası ile:

- Görsel unsurları kullanarak,
- Radyo alet ve radar kolaylıklarını kullanarak,
- Astronomik kolaylıklarını kullanarak.

Bu metotlar içerisinde “Astronomik kolaylıklar” bu bölümün kapsamı dışındadır. Bir uçağın pozisyonunu belirlemek için güneşin yüksekliği, ay, belirli gezegenler ve parlak yıldızlardan faydalanylabilir.

24.8 GÖRSEL UNSURLAR

- Bunlar, elde etmesi ve kullanması kolay unsurlardır, önemli olan yer görüşü ve bulunulan yeri içeren bir topografik haritasının mevcut olmasıdır.
- Bununla beraber, eğer uçak 8/8 bulut üzerinde uçuyorsa görsel unsurlardan faydalananmak muhakkak ki imkansızdır.
- Buna ek olarak modern ticari uçakların uçtukları irtifalardan da görsel unsurları takip etmek zordur. Bu gibi yüksek irtifalarda görsel unsurlar kullanılırsa, zaman ve uçağın pozisyonunu ilgilendiren hataların yapılması mümkündür.
- Alçak seviye uçuşlarında bu hatalar çok küçük olacağı için göz ardı edilebilir.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 7/22
---	---	--	---------------------------------------

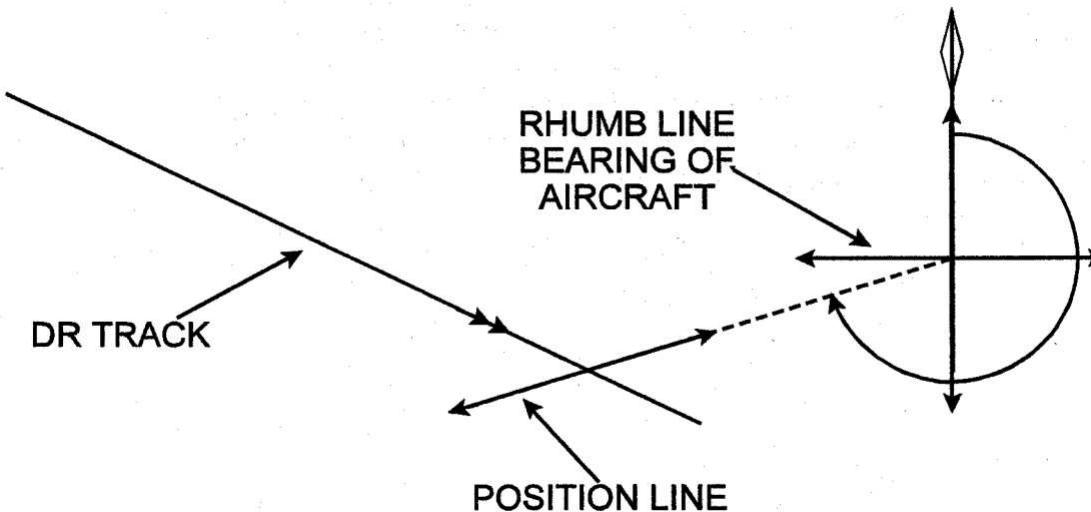
Pinpoint : Bir pinpoint noktası (kontrol noktası), yer üzerinde belirlenmiş, uçağın belli bir zamanda üzerinde bulunduğu gözlenen noktadır. Bu noktanın enlem ve boylamı topoğrafik harita üzerinde belirlenmiş ve işaretlenmiştir.

24.9 POZİSYON ÇİZGİLERİ

- Pozisyon çizgisi, uçağın belirli bir zaman dilimi içerisinde kat ettiği bilinen yoldur.
- Pozisyon çizgilerine örnek olarak, o hat üzerinde gözlemlenmiş uzun demir yolları, yollar, nehirler veya sahil şeritleri verilebilir.
- Bir çizginin pozisyonu, seyrüsefer haritası üzerine direkt olarak taşınabilmelidir.
- Aynı zamanda belirlenen iki pozisyon çizgisi, eğer birbirlerini kesiyorlarsa, kesim noktasının bir fiks noktasını oluşturacaklardır.

24.10 RADYO ALET KOLAYLIKLARI

- Yön bulma (DF) prensipleri daha önceki radyo alet ünitesinde işlenecektir ancak, bu bölümde de basit bir özet vereilecektir.
- Eğer uçak bir radyo sinyali veriyorsa, yerdeki istasyon bu sinyalin geliş yönünü belirler ve bu yön de uçağın istasyondan olan kerterizini verir.
- Örnek olarak eğer uçak yer istasyonunun batısında ise, radyo sinyalleri 270° (T) den geldiğini ve yer istasyonunda uçağa bu bilgiyi iletecektir.



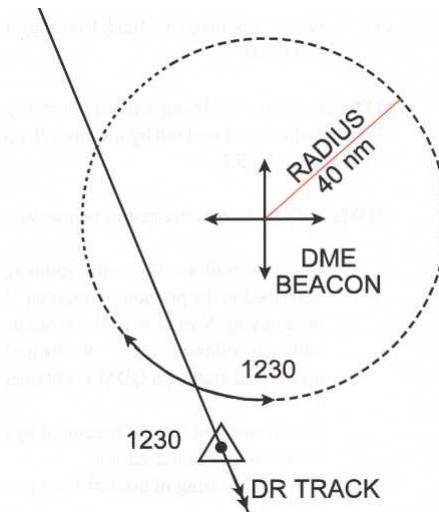
ŞEKİL: 20.4 Yolu kesen bir pozisyon hattı

- Radyo dalgalarının büyük daire paterni izlediği ve aralarında ölçülen yönün büyük daire kerterizi olduğu unutulmamalıdır. Büyük daireler, Mercator haritaları üzerinde işlenemeler, öncelikle yaklaşma açısı uygulanması sureti ile kerte hattı kerterizine (Rhumb Line Bearing) çevrilmelidir. Bu işlem uygulandıktan sonra uçağın belirli bir zaman içerisinde bulunacağı hat – pozisyon çizgisi çizilmelidir. Şekil: 20.4'de uçağın yolunu kesen bir pozisyon çizgisi gösterilmiştir. Her çizginin sonuna bir ok işaretini konulmuş ve zamanlar yanlarına işlenmiştir.
- Her uçak kendine özgü yön belirleme ekipmanları ile yer vericilerine göre olan kerterizini belirleyebilir.
- Bu vericilerin pozisyonları biliniyor ise, uçağın istasyondan olan kerterizini istasyona olan kerterize çevirip bir pozisyon çizgisi elde etmek mümkündür.
- Bu tür kerteriz bilgisi veren istasyonlara NDB adı verilir ve uçaktan ölçülen NDB kerterizlerine ADF kerterizleri adı verilir.

24.11 RADAR KOLAYLIKLARI

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 8/22
---	---	--	---------------------------------------

Bazı ticari uçaklar, yerdeki belirli vericilere olan mesafelerini belirten DME gibi seyrüsefer yardımcıları ile donatılmışlardır. Uçak böylelikle vericiye olan mesafe bilgisini elde edebilir. Eğer alet üzerinde 40 Nm okunuyor ise, uçak istasyondan yarı çapı 40 Nm olan dairesel bir uzaklıktır bulunuyor demektir. Şekil: 20.5'de sadece küçük bir çizgi, uçağın yolunu temsil ediyor. Daire, DR yolunu iki noktadan kesmektedir. Pozisyon çizgisi DR pozisyonunun hemen yanına çizilmiştir.



ŞEKİL: 20.5 Pozisyon hattında mesafe

24.12 ÖZET

Pozisyon çizgileri görsel, radyo-alet veya radar gibi muhtelif kaynaklardan elde edilebilir. Elde edilen bu çizgiler uçağın bulunduğu gözlenen pozisyonları kaydetmek için harita üzerine yerleştirilebilir. Bir zaman dilimi içerisinde birbirini kesen iki pozisyon çizgisine fiks denir.

24.13 RADYO KERTERİZLERİ İLE YAPILAN SEYRÜSEFER (PLOTTING OF RADIO BEARINGS)

Görsel pozisyon çizgilerinin harita üzerine yerleştirilmesi kolay bir işlemidir. Topografik harita üzerindeki pozisyonları birleştirilerek bir çizgi haline getirilirler. Radyo pozisyon çizgilerinin çizilmesi o kadar düz ve kolay değildir, bu ünite **radyo kerterizleri ile yapılan seyrüsefer** işlenecektir.

24.14 RADYO KERTERİZ TÜRLERİ

Yer istasyonu tarafından ölçülen kerterizler. Yer istasyonu tarafından ölçümlendirilen kerterizlerin her biri "Q" harfi ile başlayan gruplarla kodlandırılmıştır. Bunlar daha önce temel olarak kullanılan eski "Q kodları" 'ndandır.

- a) QTE Uçağın yer istasyonundan olan gerçek kerterizi.
- b) QDM Uçağın yer istasyonundan olan manyetik yolu.
- c) QDR Yer istasyonundan uçağa olan manyetik yol. (QDR ,QDM' in tersidir).

QTE 'ler uçaktan gözlenebilir ve yönü °(T) gerçek olduğunda yaklaşıyor demektir. Ölçülen bu mesafe uçağa RT tarafından iletilir.

QDM ve **QDR** lar iki şekilde elde edilirler:

a) Bir önceki paragrafta belirtildiği gibi uçağın yer istasyonuna radyo sinyali göndermesi dolayısıyla, QTE nin ölçülmesi. Yer istasyonu QTE ye manyetik varyasyon uygulayarak QDR a çevirir. Daha sonra 180° ekleyerek veya çıkartarak istasyona olan yön bulunur ve QDM elde edilir.

Yer istasyonu tarafından ölçülen uçağın gerçek kerterizi (QTE) 140°(T)
Yer istasyonunun manyetik inhirafi 10° W

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 9/22
--	---	---

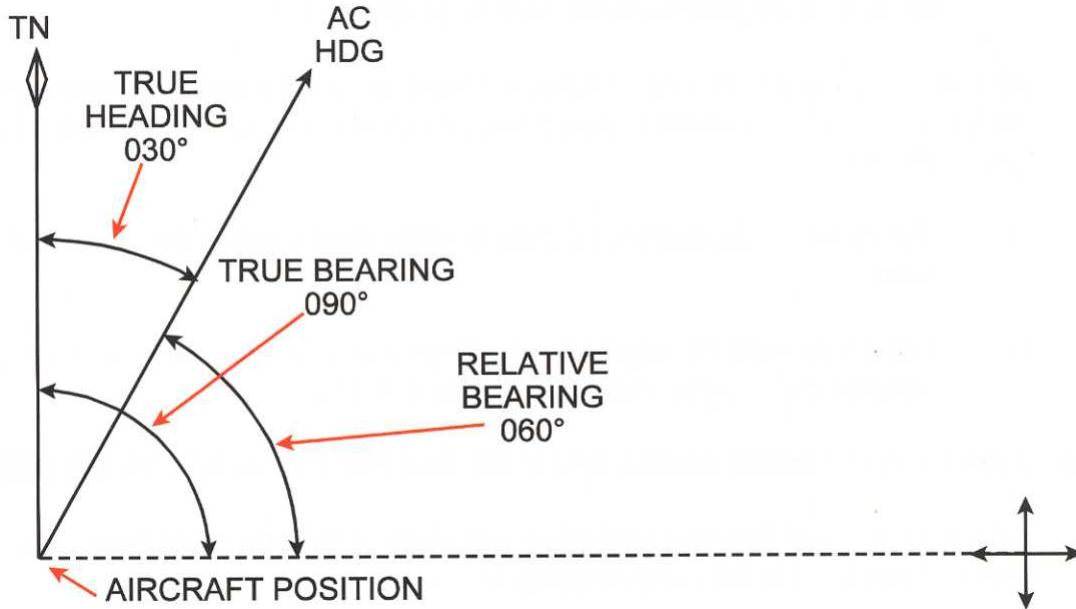
Yer istasyonundan manyetik karteriz	150°(M)
Topla	180°
Uçaktan yer istasyonuna manyetik karteriz (QDM)	330°(M)

b) Uçağın yerde bulunan VOR adı verilen özel bir seyrüsefer yardımcısı kullanması yolu ile. Bir QDM veya QDR, hangisi seçilirse göstergeler üzerinde gösterilebilir.

QDM veya QDR i bulmak için birinci metotta ölçümler yer istasyonu tarafından yapılır. İkinci metotta uçaktan ölçülen karteriz aynı zamanda yerden de belirlenir. Bu konu daha detaylı olarak radyo alet kitabının VOR bölümünde inceleneciktir. Eğer amaç QDM den veya QDR dan bir pozisyon çizgisi çizmekse, sadece QTE (uçağın yer istasyonundan gerçek karterizi) haritaya uygulanabileceğinden, her ikisi de önce QTE formatına çevrilmelidir.

Uçaktan ölçülen karterizler (ADF): Daha önce de belirtildiği gibi, uçakta kullanılan yön bulma sistemi. Bu sistem VOR ile karıştırılmamalıdır. Yön bulma ekipmanları birkaç ticari yayın yapan istasyon ve NDB lerden ibarettir.

Uçaktan yerdeki vericiye olan manyetik karteriz, uçak tarafından ölçülür. Uçak tarafından ölçülen karteriz manyetik veya ilintili (relative) karteriz olarak gösterilir.



ŞEKİL: 20.6 Gerçek ve izafi karteriz

a) Izafi Karteriz (Relative Bearing) : Ölçülen bu karteriz, sadece gerçek veya manyetik kuzey değil, aynı zamanda uçağın başının gösterdiği yöne göre de ölçülür. Örneğin, 030° (T) başla giden bir uçağın doğudaki bir NDB istasyonuna gitmesi isteniyorsa aradaki fark 060° (Relative) olacaktır. Bu karteriz, uçak göstergelerinde izafi karteriz (RBI) olarak görünecektir. Şekil: 20.6 da görüleceği üzere, izafi karteriz ve gerçek başın toplamı gerçek karterizi verir.

b) Manyetik Karteriz : Bu karteriz, manyetik kuzey yönünden ölçülür ve uçak içerisinde radyo manyetik göstergesi (RMI) tarafından gösterilir. Bu veriyi gerçek karterize çevirmek için sadece uçağın bulunduğu noktadaki manyetik inhıraf uygulanması yeterlidir.

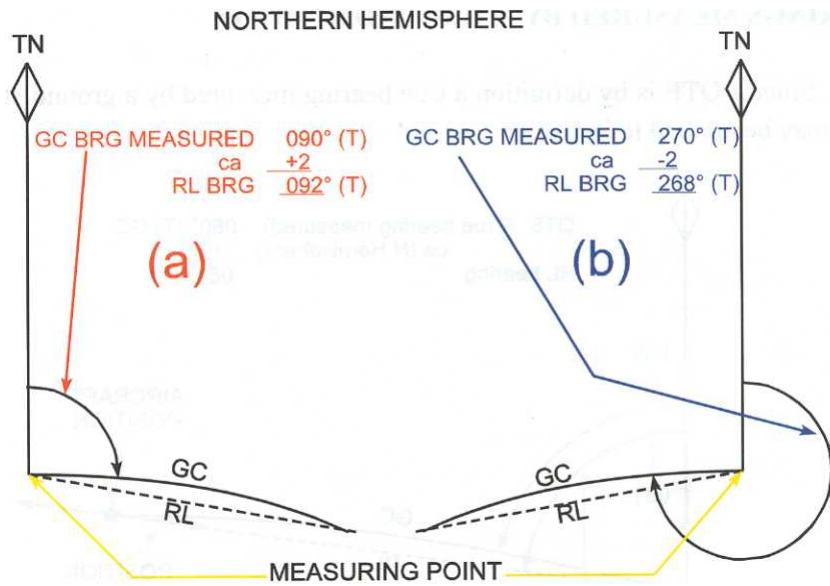
 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 10/22
--	---	--

24.15 FİKS BELİRLENMESİ VE POZİSYON ÇİZGİSİNİN ÇİZİLMESİ

Mercator haritası üzerinde bir radyo karterizi pozisyon çizgisi olarak çizilmeden önce :

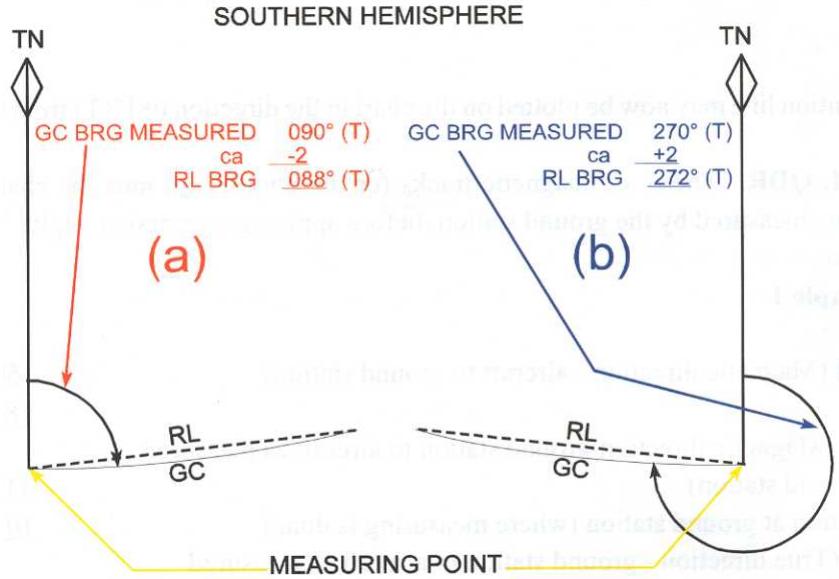
- a) °(T) olarak belirtilmeli,
- b) Kerte hattı formatında olmalı,
- c) $RB + TH = TB$,
- d) $MB + V = TB$,
- e) İki pozisyonu birleştiren kerte hattı, onları birleştiren büyük dairenin ekvator tarafındadır.
- f) Ölçülen büyük daireye uygulanan yaklaşma açısı (Büyük daire ve kerte hattı arasındaki açı) °(T) cinsinden belirtilmelidir.

24.16 YAKLAŞMA AÇISININ SADECE ÖLÇÜLEN GERÇEK KERTERİZE UYGULANMASI



ŞEKİL: 20.7 Kuzey Yarıkürede inhıraf açısının uygulanışı

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 11/22
--	---	--



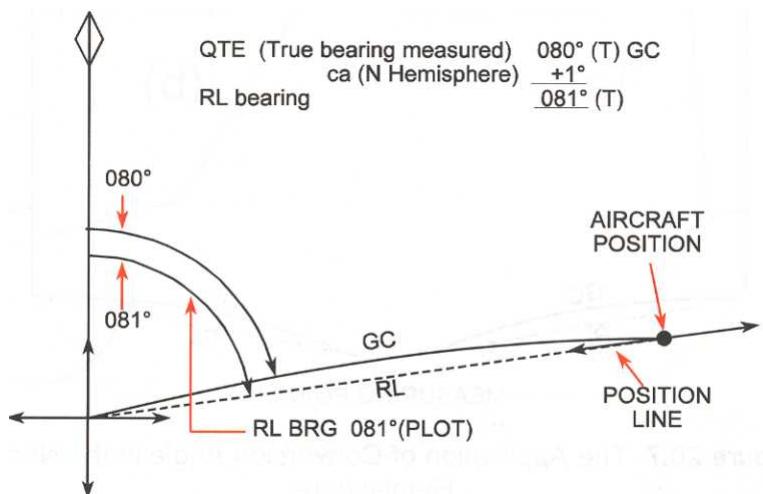
ŞEKİL 20.8 Güney Yarıkürede inhıraf açısının uygulanışı

Bu kural her iki yarıkürede ve büyük daire kerterizinin her değeri için geçerlidir. Aşağıdaki örnekler konuyu biraz daha anlaşırlı hale getirecektir.

Şekil: 20.7 ve 20.8 'e bakarak yaklaşma açısının toplanacağını veya çıkartılacağını kolayca görebilirsiniz. Ne zaman toplanacağına veya ne zaman çıkarılacağına karar vermek durumunda olduğunuz zaman Şekil: 20.7 ve 20.8 'deki gibi basit bir taslaç çizmeniz önerilir. Bu konu üzerinde birkaç problem çözüldükten sonra zihninize daha net yerleşecektir. Önemli bir hususu unutmamanızda fayda vardır; yaklaşma açısı sadece ölçülen gerçek kerterize göre uygulanabilir.

BİR YER İSTASYONU TARAFINDAN ÖLÇÜLEN KERTERİZLER

QTE; Tanımlaması itibarı ile QTE, yer istasyonu tarafından ölçülen gerçek kerteriz olduğuna göre, yaklaşma açısı direkt olarak uygulanabilir.



ŞEKİL: 20.9 QTE nin işaretlenmesine ait örnek

Artık istasyondan 081° (T) yönünde çizilen bir pozisyon çizgisi, harita üzerine yerleştirilebilir.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 12/22
--	---	--

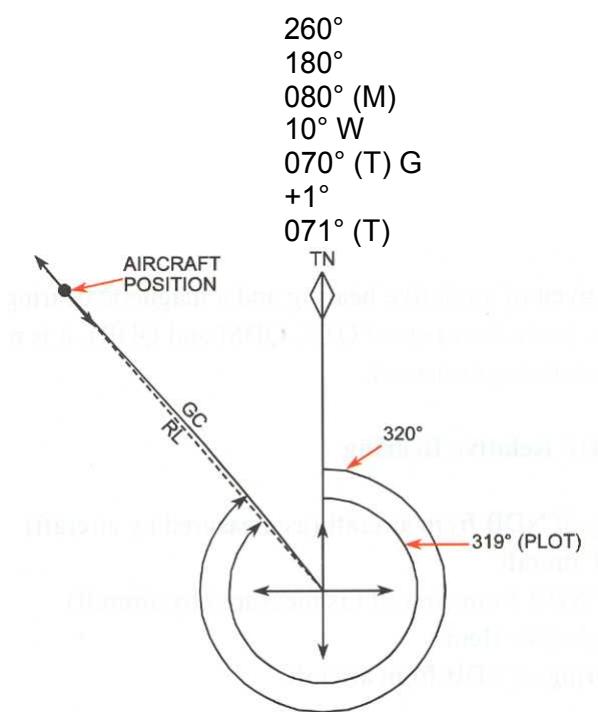
QDM,QDR; Bunlar manyetik yönler veya yollar oldukları için, yaklaşma açısı uygulanmadan önce istasyon tarafından ölçülen gerçek kerteziye çevrilmelidirler. Aşağıdaki örneklerle konu daha iyi anlaşılacaktır.

Örnek 1 :

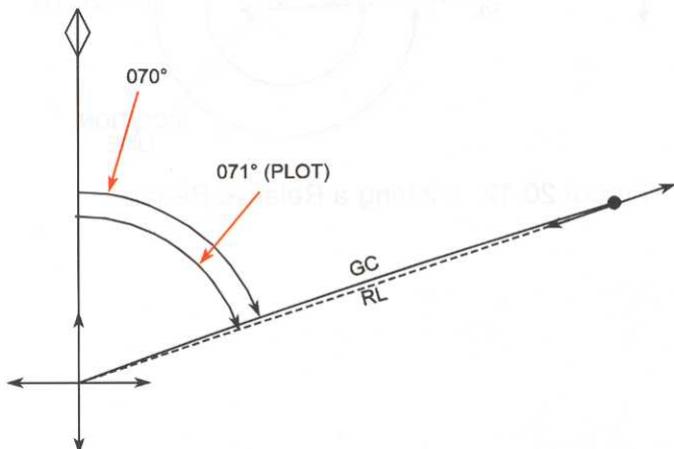
QDM (Manyetik yön – Uçaktan yer istasyonuna)	150° (M)
Topla	180°
QDR (Manyetik yön – Yer istasyonundan ölçülen yerden uçağa)	330° (M)
Yerdeki manyetik inhiraf (ölçüm yapılan yerde)	10° West
QTE (Gerçek yön – Yer istasyonundan uçağa)	320° (T) G
Yaklaşma açısı (Kuzey Yarıküre)	-1°
Kerte hattı kertezi	309°

Örnek 2 :

QDM	260°
Çıkar	180°
QDR	080° (M)
Yerdeki manyetik inhiraf	10° W
QTE	070° (T) G
Yaklaşma açısı (Kuzey YK)	+1°
Kerte hattı kertezi	071° (T)



ŞEKİL: 20.10



ŞEKİL: 20.11

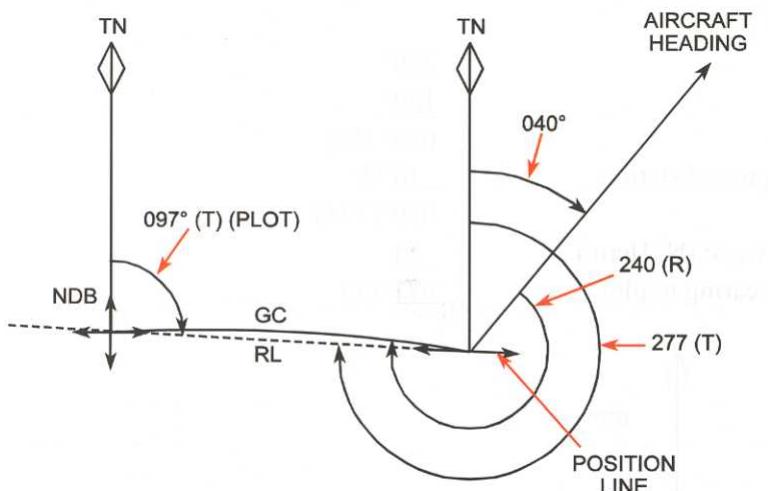
24.18 UÇAK TARAFINDAN ÖLÇÜLEN KERTERİZLER (ADF)

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No EK.72.004 Revizyon Tarihi 11.10.2006 Revizyon No 01 Sayfa No 13/22
--	---	--

Aşağıda uçak tarafından ölçülen izafi ve manyetik karterizlerin bir örneği verilmiştir. Bütün durumlarda (QTE, QDM veya QDR) yaklaşma açısının ölçülen gerçek kerteze uygulanması gereklidir.

Örnek 1 ADF İlintili Kertezi (Relative Bearing)

Uçaktan ölçülen NDB Relative Bearing	240° REL
Uçağın gerçek başı	040° (T)
Uçaktan istasyona, uçak tarafından ölçülen NDB gerçek kertezi	280° (T) G
Yaklaşma açısı (Kuzey Y.K.)	-3°
Uçaktan NDB kerte hattı kertezi (Rhumb Line Bearing)	277° (T)
Çıkar	180°
NDB 'den uçağın kete hattı kertezi	097° (T)



ŞEKİL: 20.12

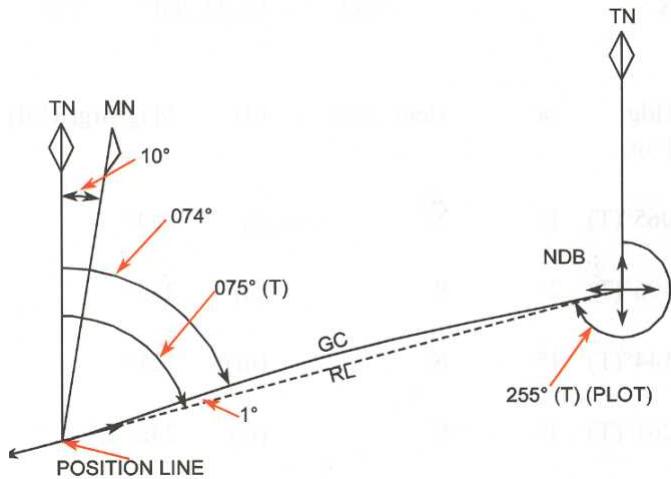
Örnek 2 ADF Manyetik Kertezi (RMİ)

Uçaktan NDB 'ye manyetik kertezi (uçaktan ölçülen)	064° (M)
Manyetik inhiraf (uçağın ölçüm yaptığı noktadaki)	10° E
NDB 'nin uçaktan gerçek kertezi (uçaktan ölçülen)	074°(T) G
Yaklaşma açısı (Kuzey YK.)	+1°
Uçağın kete hattı kertezi	07°(T)
Topla	180°

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	14/22

NDB Noktasından uçağın kerte hattı kriterizi

255°(T)

**ŞEKİL: 20.13**

Seyrüsefer haritası üzerinde çizilen bu skala, yaklaşma açısının değerini bulmada bize büyük kolaylıklar sağlar. Bu skala solda geliştirilen boylam değişimi ve sağda yaklaşma açısı değeri ve tersinde de bir boylamdan ibarettir.

Yaklaşma açısı, ek yakın derece baz alınarak hesaplanır ve boylam farkı 2° den az olduğunda kayda alınmaz.

Farklı kriterizlere aşinalık kazanmak için aşağıdaki egzersizlerin yapılmasında fayda vardır. Egzersiz 2'de karışık durumlar verilmiştir ve bulundukları noktadan itibaren hesaplanmalıdır.

Egzersiz 1:

(a)	QTE	ca	Hem	Plot	(b)	QDM/QDR	Varn	ca	Hem	Plot
(i)	145°	1°	N		(i)	QDM 113°	3°W	1°	N	
(ii)	264°	2°	S		(ii)	QDR 053°	4°E	2°	S	
(iii)	090°	2°	N		(iii)	QDR 310°	12°W	3°	S	
(iv)	300°	1°	S		(iv)	QDM 260°	7°E	2°	N	
(c)	Rel Brg	Hdg	ca	Hem	Plot	(d)	Mag Brg(RMI)	Varn		
(i)	035°	065°(T)	1°	N		(i)	224°	24°E	2°	N
(ii)	314°	106°(T)	2°	S		(ii)	333°	6°W	2°	S
(iii)	170°	144°(T)	1°	N		(iii)	121°	11°W	1°	S
(iv)	351°	261°(T)	3°	S		(iv)	242°	14°E	2°	N

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI				Doküman No	EK.72.004
	Revizyon Tarihi	11.10.2006	Revizyon No	01	Sayfa No	15/22

Egzersiz 2:

	TYPE	VALUE	HDG	VARN AT AIRCRAFT	VARN AT VOR	ca	HEM	PLOT
(a)	QDM	064°	-	-	9°W	2°	N	
(b)	ADF	078°(R)	142°(M)	20°	-	2°	S	
(c)	QDR	164°	-	-	8°W	2°	N	
(d)	ADF	090°(M)	-	14°W	-	2°	S	
(e)	QDM	280°	-	-	12°E	2°	S	
(f)	QDR	313°	-	-	3°W	2°	S	
(g)	ADF	221°(M)	-	9°W	-	2°	N	
(h)	ADF	320°(R)	103°(M)	3°	-	2°	N	

24.19 RADAR POZİSYON ÇİZGİLERİ

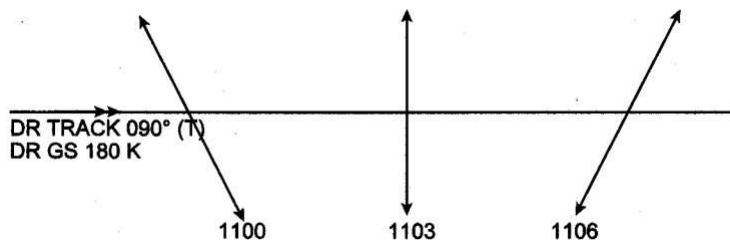
BÖLÜMDEN ÇIKARILMIŞTIR.

24.20 POZİSYON ÇİZGİLERİNİN TAŞINMASI

Aynı zaman dilimi içerisinde iki ve daha fazla pozisyon çizgisi alınmışsa, uçak bu çizgilerin hepsinin kesiştiği noktada olmalıdır. Bununla beraber, pozisyon çizgilerinin eş zamanlı olarak elde edilmesi bazen mümkün olmayabilir, bu durumda sondan başlanarak eldeki en son pozisyon çizgi bilgileri başka bir noktaya taşınarak yenilenir. Teorik olarak, iki pozisyon hattının kesişmesi, bir fiks oluşturur. Bununla beraber, pozisyon çizgileri ve taşıma metodu ciddi tutarsızlıklara sahiptir, mümkünse fiks noktasının güvenilirliğini artırmak için üçüncü bir pozisyon çizgisi kullanılmalıdır.

24.21 FİKSLEME METOTLARI

Önceden elde edilen bir mevki hattını daha sonraki bir zamana aktarabilmek için uçağın yolunu ve GS'sini veya bunların tahmini değerlerini bilmek gereklidir. Önceden elde edilen bir mevki hattı, son mevki hattının alındığı zamana taşınarak yeniden çizilir. Şekil: 20.14 ve 20.15'te bunun nasıl yapılacağı gösterilmiştir.

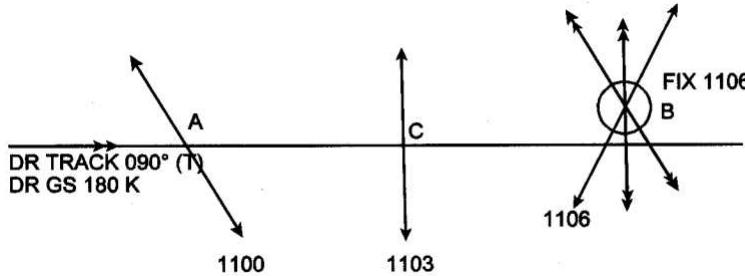


Şekil: 20.14 Orijinal işaretli pozisyon hatları

Şekil: 20.14'te, saat 11.00, 11.03 ve 11.06'da elde edilen toplam üç mevki hattı görülmektedir. Son hattın ele edildiği saat olan 11.06'da, bir fix belirlenmesi istenmektedir. Yapılacak iş, 11.00'de elde edilen hattı

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 16/22
---	---	--	--

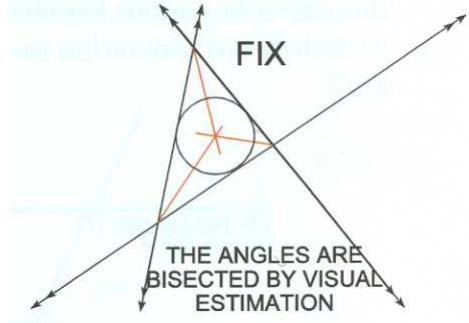
yol boyunca GS ile (6 dakika için), 11.03'te elde edilen hattı ise yine yol boyunca aynı GS ile fakat bu kez 3 dakikalık süre için aktarmaktır.



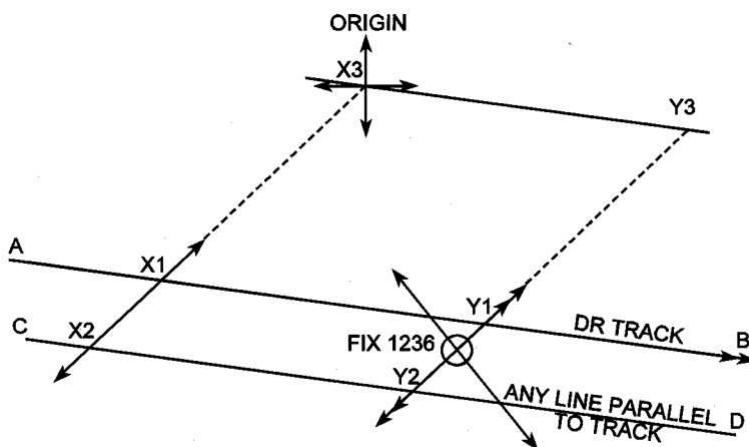
Şekil: 20.14 Pozisyon hatlarının transferi

11.00'dan 11.06 noktasına kadar uçağın kat ettiği yol 18 nm.dir. Bu 18 nm boyunca mevki hatlarının da uçakla birlikte (bu örnek için 090°(T) DR yolu) hareket ettiği varsayıılır. Ölçülen mesafe, saat 11.00'de elde edilen mevki hattının yolu kestiği noktası olan A noktası ile B noktası arasındaki mesafedir.

Mevki hatları aktarılırken A ve C noktalarındaki hatlara paralel hatlar, B noktasındaki hattı kesecek şekilde çizilir. Böylece saat 11.06'da uçağın üzerinde olduğu tek bir kesim noktası elde edilir. Ancak uygulamada, mevki hatlarından, DR yolundan veya DR GS'inden kaynaklanan hatalardan dolayı hatların tek bir noktada kesişmesi her zaman mümkün olmaz. Bu kesim genelde bir üçgen şeklinde oluşur. Böyle bir durumda kesim noktası elde edebilmek için, üçgenin açıortaylarından yararlanılır. (Şekil 20.16)



Şekil: 20.14 Hata üçgeni



Şekil: 20.17 Orijinin transferi ile pozisyon hattının transferi

Mevki hattı aktarımında DR yoluna paralel hatlardan da faydalılabılır. Şekil: 20.17'de, saat 12.30'da çizilen bir mevki hattı, 6 dakika sonra çizilen bir başka mevki hattı ile birleştirilecektir. "AB" uçağın DR yolu, "CD" ise yola paralel herhangi bir hattır. İlk mevki hattı, CD boyunca x2'den y2'ye kaydırıldığından daha önce aktarılan bir mevki hattıyla çakışarak bir paralel kenar oluşturur. Yer istasyonundan elde edilen ve yola paralel olarak çizilen mevki hattı da aynı şekilde (x1 x2) ve (y1 y2) hatlarına paralel olur. Bu hat, mevki hattının başlangıç noktasından başlayarak, mevki hattının elde edilmesinden, fixin elde edilmesine kadar geçen sürede uçağın kat ettiği mesafenin ölçülmesi ile oluşur ve bu yöntem "mevki hattının kaynağını aktarılması" olarak bilinir. Mevki hattının kaynağını aktarılması, çizilecek mevki hatlarının sayısını azaltma avantajına sahiptir. Ancak bu yöntem uygulanacaksa, uçağın bulunduğu enlem ile kaynağın bulunduğu enlem arasında olabilecek farka dikkat edilmelidir.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 17/22
--	---	--

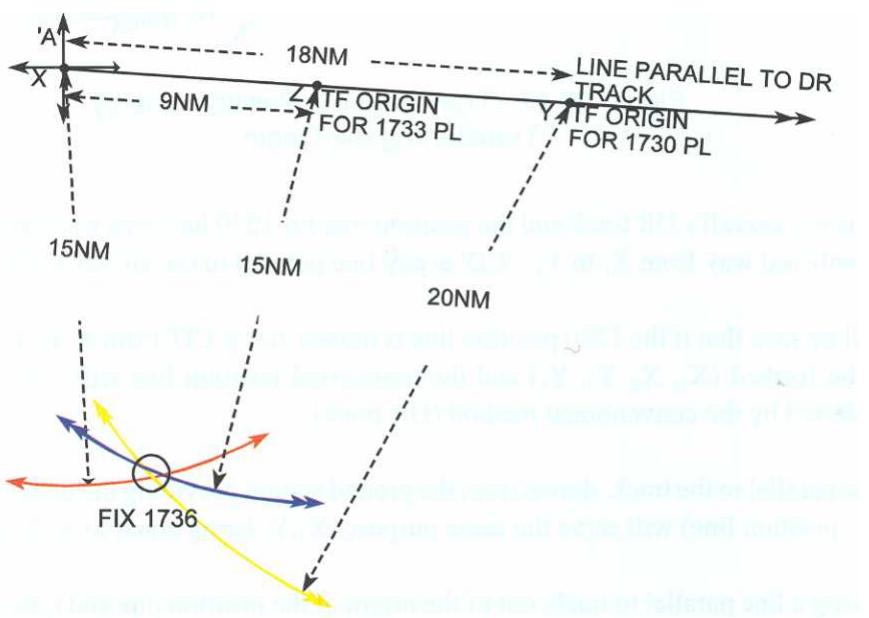
Mevki hattı doğrusal bir hat olarak aktarılacaksa, bu yöntem sadece bir seçenektedir. Ne var ki, mevki hattı dairesel ise, yani bir menzilden söz ediliyorsa bu yöntemi kullanmak bir gereklilikdir.

Şekil: 20.18'de menzil mevki hatlarının, hesaplandıkları zaman ile istenen fix arasında aktarılması gösterilmiştir.

'A', beacon'dan 20 DME, zaman 17.30

'A', beacon'dan 15 DME, zaman 17.33

'A', beacon'dan 15 DME, zaman 17.36



Şekil: 20.18 Mesafe pozisyon hatlarının transferi

Saat 17.30'da elde edilen menzil, uçağın 18 nm kat ettiği 6 dakika için yeniden çizilmek zorundadır. Böylece hat kaynağı XY mesafesi boyunca aktarılmış olur. Benzer şekilde 17.33 menzili de XZ arasında 9 nm (3 dak.) aktarılır. Daha önce Y merkez olmak üzere 20 nm. yarıçapında çizilen eğri, Z merkez olmak üzere 15 nm yarıçapında çizilen eğri ile uçağın o andaki mevkisinin yakınlarında birleştilir. Üçüncü menzil fix zamanı olan 17.36'da elde edildiği için kaynağın yeniden aktarılmasına gerek yoktur. Son menzil de X merkezli ve 15 nm. olarak çizilir.

24.22 ÖZET

Mevki hatlarını yenilemenin temel yolu, onları uçağın izlediği yol boyunca TAS'a göre değil GS'ye göre aktarmaktır. Doğrusal mevki hatları için, uygun olan herhangi bir noktadan yola paralel bir hat çizilebilir. Yola paralel hat, mevki hattının başlangıç noktasından çizilirse buna "kaynağın aktarılması" adı verilir. Bu yöntem doğrusal mevki hatlarında da kullanılabilmele birlikte menzil mevki hatlarında mutlaka kullanılmalıdır.

24.23 TIRMANIŞ VE ALÇALMA

S/S, tırmanışla başlayan ve varış meydanının üzerine gelinmesiyle sona eren bir süreçtir. Bu süreç; tırmanış, seyir ve alçalış safhalarını içerir. Uçağın seyir irtifasına ulaştığı ve düz uçuşa geçtiği noktada bir fix elde edilmesi zorsa, S/S işleminin uçağın kalkış yaptığı zamandan başlatılması daha uygun olur. Sabit bir RAS ile tırmanan uçağın TAS'ı, tırmanışın en üst noktasında, yani TOC'ta, alt noktaya göre daha büyük olur. Ortalama TAS, komütürün hava hızı penceresinde ortalama sıcaklığın karşısına, ortalama irtifayı ayarlayarak ve iç skaladaki RAS ile karşısındaki dış skalada TAS'ı okuyarak elde edilebilir. Eğer uçağın kalkış yaptığı meydandaki başlangıç irtifası 2000 ft. ise ve uçak FL 180'da düz uçuşa geçecekse, tırmanış için ortalama irtifa 10.000 ft.tir (başlangıç ve düz uçuşa geçiş irtifalarının toplanarak ikiye bölünmesi). Benzer şekilde, FL 200'dan 4000 ft'e yapılacak bir alçalmada ortalama irtifa 12.000 ft. olacaktır.

Ortalama sıcaklık da aynı şekilde, başlangıç ve düz uçuşa geçiş irtifalarındaki sıcaklıkların toplanarak ikiye bölünmesiyle elde edilir. Örneğin;

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 18/22
---	---	--	--

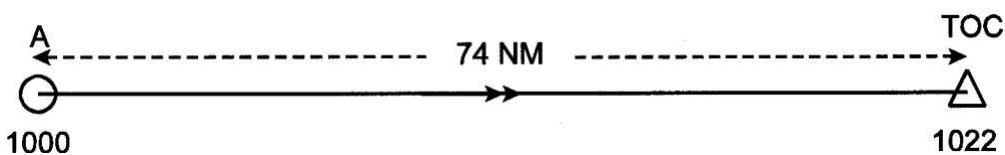
Başlangıç	4000 ft.	+8°C
Düz. uçuşa geçiş	18.000 ft.	-12°C
Ortalama irtifa	11.000 ft.	-2°C
Başlangıç	3000 ft.	+16°C
Düz uçuşa geçiş	12.000 ft.	+2°C
Ortalama irtifa	7500 ft.	+9°C

Sabit bir RAS' la alçalan bir uçağın TAS' i, alçalmaya birlikte azalma gösterecektir. Eğer alçalmaya başlanan nokta (TOD) 25.000 ft ise (sıcaklık -20°C) ve uçak 5000 ft' te (-2°C) de düz uçuşa geçecekse ortalama irtifa 15.000 ft ve ortalama sıcaklık -11°C olacaktır.

Alçalış veya tırmanış oranı biliniyorsa, uçağın seyir irtifasına tırmanışının veya yaklaşma irtifasına alçalışının ne kadar süreceği hesaplanabilir. Böylece TOC veya TOD' daki DR mevkisi çizilebilir. Aşağıdaki örnekleri inceleyelim;

Örnek 1:

Şekil: 20.19'a bakıldığında, uçağın saat 10.00'da, 3000 ft' te (sıcaklık +10°C) A noktasında olduğu ve sabit 180 kt. RAS ile 090° (T) yolunda 1000 ft/min. oranla FL 250'ye (sıcaklık -30°) tırmanışa başladığı görülmektedir. Tırmanışta karşılaşılacak tahmini rüzgar hızı ve yönü 040°/30 kt.'tir. Uçağın FL 250 varış zamanı ve variştaki DR mevkisi ne olacaktır?

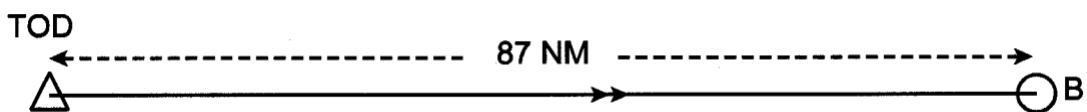


Şekil: 20.19

Çözüm:

Uçak $25.000 - 3.000 = 22.000$ ft boyunca 1000 ft/min. oranla tırmanacağına göre bu, 22 dakika sürecek ve uçak FL 250'ye saat 10.22'de varmış olacaktır. Ortalama irtifa 14.000 ft. ve ortalama sıcaklık -10°C olduğuna göre, TAS 222 kt. olarak alınabilir. Bu durumda gereken baş 084°(T) ve GS 202 kt. olarak hesaplanır ve kat edilen mesafe 74 nm. olarak bulunur. 090° yolu boyunca A noktasından ölçülen mesafe TOC noktasını verecektir.

Düz uçuşa geçikten sonra vakit geçirmeden bir fix saptanarak normal S/S'e başlanır ve alçalmanın başlayacağı noktaya kadar devam edilir.



Şekil: 20.20

Örnek 2:

Şekil 20.20'ye bakıldığından, FL 200'da (-24°C) uçan bir uçağın, 2.000 ft.(+12 °C) yüksekliğinde olan B noktası için alçalmaya başladığı görülmektedir. İstenen yol 090° (T) ve sabit tutulacak RAS 200

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 19/22
--	---	--	--

kt.tır.Alçalma sırasında karşılaşılacak tahmini rüzgar $320^{\circ}/40$ kt. ve alçalma oranı 900 ft/min. olduğuna göre alçalma süresinin ne kadar olacağı ve TOD noktasında uçağın nerede olacağını hesaplayınız.

Çözüm:

Uçak 18.000 ft. boyunca 900 ft/min. oranla alçalacak, bu da 20 dakika sürecektir. Ortalama irtifa 11.000 ft, ortalama sıcaklık -6°C olarak hesaplandığında TAS 235 kt. istenen baş 082°C (T) ve GS 260 kt olarak bulunur. Bu veriler dikkate alındığında alçalma sırasında kat edilecek mesafe 87 nm. olacaktır. Bu mesafe B noktasından geriye doğru ölçülü işaretlendiğinde uçağın DR mevkii belirlenmiş olacaktır.

24.24 LAMBERT HARİTASI-ORTA MERİDYEN METODU

Uygulamada kolaylık olması bakımından Lambert Konik Ortomorfik haritalarda doğrusal hatlar büyük daire olarak kabul edilir. Bununla birlikte pilot, uçuşa uygulayacağı plotting tipinde kerte hattını kullanacaktır. Bu durum, izlenecek yöntemde bazı farklılıklar yaratsa da S/S genel prensipleri Mercator haritalarında olduğu gibidir. Bu bölümde bu farklılıklar ele alınacaktır.

Yolun Ölçümü: Bir uçak A noktasından B noktasına uçuyorsa, iki nokta doğrusal bir hatla birleştirildiğinde (büyük daire) hattın yönü 1:1.000.000 ölçekli haritada kerte hattını verecek şekilde orta meridyen metodu ile ölçülür.

Baş ve Yolların Ölçümü: S/Sde, bilinen bir baş veya yol kullanılacaksa çizime başlanacak noktaya en yakın meridyen kullanılır. Oluşabilecek küçük hatalar göz ardı edilebilir.

Mesafelerin Ölçümü: 1:1.000.000 ölçekli açıklamalı S/S haritası kullanılabilir. Ölçeğin sabit olmadığı özel bir harita kullanılacaksa, mesafeler Mercator haritada olduğu gibi enlemin ölçüği kullanılarak ölçülmelidir.

Pozisyonların Belirlenmesi: Lambert gratikülünün dörtgen olmaması nedeniyle bu işlem Mercator haritası üzerinde biraz daha uzun sürmektedir. İşlem sırası şöyledir;

- Belirlenecek pozisyonun boylamı kuzeye ve güneye olmak üzere boylam skalasında işaretlenir.
- İki nokta arası düz bir çizgiyle birleştirilir.
- Bu hat boyunca pergel kullanarak enlem ölçülür.

Kerterizlerin Gösterilmesi: QTE, VOR QDM ve QDR meridyenden yer istasyonuna doğru gösterilir.

ADF Kerterizlerinin Gösterilmesi: Boylam değişimi 2° veya daha fazla ise uçağın bulunduğu meridyene paralel bir hat çizilerek NDB'ye doğru gösterilir. Eğer boylam değişimi 2° den daha az ise NDB'nin bulunduğu meridyen baz alınır. S/S işlemi Lambert Konik Ortomorfik harita bölümünde anlatıldığı gibi yapılır. Tüm diğer S/S işlemleri Mercator haritada olduğu gibidir.

24.25 UÇUŞTA HESAPLAMALAR

Rüzgarsız havada uçağın yer üzerinde takip ettiği yol, uçağın başı ile yer hızı da TAS ile aynıdır.

24.26 BİR DR POZİSYONUNUN BULUNMASI

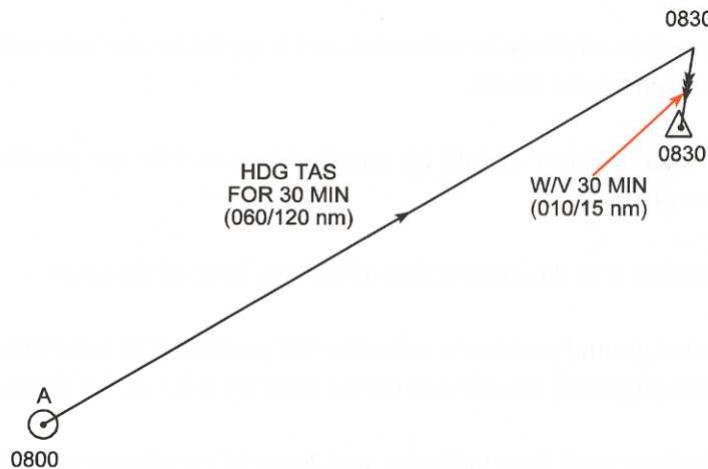
Uçağın başını temsilen çizilen hat, "sıfır rüzgar" durumunda uçağın yerdeki izini gösterdiğinde, bu hattın TAS kullanılarak ölçümlü bize "sıfır rüzgar" durumunda uçağın pozisyonunu verecektir.

Eğer rüzgar değeri bilinir ve bu pozisyonu tatbik edilirse uçağın yere nazaran tahmini pozisyonu elde edilebilir. Sıfır rüzgar pozisyonu (air position) + işaret ile gösterilir. Uçağın pozisyonu, artının tam ortasıdır. Tahmini yer pozisyonu ise DR olarak adlandırılır ve üçgen içinde nokta ile gösterilir. Tahmini yer pozisyonunun doğruluğu, büyük ölçüde rüzgar tahmininin doğruluğuna bağlıdır. Gelişmiş S/S yardımcıları olmadan rüzgari doğru olarak tahmin etmek mümkün değildir. Rüzgari doğru olarak tahmin etmenin zorluğundan dolayı gerek S/S de, gerekse uçuşa DR pozisyonunu belirlemek önem kazanmaktadır.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 20/22
---	---	--	--

Örneğin; bir uçağın saat 08.00'de A noktasında olduğunu ve TAS 240 kt. ile 060° başta uçtuğunu düşünelim. Tahmini rüzgar 010°den 30 kt'tır. Şekil: 20.21 uçağın saat 08.30'daki DR pozisyonunun bulunmasını göstermektedir. A noktası, belirli bir nokta olduğundan daire içinde nokta ile gösterilmiştir. Bu noktadan, uçağın 08.30'da sıfır rüzgar durumunda olacağı tahmin edilen "tahmini yer pozisyonuna" bir hat çizilir. Tahmini yer pozisyonuna uygulanacak "30 dakikalık rüzgar etkisi" 08.30 için DR pozisyonunu verecektir.

Not: Baş ve TAS hiçbir zaman tahmini pozisyondan (DR) çizilmez.



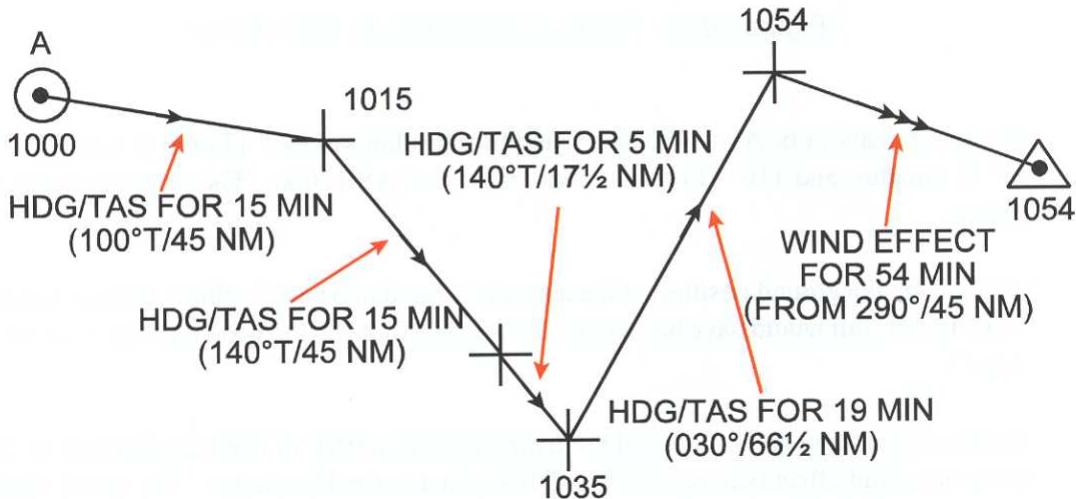
Şekil: 20.21 Hava S/S ile DR pozisyonunun bulunması

Şekilde 08.00 ile 08.30 arasında çizilen baş ve TAS, temel S/S işlemine iyi bir örnektir. (Air plot) Air plot, uçulan gerçek başı ve TAS ile bağlantılandırılarak, elde edilen uzunluğu temsil eden hatlarla baş ve TAS'ın harita üzerinde gösterilmesidir. Meydana gelen baş ve TAS değişiklikleri, değişikliklerin meydana geldiği zamandaki "sıfır rüzgar durumunda uçağın pozisyonundan" çizilir.

Örnek:

Saat	Uçağın pozisyonu
10.00	A noktası üzerinde Baş 100°T, TAS 180 kt.
10.15	Baş 140° T, TAS 180 kt.
10.30	TAS 210 kt.
10.35	Baş 030° T, TAS 210 kt.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 21/22
---	---	--	--



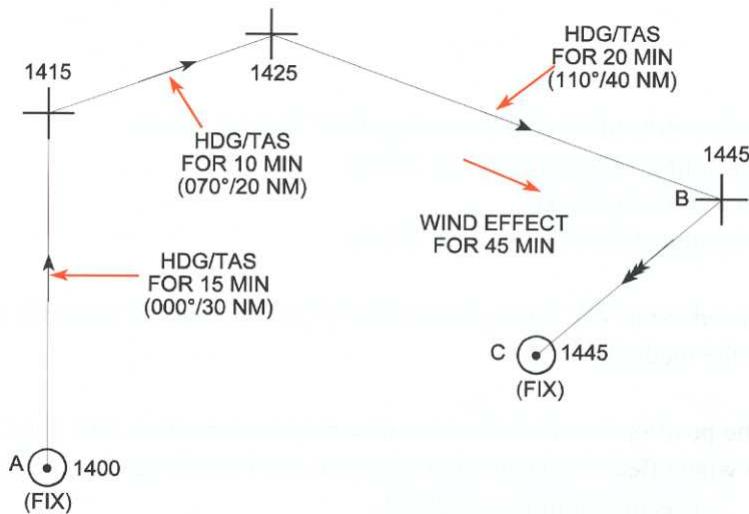
Tahmini rüzgar: 290° T-50 kt. Uçağın 10.54'teki DR pozisyonunu bulun.

Şekil: 20.22 Çok bacaklı, Hava S/S ile DR pozisyonunun bulunması

İlk olarak sıfır rüzgar durumunda saat 10.54'te uçağın bulunabileceği nokta gösterilir ve bu noktadan 54 dakikalık rüzgar etkisi çizilir (şekil 20.22). Aynı DR pozisyonuna, her bacak için ayrı yol GS hesapları yapılarak da ulaşılabilir.

24.27 RÜZGAR HIZININ BULUNMASI

Baş ve TAS' taki değişiklikler dikkate alınmadan gerçek rüzgar hızı bulunabilir (şekil 20.23).



Şekil: 20.23 Hava S/S metodu ile WV bulunması

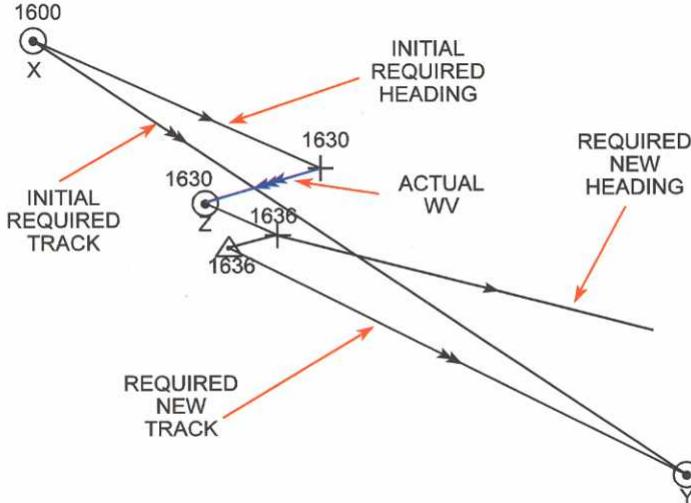
Örnek:

Saat 14.00'te A noktasından 000° T başı ile 15 dakika uçan uçak, ardından 070° T başta 10 dakika ve 110° T başta 20 dakika uçmuştur. Tüm bacaklarda TAS120 kt.tır. Saat 14.45'te "sıfır rüzgar durumunda" uçağın bulunacağı noktası B ile uçağın yer pozisyonu ise C ile gösterilmiştir. Bu bize, rüzgarın gerçekte B'den C noktasına doğru esmiş olduğunu gösterir. B ile C arasındaki hattın ölçümü ile 21 nm. mesafede rüzgarın 050°den estiği bulunur. Bu rüzgar 45 dakika süresince etkili olduğuna göre gerçek rüzgar hızı 28 kt.tır (45 dakikada 21 nm. ise 60 dakikada 28 nm.).

24.28 İSTENEN BAŞIN HESAPLANMASI

Kalkış noktasından varış noktasına kadar uçağın rotasında istenmeyen değişimler olması kaçınılmazdır. Bu farklılığın çok değişik nedenleri olabilmesine karşın en önemli faktör, rüzgar hızının baş ölçümünde hatalı olarak kullanılmasıdır.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 22/22
---	---	--	--



Şekil: 20.24 Hava S/S metodu ile baştaki değişiklerin hesabı

Örnek:

X-Y rotasında uçan uçağın Y yerine Z noktasına ulaştığını varsayıyalım. X noktasından başlayarak yapılan S/S işleminde X ile Z arasındaki gerçek rüzgar 070° T'den 60 kt ve TAS 200 kt. olarak bulunmuştur (şekil 20.24).

16.30 fixi çizilip rüzgar hızı hesaplanana kadar zamanın 16.33 olduğunu varsayıyalım. Artık Z noktasında olmayan uçağın, örneğin; saat 16.36'da bir başka noktada bulunduğu tahmin edilmektedir (DR pozisyonu). Bu noktadan, istenen yeni yolun hesaplaması yapılmalıdır. 16.36'a kadar baş değişmediğinden, 16.30 - 16.36 hattı eskisine paralel olup 20 nm. uzunluğundadır (200 kt TAS ile 6 dakika). Bu noktadan, 6 dakika boyunca etkili olan gerçek rüzgar hattı çizilebilir ve böylece 16.36 DR pozisyonu elde edilmiş olur. Bu nokta saat 16.36'da uçağın bulunacağı tahmini yer pozisyonu olduğundan, bu noktayı Y'ye birleştiren hat istenen yeni yolu temsil ediyor olacaktır.

Rüzgarın değişmediği varsayıldığında uçak Y noktasına varacaktır. Y için ETA, mesafe ve yeni GS'nin hesaplanmasıyla kolaylıkla bulunabilir. İşaretleme işlemi, 16.36 pozisyonundan istenen yeni baş hattının çizilmesiyle tamamlanır.

Rüzgarda değişme olursa, uçak istenen yeni yolu takip edemeyecektir. Uçağın rotasının dışında yeni bir fix belirlendiğinde yine baş değişikliğine ihtiyaç duyulacak ve yukarıdaki işlemler tekrarlanacaktır.

Uygulamada 6 dakikalık ölçümlerin kullanılması zihinsel hesaplamayı kolaylaştırdığı için tercih edilir (TAS ile 60 dakikanın orantılanması metoduyla).

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 1/8
--	---	--

BÖLÜM 25

MANYETİZİM

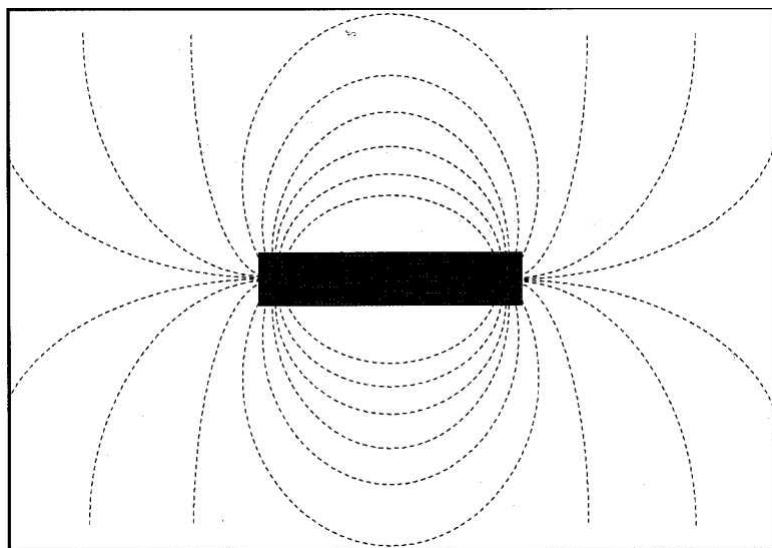
25.1 MIKNATIS

“Binlerce yıldır, manyetit adı verilen demir oksidinin küçük demir parçalarını kendine çektiği gözlenmiştir. Bu özellik **“manyetizma”** olarak bilinir.

Manyetitlerin bir diğer özelliği de, Kuzeyi bulma kabiliyeti olarak bilinirdi; eğer bir tahta zemin üzerine, su içinde yüzey şekilde yerleştirilirse, yaklaşık olarak Güney-Kuzey istikametini gösteriyordu, bu da ilkel **MANYETİK PUSULA** oluyordu. Daha yakın geçmişimizde metaller ve demir parçaları manyetik özellik kazandırılarak mıknatıs olarak kullanılıyordu.

25.2 MANYETİK ALAN

Bir mıknatısın alanı, manyetik etkisinin hissedildiği kendi etrafındaki bölgedir. Manyetik alan çizgileri, bir mıknatısın üzerine, karton yerleştirilip demir parçacıklarının serpilmesiyle görülebilir. Kartona yavaşça vurulması veya sallanmasıyla parçacıklar daha rahat manyetik patern oturacaklar ve şekil: 25.1 deki gibi görünecektir.



Şekil: 25.1 Manyetik sahanın kuvvet hatları

25.3 MIKNATISIN KUTUPLARI

Şekil: 25.1 'de gösterildiği gibi, demir parçacıklarının oluşturduğu kuvvet çizgilerinin açıları bir uçtan diğerine yaklaşırken daralır.

Mıknatısın iki ucuna **“kutup”** denir ve manyetizmanın en yoğun gözlendiği bölgelerdir. Mıknatıslar çeşitli şekillerde üretilirler ancak her mıknatısın mutlaka iki kutbu vardır.

Mıknatısın çeşitli parçaları diye bir şey olmaz, eğer mıknatıs ikiye bölünürse her bir paçanın, her iki ucu bir kutup olur.

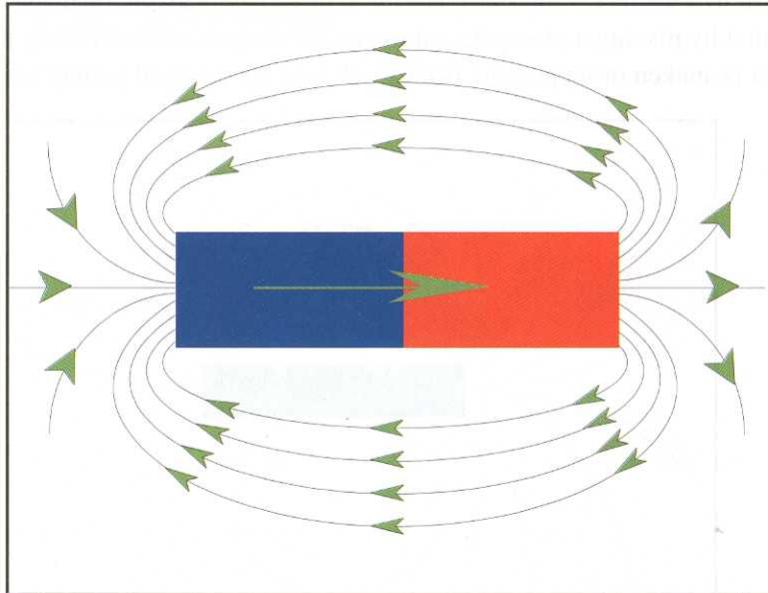
25.4 KIRMIZI VE MAVİ KUTUPLAR

Serbest bir şekilde hareket edebilen bir pusula, yeryüzünün manyetik alanı doğrultusunda, kabaca Kuzey-Güney istikametinde kendini hizalar. Kuzeyi gösteren tarafa **“Kuzeyi Arayan Kırmızı Kutup”** denir. Diğer tarafı da **“Güneyi Arayan Mavi Kutup”** tur. Şekil: 25.2 'de gösterildiği gibi manyetik gücün çizgileri, kırmızı kutuptan çıkışıp mavi kutba geri döner.



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	2/8



Şekil: 25.2 Kırmızı ve Mavi Kutuplar

Konuyu iyice kavrayabilmek için şekil: 25.2 ye dönersek mıknatısı kırmızı ve mavi kutupları içeren iki bölümde düşünebiliriz.

25.5 ÇEKME VE İTME KURALLARI

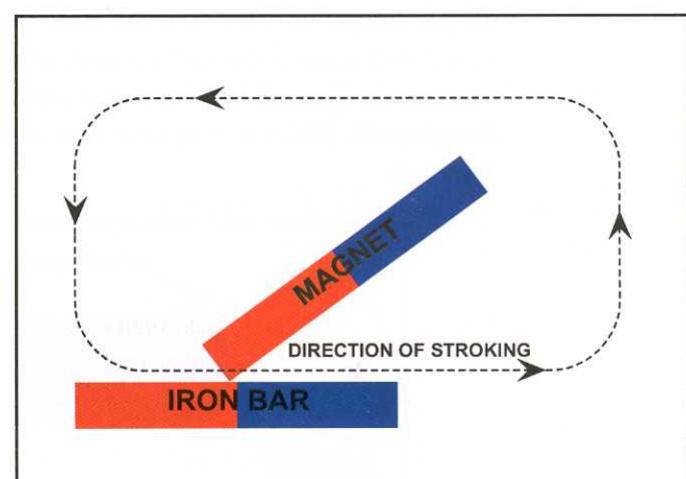
Eğer iki mıknatıs sırayla, birinin mavi kutbu diğerinin mavi kutbuna gelecek şekilde dizilirse itme hissedilir. İki mıknatıs ta kırmızı kutuplar birbirine degecek şekilde ters döndürülürse yine kutuplar birbiriniitmeye çalışır. Bir mıknatıs ters döndürülp birinin mavi kutbu diğerinin kırmızı kutbuna gelecek şekilde yaklaşılırsa çekme gücü hissedilir. Kural şöyledir:

AYNI KUTUPLAR BİR BİRİNİ İTER, FARKLI KUTUPLAR BİR BİRİNİ ÇEKER.

25.6 MANYETİZASYON METOTLARI

Mıknatıs özelliği olmayan bir demir parçasına manyetik özellik kazandırmak için aşağıdaki yöntemler kullanılır:

- a) Şekil: 25.3 'te gösterildiği gibi, mıknatısın aynı yönde; mavi kutup demir çubuğu bir tarafına, kırmızı kutup diğer tarafına degecek şekilde döndürerek sürtme yoluyla manyetik kutuplara ayrılması,
- b) Demir çubuğu mıknatısla yan yana koyarak manyetik alanından etkilenmesi için yavaşça titreştilir veya sallanır. Mıknatısın üretimi sırasında yapılan bu salınım uçak manyetizmasının (dünyanın manyetik alanında) ana sebebidir. Şekil 25.4 demir çubukta oluşturulan manyetizmanın kutuplarını gösterir, kuvvet çizgilerinin izlediği devamlı patern gereği kırmızı kutuptan çıkıp mavi kutbu oluştururlar.



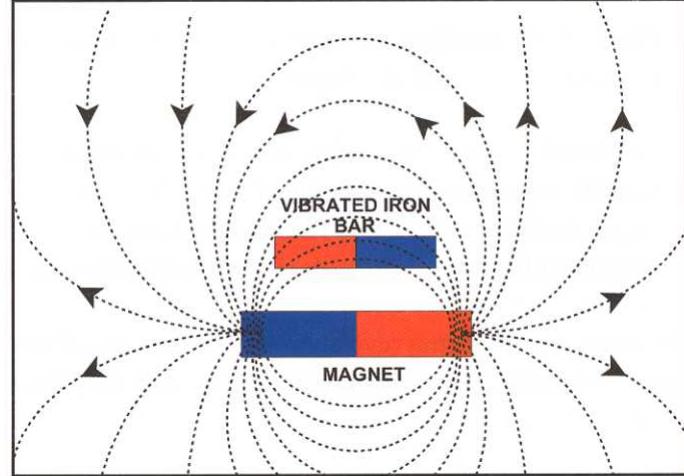
Şekil: 25.3 Sürtme ile manyetikleşme
demir çubukta oluşturulan manyetizmanın kutuplarını gösterir, kuvvet çizgilerinin izlediği devamlı patern gereği kırmızı kutuptan çıkıp mavi kutbu oluştururlar.



UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

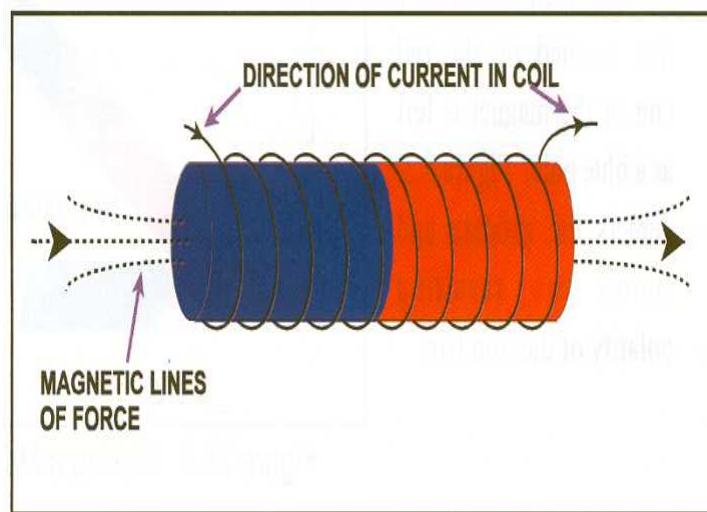
Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	3/8

- c) Yumuşak demir mıknatıslarıtırılırken (paragraf 25.11) sadece manyetik alana tabi tutulması yeterlidir. Oluşturulan kutuplar şekil: 25.4'te gösterilmiştir.



Şekil: 25.4 Titreşim ve çekicileme ile Manyetikleşme

- d) Demir çubuğu bir kablo ile sarılmış bir kömür silindirin (solenoid) içine yerleştirilmesi yoluyla bir direkt akım sağlanır. Silindir kömürün içinden geçen akım konsentre bir manyetik alan yaratacağından bu metot el güvenilir metot kabul edilir ve demir çubukta yüksek oranda mıknatışlanma sağlanır. Ancak, üretilen manyetizma limitsiz değildir, çünkü mıknatıs belli bir seviyeden sonra doymuş olacaktır. Şekil: 25.5 selenoid içerisindeki demir çubuğu kutuplandırılmasını gösterir (eğer uygulanan direkt akımın yönü değiştirilse kutuplar da farklı olur).



Şekil: 25.5 Selenoid yoluyla manyetizasyon

25.7 DE-MANYETİZASYON METODLARI

Bir mıknatıstan veya mıknatıslarırlmış bir cisimden manyetizma özelliğinin kısmen veya tamamen kaldırılması için geçerli üç metot aşağıda sıralanmıştır :

- a. **Şok:** Mıknatıslarırlmış demir çubuk dünyanın manyetik alaniyla doğru açılarda yerleştirilip vurularak şoklanır.
- b. **Isıtma:** Mıknatıs eğer 900°C 'ye kadar ısınılırsa, manyetik özelliğini yitirir ve tekrar soğutulduğunda manyetik özelliğini tekrar kazanmaz.
- c. **Elektrik Akımı:** Parça, selenoid içerisinde yerleştirilir, ters akım uygulanır ve kademeli olarak mıknatıs özelliği sıfırlanır.

Uygulanan güçlü ters akım, kutupların yerini değiştirmek suretiyle demir çubuğu manyetik özelliğini sıfırlar. Bu metotta yalnız kutupların yeri değişmekle kalmaz, aynı zamanda akımın azalmasıyla manyetik özellikte azalır. Demir çubuğu manyetik özelliği çok çabuk sıfıra veya sıfıra yakın bir değer ulaşır.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 4/8
--	---	--

25.8 MANYETİK VE MANYETİK OLMAYAN MADDELER

Manyetik maddeler demir ve çelik gibi maddelerdir. Çelik; karbon, kobalt, nikel, kromuyum, ve tungsten gibi maddelerle阿拉şımlaşabilir. Bu maddeler ferromanyetik olarak adlandırılır ve uçak içerisinde manyetik özellik kazanarak uçak göstergelerinde sapmaya sebep olabilirler.

Uçağın yapılışında kullanılan çoğu madde mıknatıslandırma özelliği olmayan maddelerdir.

Bu gibi non-ferrus (demir içermeyen) maddelere örnek alüminyum, duralumin, pirinç, bakır, plastik ve boyalardır.

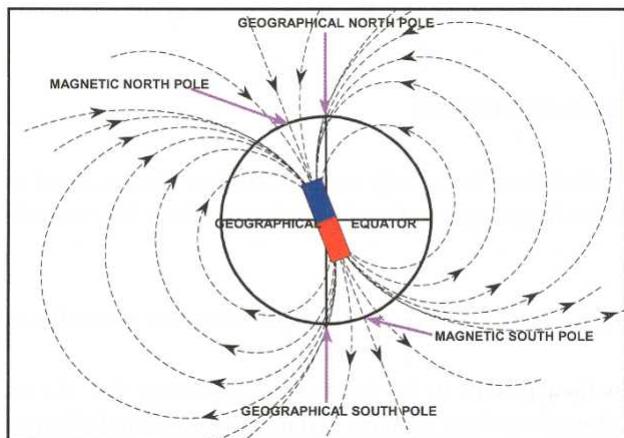
25.9 SERT DEMİR VE YUMUŞAK DEMİR

Ferromanyetik maddeler sert demir ve yumuşak demir olmak üzere geniş kapsamda ikiye ayrılabilirler. Sert ve yumuşak kelime anlam olarak fiziksel özelliklerini değil, manyetik karakteristiklerini ifade eder. Güçlü bir manyetik alanın manyetik doymuşluk üretmesi için sert demir gereklidir. Sert demir manyetizması kalıcı olarak tarif edilir; kobalt ve krom içeren maddelerdir ve manyetik alandan uzaklaştırıldıktan sonra da kalıcı olarak manyetik özelliklerini korurlar. Kalıcı mıknatıslar için bu maddeler uygundur. Yumuşak demir manyetizması "geçici" olarak tarif edilir ve zayıf bir manyetik alanda bile kolayca doyma noktasına ulaşan ancak manyetik alan kaldırıldığında zayıf veya hiç manyetik özelliğe sahip olan maddelerdir. Saf demir bu özelliği taşır. Bazı maddeler ise sert demir ve yumuşak demir arası özellik gösterir. Bu cisimler mıknatıslandırılabilir fakat bu kısmi-kalıcı manyetizma bir müddet sonra kısmen veya tamamen kaybolur.

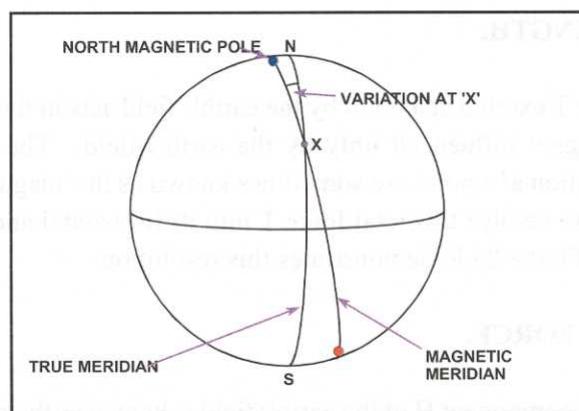
TANIM	METAL	MANYETİZMA KOLAYLIĞI	MANYETİZMA KALICILIĞI
SERT DEMİR	KOBALT VE TUNGSTEN ÇELİĞİ	ZOR	UZUN BİR SÜRE KABUL EDİLİR
YUMUŞAK DEMİR	SİLİKON DEMİR SAF DEMİR	KOLAY	NEREDEYSE HİC

25.10 KÜRESEL MANYETİZMA

Yer küre, sanki merkezinde büyük kalıcı bir mıknatıs yerleştirilmişcesine hareket eder ve yeryüzü üzerinde bir manyetik alan oluşturur. Şekil: 25.6 dünyanın bu farazi mıknatıslık özelliğinin dönüş ekseninden kaynaklanmadığını, dönüş özelliğinin manyetik varyasyona sebep olduğunu gösteriyor. Dünyanın manyetik mavi kutbu Kanada sınırları içerisinde 70° N 95° W civarında, kırmızı kutbu Antarktika'nın altında 72° S civarında yer alır.



Şekil: 25.6 Dünya Manyetizmi



Şekil: 25.7

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 5/8
--	---	--

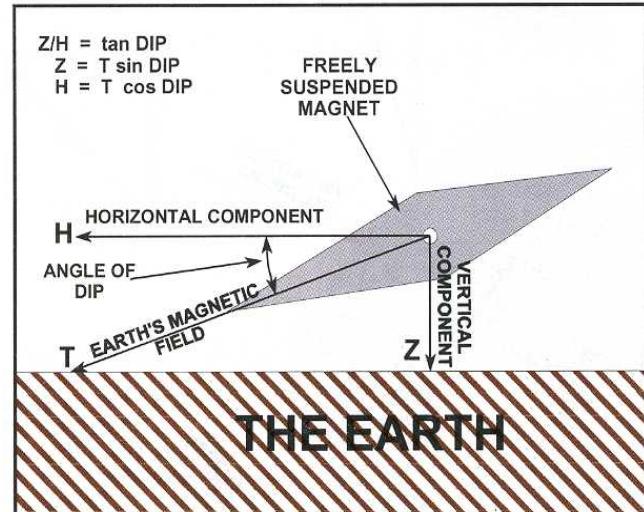
25.11 MANYETİK VARYASYON

Yeryüzünün manyetik alanının yönünü herhangi bir noktada belirlemek için bir mıknatısı serbest hareket ettirmek yeterlidir. Böyle bir mıknatıs kabaca Kuzey-Güney yönünde kendini hizalayacak ve kırmızı kutbu dünyanın yaklaşık kuzey kutbuna denk gelecektir. Mıknatısın boylamsal ekseni, o noktadaki mıknatıs meridyenin yönünü belirler. Manyetik meridyen, yeryüzü üzerindeki bir noktada, dünyanın manyetik alanının ufki bileşenidir.

Bir noktadaki manyetik meridyen ve aynı noktadaki gerçek meridyeninin arasında ufki düzlemede ölçülen açı manyetik varyasyondur. Manyetik kutbun, gerçek kuzeyin Doğusu veya Batısında yer almasına bakılarak varyasyon Doğu (E) veya Batı (W) olarak ifade edilir. Varyasyon sıfırdan 180° ye kadar herhangi bir değere sahip olabilir. Varyasyon değerinin yanında yer alan gerçek meridyen ile ilgili harf, bulunduğu yarıküreyi temsil eder; (N) harfi kuzey manyetik kutbu, (S) harfi Güney manyetik kutbu gösterir.

25.12 MANYETİK BATMA

“Manyetik Ekvator” çevresi hariç, kuvvet çizgileri yer yüzeyine paralel olduğunda serbest hareket eden bir mıknatıs kutba yakın bir bölgeye doğru batma yapacaktır. Manyetik ekvatorun kuzeyine doğru, mıknatısın kırmızı kutbu daha aşağıda olacak, aynı şekilde güneye doğru mavi kutup daha aşağıda olacaktır. Mıknatısın ekseni ve ufuk arasında dikey düzlemede ölçülen açıya batma açısı denir. Coğrafik ekvatoru yakından takip ederek (10° ana enlemi dahilinde) **“manyetik ekvatora”** ulaşılır, bu da bir harita üzerinde batma açısının sıfır olduğu noktaların birleştirilmesi suretiyle elde edilir. Eğer serbest hareket eden bir mıknatıs manyetik ekvatorun Kuzeyine veya Güneyine doğru hareket ettirilirse, batma kademeli olarak artar ve İngiltere hizasında 66° ye ulaşır. Dünyanın manyetik kutuplarında batma 90° dir ve bu bölgelerde mıknatıs dikey konumda olur.



Şekil: 25.8

25.13 ALANIN DAYANIKLILIĞI

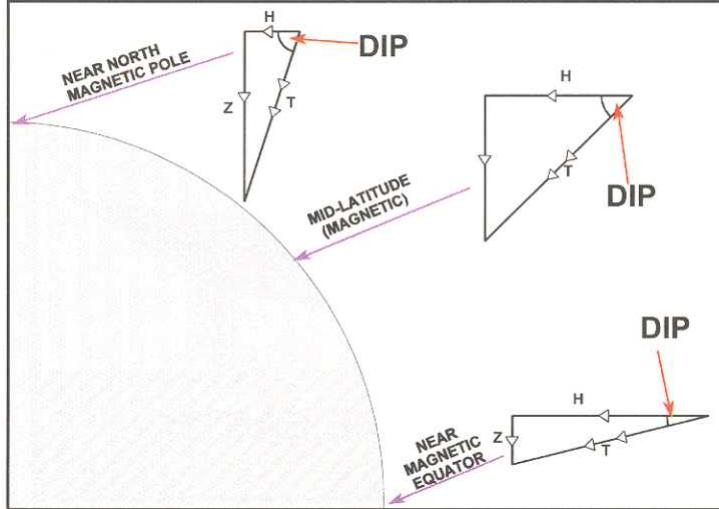
Serbest hareket eden bir mıknatıs **sadece** yeryüzünün manyetik alanından etkilendir ve mevcut yönler birleşik kuvvet, T ile gösterilir. Toplam kuvvet, batma açısı ve manyetik varyasyon gibi unsurlar o bölgenin manyetik elementleri olarak adlandırılabilirler. T toplam gücünü ufki ve dikey bileşenlerine sırasıyla H ve Z olarak ayırmak mümkündür. Şekil 25.8 bu çözümlemeyi gösterir.

25.14 İSTİKAMET KUVVETİ

Yeryüzü manyetik alanının ufki bileşeni olan H istikamet kuvveti olarak bilinir, çünkü manyetik kompas iğnesinin, manyetik meridyenle hizalanmasını sağlar ve böylece bir istikamet referansı verir. Yeryüzünün manyetik kutuplarından herhangi bir tanesine yaklaşıldığında bu bileşen sıfır dayanıklılığına yaklaşır ve aynı zamanda Z değeri T değerine yaklaşır. Kutup üzerinde 90° batma açısı ve 0 istikamet kuvveti H ile manyetik kompas kullanışız hale gelir.

Manyetik ekvator bölgesinde Z ve batma açısı sıfıra yaklaşırken istikamet kuvveti H 'nın dayanıklılığı T değerine yaklaşır. Bariz bir şekilde görülebilir ki batma açısı değeri artınca istikamet kuvveti H değeri azalır ve bunun tam tersi durumlarıyla birlikte şekil 25.9 da gösterilir. Aslında, batma açısı ve H arasındaki ilişki göründüğü kadar basit değildir. Bunun sebebi dünyanın manyetik paternindeki düzensizlikler ve toplam manyetik kuvvet T 'nin pozisyon ve zaman açısından varyasyonlarıdır. Manyetik ekvatorun yaklaşık 60° N enlemindeki H 'nın ufki bileşeninin dayanıklılığı kabaca manyetik ekvatorındaki H değerinin yarısıdır.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 6/8
--	---	--



Şekil: 25.9 Batma Bileşenlerinde Enlem Etkisi

25.15 YERYÜZÜ MANYETİZMASINDAKİ DÜZENLİ DEĞİŞİMLER

Yüzeysel Değişim. Yeryüzünün manyetik alanı yalnızca simetriden yoksun değildir, aynı zamanda bilinen periyodik değişimlere de tabidir. Bunlar arasında en önemlisi yüzeysel değişim olarak kabul edilir ve coğrafik kutuplar ile manyetik kutupların arasındaki farktan doğar. Bu yavaş değişim süresi yaklaşık 960 yıldır. Kuzey manyetik kutbu yavaşça batıya doğru hareket eder, bu da manyetik varyasyonun önemli bir sebebidir. İngiltere'de bu batılı varyasyonun değeri yıllık 7 dakika azalma şeklidindedir ve Londra 'da 2240 yılında hesaplanan varyasyon sıfır olacaktır. Seyrüsefer haritalarında yıllık varyasyon değişim oranı gösterilir, böylece isogonaller üzerinde basılmış varyasyon güncellenmiş olur. Diğer düzenli değişimler günlük, yıllık ve on bir yıllık periyotlarla meydana gelir, bahsedilen bu son döngü güneşin 11 yılda bir gerçekleşen sunspot activity ile ilgili olur. Bu değişimler daha önce belirtilen yüzeysel değişimin tersine manyetik olarak normal seyrüseferi hiç etkilemez.

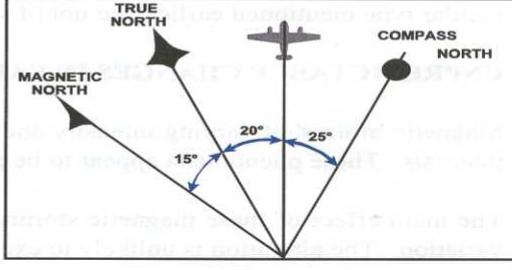
25.16 YERYÜZÜ MANYETİZMASINDAKİ BEKLENMEYEN DEĞİŞİMLER

Manyetik “fırtınalar” düzensiz aralıklarla, değişik şiddetlerde olabilir ve ömürleri üç güne kadar uzayabilir. Bu olgu genellikle beklenmeyen büyük sunspotlar sebebiyle oluşur. Bu manyetik fırtınaların etkileri geçicidir fakat, etkin değişiklikleri manyetik varyasyon üzerinde yaratır. Bu değişim İngiltere sınırları dahilinde normalde 2° 'yi geçmez ancak, Arktik ve Antarktik bölgelerde varyasyon değişimi 5° 'den daha fazla olabilir ve bir saatten daha uzun sürebilir. İstikamet kuvveti olan H 'nin değeri aynı zamanda değişebilir ve yüksek enlemlerde manyetik pusulanın verimli çalışabilmesi için gerekli olan minimum değerin daha da altına düşebilir.

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 7/8
--	---	--

QUESTIONS

TERRESTRIAL MAGNETISM

1. The red pole of a freely suspended magnet will point towards and at latitude 60°N will point at an angle known as the angle of
- a) the nose of the aircraft, downwards, deviation.
 - b) the north magnetic pole, downwards, variation.
 - c) the nearest pole, downwards, declination.
 - d) the north magnetic pole, downwards, dip.
2. If the total force of the earth's field at a point is T and the horizontal and vertical components H and Z, the value of H is found by the formula:
- a) $H = T \sin \text{dip}$
 - b) $H = Z \tan \text{dip}$
 - c) $H = T \cos \text{dip}$
 - d) $H = T \tan \text{dip}$
3. In the diagram below, the compass heading of the aircraft is, the magnetic heading and the true heading
- a) 025° 015° 020°
 - b) 335° 035° 020°
 - c) 335° 340° 035°
 - d) 025° 015° 340°
- 
4. The directive force of the earth's magnetic field:
- a) varies with the heading of the aircraft.
 - b) increases as the magnetic variation increases.
 - c) increases as magnetic latitude increases.
 - d) is greatest at the magnetic equator.
5. The slow change in the earth's magnetic variation is known as the change and is caused by
- a) annual, westerly movement of the magnetic pole.
 - b) diurnal, easterly movement of the magnetic pole.
 - c) secular, westerly movement of the magnetic pole.
 - d) annual, sunspot activity.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 8/8
---	---	--	--------------------------------------

6. Soft iron is comparatively to magnetise whilst hard iron is to demagnetise.
- a) easy; difficult.
 - b) easy; easy.
 - c) difficult; easy.
 - d) difficult; difficult.
7. Which of the following materials are classed as ferromagnetic:
- a) iron, steel, carbon-fibre.
 - b) nickel, iron, steel.
 - c) copper, iron, carbon steel.
 - d) iron, cobalt steel, chromium steel.
8. The magnetic moment of a magnet:
- a) is the product of pole strength and effective length.
 - b) varies inversely as the square of the distance between the poles.
 - c) varies directly as the square of the distance between the poles.
 - d) decreases as the magnet length increases.

ANSWER

1.d, 2.c, 3.b, 4.d, 5.c, 6.a, 7.d, 8.a

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No	EK.72.004
		Revizyon Tarihi	11.10.2006
		Revizyon No	01
		Sayfa No	1/7

BÖLÜM 26

CAYROSKOPLAR

İÇİNDEKİLER

26.1 GİRİŞ

26.2 CAYROSKOP

26.3 ASKİ HALKALARI (ÇEMBERLER)

26.4 CAYRONUN TEMEL ÖZELLİKLERİ

26.5 SABİTLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

26.6 PRESESİYON ORANI

26.7 CAYROSKOP EKSENİNDE YÖN DEĞİŞİKLİĞİ

26.8 BAĞLI CAYROLAR

26.9 ORAN CAYROLARI

26.10 ÖZET

26.11 CAYRO ÖZELLİKLERİİNİN KULLANIMI

26.12 VAKUM EMİŞLİ VE ELEKTRİKİ CAYROLAR

26.13 VAKUM EMİŞLİ VE ELEKTRİKİ CAYROLARIN KARŞILAŞTIRMASI

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 2/7
--	---	--

26.1 GİRİŞ

Cayrodynamic konusu derin bir matematik bilgisi gerektirmekle birlikte, cayroskopik uçuş aletlerinin temel prensiplerini anlayabilmek için bu gereklidir. Bu bölümün ana amacı; suni ufuk, istikamet cayrosu ve dönüş-yatış göstergesi ile ilgili yeterli teorik bilgi vermektedir.

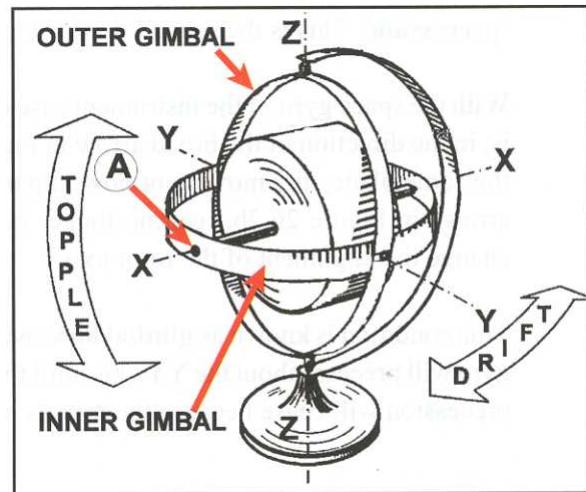
26.2 CAYROSKOP

Aslında dönen her nesne cayroskopik bir özellik sergiler. Örneğin; dünya, coğrafik kutuplar arasındaki eksen etrafında dönen bir cayrodur. Bir otomobilin tekeri, hatta top bile bir cayro özelliği gösterir. Uçakta bulunan cayro içindeki rotor, sadece 1 inçten biraz daha fazla çapta olup, dakikada 25.000 rpm ile dönebilmektedir.

26.3 ASKİ HALKALARI (ÇEMBERLER)

Askı halkaları, cayroskopik bir uçuş aletinin rotor destekleyicileridir. Çember olarak da bilinirler. Şekil: 26.1'de, bir tanesi sabit bir kasa ile desteklenmiş iki askı halkasına monte edilmiş dönen bir rotor görülmektedir. Rotor X-X olarak gösterilen ve "rotor dönüş ekseni" adı verilen eksen çevresinde dönen metal bir disktir. Rotor şaftı, içteki askı halkası tarafından; iç çember, dönüşü sırasında dış çembere monte edilmiş yataklar tarafından desteklenir.

Şekil: 26.1'de görülen düzenek, cayronun birbirine dik 3 karşılıklı yüzey üzerinde dönüşünü sağlar.



Şekil: 26.1 Rotor ve askıları

- Kasa X-X ekseni çevresinde döndüğünde, ya rotor dönüş yönüyle aynı yönde veya karşı yönde hareket ettiğinden X-X ekseninin pozisyonu değişmez.
- Kasa Y-Y ekseni çevresinde döndüğünde, iç ve dış çemberler birbirlerine göre 90° de kalmazlar. Ancak X-X ekseni aynı yönü muhafaza eder.
- Kasa Z-Z ekseni çevresinde döndüğünde X-X ekseni değişmemekle birlikte kasa ve dış çember birbirlerine göre doğru açılarını kaybederler.

Kısacası cayro, dönüş ekseni bozulmadan karşılıklı 3 dik düzleme dönebilmektedir.

26.4 CAYRONUN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Sabitlik: Dönen bir rotor, harici bir güçle maruz kalmadığı sürece uzaydaki sabit dönüş eksenini korur. Buna "uzayda sabitlik" veya "cayroskopik atalet" adı verilir.

Presesiyon: Rotor ekseni yönünü değiştiren harici bir güç veya tork uygulandığında cayro, tork düzleminin açısal hareketine karşı koyar ve torka göre sağa doğru açısal bir hareket oluşturur. Oluşan bu yeni harekete presesiyon adı verilir. Bir başka deyişle presesiyon, bir cayroskop topacına veya gövdeye uygulanan bir kuvvet hattının, cayroskopun dönüş yönüne doğru 90° yer değiştirmesidir.

Kasa Y-Y ekseni çevresinde 90° döndüğündeki bu şekil: 26.2.a'daki ok yönünde olur, iç ve dış çemberler aynı düzleme gelirler ve hareketi Z-Z eksenine aktarırlar. Hareketin yeni yönü artık şekil: 26.2.b'deki ok yönündedir.

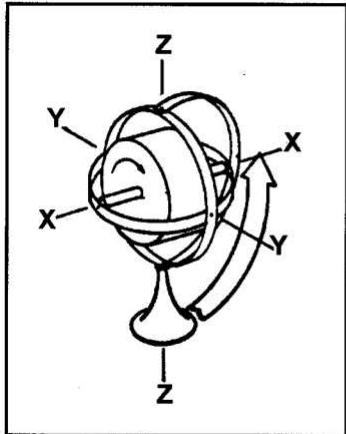
Şekil: 26.3.a ve b' de cayro ekseninin yatay ve dikey düzlemler içindeki hareketlerini göstermektedir.

Şekil: 26.1'deki iç çembere A noktasından bir ağırlık asılılığında cayroskop (rotor, iç ve dış çemberler) eksen çevresinde saat yönünün tersi yönünde döner.

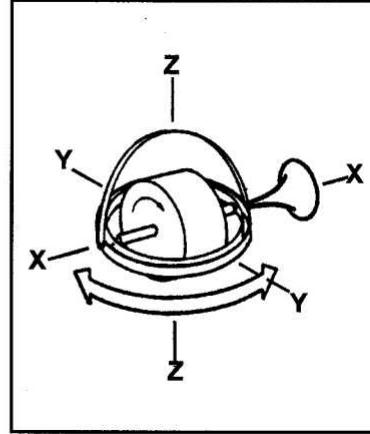


UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ
EĞİTİM EL KİTABI

Doküman No	EK.72.004
Revizyon Tarihi	11.10.2006
Revizyon No	01
Sayfa No	3/7

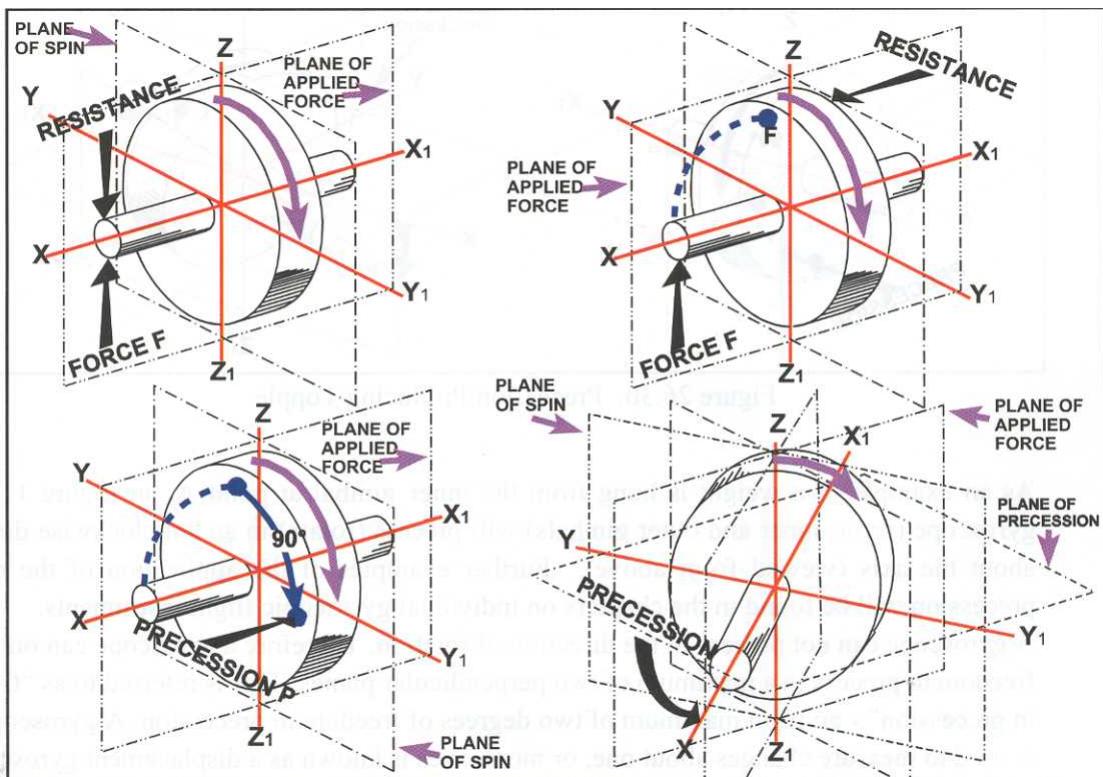


Şekil: 26.1a



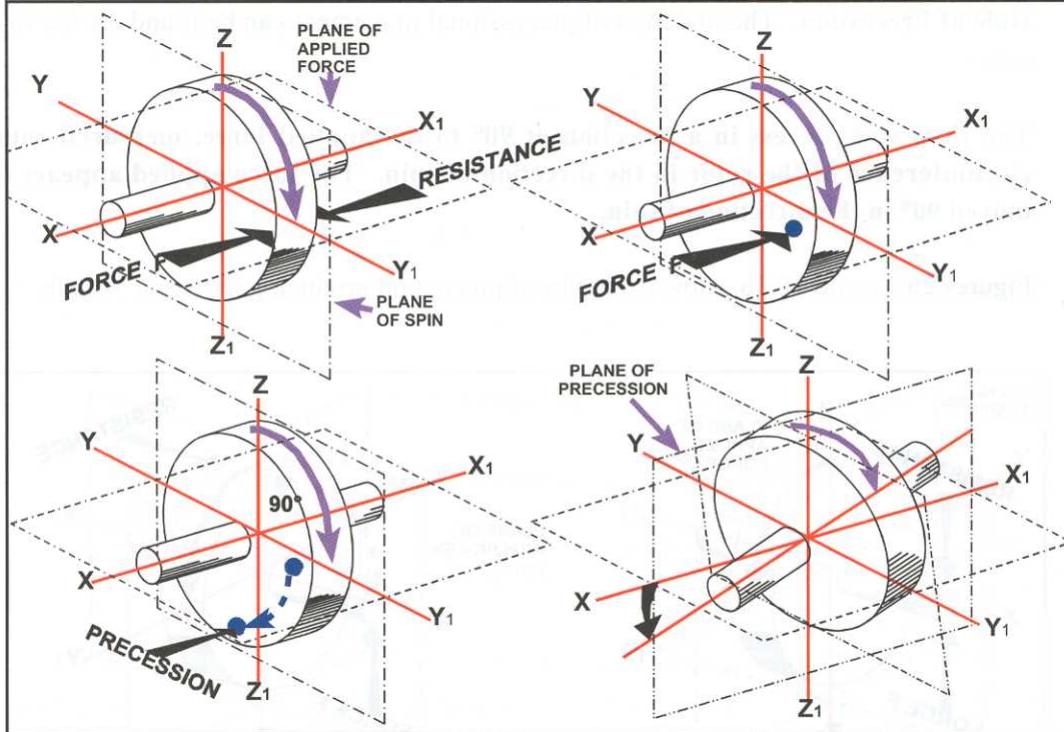
Şekil: 26.2b

Bir cayroskop, presesiyon özelliğini dönüş yönünde göstermez. Bu nedenle cayroskop en fazla 2 düzlemden bu özelliğe sahiptir.



Şekil: 26.3a

 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 4/7
--	---	--



Şekil: 26.3b

26.5 SABİTLİĞİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

"Cayroskobik atalet veya cyro rotorunun sabitliği $I\omega$ olarak bilinir (I = Dönüş ekseni çevresindeki rotor atalet momenti, ω = eksen çevresindeki açısal hız). Atalet momenti veya rpm artırıldığında sabitlik de artar. M ; motor kütlesi, k^2 ; kütlenin etkili olduğu yarıçap olmak üzere ;

$$\text{Atalet momenti} = Mk$$

ifade edilir. Böylece cayroskobik ataleti artırabilmek için M ve/veya k 'yı artırmak gerekiği ortaya çıkar.

Aynı zamanda sabitlik, uygulanan kuvvetle de bağlantılıdır. Örneğin; iç çembere A noktasından asılan 1 kg.lık bir ağırlık daha büyük presesiyon oranı yarattığından aynı noktadaki 1 gr.lık ağırlıktan daha etkili olacaktır.

26.6 PRESESİYON ORANI

$$\text{Presesiyon Oranı } (\Omega) = \frac{T}{I\omega}$$

T = Uygulanan tork

I = Rotorun atalet momenti

ω = Rotorun açısal hızı

Presesiyon oranı T ile doğru orantılı olduğundan, tork büyükçe oran da büyür. Bu oran $I\omega$ ile ters orantılı olduğundan sabitlik büyükçe, uygulanan belirli bir güç tarafından yaratılan presesiyon oranı azalacaktır.

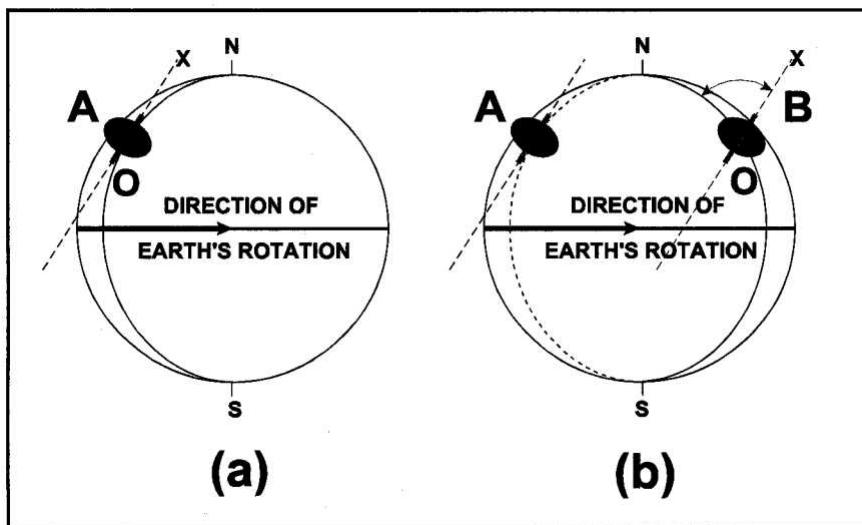
 TÜRK HAVA YOLLARI A.O.	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No: EK.72.004 Revizyon Tarihi: 11.10.2006 Revizyon No: 01 Sayfa No: 5/7
--	---	--

26.7 CAYROSKOP EKSENİNDE YÖN DEĞİŞİKLİĞİ

Cayro, rotor ekseninin seçilen yönden ayrılmamasıdır. Bu yön değişikliği, şekil: 26.1'deki gibi yatay veya dikey düzlemede olabilir.

Gerçek değişiklik: İmalattan kaynaklanan hatalar düşük oranda da olsa tesadüfi presesiyyona neden olabilmektedir. Uçuş sırasında türbülanslar da bu hataları artırabilir.

Görünümde değişiklik: Şekil: 26.4.a'da A noktasında serbest bir cayro görülmektedir. Cayronun rotor eksenin dünyanın gerçek kuzeyini göstermektedir. Bir süre sonra, dünyanın dönüşü nedeniyle A noktası B pozisyonuna gelecektir. Rotor eksenin hala aynı yönde olmakla birlikte artık kuzeyi göstermemektedir. Bu durum, görünümde değişiklik olarak adlandırılır.



Şekil: 26.4

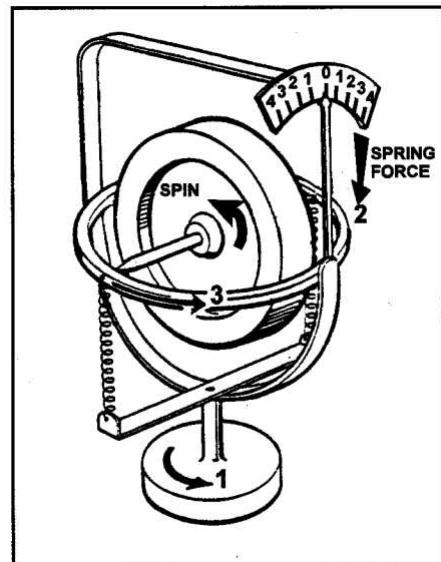
26.8 BAĞLI CAYROLAR

Serbest cayroların sabitlik özelliği uzaya göre olduğundan dünyanın dönüşü nedeniyle yatay ve dikey referansların sürekli değişmesi, bu cayroların kullanımını sınırlar. Bu nedenle sabitlik özelliği uzaya göre değil de, belli bir pozisyon veya yöne göre olan cayroların kullanımı daha yaygındır. Bu tür cayrolara bağlı cayro adı verilir. Yön cayrosu veya suni ufuk bu tür cayrolardandır.

26.9 ORAN CAYROLARI

Tek bir çemberi olan cayrolar iki düzlemede hareket serbestisine sahiptir. Bu nedenle açısal hareketin oranını ölçümede kullanılırlar. Bu cayroda presesiyon, bir yay ile sınırlanır. Oluşan rotor eğilme miktarı, aletin açısal hareket oranı ölçüsündür.

Şekil: 26.5 Oran cayro



26.10 ÖZET

Cayroskopik Atalet (uzayda sabitlik): Dönen bir gövdenin uzaydaki yönünü, harici bir kuvvet uygulanmadıkça sabit tutma özelliğidir.

Presesiyon: Dışarıdan bir kuvvet uygulanmasıyla cayronun hem dönüş eksenini, hem de uygulanan kuvvette dik bir eksen çevresindeki hareketidir.

Gerçek değişiklik: Mekanik hataların veya dışarıdan uygulanan kuvvetin neden olduğu presesiyyondur.

	UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM EL KİTABI	Doküman No Revizyon Tarihi Revizyon No Sayfa No	EK.72.004 11.10.2006 01 6/7
---	---	--	--------------------------------------

Görünümde değişiklik: Dünya üzerindeki datuma göre bir cayro rotor ekseninin gözlenen değişikliğidir.

Topple: Rotor ekseninin dikey düzlemde değişikliğidir.

Drift: Rotor ekseninin yatay düzlemde değişikliğidir.

Serbest cayro: Birbirine dik ve karşılıklı 3 düzlemde tam serbestliğe ve uzaydaki bir noktaya göre cayroskopik atalete sahip olan cayro.

Bağılı cayro: Rotor ekseninin istenen pozisyonda bağlanmasıyla, bağındığı referansa göre cayroskopik atalete sahip olan cayro.

Suni ufuk: Dünya dikey düzlemine göre cayroskopik atalete sahip olan, yerçekimi kontrollü bağlı cayro.

Oran cayrosu: Birbirine 90°de bulunan iki düzlemde hareket serbestisi olan ve bu 2 düzleme 90°de bulunan üçüncü düzlemdeki dönüş oranını ölçmede kullanılan cayro.

26.11 CAYRO ÖZELLİKLERİİN KULLANIMI

Sabitlik: Cayronun bu özelliği yön datumu sağlamada kullanılır. İstikamet cayrosunda rotor dönüş eksenini yataydır ve bu uçak başını ölçmede bir referans sağlar. Bu göstergedeki cayro, azimut cayrosu olarak da bilinir. Suni ufuktaki cayroskopik sabitlik ise yunuslama ve yatis referansı elde etmede kullanılır. Suni ufuk “dikey referans cayrosu” veya “dikey eksen cayrosu” olarak adlandırılır.

Presesiyon:

- a) Dönüş-yatış göstergesinde – sapma düzlemindeki açısal hızı ölçmede,
- b) İstikamet cayrosu kontrol sisteminde-sapma düzleminde rotor eksenini sabitlemede,
- c) Suni ufuk kontrol sisteminde – rotor eksenin dikey durumunu muhafaza etmede kullanılırlar.

26.12 VAKUM EMİŞLİ VE ELEKTRİKİ CAYROLAR

Cayroskopik uçuş aletleri vakum emişle veya elektrikle çalışabilirler. Gürünü motordan alan bir vakum pompası veya venturi tüpü ile emişin sağlandığı sistemlerde, hava ile aynı zamanda cayro kontrol sistemlerini çalıştırılmak da mümkündür.

Elektriki cayrolarda rotor, rotor bobinlerini de içine alan yekpare yapıya sahiptir. Kontrol sistemleri, switchler ve tork motorları ile çalıştırılır.

Günümüzde havacılıkta kullanılan 3 çeşit cayro vardır: Ayarlanmış rotor cayrolar, lazer cayro ve fiber optik cayro.

26.13 VAKUM EMİŞLİ VE ELEKTRİKİ CAYROLARIN KARŞILAŞTIRMASI

a) Vakum emişli cayrolar: Güçlerini elektrikten almadıklarından elektrik sistem arızasından etkilenmezler. Ancak filtreden geçen havanın içindeki nem, toz, yağ, nikotin gibi yabancı maddeler cayro ömrünü azaltır, çember dengesini bozar ve bunların sonucunda alet doğruluğunu olumsuz etkiler. Yüksek irtifada yeterli emiş sağlanmayabilir. Ayrıca venturi tüpünün uçuşa buzlanma riski vardır.

b) Elektriki cayrolar: Vakumla çalışan cayrolara göre daha pahalı ve daha ağırdır. AC güçé ihtiyaç duyarlar. Bununla birlikte çok önemli avantajları da bulunmaktadır. Elektrik rotoru yüksek bir atalet momenti ile dönüş hızı sağladığından sabitlik ve stabiliteyi artırır. Rotor hızı her irtifada sabit tutulabildiğinden doğruluk oranı daha fazladır. Aletin çalıştırılmasıyla birlikte, işletim devrine çok kısa sürede ulaşılır. Alet kasa ömrü daha uzundur.

Not: Elektrik sistem arızalarında yedek referans olması bakımından vakum emişle çalışan aletlerden yardım alınır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/12
---	--	---	--

BÖLÜM 27

DİREK OKUMALI PUSULALAR

İÇİNDEKİLER

27.1 MANYETİK PUSULA

27.2 DİREKT OKUMALI MANYETİK PUSULA

27.3 DİKEY KART PUSULASI

27.4 TAKSİMATLANDIRILMIŞ HALKA PUSULASI

27.5 PUSULANIN TAŞIMASI GEREKEN ÖZELLİKLER

27.6 UFKİLİK

27.7 HASSASİYET

27.8 KARARLILIK

27.9 SIVI

27.10 KONTROLLER

27.11 SALINIM DURMA VE EKSEN SÜRTÜNME TESTLERİ

27.12 SAPMA

27.13 HIZLANMA VE DÖNÜŞ HATALARI

27.14 DOĞRUSAL HIZLANMANIN NEDEN OLDUĞU HATALAR

27.15 HIZLANMA HATALARI – ÖZET

27.16 DÖNÜŞ HATALARI

27.17 DÖNÜŞ HATALARI - PUSULA SIVISİNİN DÖNÜŞÜ

27.18 DÖNÜŞ HATALARI - ÖZET

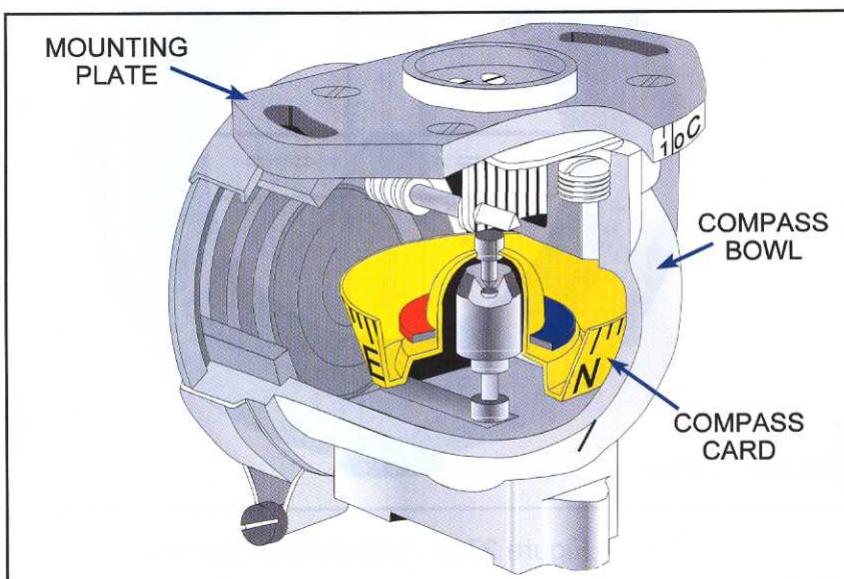
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/12
---	--	---	--

27.1 MANYETİK PUSULA

Pusula, bilinen bir referansa göre dünya yüzeyinde yön göstermeye yarayan bir alettir. Bunu yaparken manyetik pusula, yön referansı olarak dünyanın ufki bileşenini kullanır. Ne yazık ki dünya yüzeyi, yön ölçümede en uygun veri olan gerçek meridyenlere göre konumlanmamıştır. Gerçek ve manyetik meridyenler arasında “**manyetik varyasyon**” adı verilen açısal bir fark bulunmaktadır. Uçakta bulunan manyetik pusulanın amacı, uçağın gittiği başı göstermektir. Ancak pusula, demir-çelik bileşenleri, elektrik akımları vb. harici etkilerden olumsuz etkilenir. Bu duruma “**pusula sapması**” adı verilir.

27.2 DİREKT OKUMALI MANYETİK PUSULA

Uçaklarda “**Dikey Kartlı Pusula**” ve “**Taksimatlandırılmış Halka Pusulası**” olmak üzere iki çeşit direkt okumalı manyetik pusula kullanılmaktadır.



Şekil: 27.1 Dikey Kartlı Pusula

27.3 DİKEY KART PUSULASI

B tipi veya E tipi olarak da bilinen dikey kart pusulası, yaygın olarak kullanılan direkt okumalı bir pusuladır. Küçük uçaklarda manyetik baş referansı sağlayan ana gösterge, büyük uçaklarda ise yardımcı gösterge olarak kullanılır.

27.4 TAKSİMATLANDIRILMIŞ HALKA PUSULASI

Pusulada, doğrudan mıknatısa monte edilmiş dairesel bir pusula kartı bulunur. Bu bölüm içi sıvı dolu pusula çanağı tarafından desteklenir. Çanak penceresi önünde bulunan dikey çizgi, pusula kartı üzerindeki başı okuma imkanı verir.

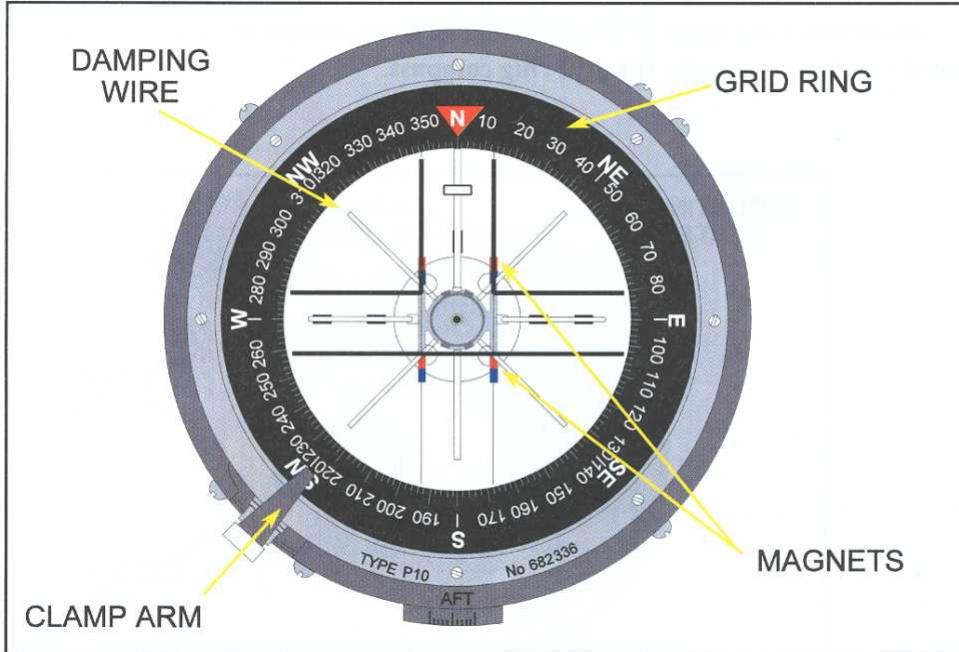
27.5 PUSULANIN TAŞIMASI GEREKEN ÖZELLİKLER

P tipi olarak da bilinen bu tür pusulaya daha çok eski tip uçaklarda rastlanır. Dikey kartlı pusulaya göre daha tutarlı ve daha stabil olmakla birlikte daha ağır, daha hacimli ve daha pahalıdır. Ayrıca taksimatlandırılmış halkanın kuzey referansı ile çakışmadan okuma imkanı vermemesi nedeniyle, pusulayı kullanmak sadece uçak düz ve ufki uçuşta iken mümkün olmaktadır.

Direkt okumalı manyetik pusula, bir eksen üzerine yerleştirilmiş ve dünya manyetik alanının yatay bileşeni ile aynı hızda kalabilen bir mıknatısa sahiptir. Pusulanın doğru ve tutarlı olabilmesi için taşıması gereken bazı özellikler vardır. Bunlar:

- a) Ufkilik
- b) Hassasiyet
- c) Kararlılıktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/12
---	--	---	--



Şekil: 27.2 Taksimatlandırılmış Halka Pusulası

27.6 UFKİLIK

Ufki olarak yön ölçebilmek için, mıknatısların düz ve ufki uçuş sırasında mümkün olduğunda yatay düzlemede kalabilmesi gereklidir. Bunu gerçekleştirebilmek için mıknatıs gövdesi ağırlık merkezi, destekleyici eksenden daha aşağıda tutulur (şekil: 27.3).

Bu yolla dünyanın dikey Z bileşeninin neden olduğu eğilme etkisi, mıknatıs gövdesinin ağırlığı ile karşılanır. Bu denge sonucunda mıknatıslar sadece az bir eğilme gösterir. Bu eğilme Kuzey Yarımküredeki orta enlemlerde 2° civarındadır.

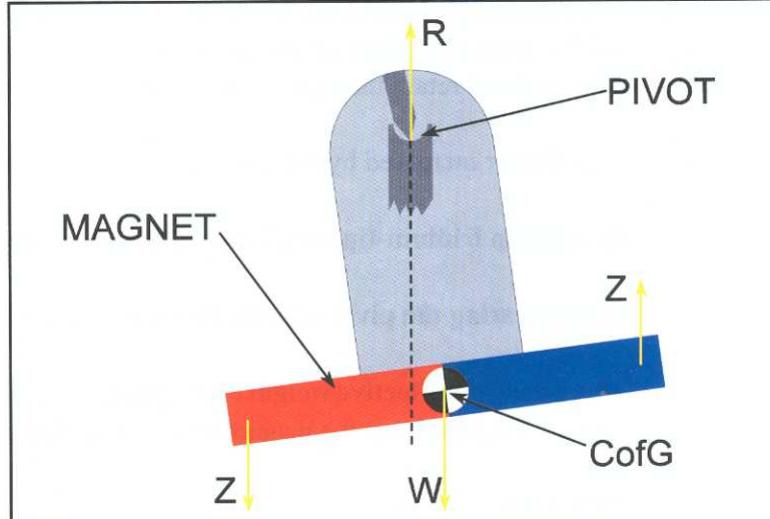
27.7 HASSASİYET

Mıknatıs sisteminin, manyetik kutuplar dışında dünyanın tüm alanlarında yatay H bileşenine duyarlı olması beklenir. Hassasiyet, üzerinde uçulan alana olduğu kadar, mıknatısın manyetik momentine de bağlıdır. Bir alandaki zayıf H bileşeni değiştirilemez fakat mıknatısın manyetik momenti artırılabilir. Bu artırma, mıknatıs uzunluğunun ve/veya kutup gücünün artırımı ile yapılır. Ne var ki, mıknatıs uzunluğunun artması arzu edilen bir durum olmadığı için, kutup güçlendirmesi tercih edilir. Kutup güçlendirmesi, 2, 4 veya 6 kısa mıknatıs ya da dairesel bir mıknatıs kullanılarak yapılır.

Hassasiyet, sürtünmenin azaltılmasıyla da artırılabilir. Bu 3 yolla olur:

- İridyum uçlu eksen kullanarak,
- Ekseni, pusula çanağı içindeki sıvı ile yağlayarak,
- Mıknatısın eksen boyunca aşağıya doğru gösterdiği etkili ağırlığı azaltarak.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/12
---	--	---	--



Şekil: 27.3 Batıdan dengenin (kuzeysel yarı kürede) görülmesi.

27.8 KARARLILIK

Uçağın manevraları veya türbülansın neden olduğu yer değiştirmelerden sonra mıknatıs sisteminin vakit geçirmeden esas haline dönebilmesidir. Herhangi bir salınım eğilimi hemen durdurulabilmelidir. Bu özellik şu yollarla sağlanır;

- Tek bir uzun mıknatıs yerine birkaç kısa mıknatıs kullanılır. Bu, sistem kütlesinin merkeze yakın tutulmasını sağlar, atalet momentini azaltır ve salınımların durdurulmasını kolaylaştırır.
- Pusula çanağının içindeki sıvının bir amacı da, salınımları dururmaktır. Özellikle taksimatlandırılmış halka pusulasında salınım, salınım durdurulan teller sayesinde dikey kartlı pusulaya göre çok daha hızlı durdurulabilir.

27.9 SIVI

Pusula sıvısı, pusulanın dizaynında temel rol oynar. Ancak, sıvıyla ilgili iki tür probleme karşılaşmak mümkündür. Bunlardan ilki, ısı değişimine bağlı olarak sıvının genleşmesi ve yoğunlaşmasıdır. Bu nedenle, sisteme bir genleşme bombesi eklenmiştir. İkincisi, dönüşten dolayı sıvının bir girdap yaratmasıdır. Bu girdaba sıvının viskozitesi neden olduğundan, sıvının düşük viskoziteli olmasına dikkat edilir.

Pusulada alkol de dahil olmak üzere, çok çeşitli sıvılar kullanılabilir. Kullanılan sıvının başlıca özellikleri şunlardır:

- Düşük genleşme katsayısı,
- Düşük viskozite,
- Saydamlık,
- Düşük donma noktası,
- Yüksek kaynama noktası,
- Korozyona uğramamak.

Bu özelliklerin tamamına yakını dimetil siloksan polimer taşımaktadır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/12
---	--	---	--

27.10 KONTROLLER

Pusula Gövdesi: Gövdede çentik, çatlak olmamalı, aydınlatma sistemi ile kontrol edilmelidir.

Pusula Sivisi: Tortusuz, parlak renkte olmalı. Uçağın hareketi ve turbülans sonucu oluşabilecek köpüklenmenin mıknatıs sistemine zarar verebileceği unutulmamalıdır.

Doğruluk limiti: BCAR: $\pm 3^\circ$
JAR : $\pm 10^\circ$

27.11 SALINIM DURMA VE EKSEN SÜRTÜNME TESTLERİ

Bu testler, alet doğruluğundan şüphelenildiği zaman ve pusula, yerine yerleştirilmeden önce yapılır.

Salınım durma testi: Herhangi bir nedenle meydana gelen yer değişme sonrası mıknatıs sisteminin kuzeYE göre vakit geçirmeden hizalandığının kontrol edilmesidir. Bu test için küçük bir mıknatıs alınır. Pusula 90° yatırılır ve bu pozisyonda en az 20 sn. tutularak sıvının tam olarak yer değiştirmesi sağlanır. Mıknatıs düzeltildiğinde 85° ye gelme süresi 2-3 sn. olmalıdır.

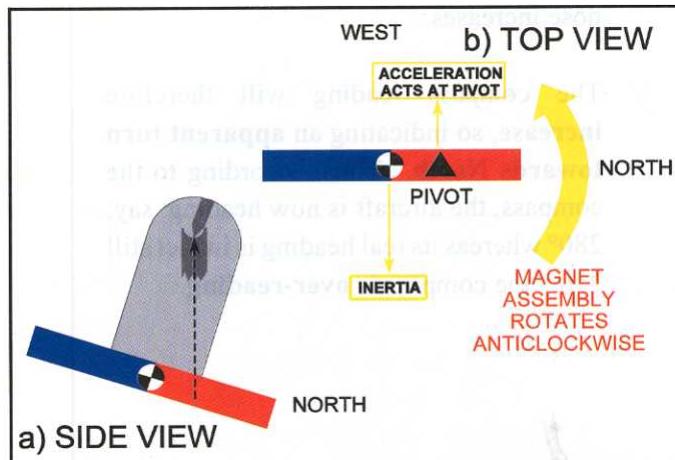
Eksen Sürtünme Testi: Küçük bir mıknatıs alınır. Pusula 10° yatırılır ve bu pozisyonda en az 10 sn. tutulur. Mıknatıs eski haline getirilir ve pusulanın gösterdiği baş okunur. Aynı işlem, 10° aksi yönde tekrarlanır. İki okuma arasındaki fark 2.5° içinde olmalıdır. Bu test her 90° de bir olmak üzere 4 yön için yapılır.

27.12 SAPMA

Sapma, uçakta demir/çelik bileşenleri tarafından yaratılır. Manyetik meridyen ile pusula mıknatıslarının durduğu yön arasındaki açısal farktır. Pusulanın kuzey ucu, manyetik kuzeyin doğusunu gösteriyorsa sapma doğulu yada “+”, batısını gösteriyorsa sapma batılı yada “-” olarak ifade edilir. Farklı başlarda, sapma da farklılık gösterir. Bu farklılıklar “pusula saldırması” yöntemi ile ölçülür. Sapma mümkün olduğunda azaltıldıkten sonra sonuç “pusula sapma kartı” na kaydedilerek uçağa yerleştirilir. Bu test yapılmırken ilden geldiğince gerçek uçuş koşulları sağlanır (motorlar çalıştırılır, elektrik ve radyo sistemi açılır, uçak düz uçuş durumunda bulundurulur). Sapmanın önlenebilmesi için demir içeren malzemelerin ve saatlerin pusula yakınında olmamasına ve yine demir içeren yüklerin, limitler dahilinde olmak koşuluyla pusuladan uzağa yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.

27.13 HIZLANMA VE DÖNÜŞ HALATALARI

Direkt okumalı pusulalarda doğrusal hızlanma, yavaşlama ve dönüş hataları önemli ölçüdedir. Mıknatıs gövdesi ağırlık merkezinin normal pozisyondan uzaklaşmasına neden olan tüm manevralar, hata oluşumuna yol açar. Bununla birlikte değişen sadece Kuzey-Güney ağırlık merkezi ise ve ağırlık merkezi ile eksen hala manyetik meridyen düzlemindeyseler, Kuzey-Güney eğim açısı değişmediğinden hata da meydana gelmez.



Şekil: 27.4 Kuzey yarı kürede mıknatıs pendulumlu asılmıştır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/12
---	--	---	--

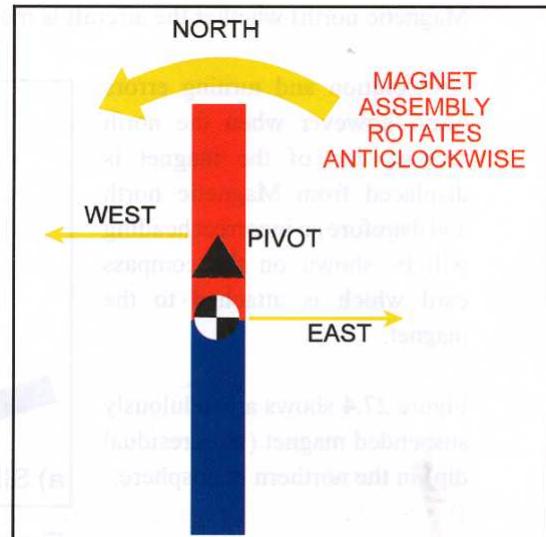
Hızlanma ve dönüş hataları sadece, dünya manyetik sahasında belirgin bir dikey (Z) bileşeni mevcut olduğunda meydana gelir. Normal şartlar altında pusula mıknatısının kuzey ucu, uçak ister düz uçuşa ister dönüşte olsun hep manyetik Kuzeyi göstermelidir. Mıknatısın Kuzey ucunun herhangi bir sebeple Manyetik Kuzeyle bağlantısının kesilmesi de, pusulanın yanlış değer gösternesine neden olacaktır.

27.14 DOĞRUSAL HIZLANMANIN NEDEN OLDUĞU HATALAR

Hızlanma hatasının büyüklüğü pek çok faktöre bağlıdır. Bu hatalar Kuzey/Güney başlarda sıfırken; Doğu-Batı başlarda en yüksek derecededir. Bu hatanın ana sebebi, dikey Z bileşeninin etkisiyle mıknatıs üzerinde etkili olan atalettir.

270°M Başta Hızlanma (Kuzey Yarımküre);

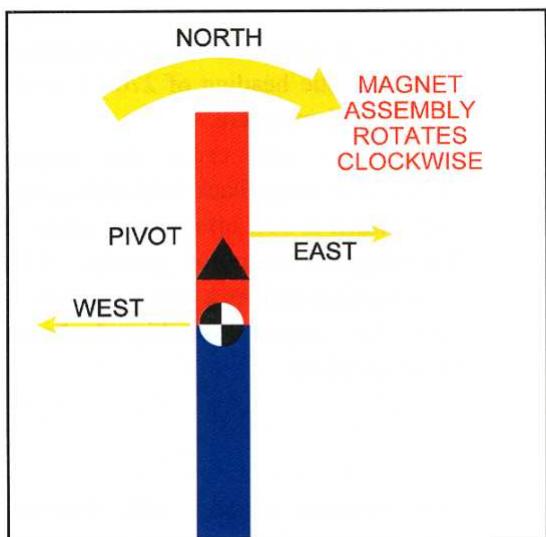
Şekil: 27.5'te, Kuzey Yarı Kürede 270°M başta hızlanan bir uçak görülmektedir. Mıknatıs gövdesinin ataleti, ağırlık merkezinin Kuzeyden uzaklaşmasına neden olur. Bu değişiklik sonucunda mıknatıs, eksen çevresinde saat yönünün ters istikametinde döner. Böylece, mıknatısın Kuzey ucundan saat yönünde ölçülen açı ve buna bağlı olarak pusulada okunan değer büyündüğünden Kuzeye dönüş işaret elde edilir. Yani uçak 270°M başta iken pusulada örneğin 280° okunacaktır.



Şekil: 27.5 270°M Başta Hızlanma (Kuzey Yarımküre)

090°M Başta Hızlanma (Kuzey Yarımküre);

Şekil 27.6'da, Kuzey Yarımküre'de 090°M başta hızlanan bir uçak görülmektedir. Mıknatıs gövdesinin ataleti, ağırlık merkezinin Kuzey'den uzaklaşmasına neden olur. Bu değişiklik sonucunda mıknatıs, eksen çevresinde saat yönü istikametinde döner. Böylece, mıknatısın Kuzey ucundan saat yönünde ölçülen açı ve buna bağlı olarak pusulada okunan değer küçüldüğünden Kuzeye dönüş işaret elde edilir. Yani uçak 090°M başta iken pusulada örneğin 080° okunacaktır.

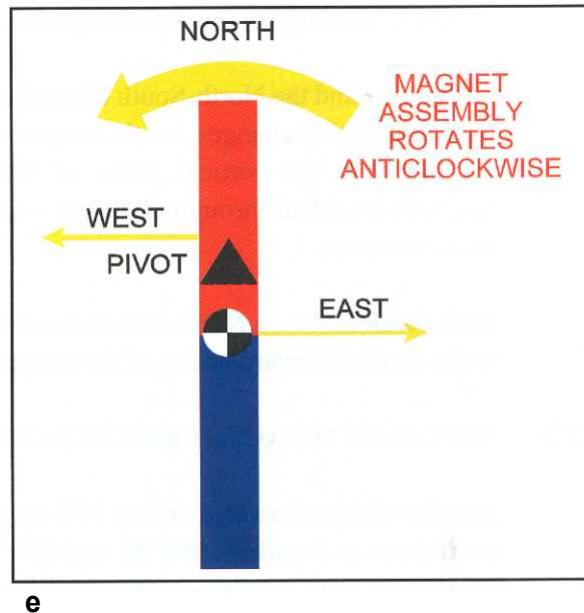


Şekil: 27.6 090°M Başta Hızlanma (Kuzey Yarımküre)



090°M Başta Yavaşlama (Kuzey Yarım Küre);

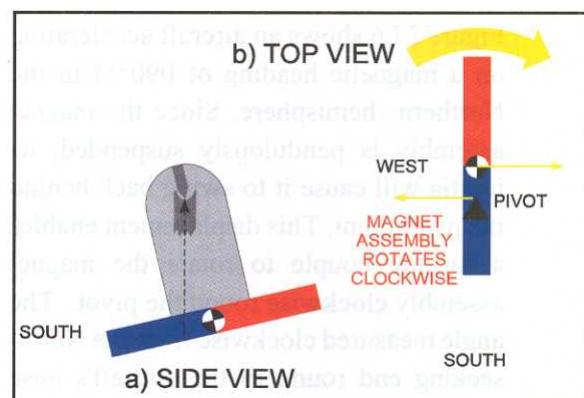
Şekil: 27.7'de, Kuzey Yarı Kürede 270°M başta hızlanan bir uçak görülmektedir. Mıknatıs gövdesinin ataleti, ağırlık merkezinin Kuzeyden uzaklaşmasına neden olur. Bu değişiklik sonucunda mıknatıs, eksen çevresinde saat yönünün ters istikametinde döner. Böylece, mıknatısın Kuzey ucundan saat yönünde ölçülen açı ve buna bağlı olarak pusulada okunan değer büyündüğünden Güneye dönüş işaret elde edilir. Yani uçak 090°M başta iken pusulada örneğin; 100° okunacaktır.



Şekil: 27.7 270°M Başta Hızlanma (Güney Yarım Küre)

270°M Başta Hızlanma (Güney Yarı Küre);

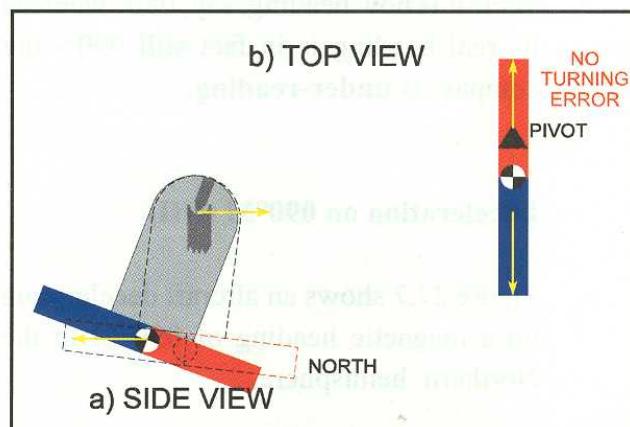
Şekil: 27.8'de, Güney Yarı Kürede 270°M başta hızlanan bir uçak görülmektedir. Mıknatıs gövdesinin ataleti, ağırlık merkezinin Güneyden uzaklaşmasına neden olur. Bu değişiklik sonucunda mıknatıs, eksen çevresinde saat yönü istikametinde döner. Böylece, pusulada okunan değer küçüldüğünden Güneye dönüş işaret elde edilir. Yani uçak 270°M başta iken pusulada örneğin 260° okunacaktır.



Şekil: 27.8 270° M Hızlanma (güney yarıküre)

Kuzeyli Başta Hızlanma (Kuzey Yarım Küre);

Şekil: 27.9'da Kuzey Yarı Kürede kuzeyli bir başta hızlanma görülmektedir. Mıknatıs gövdesinin Kuzey-Güney hareketi değiştiği halde, mıknatısların hala eksen boyunca dikey düzlemede hareket etmesi nedeniyle hata meydana gelmez. Aynı şekilde Kuzey-Güney başlarında yapılan yavaşlamalarda da hata oluşmaz.



Şekil: 27.9 360° M Hızlanma (kuzey yarıküre)

27.15 HIZLANMA HATALARI – ÖZET

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/12
---	--	---	--

Her iki yarımkürede de N/S başlarda hızlanma hatası sıfırdır. Kuzey Yarımkürede hızlanma Kuzeye dönüş, Güney Yarımkürede hızlanma Güneye dönüş; Kuzey Yarımkürede yavaşlama Güneye dönüş, Güney Yarımkürede yavaşlama Kuzeye dönüş etkisi yaratır.

Mıknatıs, saat yönünde yer değiştirdiğinde pusulada okunan değer küçülür; saat yönünün tersinde yer değiştirdiğinde pusulada okunan değer büyür.

Doğrusal hızlanmanın yarattığı hatanın derecesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- a) Uçulan baş,
- b) Hızlanmanın derecesi,
- c) Mıknatıs sisteminin dizaynı,
- d) Uçulan enlem (H ve Z bileşenlerinin birbirine göre güçlerini etkilediğinden).

Bu hatalar manyetik kutuplara yaklaşıkça artar, manyetik ekvatorda sıfır olur.

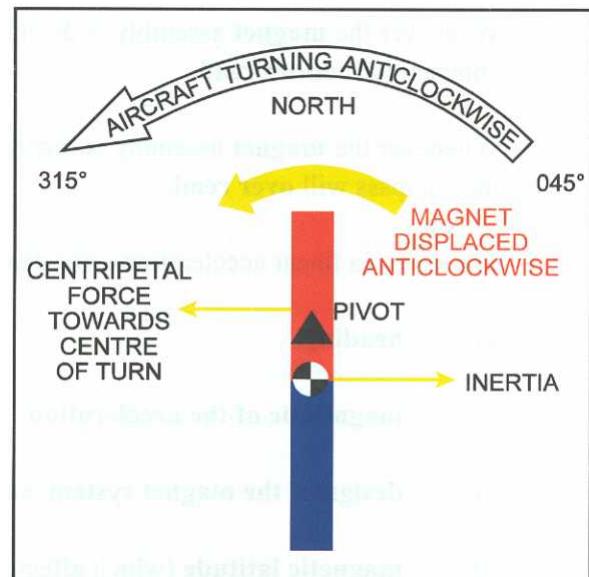
27.16 DÖNÜŞ HATALARI

Kuzeye ve Güneye yapılan dönüşlerde dönüş hataları maksimum; Doğu ve Batıya yapılan dönüşlerde sıfırdır. Dönüş hatalarının esası, doğrusal hızlanma teorisi ile aynıdır. Dünya manyetik sahasının dikey (Z) bileşeni dolayısıyla pusula ağırlık merkezi, yakın olan kutuptan uzaklaşıkça eksen noktasının altına doğru yer değiştirecektir. Dönüş sırasında uçak dönüş içine doğru hızlandıktan eksen boyunca bir hızlanma kuvveti etki eder. Bu kuvvet bir santrifüj kuvveti tarafından dengelenir. Bu durum, mıknatıs gövdesinin dönüş dışına dönme eğilimi göstermesine ve bir dönüş hatası oluşturmasına neden olur.

Şekil: 27.10 045° M den 360° M ye dönüş

Dönüş hataları aşağıdaki nedenlerden dolayı, hızlanma hatalarına göre çok daha belirgindir:

- a) Dönüşlerde mıknatıs gövdesinin yer değiştirme oranı daha büyüktür.
- b) Dönüş hataları hızlanma hatalarına göre daha sık ve daha uzun süreli gerçekleşir.



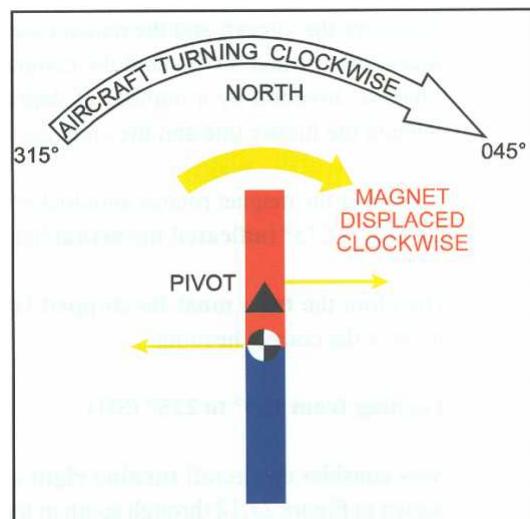
045° Baştan 315° Başa Dönüş (Kuzey Yarımküre):

Kuzey Yarımkürede bir uçağın 000° yi kat ederek sola dönüş yaptığı varsayılmı. Ataletten dolayı mıknatıs sistemi saat yönünün tersi istikametinde yer değiştirecektir. Yani uçağın da mıknatısın da dönüş yönü soladır. Ancak uçak 90° döndüğünde mıknatıs daha az, örneğin; 20° lik bir dönüş gerçekleştirecektir. Buna pusula tembelliği adı verilir. Bu durumda pilot 315°de dönüşü durdurduğunda pusuladan okuduğu baş 315°den daha küçük bir baş, örneğin; 295° olacaktır. Bu nedenle dönüşün durdurulması için belli bir pay bırakılmalı, örneğin 335°de dönüşten çıkışmalıdır.

Şekil: 27.11 315° M den 045° M ye dönüş (NH)

315° Baştan 045° Başa Dönüş (Kuzey Yarımküre):

Kuzey Yarımkürede bir uçağın 000° yi kat ederek sağa dönüş yaptığı varsayılmı. Ataletten dolayı mıknatıs sistemi saat yönü istikametinde yer değiştirecektir. Yani



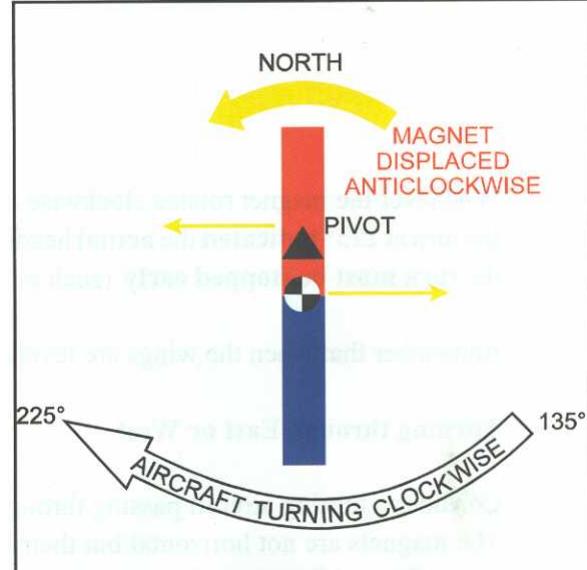
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/12
---	--	---	--

uçağın da mıknatısın da dönüş yönü sağadır. Ancak yukarıdaki dönüş örnekinde olduğu gibi burada da pusula tembelliği ortaya çıkacaktır. Bu durumda pilot 045° de dönüşü durdurduğunda pusuladan okuduğu baş 045° den daha büyük bir baş, örneğin 065° olacaktır. Bu nedenle dönüşün durdurulması için belli bir pay bırakılmalı, örneğin; 025° de dönüşten çıkışmalıdır.

135° Baştan 225° Başa Dönüş (Kuzey Yarımküre):

Kuzey Yarımkürede bir uçağın 180° yi kat ederek sağa dönüş yaptığı varsayıyalım. Ataletten dolayı mıknatıs sistemi saat yönünün tersi istikametinde yer değiştirecektir. Uçak saat yönünde dönerken mıknatıs saat yönünün tersi istikametinde dönmektedir. Uçak pusula çevresinde 90° dönerken, mıknatıs ters yönde daha az bir derece, örneğin 20° döner. Bu durumda pilot 225° de dönüşü durdurduğunda pusuladan okuduğu baş 225° den daha küçük bir baş, örneğin 205° olacaktır. Bu nedenle dönüşün durdurulması için belli bir pay bırakılmalı, örneğin; 225° de dönüşten çıkışmalıdır.

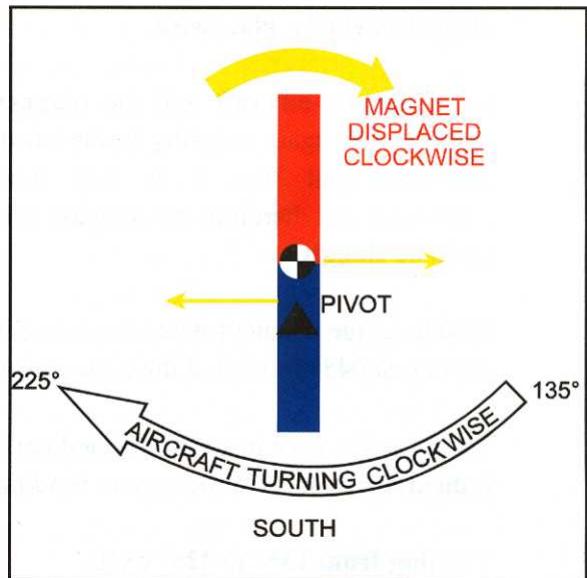
Şekil: 27.12 135° M den 225° M ye dönüş (NH)



135° Baştan 225° Başa Dönüş (Güney Yarımküre):

Güney Yarımkürede bir uçağın 180° yi kat ederek sağa dönüş yaptığı varsayıyalım. Ataletten dolayı mıknatıs sistemi saat yönü istikametinde yer değiştirecektir. Uçağın da mıknatısın da dönüşü saat yönündedir. Bu durumda pilot 225° de dönüşü durdurduğunda pusuladan okuduğu baş 225° den daha büyük bir baş, örneğin 245° olacaktır. Bu nedenle dönüşün durdurulması için belli bir pay bırakılmalı, örneğin; 205° de dönüşten çıkışmalıdır.

Şekil: 27.12 135° Baştan 225° ye dönüş (GY)



Doğu ve Batıya Dönüşler:

Bir uçağın 090° veya 270° başları kat ederek döndüğünü varsayıyalım. Mıknatıslar yatay durumda olmamakla birlikte eğilme yönü Kuzey-Güney istikametindedir. Eksen etrafında etki gösteren bir dönüş olmadığı için dönüş hatası da meydana gelmez.

Güneyli dönüşlerde pusula yanlış dönüş yönü göstermediğinden ve küçük hataları düzeltmek daha çabuk olduğundan güneyli başlarda pusulanın istikrarı, kuzeyli başlara göre daha kolaydır. Dünya manyetik alanının Z bileşeninin güçlü, H bileşeninin zayıf olduğu yüksek enlemlerde dönüş hataları artar. Dönüş oranı, dönüş süresi, uçağın hızı, dönüş başları ve pusulanın dizaynı, dönüş hatalarının derecesini belirleyen faktörlerdir.

27.17 DÖNÜŞ HALALARI – PUSULA SIVISİNIN DÖNÜŞÜ

Dönüş sırasında pusula çanağı içindeki sıvı küçük anaforlar oluşturur. Bu anaforlar mıknatıs gövdesini dönüş yönünde hareket ettirirler. Oluşan bu hata, Kuzey Yarımküredeki kuzeyli dönüşlerde, aynı yarımküredeki güneyli dönüşlere göre daha büyük miktardadır (Güney Yarımkürede tam tersi).

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 10/12
---	--	---	---

27.18 DÖNÜŞ HATALARI – ÖZET

Kuzey ve Güneyli dönüşlerde dönüş hatası maksimum; Doğu ve Batılı dönüşlerde sıfırdır. Manyetik enlemin artmasıyla hata miktarı da artar. Manyetik Ekvatorda oluşan tek hataya pusula sıvısının yarattığı anafor sebep olur.

Uçak, kendisine yakın olan kutba doğru dönerken (Kuzey Yarımkürede Kuzeye; Güney Yarımkürede Güneye) aşağıdaki durumlar oluşur;

- a) Uçak ve pusula aynı yönde hareket eder.
- b) Pusula geride kalır.
- c) Pilot dönüşten erken çıkmalıdır.
- d) Pusula sıvısı anaforu dönüş hatasını artırır.

Uçak, kendisine uzak olan kutba doğru dönerken (Kuzey Yarımkürede Güneye; Güney Yarımkürede Kuzeye) aşağıdaki durumlar oluşur;

- a) Uçak ve pusula ters yönde hareket eder.
- b) Pusula önce hareket eder.
- c) Pilot dönüşten geç çıkmalıdır.
- d) Pusula sıvısı anaforu dönüş hatasını azaltır.

Dönüş Hataları Tablosu

Yarım küre	Dönüş		Mıknatısın dönüş yönü	Dönüş sonunda pusuladan okunan	Dönüşün durdurulması	Uçağın dönüş yönü	Sivi anaforunun etkisi	Pusula durumu
	-den	-e						
N	45	315	Saat yönünün tersi	Çıkış başından büyük	Saat yönünün tersi	Erken	Hatayı artırır	Tembel
N	315	45	Saat yönü		Saat yönü	Erken	Hatayı artırır	Tembel
N	135	225	Saat yönü	Çıkış başından büyük	Saat yönünün tersi	Geç	Hatayı azaltır	Erken hareket eder
N	225	135	Saat yönünün tersi		Saat yönü	Geç	Hatayı azaltır	Erken hareket eder
S	45	315	Saat yönünün tersi		Saat yönü	Geç	Hatayı azaltır	Erken hareket eder
S	315	45	Saat yönü	Çıkış başından büyük	Saat yönünün tersi	Geç	Hatayı azaltır	Erken hareket eder
S	135	225	Saat yönü		Saat yönü	Erken	Hatayı artırır	Tembel
S	225	135	Saat yönünün tersi	Çıkış başından büyük	Saat yönünün tersi	Erken	Hatayı artırır	Tembel

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 11/12
---	--	---	---

NAVIGATION**THE DIRECT INDICATING COMPASS****DIRECT READING MAGNETIC COMPASSES**

1. In a standby direct reading compass there is:
 - a) a non-pendulously mounted magnet system.
 - b) a single pendulously mounted bar magnet.
 - c) a circular magnet or pair of bar magnets pendulously mounted.
 - d) a low magnetic moment system, either of circular or bar configuration.
2. The main requirements of a direct reading magnetic compass are that it should be:
 - a) horizontal, sensitive, periodic.
 - b) easily read, floating in a transparent liquid, quick to react to change in aircraft heading.
 - c) positioned directly in front of the pilot, easily corrected for magnetic deviation, aperiodic.
 - d) aperiodic, horizontal, sensitive.
3. For a position in the southern hemisphere, the effect of acceleration errors are greatest on headings:
 - a) $180^\circ(C)$ and $360^\circ(C)$
 - b) $045^\circ(C)$ and $225^\circ(C)$
 - c) $135^\circ(C)$ and $315^\circ(C)$
 - d) $090^\circ(C)$ and $270^\circ(C)$
4. An aircraft in the southern hemisphere is turning from a heading of $045^\circ(C)$ to $315^\circ(C)$ using a DGI. At the end of the turn the compass will read than 315° and liquid swirl will this effect.
 - a) more; increase
 - b) less; increase
 - c) more; decrease
 - d) less; decrease
5. In a standby compass the magnet system is immersed in a transparent liquid. The purpose of this liquid is to:
 - a) increase sensitivity, increase aperiodicity.
 - b) increase sensitivity, decrease aperiodicity.
 - c) increase sensitivity at high latitudes, lubricate bearings.
 - d) increase sensitivity, reduce liquid swirl.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 12/12
---	--	---	---

NAVIGATION**THE DIRECT INDICATING COMPASS**

6. To improve the horizontality of a compass, the magnet assembly is suspended from a point:
- a) on the centre line of the magnet.
 - b) below the centre of gravity.
 - c) above the centre of gravity.
 - d) varying with magnetic latitude.
7. The amount of turning error shown by a direct reading compass varies with:
- 1) the design of the compass.
 - 2) the direction of the turn.
 - 3) the rate of turn.
 - 4) which hemisphere the aircraft is in.
 - 5) the heading of the aircraft.
 - 6) the amount of dip at the aircraft's latitude.
- Of these statements:
- a) only 1, 2, 5 and 6 are correct.
 - b) only 1, 3, 5 and 6 are correct.
 - c) only 2, 4 and 5 are correct.
 - d) all are correct.
8. During a sustained turn the nearer magnetic pole, the effect of liquid swirl will compass turning error.
- a) away from; increase.
 - b) towards; not affect.
 - c) away from; not affect.
 - d) towards; increase.
9. When carrying out a turn at the magnetic equator there will be:
- a) no turning error.
 - b) a tendency to underread turns through south and overread turns through north.
 - c) a tendency to underread turns due to liquid swirl.
 - d) no turning error when turning through east or west only.

ANSWERS

1	2	3	4	5	6	7	8	9
c	d	d	d	a	c	d	d	c

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/11
---	--	---	--

BÖLÜM 28

REMOTE INDICATED COMPASS

(UZAKTAN KUMANDALI CAYRO PUSULA)

İÇİNDEKİLER

28.1 TANIM

28.2 DEDEKTÖR ÜNİTESİ

28.3 DEDEKTÖR ÜNİTESİ

28.4 CAYRO ÜNİTESİ

28.5 AMPLİFİKATÖR (YÜKSELTEÇ) ÜNİTESİ

28.6 KONTROL KUTU DOĞRULAYICI

28.7 ELLE YAPILAN EŞ ZAMANLAMA

28.8 TEKRAR EDİCİ SİSTEMLER

28.9 UZAKTAN KONTROLLÜ PUSULALARIN AVANTAJLARI

28.10 KATSAYILARIN DÜZELTİLMESİ

28.11 OPERASYONUN PRENSİPLERİ

SORULAR

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/11
---	--	---	--

28.1 TANIM

Direk okumalı manyetik pusulalar; dönüş ve hızlanma, elektrikli sistemlerinin yakınılığına göre sapma, diğer seyrüsefer aletlerini besleme zafiyetlerinden dolayı uzaktan kumandalı pusula “**REMOTE CONTROL (SLAVED CAYRO) PUSULA**” imal edilmiştir. Daha fazla bilgi “**SPERRY GYRO COMPASS**” da verilecektir.

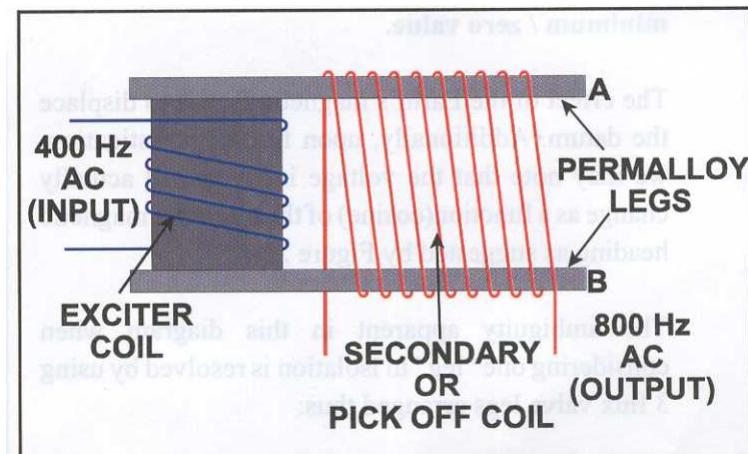
28.2 DEDEKTÖR ÜNİTESİ

Uzaktan kumandalı pusuların birinci elemanı, direkt okumalı pusulardaki hataları bertaraf edilmiş, bulunulan yerin manyetik sahasını sisteme ayarlayan “**DEDEKTÖR ÜNİTESİ**” dir. Bu ünite, 3 ayaklı, karterizde tamamen sabit olmasına rağmen, dikeyde biraz serbest, dünyanın manyetik alanına ayarlanan “**flux valve**” aygıtidır.

Şekil: 28.1 Sadeleştirilmiş arz tesirli cayro pusula (flux valve) diyagramı

Flux valf, **FARADAY ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME KANUNU**’a göre çalışır.

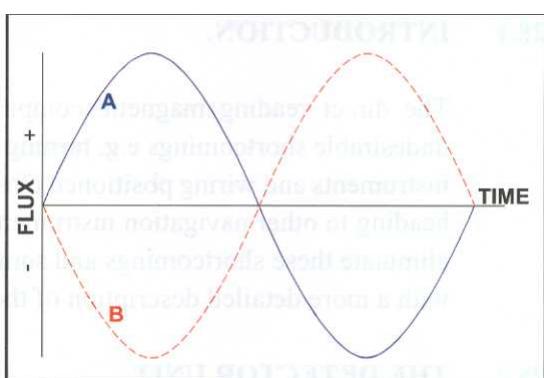
Bazı düzeltmeler yapılarak, bulunulan yerin mıknatısı meridyeninin istikametini gösteren, arzin mıknatısı saha detektörü prensiplerine göre çalışan bir cihazdır. Devredeki sargıların sayısı değişirse, elektromanyetik kuvvette neden olur. Bu kuvvetin büyüklüğü, sargıların sayısındaki değişmeye orantılıdır.



Alternatif akım, flux valfin alt ve üst bacaklarına ters sinyal ileterek, nüveye sarılmış sargıyı besler.

Şekil: 28.2

Şekil: 28.2 de, flux (manyetik kuvvet hatları) A ve B dalgaları halinde gösteren grafik görülmektedir.

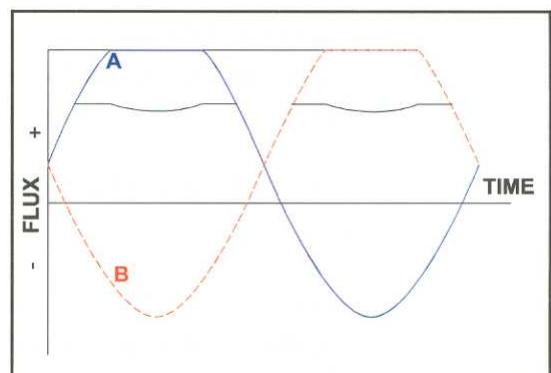


Maksimum genişlikteki bacaklar manyetik olarak beslenir. Bununla birlikte flux valf bacağı sahada sağ açılı ise, toplam elektromanyetik kuvvet en azdır. Pick-off elektrik bobin içinde akım olmamasına neden olur.

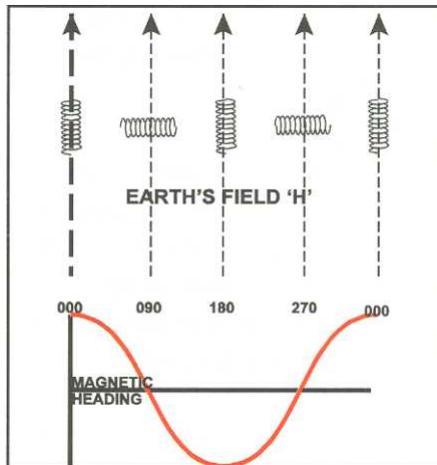
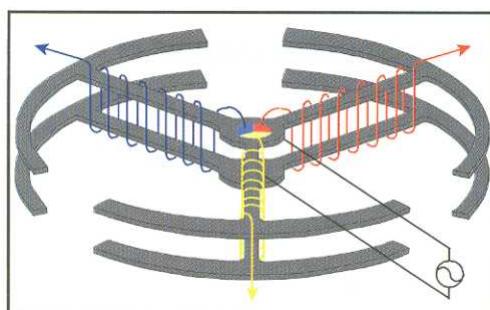
Eğer dalga dünyanın manyetik alan vasıtasyyla üretilmişse, Şekil: 28.2 üzerine eklenir, toplam etkisi değişim ister.

Şekil 28.3 içinde, toplam dalga içinde değişim olur ve EMF (elektro manyetik kuvvet) üretilir.

Eğer flux valf bacağı, dünyanın manyetik alanı ile aynı hızada ise (sinyal alabiliyorsa), ürettiği elektromanyetik kuvvet maksimum seviyede olacaktır. Eğer flux valf, manyetik alana göre sağ açıda ise ürettiği EMF minimum değerde olacaktır.



	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/11
---	--	---	--

**Şekil: 28.5****Şekil: 28.4**

Dünyanın manyetik kuvvet hatlarının etkisi başlangıç değerinin yerini değiştirir. İlave olarak, daha ileri araştırmalarda dikkat etmemiz gereken Şekil: 28.4 de gösterildiği gibi, uçağın manyetik istikameti gerçekten işlev olarak değişecek olan voltaja neden olur.

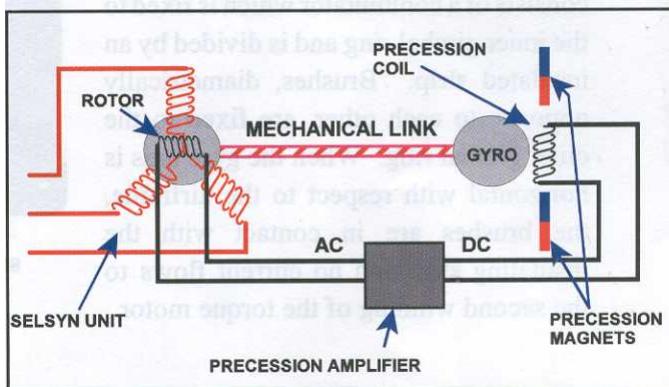
Bu diyagram içinde anlam belirsizliği, bir bacağı izolasyon (yalıtım) içinde düşünürsek, 3 flux valve bacağı kullanarak çözülür (Şekil: 28.5).

28.3 DETEKTÖR ÜNİTESİ.

**Şekil 28.6 A Detector Unit**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/11
---	--	---	--

Detektör birim, sallanan (pendulous) manyetik bulucu elementi, Hooke's Joint'e monte edilen ve detektöre 25° limitlerinde yunuslama ve yatışa müsaade etmesine rağmen, diğer limitlere sabit kart içinde izin verir. **Yatışta**, "cut out switch"i harekete geçiren "**selsyn** ünitesi" hatalı sinyallerin yollarasını durdurur flux valve gibi dünyanın dikey bileşeni 'Z' in aşırı değerlerini toplamaya başlar. Ünite kendi başına uçuş sırasında yaratılan salınımları azaltmak için kısmen yağ ile doldurulmuş "sealed case" ihtiyac eder.



Şekil: 2.7 Selsyn Unit and Loop System

Sistem, uçağın manyetik türbülansların minimum ürettiği kanat ucuna veya kuyruk dikey stabilizeye monte edilmiştir.

Uzaktan kontrollü elektromanyetik doğrulayıcılar, doğrulama bobinlerinin faydalı olması için detektör birimin üst kısmına monte edilir. Bunlar, B ve C katsayılarını dengelemede kullanılır ve kabinde $+/-15^\circ$ kadar doğrulamaları mümkün kılar.

Uzaktan kontrol (remote) detektör birimin üç bacağından akımlar, pilota yakın bir yere monte edilen alıcı ünitesi olan stator bobinlerine (kontrol transformatör) geçer. Akım, daha sonra motora geçerek, alanda doğru açayı bulana kadar rotoru harekete geçirir. Akım, geçiği bulamadığı zaman motor durur (a null-seeking motor).

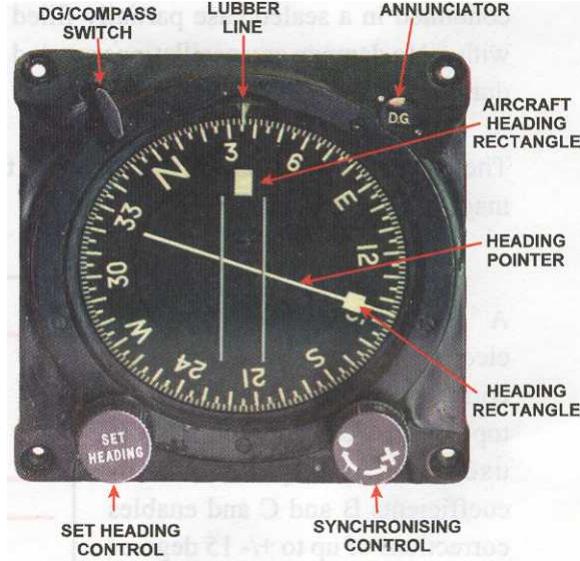
Eğer rotor basit elektrik motoru ile çalıştırılıyorsa, uçaktaki herhangi bir manevra, flux valve de harekete sebep olacak, dünyanın manyetik alanında yanlış algılama hatalarına, buda pusulada dönüş hatalarına sebep olabilecektir. Sadece kısa sürede olası olan bu hataları ortadan kaldırmak için, rotor tarafından toplanan sinyaller, yatay eksen gyro azimuth içinde yalpalanır. Gyro direk olarak rotora bağlıdır ve rotorun doğru hizalanmasını sağlar.

Manyetik kontrol (monitoring), dakikada 2° ile 5° arasında yalpalama üretecek kısa zamanda meydana gelen pusula hatalarını düzeltir. Daha fazla olan hataları el ile eş zamanlı olarak, rotoru daha hızlı düzene sokulmasını sağlar. Şekil 28.7'de şematik olarak sistem görülmektedir.

28.4 GYRO ÜNİTESİ.

Pilot göstergesi olan **GYRO ÜNİTESİ** (bazı tanımlamalarda "tekrar edici"); gyro, kontrol transformatör (CT), pusula kartı, istikamet ayarlama kolaylık, annunciator birimi ve pusula eş zamanlama kontrolünü ihtiyac eder.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/11
---	--	---	--



Şekil: 28.8

Mekanizmanın yapısı, seviye anahtarı ve tork motorunu kapsayarak, gyroyu ufkı eksende tutar. Tork motoru düşey halka üzerinde yer alır ve iki adet sarmal sargıya sahiptir. Bunlardan biri düzenli olarak enerjilenirken, diğeri seviye anahtarla kontrol edilir. Bu seviye anahtarı, döndürülebilir bir tip olup, merkeze en yakın iç yalpa çemberine monte edilmiş ve izole edilmiş şerit tarafından da bölünmüştür. Fırçalar tamamen olarak birbirine karşı ve dıştaki yalpa çemberine montelidir. Gyro eksenini, dış çembere ufkı olduğunda, ikinci sargasında, fırçalarla yalıtılan şerit ile bağlantı içinde ve tork motorunun akım geçişine mani olur.

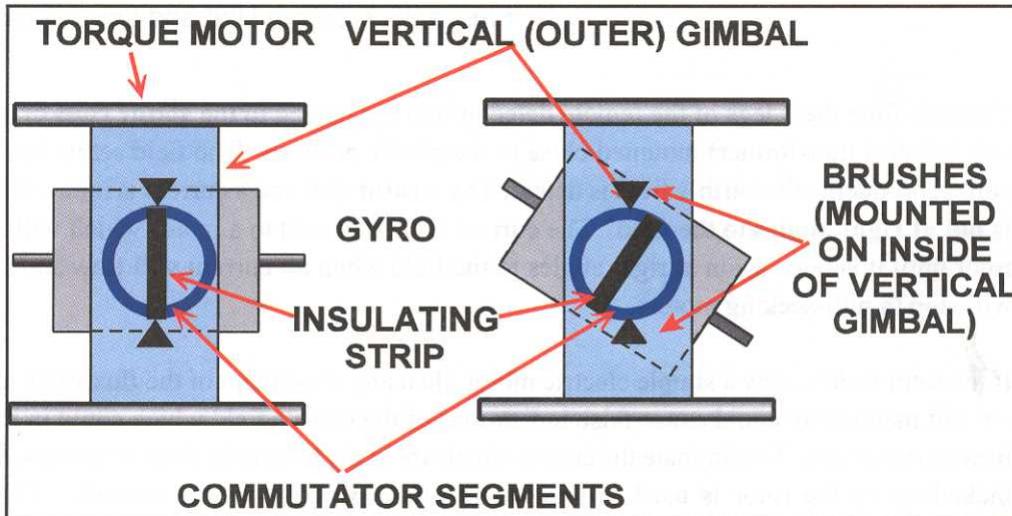
Gyro eksen yataydan ayrıldığı zaman, fırçalar çevirgeç parçası ile temasa geçer ve tork motor da enerjilenir. Tork içerisindeki halka ile birleşir. Gyro normal hareketi döndürerek, eğer dönme yönü içinde 90° lik fark (yalpa) kuvveti uygulandığı zaman, rotor eksenini yataya geri döndürür.

Rotor eksenini doğru yönde yalpalanması için dikey çembere tatbik edilen torkun yönünü, tork motorunu enerjilendiren akımın kutupları kontrol eder.

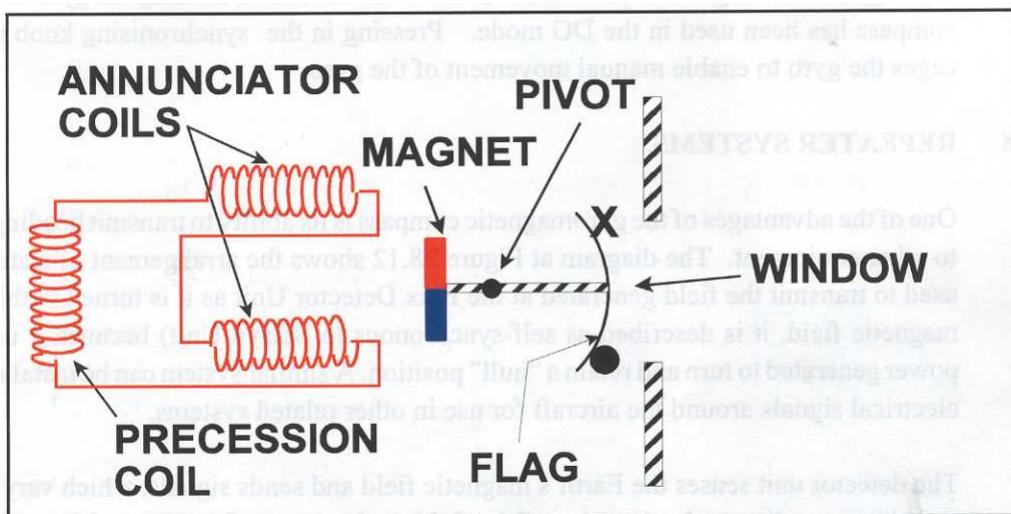
Yalpa azimuth içinde dikey çember üzerine yerleştirilen yalpa motor tarafından sağlanır. İki bobinden biri düzenli olarak ve diğeri de kontrol transformatörün rotoru sıfır (null) pozisyonunda olmadığı zaman miknatıslanır. Sinyaller ikinci yalpa bobine yalpa amplifikatörü aracılığıyla beslenmiş ve tork iç gimbalda gyronun azimuth içinde yalpasına sebep olur.

Dalgalanma amplifikatörün DC randımanı da Annunciator elektrik evre doğrultusunda keza beslenmiş ve pusula ayarlamasına bakılmaksızın gösterir.

Annunciatorun miline bağlı işaretli bayrak, nokta, çapraz ve diğer bir küçük daimi mıknatıs taşıyan bir sondadan meydana gelir. Mıknatıs iki annunciator bobin arasında yer alır ve birbirlerini iki bobin içinde akımlarının değerine Rotor CT sinin yönüne bağlı olarak çekerler. İşaretlerden, nokta veya çapraz, annunciator camında gösterilir. Pusulada eş zamanlama olduğu zaman bayrak ortada, annunciator bobinler arasına yer alır ve nokta ile çapraz işaretleri arasındaki ortada görünebilir olmalıdır. Bununla birlikte, titreşime sahip olan uçak eş zamanlı durum genellikle yavaş salınım (asılı) tarafından nokta ve çapraz arasında gösterilir.



Şekil: 28.9



Şekil: 28.10 Annunciator circuit.

28.5 AMPLİFİKATÖR (YÜKSELTEÇ) ÜNİTESİ.

Gyronun elektrik devrelerindeki yalpalamadan önce bu birim CT de sinyalleri yükseltilir ve düzeltir.

28.6 KONTROL KUTU DOĞRULAYICI.

Kontrol kutu doğrulayıcı genellikle pilot kabini içine yerleştirilir ve elektriksel olarak doğrulayıcı bobinlere Flux dedektör bobin üzerinde monteliidir. Akım elektromanyetik doğrulayıcıya değişken iki kontrol yöntemleri tarafından kutunun yüzü üzerinde, biri B ve diğer C katsayısi için, doğrulamalar en fazla +/- 15° arasında her bir durum içinde sağlanır.

28.7 ELLE YAPILAN EŞ ZAMANLAMA.

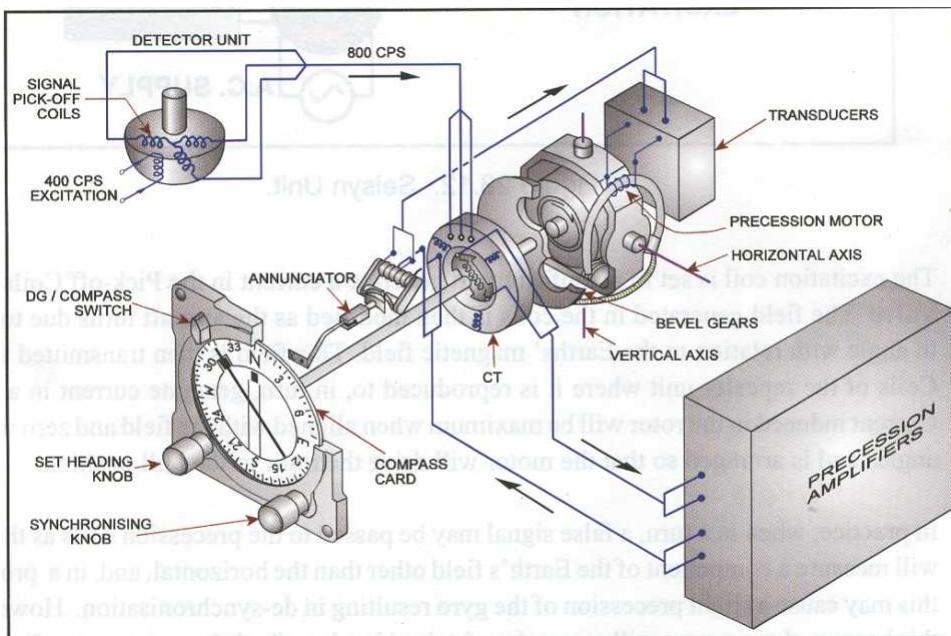
Pusula herhangi zamanda senkronize olmalıdır, takip eden şekilde senkronize olmalıdır:

- Eş zamanlama kontrol düğmesini itiniz ve annunciator camı içindeki sembol tarafından gösterilen yönde döndürünüz (genellikle bir nokta veya çarpı işaretü).
 - Döndürmeyi, orta yola veya alternatif nokta ve çarpı arasındaki işaretli yere kadar devam ediniz.
 - Kontrol düğmesini serbest bırakınız.
- Gyronun çalışma limitleri pitch veya rollda, uçuştta +/-85° kadar kullanılır. Bu değeri aşan uçuşlarda gyro kilitlenir ve normal durumda tekrar sistem senkronize edilmesi gereklidir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/11
---	--	---	--

28.8 TEKRAR EDİCİ SİSTEMLER.

Gyromanyetik pusulanın yararlarından biri istikamet bilgileri diğer aletlere nakletme yeteneğidir. Şekil: 28.12 deki diyagramda, statör ve rotorların düzenlerini göstermektedir. Nakletme alanı üretmeye ayarlı Flux Detoktor birimde, dünyanın manyetik alanı içinde döndüğünde kendini ayarlama olarak tanımlanır (selsyn birim). Döndürmek ve null (sıfır) pozisyonunu kaybetmemek için elektrik güç üretir. Benzer sistem, elektrik sinyalleri uçak etrafında göndermek ve buna bağlı diğer sistemlerin kullanımı için de yerleştirilebilir.



Şekil: 28.11 The Sperry Gyro Compass.

CT'nin statora gyro içinde genişliğini ve işaretini değiştiren alanın yönüne uygun olarak detektör ünite, dünyanın manyetik alanını algılar ve sinyaller yollar.

Rotorun CT'si ile pusula kart aynı şaft üzerinde ve yapım sırasında aynı hizadadırlar. Bu yüzden rotor açılarda olduğu zaman statorlerde alan üretilir ve pusula kartı uçağın mıknatıs istikametini doğru olarak gösterir. Eğer pusula kartı doğru istikameti göstermiyorsa, aynı şaft üzerinde olan rotor manyetik alanla doğru olmayan açılardadır, detektör üniteden gelen sinyaller tarafından stator içinde düzenlenir. Hatalı sinyal, hatalı hizanın büyüklüğü ile orantılı olarak rotor içinde meydana gelir.

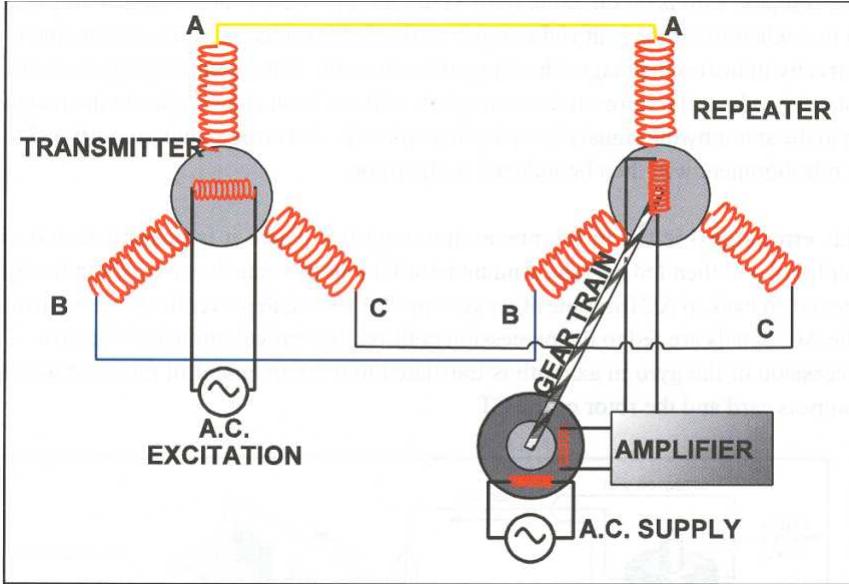
Bu hatalı sinyal aşamalandırma evresinin ortaya çıktığı yerde, yalpa yükselteci de besler, genişlemiş ve düzeldikten sonra besleme Annunciator birimden güç dönüştürücüye (transducer) geçerek, Sperry sistemi içinde AC ye geri dönüşür (diğer bazı sistemlerde DC içinde yalpa motor aletini güçlendirmiştir). AC sinyalleri yalpa bobinlerini gyronun dikey yalpa çemberi (Gimbal) üzerinde besler. Sonuçta ortaya çıkan yalpa azimuth içindeki gyro, pusula ve pusula kartı ile CT'nin rotorunu taşıyan şaftı harekete geçirir.

Yalpa sinyalin durduğu pozisyonda, bu döndürme kontrol trafosunun rotorunu sıfır pozisyon doğrultusunda hareket ettirir ve sinyal bir kere daha manyetik meridyen ile hizalanır.

Uçak istikametini değiştirdiği zaman, gyro ekseni ve buna bağlı olarak yatay (horizontal) konik dişli donatımı yerinde sabit kalır. Gyro ünitesi, uçak ile döner ve dikey (vertical) konik dişli donanımı da yatay konik dişli donanımı çevresinde döner.

Kompas karta sahip gyro ünitesinin şaftının dönüsü, uçağın dönüş miktara eşittir. Detektör ünitesinden gelen eş zamanlı sinyaller, uçağı dönüşyle değişim gösterir. Her iki değişimin miktarı aynı olmalıdır. Ancak bu şekilde pusula senkronize olacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/11
---	--	---	--



Şekil: 28.12 Selsyn Unit.

İkaz bobini yapım içinde Flux Valve'ın Pick-off bobinleri içine akım üretmek için yerleştirilir. Bobinler içerisinde üretilen alan uçak döndükçe, açı değişme nedeniyle dünyadan manyetik alanına bağlı olarak değişir. Bu alan, tekrar edici birimin Stator bobinlerine dönüş içinde tekrar üretildiği yerde, rotor içinde üretilen akıma gönderilir. Akımın rotor içindeki alan ile hizalandığı zaman maksimum olmasına neden olur ve doğru açılarda da sıfırdır. Bu yüzden motor rotoru sıfır pozisyonuna sürecek sistem ayarlanır. Pratikte dönüş içinde hatalı sinyal yalpa bobinlerini geçebilir, bu suretle flux valve dünyadan alan bileşenini yataydan farklı ölçer ve uzun süreli dönüş içinde bu senkronize içinde sonuçlanması ve gyronun hafif yalpalanmasına sebep olur. Bununla birlikte pusula kendini yukarıda anlatıldığı gibi tekrar dakikada 2 ve 5 dereceleri arasında ayarlamalı (tekrar senkronize) veya operatör elle daha önce anlatıldığı gibi tekrar ayarlamalıdır (senkronize).

28.9 UZAKTAN KONTROLLÜ PUSULALARIN AVANTAJLARI.

Uzaktan kontrollü pusulalar, direk okumalı pusulaların dezavantajlarını bertaraf etmek için tasarlanmıştır. Bu dezavantajlar:

- Uçak içine pilotun kolay görebileceği bir yere yerleştirildiklerinden, bu pozisyonda uçak manyetiğine maruz kalırlar.
- Dönüş ve hızlanma (ivme) hatalarına maruz kalırlar.
- Sadece pusula istikametini gösterir ve istikamet bilgisini, diğer cihaz veya ekip pozisyonlarının gereksinimlerini sağlayamaz.

“a” maddesindeki dezavantaj, Uzaktan Kontrollü Manyetik Pusula içinde küçük bir algılayıcı/Detektor ünite (flux valve) kullanarak giderilebilir, uçakta manyetik alan üretmeyen kanat veya dikey stabilize ucuna yerleştirilerek bu dezavantajdan kurtulabilir.

Gyroskop'un istikamet kararlığını, detektör birimin manyetik kuzey hissetme özelliği ile birleştirilerek dönüş ivmesi hataları hemen hemen tamamı elimine edilebilir.

Modern pusulanın hissedebilir ögesi, Hooke's Joint üzerindeki detektör sallandıkça ivmeler nedeniyle hatalara tabii olmasına rağmen, uzun süreli sabit uçuşlarda doğru istikamet verir.

Uçağın yönsele gyoscopları birçok uçağın manevrası ile ilişkili değildir ancak uzun süreli uçuşlarda DGM'nin ayarlanması gereklidir.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/11
---	--	---	--

28.10 KATSAYILARIN DÜZELTİLMESİ (SPERRY CL1A COMPASS).

Katsayı 'A' (Herhangi bir istikamette):

a) Düzeltmeden sonraki gerekli olan istikametin hesaplanması:

$$\text{Gerekli istikamet} = \text{Şimdiki istikamet} + (\text{Katsayı A})$$

b) Doğrulayıcı kutu içine Plug Center Reading Voltmeter (RV) ile pusula ayarlanmış okuma sıfır olacaktır.

c) Kilitleme kontrol düğmesini IN durumuna getir (push the knop), döndürerek pusulanın gerekli istikameti okumasını sağla ve CRV sıfırdan sapacaktır.

d) Bir teknisyen yardımı ile düğmeyi IN durumunda tutarak, voltmetre sıfırı gösterinceye kadar Detektör Ünitesini tutarak civataları gevset.

e) Dedektör Ünitesini tutarak civataları sıkıştır ve kilitleme düğmesini serbest bırak.

Katsayı 'B' (pusula üzerinde Doğu veya Batı yalnızca)

(a), (b) ve (c) 'ler Katsayı A 'dan ayrı olarak:

İstenilen istikamet= şimdiki istikamet (c)Doğu + (B Katsayı)

Veya= şimdiki istikamet (c) Batı - (B Katsayı)

Yer (mahal) doğrulayıcı anahtar 'B' Doğrulama kutusu üzerinde keyway ve anahtarı kutu üzerinde (towards + for a + Katsayı B veya towards – for - Katsayı B) gösterilen yönünde CRV okuyucu sıfıra geri gelinceye kadar döndür.

d) Kilitleme tertibat düğmesini serbest bırak.

Katsayı 'C' (pusula üzerinde Kuzey veya Güney yalnızca)

Katsayı 'B' den ayrı olarak:

İstenilen istikamet = Şimdiki istikamet (c) Kuzey + (Katsayı C)

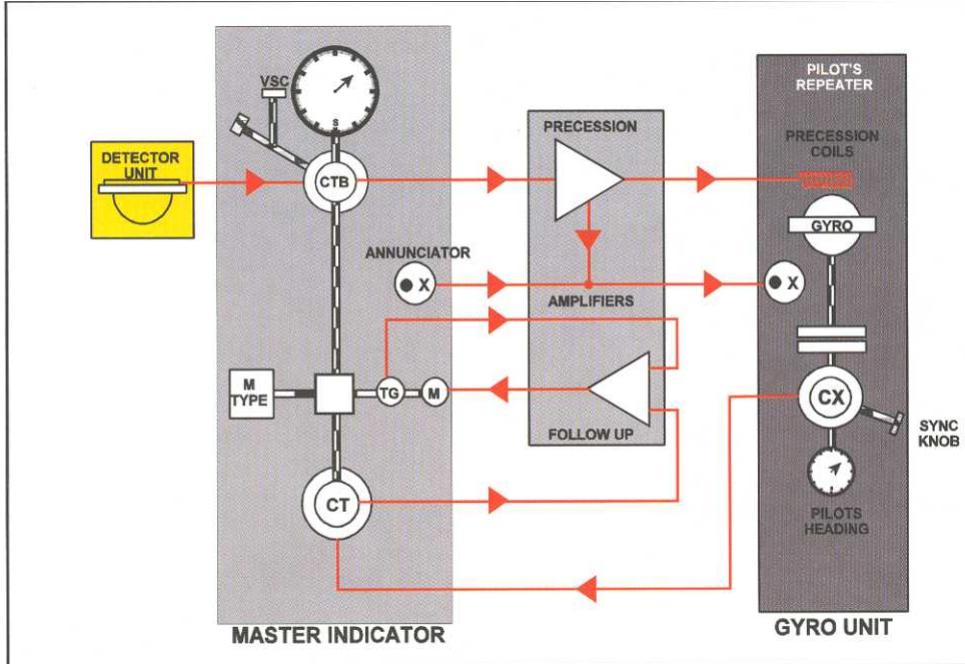
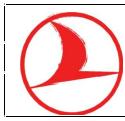
Veya = Şimdiki istikamet (c) Güney – (Katsayı C)

Ve, tabii ki, 'C' keyway'i Doğrulayıcı Kutu üzerinde kullan.

28.11 OPERASYONUN PRENSİPLERİ.

Takip eden metin Şekil: 28.13 deki sinyal akışı diyagramı ile birleştirerek okunmalıdır. Detektör ünitesi dünyanın manyetik alanını hisseder ve genişliği farklı olan Dünyanın manyetik alanının yönüne göre, kontrol transformatörünün statörüne sinyaller gönderir.

Ana göstergenin istikamet işaret çubuğu CTB 'nin rotoru gibi aynı şaft üzerine yerleştirilmiştir ve bununla döner. İstikamet işaret çubuğunun pozisyonu üretim sırasında ayarlanmış, bu yüzden doğru bir istikamet işaret etmek rotorun sıfır (null) pozisyonunda verir, doğru açılarda, stator bobinler içinde alana neden olur. Stator sargılarında meydana gelen manyetik alan, doğru açılarda rotorun sıfır pozisyonuna gelmesiyle, gösterge doğru başı verir.



Şekil: 28.13

Eğer uçuş sırasında işaret çubuğu uçağın istikametini göstermiyorsa aynı şaft üzerindeki rotor, detektör üniteden gelen sinyaller tarafından stator bobinler içinde düzenlenen manyetik alana, doğru açılarda olmayacağındır. Rotorda indüklenmiş olan yanlış ayarın miktarı, hatalı sinyal ile orantılıdır.

Bu yanlış sinyal yalpa yükseltecini faz ortaya çıkığı yerde besler, düzeltir, genişletir ve sonra AC ye tekrar dönüştüren güç çeviricisi besler. Daha güçlü olan, AC sinyalleri sonra gyro'nun dikey gimbal üzerinde (pilotun 'amplifikatör' yani tekrar edici içinde), gyroyu azimuth içine çevirecek olan (yalpa kullanarak) yalpa bobinlerini besler (AC motoru sıkça kullanılır, çünkü çalışma esnasında daha hafif, daha ucuz, daha düşük ısı yaratır).

Sonuçta azimuth içinde oluşan Gyronun yalpası konik dişli doğrultusunda, pilotun pusula kartını ve rotorun kontrol transmitterini (CX) taşıyan şaftın hareketi içinde nakil olur. Bu kontrol transmitter (CX), bir kontrol transformator (CT) asıl gösterge içinde, follow-up amplifikatör ve follow up motor bir kontrol fonksiyonu asıl gösterge içinde pusula işaret çubuğunu döndürme olan synchro transmission sistem ve uyum içinde gyronun yalpası ile rotorun CTBs'ı oluşturur. Bu dönme CTB nin rotorunu sıfır (null) pozisyonunda, yalpa sinyalinin kesildiği pozisyonda hareket ettirir çünkü tüm sistem manyetik meridyen ile hızdadır. Her iki pusula göstergede manyetik istikameti gösterir ve pusulada ayarlanmış olduğunu söyley.

Uçak istikametini değiştirdiği zaman gyro ekseni ve bu yüzden yatay konik dişli alan içinde sabit kalır. Gyro ünitesi uçak ile beraber döner ve dikey konik dişli, yatay konik dişlinin çevresinde döner. Gyro ünitenin şaftının dönüşü pusula kartı taşıyan uçağın dönüş miktarı ile eşdeğerdir. CX in rotoru şaft ile birlikte döndürür ve bu dönme CT'ye ve follow up motora geçer. Aynı zamanda detektör üniteden yapılan sinyaller uçak döndükçe değişir. Bu iki değişmenin miktarı hemen hemen aynıdır.

Dedektör ünitesi, statörde meydana getirdiği manyetik alan değişikliği kadar gyronun etkisi sayesinde CTB nin rotorunu döndürür. Pusula, bu sebeple ayarlı kalır. Pratikte yanlış sinyal yalpa bobinlerini geçebilir flux valve gibi dünyanın alan bileşenini yataydan başka olarak ölçer ve uzun süreli dönme içinde, zayıf yalpaya sebep olabilir, gyronun tekrar senkronize içinde sonuçlanır. Yaklaşık olarak dakikada 2° pusula kendini tekrar senkronize eder.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 11/11
---	--	---	---

NAVIGATION**REMOTE INDICATING COMPASS. (THE SLAVED GYRO COMPASS)****REMOTE INDICATING COMPASS**

1. The detector unit of a remote indicating compass is normally:
 - a) Fixed in the vertical plane only
 - b) Fixed in the azimuth
 - c) Free in the vertical
 - d) Free in the horizontal plane
2. In a remote indicating compass, the rotor of the slaved gyro is automatically prevented from wandering in the vertical plane by means of:
 - a) A levelling switch and torque motor
 - b) pendulous suspension
 - c) Bevel gears and gimbals
 - d) A torque motor
3. BCARs state that the residual deviation of a remote indicating compass shall not exceed;
 - a) 1 degree
 - b) 3 degrees
 - c) 2 degrees
 - d) 5 degrees
4. What prevents the rotor of the slaved gyro from wandering in the horizontal plane:
 - a) A levelling switch
 - b) An alignment switch
 - c) A precession circuit
 - d) A follow up amplifier
5. A DG flag appears on the pilots gyro unit. What does it indicate to the pilot?
 - a) Remote indicating compass in unserviceable
 - b) The compass is misaligned
 - c) No longer being monitored by the detector unit
 - d) The compass is aligned with the detector unit
6. The function of the follow up system in a remote indicating compass is to;
 - a) Exercise a low rate if control over the gyro unit
 - b) Maintain the master indicator aligned with the gyro unit
 - c) Ensure the two gyro units are in alignment
 - d) To ensure that the annunciator unit is working

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 12/11
---	--	---	---

NAVIGATION**REMOTE INDICATING COMPASS. (THE SLAVED GYRO COMPASS)**

7. The purpose of the annunciator circuit is to:
- a) Alternate irregularly
 - b) Alternate regularly
 - c) To indicate that the system is synchronised
 - d) To show by a dot or a cross independently that the system is synchronised
8. With reference to the flux valve of a remote indicating compass;
- a) The flux valve is pendulously mounted and is free to turn to remain aligned with the earth magnetic field
 - b) The flux valve is not subject to acceleration errors
 - c) The flux valve is pendulously mounted and so it is not subject to or affected by the earth's magnetic field
 - d) The flux valve is fixed to the aircraft and so turns with the aircraft to measure the angle between the aircraft and the earth's magnetic field

ANSWERS

1	2	3	4	5	6	7	8
b	a	a	c	c	b	c	d

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EGİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/7
---	--	---	---------------------------------------

29. BÖLÜM

UÇUŞ YÖNETİM SİSTEMİ

İÇİNDEKİLER

29.1 ÇALIŞTIRMA PRENSİPLERİ

29.2 KONTROL VE İŞLETİM SİSTEMİ

29.3 VERİ TABANI

29.4 İŞLETİM PROSEDÜRLERİ – İLK İŞLER

29.5 ÇALIŞTIRMA PRENSİPLERİ– TIRMANIŞ (VNAV)

29.6 ÇALIŞTIRMA PRENSİPLERİ– DÜZ VE UFKİ UÇUŞ (LNAV)

29.7 ÇALIŞTIRMA PROSEDÜRLERİ- ALÇALIŞ

29.8 ÇALIŞTIRMA PROSEDÜRLERİ-DOĞRULUK

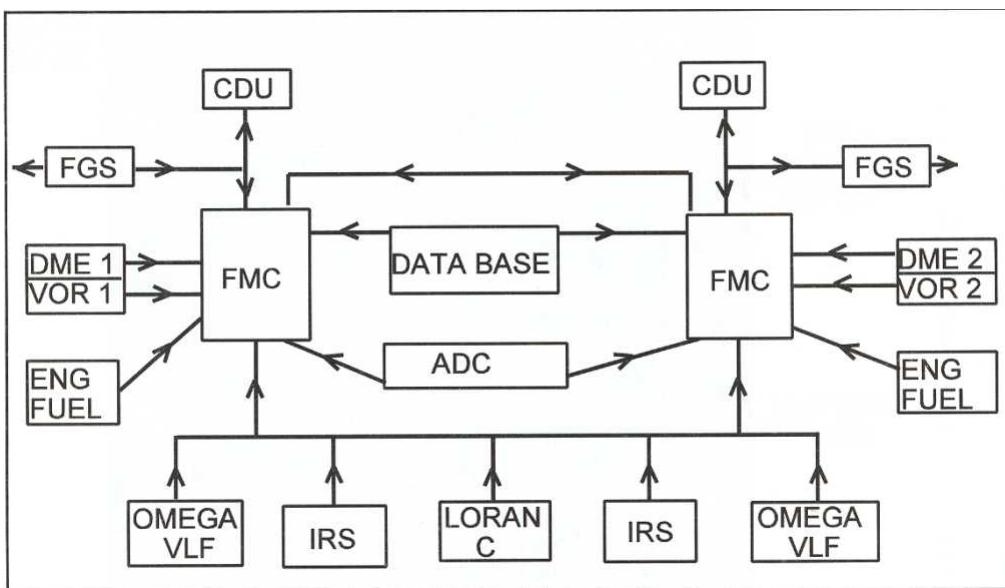
29.9 ÇALIŞTIRMA PROSEDÜRLERİ– KONTROL VE GÖSTERGE ÜNİTESİ

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/7
---	--	---	---------------------------------------

29.1 ÇALIŞTIRMA PRENSİPLERİ

Uçuş yönetim sistemleri seyrüseferi geliştirmek, yakıt etkinliğine yardımcı olmak ve mürettebat iş yükünü azaltmak için tasarlanmışlardır. Bilgisayarlar hava aracını kompleks rotalar boyunca Yanal Yol Gösterim'i (LNAV) kullanarak uçurmak için kullanırlar.

Dikey Gösterim(VNAV) sistemin optimum seyir irtifalarını ve tırmanış ve süzülüş boyunca en iyi otomatik güç kontrolü ve hız kombinasyonunu hesaplamamızı sağlar. Mürettebatın hava aracını gerçekle kendileri kontrol etmedikleri tüm zamanlarda, onlar hava aracını uçurmak için FMS kontrollerini kullanırlar. FMS kontrolleri, etkin olarak, parmak ucuyla birlikte minyatür uçuş panelidir.



Şekil: 29.1 tipik bir sistemin şematik yapısını göstermektedir.

CDU -Kontrol ve İşletim Ünitesi

FGS -Uçuş Yol Gösterim Sistemi

FMC -Uçuş İşletim Bilgisayarı

ADC -Hava Veri Bilgisayarı

IRS -Sabit Referans Sistemi

29.2 KONTROL VE İŞLETİM SİSTEMİ

CDU' nun öncelikli fonksiyonu, uçak ile mürettebat arasında bilgi alışverişi dir. CDU, uçaktan aldığı verileri tam otomatik, pilottan aldığı kumandaları yarı otomatik kullanabilir. CDU' nun esas olduğu durumda merkez konsolun genellikle her iki kenarına monte edilirler (B 747-400 de, üçüncü bir CDU' nun yerleştirildiği esas olarak mühendis personel tarafından kullanılan merkez konsolda birleştirilmişlerdir). Onlar içinde seçilmiş verilerin farklı sayfalarda gösterildiği renksiz veya renkli katod tüp ve seçici anahtarlarından oluşurlar. Şekil 29.2 tipik CDU' yu gösterir.

Dual Mod'da çalışırken (sıradan uçuş profilleri için geçerli mod), her iki FMC de bağımsız olarak pilota her iki MCDU' ya girişler yapmasını ve sonuçları **karşılaştırarak** her iki sistemde de kritik bilgilerin geçerli olduğunu güvence vermesini sağlar.

FMC'nin herhangi bir başarısızlığında, uçağın mevcut ikinci sistemi ile uçuş başarılı şekilde yönlendirilebilir. Şayet mürettebat tarafından tercih edilirse her FMC, "**kurtarma**" FMC' sinin bağımsız olarak çalışmasına müsaade edecek şekilde sistem haricinde belirlenebilir.

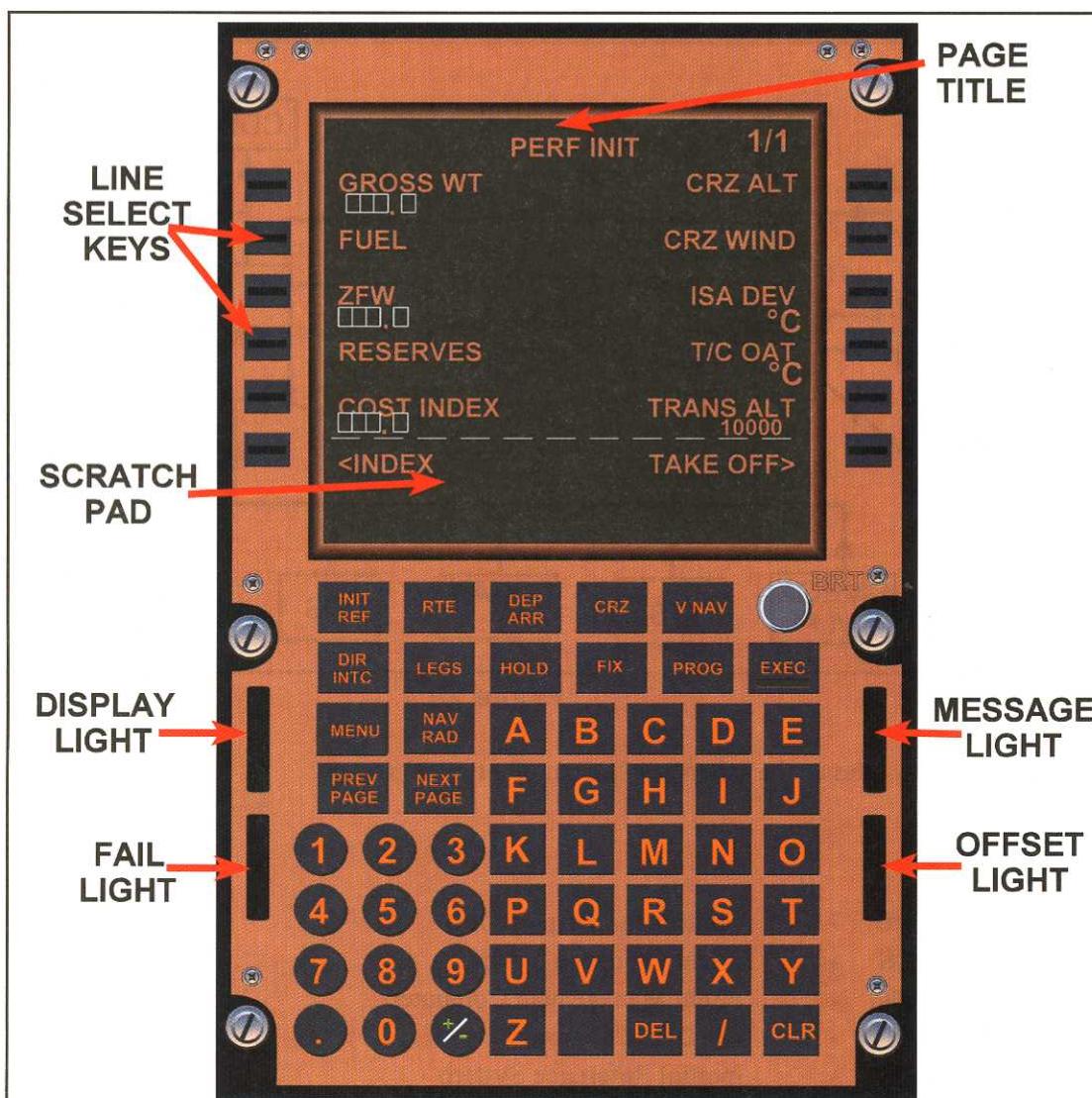
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/7
---	--	---	---------------------------------------

29.3 VERİ TABANI

FMC' de depolanmış bilgiler, o FMC' nin adı ile çağrırlar. Veri tabanı 2 ana bölüme ayrılır. Bir tanesi bilgiye dayalı **performansları** içerirken, diğeri **seyrüsefer** esnasında elde edilen bilgileri kapsar.

Performans veri tabanının amacı, mürettebatın Seyrüsefer Kontrol Talimatına bağlı olarak gerekli ihtiyaçlarını azaltmak ve savruluş ve itki komutlarının hesaplanması için gerekli bilgileri FMC' ye sağlamaktır. Tüm referans verileri (normalde gerekli olanlar) FMS-CDU' da gösterilebilir. Veri tabanında depolanmış veriler, uçağın sürtünme ve motor karakteristikleriyle, maksimum ve minimum süratlerini içerir. Bakım, her uçak için sürükleme ve yakıt akışı gibi girdi faktörleriyle veri tabanını arındırabilir.

FMC seyrüsefer veri tabanı, normalde seyrüsefer kartlarına bağlı olarak hesaplanacak pek çok veriyi içerir. Bu bilgiler FMS-CDU/AMD' de gösterilebilir ve FMC olmaksızın uçağın kokpitinde kart okumalarını ortadan kaldırır. Coğrafi alan, uçağın normal olarak uçtuğu tüm alanları kapsar. Depolanmış bilgiler seyrüsefer yardımcılarının, havaalanlarının, pistlerin ve diğer seçili SID, STAR, yaklaşma ve şirket yolları gibi hava yollarının yerlerini içerir.



Şekil: 29.2

FMC, her biri 28 gün geçerli olan 2 bölüm seyrüsefer verilerinden oluşur. Her bir bölüm seyrüsefer kartları için revizyon döngüsünü haber verir. Uçuş öncesinde uçuş mürettebatı hangi bölüm aktifse onu seçebilir. FMC seyrüsefer hesaplamalarında aktif bölümünü kullanır. Seyrüsefer veri tabanının içeriği, her 28

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/7
---	--	---	---------------------------------------

günde bir bakım tarafından güncellenir. Seyrüsefer kartı revizyon tarihi geçtiğinde, yenileri zaten FMC' de mevcuttur ve seçilmeye hazırır.

29.4 İŞLETİM PROSEDÜRLERİ - İLK İŞLER

Tanıtım Sayfası: Uçağa uygulanan gücün kullanılmasında FMC hemen self-test prosedürünü yerine getirir ve başarıyla tamamlandığında yine sistemin TANITIM sayfasında gösterir. FMC' nin TANITIM sayfası mürettebata, motor çalışma esnasında uçağın detaylarını onaylamaya müsaade eder ki, buda uçuş için programlanması gereken yol boyu prosedürlerinin yerine getirilmesinde mürettebata yapılması gereken işler serisine başlamasına fırsat tanır. Önemli olarak bu sayfada yürlükte olan Seyrüsefer Veri Tabanının ve diğer programa geçiş yapılacak tarihin hakkında onaya sahip olunur ki, eğer veri tabanının süresi dolmuşsa bu sayfa, programda değişiklik yapmamız gerektiğini zamanında bildirecektir.

POS INIT Sayfası: IDENT sayfasını kontrol ettiğimizde, sistemler arası senkronizasyonu sağlamak için FMS saatini, hava aracının saatine ayarlanması gereken POS INIT' e yönlendirecektir. Veriler FDR saklanır ve tabi ki FMC tarafından meydana getirilen ETA lar, hava aracının saatıyla uyumlu olmalıdır. Bu bölüm tamamlandığında hava sahasının merkez ve giriş pozisyonunda olduğundan, mümkünse IRS uyumu girişine izin verdiginden emin olunmalıdır.

RTE Sayfası: POS INIT' teki görevleri yaptıktan sonra çalışma ve kalkış meydanının ICAO kodlarını gireceğimiz RTE sayfasına yönlendirileceğiz. Bizden, sonra uçuş numarası detayları ve ayrılış meydanı standart rotası istenebilir; eğer standart rota yoksa diğer bilgiler sisteme girilmelidir.

PERF INIT Sayfası: Şimdi PERF INIT sayfasına gidip uçulacak rota boyunca hava aracının performans ve ağırlık konfigürasyonlarının güncelleyebiliriz. Bu sayfada yakıt ağırlığının detaylarını, gerekli yedek yakımı, seyir irtifasını B747 de eğer 5 motor taşıyorsak kanattaki süspansiyon noktasını bile girmeliyiz. Bu bölümde ayrıca ilerde anlatılacak olan Cost Index gereklerini de girmeliyiz.

ÖZET:

Burası Boeing serilerinde görülebilecek ana sayfaların bir özeti dir. Tabii bu bilgiler şirketten şirkete, sistemlerin modifikasyonuna göre değişiklik gösterir:

IDENT SAYFASI-

- a) Uçak Modeli/Konfigürasyon
- b) Operasyonel Program Ayırıcısı
- c) Sürüklendirme/Yakit Akış Faktörleri
- d) Temel Seyrüsefer Bilgi Ayırıcısı

POS INIT Sayfası-

- a) IRS Pozisyon Referansı
- b) IRS Uçuş Başı Referansı
- c) GMT/UTC/Zaman Bilgi Göstergesi

29.5 ÇALIŞMA PRENSİPLERİ – TIRMANIŞ (VNAV):

Fiat indeks "SIFIR" sayfası ekonomik hızı ve dolayısıyla maksimum mesafeyi verir. VNAV sayfasından irtifaya göre tırmanış hızı seçilerek girilir.

29.6 ÇALIŞMA PRENSİPLERİ – DÜZ VE UFKİ UÇUŞ (LNAV):

FMC' nin LNAV rehberliği, aktif rotayı meydana getiren kontrol noktaları arasında normal olarak mükemmel bir yol oluşturur. Bununla beraber aktif rotaya, FMC bilgi kütüğündeki bir prosedür kaydedildiğinde, FMC prosedürle uyumlu olarak sabit baş, yol veya bir DME arkını uçmak için kumandaları destekleyebilir.

FMC, cari pozisyonu IRS/INS, DME, VOR ve yerleştirilen diğer seyrüsefer sistemlerinden gelen girdileri kullanarak karar verir. Hesaplanan cari pozisyonu, aktif bacak boyunca aktif kontrol noktasına gitmek için yönlendirme kumandaları vermek üzere kullanır. Çalışması için, FMC en az bir INS/IRS' den pozisyon bilgisine ihtiyaç duyar. Hava aracı yerde iken, FMC pozisyonu IRS/INS' lerden alınan bilgiye dayanarak hesaplar.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/7
---	--	---	---------------------------------------

FMC pozisyonu normal olarak tüm IRS/INS pozisyonlarının bir birleşimidir ve bu sistemler zamanın bir fonksiyonu olarak pozisyon hataları ürettiğinden FMC' nin kullandığı pozisyon bilgisi de yavaşça hata oluşturur. Bu pozisyon hataları CDU üzerinde IRS/INS' lerin her birinin değişik pozisyonlarının tek tek gözlenmesiyle tespit edilebilir. Eğer aşırı bir yer izi gecikmesi meydana gelir ve önemli bir harita hatası görülürse, IRS/INS' lerin tekrar ayarlanması ve pozisyonun tekrar girilmesi gereklidir.

29.7 ÇALIŞMA PROSEDÜRLERİ - ALÇALMA

Programlanmış bir varış girildiğinde, FMC prosedürün hava hızı ve irtifa sabitlerine ve alçalmanın bitişine (E/D) dayanan bir alçalma yolu hesaplar. E/D bir son yaklaşma fiksi veya pist eşigiyle uyumlu, bir irtifa ve hava hızı sabiti olan bir kontrol noktasıdır.

VFR ve hassas olmayan yaklaşımlar için, FMC' nin hesapladığı patern, pist sonu yaklaşmasının 50 feet üzerinde bir noktaya inşa edilir. Tam bir görsel temas elde edene kadar, DH' in altına inmemek uçuş ekibinin sorumluluğudur. Pas geçme boyunca, LNAV rehberliği pas geçme noktası ve irtifası mevcuttur.

29.8 ÇALIŞMA PROSEDÜRLERİ -DOĞRULUK

0,05 nm/saat' ten daha az radyal hata oranı çok yaygın değildir. GPS' in bir seyrüsefer girdisi olarak tanıtımı tüm performansı geliştirecektir. Belirtilmelidir ki, bununla beraber kullanıcının yeteneği, sabit ve dikkatli bir gösterim ihtiyacı daima bir karar faktörü olacaktır.

29.9 ÇALIŞMA PROSEDÜRLERİ-KONTROL VE GÖSTERGE ÜNİTESİ

CDU Anahtar Grupları. CDU'nun ışıklı şalter paneli üzerindeki anahtarlar değişik fonksiyonlar gösterirler ve üç ana gruba ayrırlırlar.

- a) Alfanumerik,
- b) Fonksiyon ve mod,
- c) LSK.

Her anahtarın özelliği aşağıda açıklanmıştır.

Alfanumerik anahtarlar. Herhangi bir alfanumerik anahtara basıldığında o karakter scratch pad' de görünür.

Fonksiyon ve mod anahtarları. Sistemi başlatmak için kullanılır, uçuş planı fonksiyonları ve durumu için bir yol ve uçuş planını değiştirmek için, climb (tırmanma), cruise (seyir) veya descent (alçalma) bilgisini seçerek, planlama ve değiştirme için;

CLB

CRZ

DES

CLB (tırmanma)-seçmek ve ölçmek için mevcut veya alternatif tırmanma modunu gösterir. Seyrüsefer irtifası, hız/irtifa gibi girilebilir.

INIT REF

CRZ (seyrüsefer)-seçmek ve ölçmek için mevcut veya alternatif seyrüsefer modunu gösterir. Optimum irtifa hakkında bilgi, tırmanışın korunması ve türbülans etkisi N1 hedefleri mevcuttur.

N1 LIMIT

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/7
---	--	---	---------------------------------------

DES (alçalma)-seçmek ve ölçmek için mevcut veya alternatif alçalma modunu gösterir. Hedef hızı, hız/irtifa sınırlaması gibi girilebilir. Uçuş hattı açısı (FPA), dikey hız (v/s) ve dikey baş (V/B), mürettebat briefingi için bilgi sağlanır.

INIT REF (başlangıç/referans)- FMCS ve IRS'ı başlatmak için gerekli veri sayfalarını görmeyi sağlar. Ayrıca, operatör değişik referans verileri ve koruma sayfaları seçebilir.

N1 Limit-aktif N1 limitin manuel kumandasına olanak sağlar ve herhangi bir azaltılmış tırmanış N1 limitinin seçimi uygulanabilir (Mürettebata bir motoru "LP Turbine", RPM olarak seçmesine imkan verir).

MENU

N1 limit anahtarı ana (sol el) CDU üzerinde menü anahtarı olarak gösterilebilir ve sistemde veri bulmak için kullanılabilir.

DEP ARR

DEP/ARR (ayrılıklar/varışlar)-Bulunulan ve gidilecek hava alanlarındaki pistlerin ve prosedürlerin seçimi için kullanılır.

RTE

RTE(yol)-uçuş plan verilerinin girişini sağlar. Yana uçuş planı değişikliği için temel anlamdır.

LEGS

LEGS (yol bacakları)-Uçuş planındaki her bacakla ilgili detaylı bilgilerin girişini kabul eder ve gösterir.

HOLD

HOLD–belirlenmiş bir yol noktasında beklemenin başlatılmasına veya planlanmasına izin verir.

DIR INTC

DIR/INTC (direk/yola giriş) – herhangi bir noktaya direk giriş veri kabiliyetini sağlar veya uçuş planında bulunulan herhangi bir bacağa girişi sağlar.

FIX

FIX (fix bilgisi) – girilen fixe göre mevcut pozisyonun uzaklığını ve başını gösterir.Uçuş planındaki fixlerin kullanımını kolaylaştırır.

PROG

PROG(Uçuş süreci)-ETA,kontrol noktasındaki yakıt miktarı,seyrüsefer radyo frekansları,rüzgar ve yol hataları gibi mevcut uçuş durum bilgisini gösterir.



LSK-Scratch padden elde edilen verilerin seçilen satır ve bölüme girilmesi LSK ların kullanılarak kullanılır.CDU panelinde, altı tanesi solda ve CRT göstergesinin sağında olmak üzere 12 LSK vardır. Veri girişleri yalnızca LSK lere bitişik satırlara yapılmasına izin vardır. Veriler aynı zamanda istenen veri satırına bitişik LSK'ye basılarak boş bir scratch pad'e kopyası yapılabilir.



Değişim ikaz anahtarı-Scratch pad'deki veriyi pozitiften negatifeye veya tersine değiştirir. Özel veri girişleri için bir(-) işaretini koymak içinde kullanılır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/7
---	--	---	---------------------------------------

EXEC

EXEC: CDU da gösterilen veriyi aktif uçuş planının parçası olarak birleştirmeye yarar. EXEC anahtarı gösterge ışığı yanlığında faal duruma geçer. Anahtar uçuş planının uygulanması, değişmesi, aktif kılavuz modunun değişimi veya aktif uçuş kılavuz modu ve veri şeklini etkileyebilecek dataların sisteme girilmesi için kullanılır. Beyaz ikaz ışığının yanması gösterge üzerinde geçerli bir data serisinin olduğunu ve hava aracına kılavuzluk için aktif hale getirebileceğini gösterir.

PREV PAGE**NEXT PAGE****CLR**

Sayfa seçim tuşları-Aynı anda birkaç sayfa göstergesi gözüküğünde nextpage anahtarı göstergeyi bir üst sayfa numarasına götürür. Prevpage anahtarı ise bir önceki sayfaya getirir. Sayfa ulaşımı devamlı birbirinin arkasına gelir, sayfalar sondan başa döner.

Temizleme Tuşu-Scratch ped'in içerikleri CLR tuşuna basarak silinebilir veya uygun hale getirir. Scratch ped üzerinde bir data girişi mevcutsa CLR tuşuna kısaca basılması verilerin veya yazının en son karakterini silecektir. Eğer CLR tuşuna bir saniyeden daha uzun basılırsa tüm verileri silinecektir. CLR tuşu aynı zamanda Scratch ped'ten ikaz ve tavsiye mesajlarının silinmesi içinde kullanılır.

DEL

Silme Tuşu-Silme tuşu bir göstergeden satır seçimi yapıldıktan ve veri alanına kabul edildikten sonra veri silinmesi için kullanılır. Eğer Scratch ped boş iken DEL tuşuna basılırsa Scratch ped üzerinde "DELETE" ifadesi çıkar. Silme süreci silinecek verinin satır şeklinde seçilmesi (LSK) tamamlanır. Eğer silme geçerli ise veri alanı eski haline döner. Sistem DEL tuşunu uygunsuz kullanımını engeller.

Işıklı göstergeler. CDU panelinin ön tarafında dört gösterge vardır.

MSG: Beyaz ışık yanar, ikaz veya tavsiye mesajının olduğunu veya beklemeye bir mesaj olduğunu gösterir.

FAIL: Amber renklidir. FMC arızası olduğunda yanar.

DISPLAY: Göstergedeki mevcut sayfanın aktif uçuş yolu veya mevcut operasyonel performans modundan farklı olduğu zaman beyaz olarak yanar.

OFFSET: Paralel bir offset kullanımda olduğu zaman beyaz yanar. Örn: Uçak önceden planlanmış FMS yoluna paralel fakat belirli mesafe uzaktan uçmaktadır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 1/13
---	--	---	--

30. BÖLÜM

BÖLGE SEYRÜSEFER (RNAV) SİSTEMİ

İÇİNDEKİLER

30.1 TANIM

30.2 RNAVIN FAYDALARI

30.3 RNAV TİP VE SEVİYELERİ

30.4 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİ

30.5 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİNİN ÇALIŞMASI

30.6 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

30.7 BASİT BİR RNAV SİTEMİNİN LİMİT VE DOĞRULUĞU

30.8 4 RNAV SİSTEMİNİN SEVİYESİ

30.9 737-800 FMS ÇALIŞMASINA BAKIŞ

30.10 KONTROL GÖSTERGE ÜNİTESİ (CDU)

30.11 TIRMANIŞ

30.12 ALÇALIŞ

30.13 İŞLETME PRENSİPLERİ –ÇİFT IRS, ÇİFT FMC

30.14 İŞLETME PRENSİPLERİ –ÜÇLU IRS, ÇİFT FMC

30.15 KALMAN FİLTRELEMESİ

30.16 DME-IRS HASSASİYETİ

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 2/13
---	--	---	--

30.1 TANIM

Bölge seyrüsefer (RNAV) sistemi, yer kolaylık sistemlerinin üzerinden direk olarak uçuşa gereksime göstermeden istenilen doğrulukla uçağa seyrüsefer yaptırabilen herhangi bir sistemdir.

RNAV sisteminin doğruluğu, aşağıda yer kolaylıklarından bir kısmı veya tamamından alınan bilgilere bağlıdır;

VOR/DME

ILS/MLS

LORAN

GNSS

INS/IRS

ADC

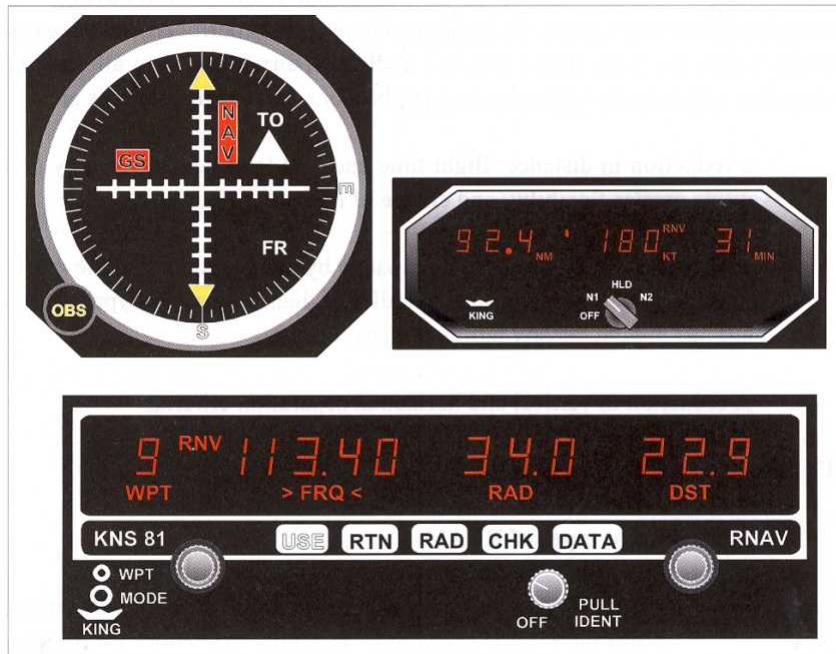
Time

Alınan bilgilerin kullanımı ve devamlı yenilenmesi, sistemin doğruluğu ve güvenirliğini artırır.

30.2 RNAV'IN FAYDALARI

RNAV, uçaklara direkt rotalarda uçuşmasını sağlayarak uçuş yollarındaki trafik sıkışıklığını giderir. Aynı şekilde, trafik kontrolünü da kolaylaştırır. Faydaları;

- Mesafe, uçuş zamanı ve yakıt harcamasını azaltarak, daha ekonomik uçuşa neden olur. Hava yolu şirketlerine ve pilotlara daha fazla yol seçeneği ve seçenek sağlar.
- Hava yolu seçeneklerinin artması ile daha fazla hava sahasının kullanılmasına, böylece terminal sahalarında uçakların yiğilmalarının önlenmesine mani olunur.



Şekil: 30.1 VOR/DME birleştirilmiş SS sistemi

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 3/13
---	--	---	--

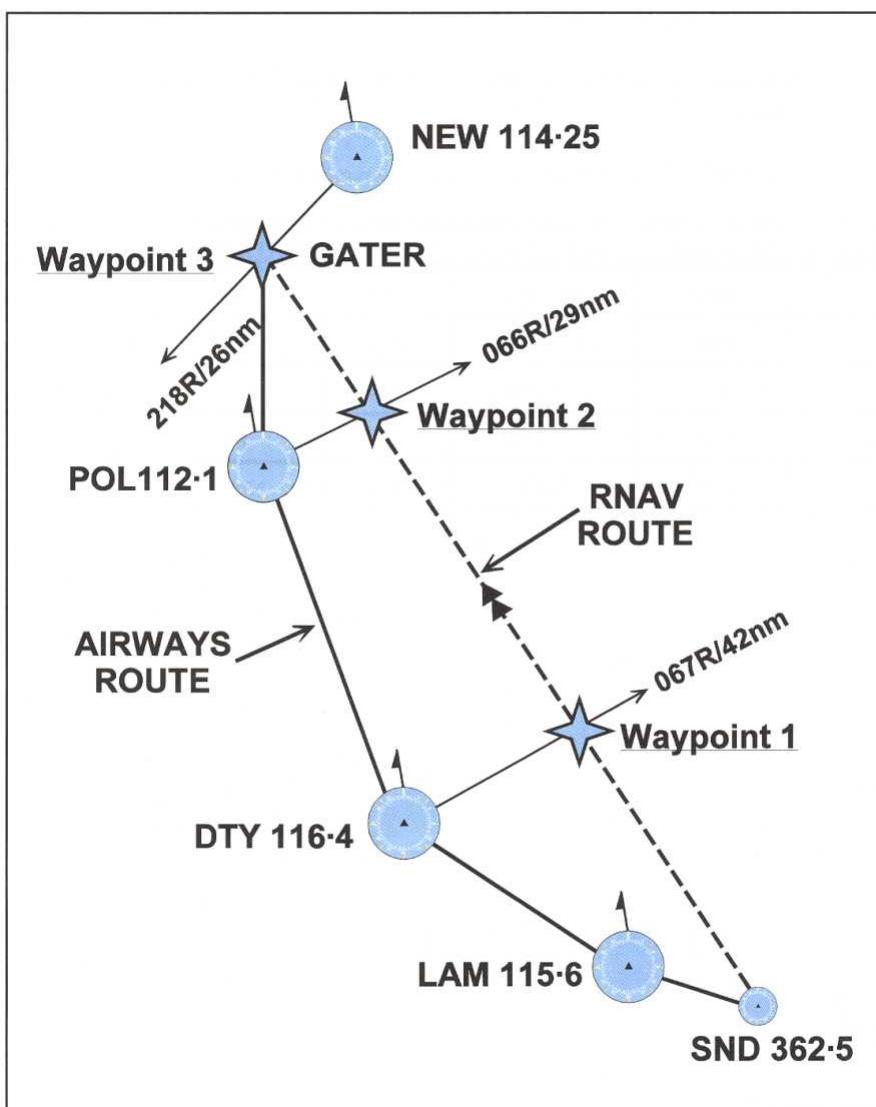
30.3 RNAV TİP VE SEVİYELERİ

İki tip RNAV vardır;

1. Temel RNAV (**B -RNAV**); 5 nm içinde % 95 doğru pozisyon sağlar. Bugün, Euro – kontrol hava sahasında 30 ve daha fazla yolcu taşıyan tüm uçaklar, B – RNAV yapabilme kapasitesine sahip olmaları zorunludur.
2. Hassas RNAV (**P - RNAV**); 1 nm içinde % 95 doğru pozisyon sağlar. P – RNAV, geliştirilmesine devam edilmektedir.

Üç tip RNAV seviye kabiliyetine sahiptir;

1. **2D – RNAV**, sadece ufkı uçuş yeteneği sağlar,
2. **3D – RNAV**, ufkı uçuş yeteneğe ilave dikey yetenek de sağlar,
3. **4D – RNAV**, 3D – RNAV ye ilave olarak zamansal yetenek sağlar.



Şekil: 30.2 RNAV yolu ve kontrol noktaları

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 4/13
---	--	---	--

30.4 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİ

Basit bir 2D RNAV uçuş kadransı;

- seyrüsefer komputür ünitesi,
- kontrol gösterge ünitesi,
- CDI (kurs sapma göstergesi) veya HSI (ufki durum göstergesi) ihtiva eden göstergeden ibarettir.

30.5 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİNİN ÇALIŞMASI

Basit bir RNAV sistemi, pozisyon tarifi için VOR/DME istasyonundan mesafe/kerteriz bilgilerini alarak kullanır. Pilot, uçağı rota boyunca, VOR/DME bilgilerini alarak bilgisayarına yükler ve bu bilgiler CDI veya HSI da devamlı gözükerek, pilotu, dolayısıyla uçağı yönlendirir.

WAYPOINT	STATION	FREQUENCY	RADIAL	DISTANCE	APPLICATION
1	DTY	116.4 MHz	067	42	En-route Nav.
2	POL	112.1 MHz	066	29	En-route Nav.
3	NEW	114.25 MHz	218	26	En-route Nav.
4	NEW	114.25 MHz	251	4	Holding LOM
5	I-NC	111.5	N/A	N/A	ILS

Yukarıdaki diyagramda pilot, SDN'den NEW'e planladığı yol boyunca VOR/DME bilgilerini kaydetmiştir. Yol kontrol noktaları seçilir ve programlanırken;

- Yol S/S,
- Başlangıç yaklaşma fiksi,
- Dış markır ve
- ILS bilgilerini kaydetmelidir.

30.6 BASİT BİR 2D RNAV SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİPLERİ

Şekil: 30.3 te uçak, DTY VOR/DME ile belirlenen 1 nolu kontrol noktasından (**WP1**), tarif edilen POL VOR/DME ile 2 nolu kontrol noktasına (**WP2**) uçmaktadır.

Uçak, seçilen WP1 POL varırken, (145 R/104 nm) değerleri mesafe/ kertede bağlıdır. POL'a göre RNAV, kendi pozisyonunu hesap edecek ve pilot, 2 nolu kontrol noktasına göre bilgileri alacaktır. Böylece iki taraflı WP1 den, WP2 (340M/202nm) bilgileri alınabilecektir.

RNAV, devamlı POL a göre hava aracı pozisyonunu hesap edecek ve bu pozisyonları yol/mesafeye göre mukayeseni yapacaktır. Bu bilgiler CDI veya HSI yi besleyerek, uçağın istenilen yolda kalmasını sağlayacaktır.

Unutulmamalıdır ki, yoldan ayrılma mesafeleri nm cinsindendir.

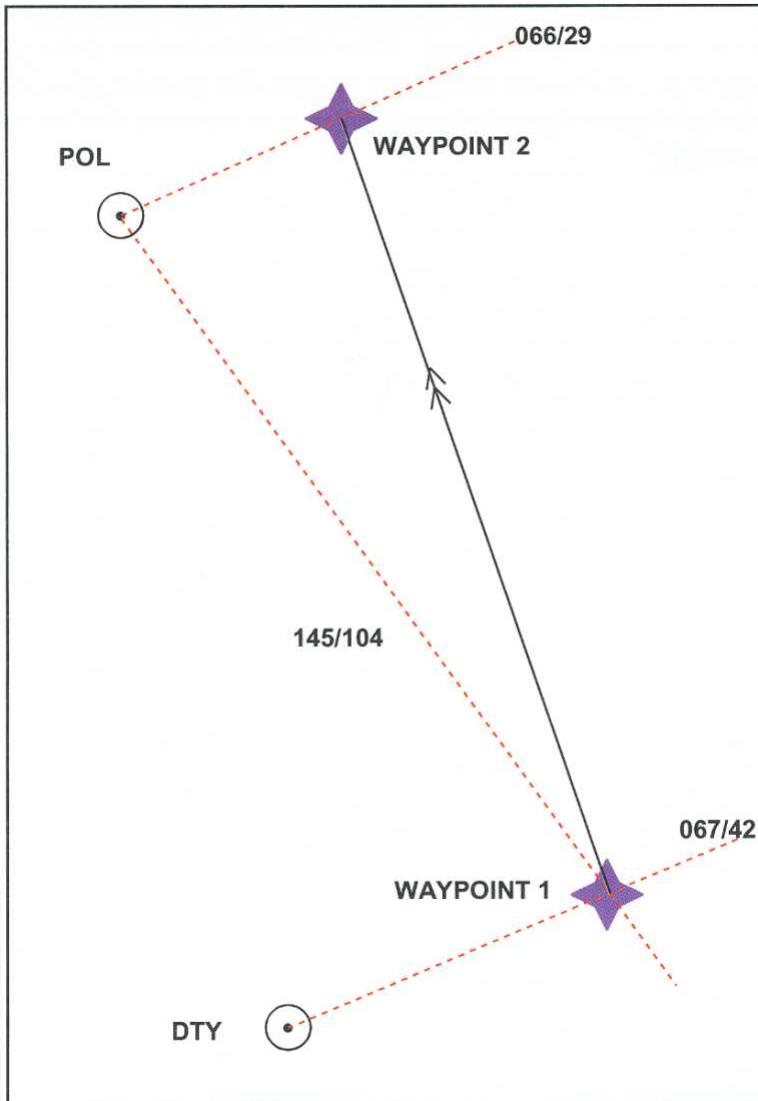
30.7 BASİT BİR RNAV SİSTEMİNİN LİMİT VE DOĞRULUĞU

Pilot tarafından uçuş öncesi planlama brifingde seçilen beaconlar, VOR/DME DOC menzili dahilinde olunduğundan emin olunmalıdır. Seçilen kontrol noktalarının mesafesi alınırken, mail mesafesinin hesabı yapılmalıdır. CDI' ye yüklenen bilgilerin doğruluğundan emin olunmalıdır, aksi takdirde computür tanımaz ve bilgileri doğrulamaz. Pozisyon hatasından kaçınmak için, kolaylıkların DOC menzilinde olması gereklidir. Fiks bilgilerinin doğruluğu; kontrol noktalarına olan mesafeye ve VOR/DME yayın gücüne bağlıdır. Şayet VOR/DME den alınan radyal açısı dik veya dike yakınlığı bilgilerin doğruluğunu artırır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 5/13
---	--	---	--

30.8 4RNAV SİSTEMİNİN SEVİYESİ

Bölge S/S fonksiyonunu, yön ve performans fonksiyonlarını içeren uçuş idare komputürü (FMC) ile beraber modern yolcu uçaklarında mevcuttur. Diğer uçaklarda da benzeri bulunan sistem, örnek olarak aşağıda BOEING 737 – 800 incelenmektedir.



Şekil: 30.3

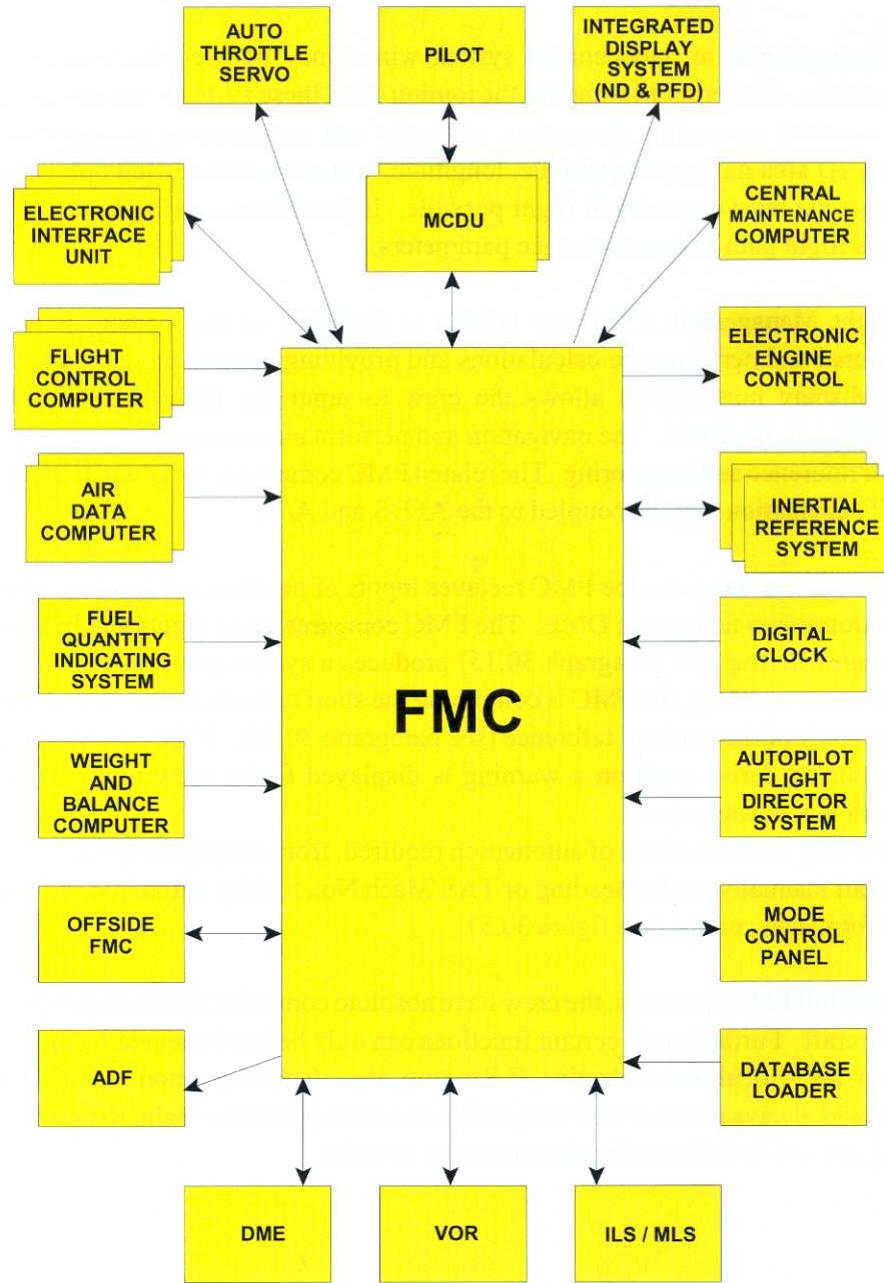
UÇUŞ İDARA SİSTEMİNİN (FMS) ÇALIŞMASI

30.9 737-800 FMS ÇALIŞMASINA BAKIŞ

737-800 FMS muhteviyatı;

- Uçuş idare komputür sistemi (FMCS),
- Oto uçuş/uçuş yönlendirici sistem (AFDS),
- Oto gaz kolu (A/T),
- 2 eylemsizlik referans sistemi (IRS).

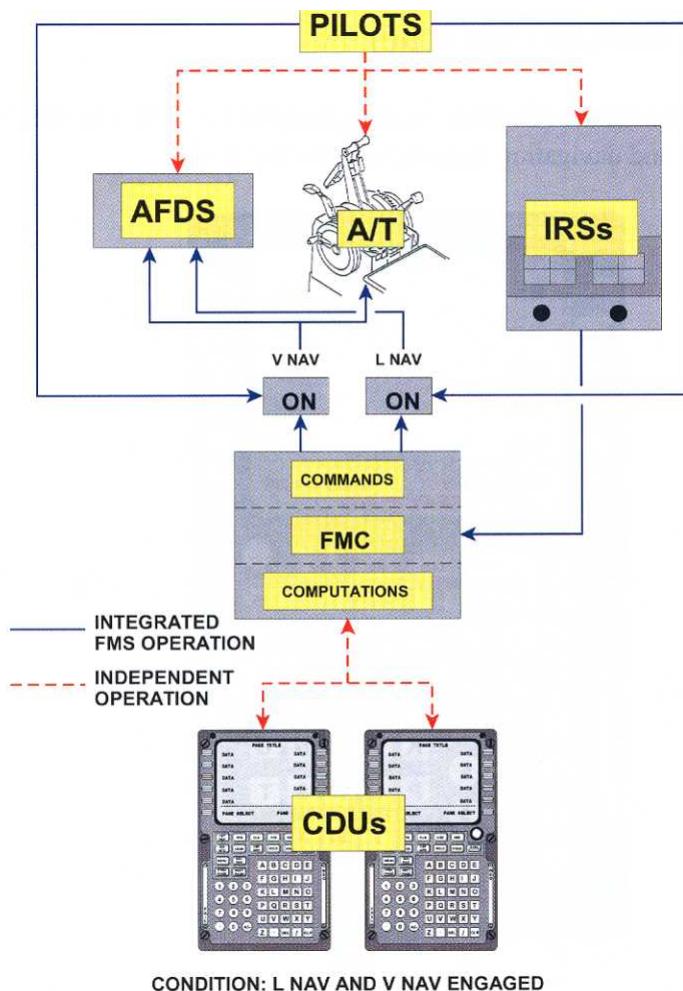
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 6/13
---	--	---	--



Şekil: 30.4 FMS şematik

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 7/13
---	--	---	--

Her modül bağımsız sistem olup tek tek çalışabildikleri gibi, çeşitli şekillerde beraber de çalışabilirler. FMS terimi, otomatik S/S, yön ve performans idaresini de içeren tüm sistemleri birleştirerek tek bir sistemi ifade eder. FMS, 4D bölge S/S (enlemsem, boylamsal, irtifa ve zaman) ve mümkün olan en ekonomik verileri temin eden performansı ihtiva eder. O, uçuş yolunun merkezi kokpit kontrol ve **PERFORMANS PARAMETRELERİ** temin eder. **Uçuş idare komputür sistemi (flight management computur system - FMCS)**, sistemin kalbi olup, tüm seyrüsefesel ve performans hesaplamalarını yapar, kontrol ve yönsel kontrolleri verir. Kontrol display ünitesi (CDU), pilotun uçuş detaylarını ve performans parametrelerini FMC ye yüklemesine müsaade eder. S/S ve performans hesaplamaları referans ve göze hitap edecek şekilde CDU ekranında görülür. Enlemsel FMC kumandaları, boylamsal (LNAV) ve dikey (VNAV) SS için AFDS ve A/T birleştirilebilinir.



Şekil: 30.5 B 737 – 400 FMS

S/S fonksiyonlarında FMC, ikiz DME kullanarak, IRS ve fiks bilgilerinden baş ve pozisyon verilerini alır. FMC, bu verileri mukayese eder ve **KALMAN** olarak bilinen metot ile sistem pozisyonu yaratır (paragraf 30.15 bakınız). Radyo pozisyonlarının yenilenmesi ile bu işlemde, FMC; IRS'in "short term accuracy" ile dış referansın "long term accuracy" ni birleştirir (paragraf 30.6 bakınız). Mürettebat, otomasyon isteklerinin seviyesini, manuel uçuş için, veri ekranını kullanarak seçebilir, mesela, tam uçuş yolu istikameti ve performans kontrol için, istikamet veya TAS/mach No (Şekil: 30.5). Sadece tam FMS işlemi ile, mürettebat idari kontrol ve uçağın çalıştırmasını yapmağa muktedirdir. İlave olarak, mürettebat tarafından belirli fonksiyonlar da yapılabilir.

Örneğin; gücün başlatılması, kalkış, irtifa seçimi, ILS ayarlama, uçak konfigürasyonu ve ruleye kadar iniş. Mürettebat uçuş boyunca bu bilgileri FMC'den izleyebilir. FMC, performans veri tabanı ve SS veri tabanını içerir. Performans veri tabanı, uçak performansının tüm parametreleri ile şirket fiat indeks stratejisini içerir. SS veri tabanı ise, uçağın çalıştırıldığı planlanan alanın havacılık bilgileri ve;

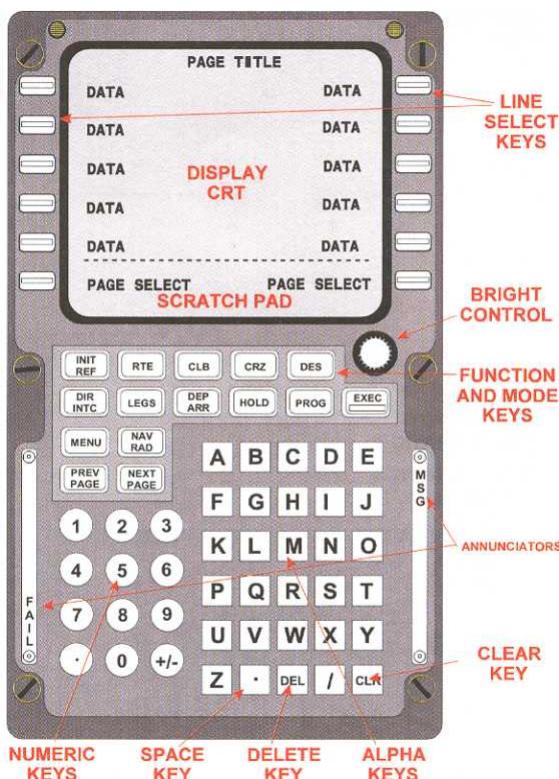
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 8/13
---	--	---	--

- Meydanların detayları, pozisyonu, irtifası, pist uzunluk ve genişliği, vs,
- SS kolaylıklarları, yeri, irtifası, frekansı, tanımı ve DOC,
- Hava yolları, rapor noktaları,
- SID ler, STARlar, yaklaşmalar,
- Şirket hava yolları.

SS verileri her 28 günde bir yenilenir ve FMC yenilenmiş veri tabanını ihtiva eder.

30.10 KONTROL GÖSTERGE ÜNİTESİ (CDU)

CDU, FMC ile iletişim aracıdır, uçuş planlaması esnasında uçuş için performans ve S/S gerekleri yüklenir.



Şekil: 30.6 Kontrol gösterge Ünitesi (CDU)

Alfabetic sayısal anahtar tabanı ve belirli fonksiyonlu anahtarlarla ilaveten, FMC verilerini seçmek ve ihtiva ettiği sayfaları değiştirmek için gösterge boyunca sıralı seçim anahtarları (LSK) mevcuttur. Gösterge formatı, seçilen sayfanın baş tarafında ve seçilen fonksiyon bir sayfaya sığmayacak kadar geniş ise daha fazla sayfayı ihtiva eder ve bu sayfalar; örneğin 3 sayfanın 1 gibi numaralandırılır. Göstergenin ortasında, 10 bölüm mevcuttur. Bunların 5 adedi sağda, 5 adedi soldadır. Ekranın altında, 2 veya daha fazla seçilen sayfa alanı ve altında "scratchpad" mevcuttur. "Scratchpad" verileri yüklemek veya değiştirmek için kullanılır.

UÇUŞ ÖNCESİ;

FMCnin uçuş öncesi yüklenmesi;

- Uçağın pozisyonu,

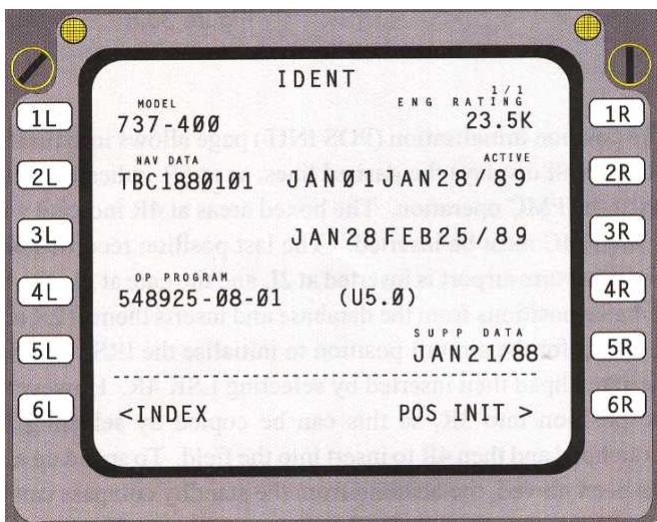
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 9/13
---	--	---	--

- Ayrılış ve varış meydanları,
- Planlanan SID ve STAR metotları,
- Planlanan yol.

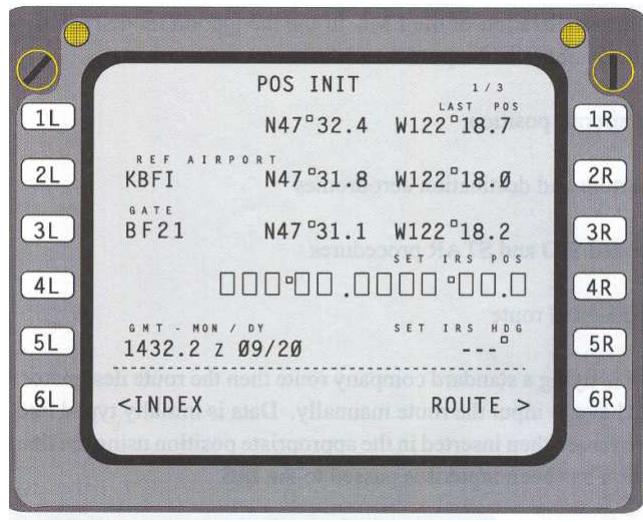
Şayet uçak girilen dizayn edilmiş yoldan başka standart rotada uçurulacaksa, pilot uculacak yolun bilgilerini girmelidir. Bilgiler gerekli anahtarlar kullanılarak “scratchpad” girilmeli yenilenmelidir. Bir defa geçerli pozisyon girildikten sonra, IRS’ ye geçer.

IDENT sayfa

FMS güç verildiğinde kendi kendini test eder. Test başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra, CDU’da IDENT sayfası gözükmektedir. Bu sayfa uçak modeline ait bilgileri ve performans database 1L ve 1R den motor çekisi, database 2L, 2R ve 3R den devamlı SS bilgileri alınır. 4L de, işletme programı, 5R de ilave bilgilerin tarihini içerir. Bilgiler sadece 2R sayfasında değiştirilebilir. Şayet eski tarihli bir bilgi mevcutsa, bu “scratchpad” de derhal gözükmektedir.



Şekil: 30.7



Şekil: 30.8

POS INIT sayfası

Bu bilgileri değiştirmek için LSK 3R seçilerek, bir sonraki bilgi setini scratchpade gönderin. Sonra 2R'a basarak scratchpa'deki bilgiyi aktif data satırına gönderin. **Not:** 6R'da bir sonraki sayfa için sıralama uyarısı ve 6L'da sayfa indexi için uyarı yer alır. Herhangi bir giriş datası, diğer CDU sayfalarında kullanıldığı zaman, bu data ilgili sayfalara otomatik olarak transfer olacaktır.

Pozisyon baslatma sayfası (POS INIT), IRS basılarak, pozisyon baslatılmasına imkan tanır. Bütün ekranlardaki çizgili satırlarda (5R de olduğu gibi), FMC işlemlerinde yardımcı olmak üzere opsionel bilgi girilebilir. Kutulu alanlarda (4R da olduğu gibi), FMC işlemlerinde gerekli zaruri bilgiler girilir. Kapatmadan önce kaydedilen en son pozisyon 1R da gösterilir. Ayrılış meydanı 2L de, ve kapı 3L de gösterilir. FMC, veri tabanından hava alanı ve kapı bilgilerini alarak, sırasıyla 2R ve 3R deki yerlerine transfer eder. 4R de, FMC, IRS'ı başlatmak için uçağın pozisyonunu sorar. Bu pozisyon scratchpad'de manuel olakak girilebilir ve sonra 4R basılarak yerine aktarılır. Veri tabanı 3R de zaten aynı pozisyonu göstermeye olduğundan, 3R'ye basılarak bu veri scratchpad'e kopyalanır. Sonra 4R basılarak yerine aktarılır.

Bilhassa uçak hareket ettiği zaman, merkezleme işlemini hızlandırmak için, yedek pusuladan bas açısı 5R tusuna basılarak girilebilir. Bu işlem bittikten sonra IRS merkezleme başlayabilir. 6R deki uyarı pilotu şimdi (RTE) güzergah sayfasına yönlendirir.

Rota Sayfası: Rota sayfaları, şirket rotasına ekleme yapmak, kontrol etmek ve/veya değiştirmek veya veri tabanında bulunmayan bir rotayı eklemek için kullanılır. Ayrılış ve varış terminalleri sırasıyla 1L ve 1R deki yerlerine eklenir. Geçerli veri, ICAO veri tabanında belirtilmiş bulunan, herhangi bir terminal olabilir. Eger ICAO işaretti, POS INIT sayfasında kullanılmış ise, 1L de otomatik olarak çıkar. Şirket rotası, 2L yerine ve uçuş numarası 2R eklenir. Kullanılan pist SID ve ilk rota noktası, 3L ve 4L eklenir.

Not: Eger bunlar şirket rotasında belirtildiyse otomatik olarak çıkacaktır.

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 10/13
---	--	---	---

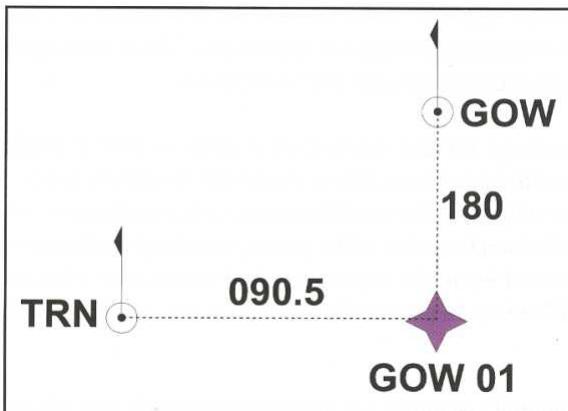
5L (havayolu) ve 5R (V2 havayolundan sonraki rapor noktası) deki bilgiler, veri tabanından aktarılır. Rotayı kontrol etmek veya değiştirmek amacıyla, RTE deki sonraki sayfalara ulaşmak için NEXT PAGE tuşuna basılır. 6R tuşuna basarak pilot rotayı aktif hale getirir. 6R'ye basıldığı zaman CDU üzerindeki EXEC tuşu yanar ki, bunun da kalkış sonrasında rotanın faal hale geçmesi için basılmış olması gereklidir. Kalkıştan sonra RUNWAY yazısı kaybolur ve VIA/TO yazısı 3. satırda geçer ve sonraki rota noktası 4. satırda gözükmür. Aktif rota noktası üzerinden geçirilirken satır 3 kaybolur ve bir sonraki aktif rota noktası onun yerini alır.

Seyrüsefer profili için uçuş öncesi yapılması gereken işlemler tamamlanmıştır ancak, performans işlemleri henüz gerçekleştirilememiştir ki, bunlarla ayrı bir aşamada ilgilendirilir. Eğer rota manuel olarak girilecekse, standart şirket rotalarına gerekli değişiklik yapılabileceğinden dolayı, bu işlem scratchpad aracılığı ile yapılır, seyrüsefer formatlarına ait geçerli işlemler şöyledir:

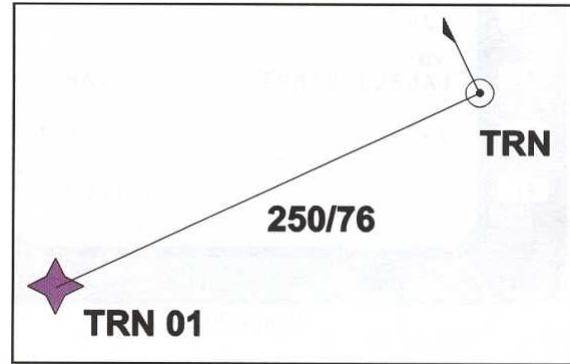
Paralel ve meridyenler, ya 7 basamaklı alfanumerik (örnek N05W010) grup olarak veya 15 basamaklı (örnek N0926.3W00504.7) olarak verilir.

Not: Takip eden sıfırlar, FMC'nin pozisyonu kabul etmesi için girilmesi gereklidir.

Rapor noktaları, S/S kolaylıklarını ve havayolu kodları (örnek KODAP, A23, v/s) için 5 basamaklı alfanumerik basılır. SID ve STAR için 7 basamaklı alfanumerik basılır. S/S yardımcısı veya rapor noktasından olan mesafe ve kerteriz (örnek TRN250.0/76). Desimal (ondalıkların) opsiyonal olduğuna dikkat edilmelidir.



Şekil: 30.10 Mesafe / Kerteriz Waypoint

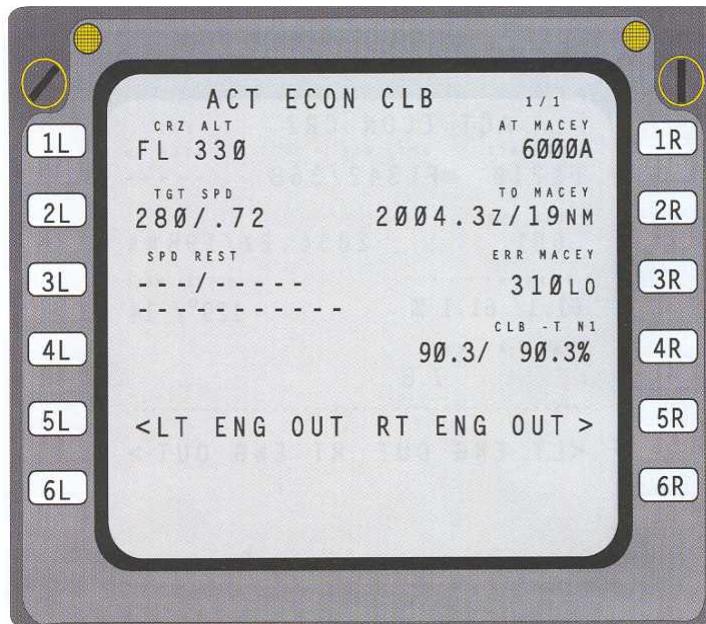


30.11 SEYİR

Kerteriz (bearing) her zaman 3 veya 5 basamaklı bir grup olmalıdır. Mesafeler, 1 ile 5 basamak arasında olabilir. Bu durumda, FMC pozisyon kodunu, onun ilk ve tek tanımlı TRN referans pozisyonu olduğunu varsayıp, TRN 01 olarak atayacaktır. Bunlar, kerteriz/mesafe (PBD) rota noktası olarak bilinir.

Kurs önleme rota noktaları, herhangi bir geçerli veritabanı pozisyonundan kerterizin, bir kursla veya veritabanında tanımlı başka bir pozisyonundan olan kerterizle kesiştiği pozisyonlar olarak tanımlanır. Bu format için giriş GOW180.0/TRN090.5 şeklinde olmalıdır. FMC. Bir PBD rota noktası üretir ki, bu yeri geldiğinde GOW01 olarak da gösterilebilir. Yukarıda olduğu gibi, kerterizler 3 veya 5 basamaklı olmalıdır.

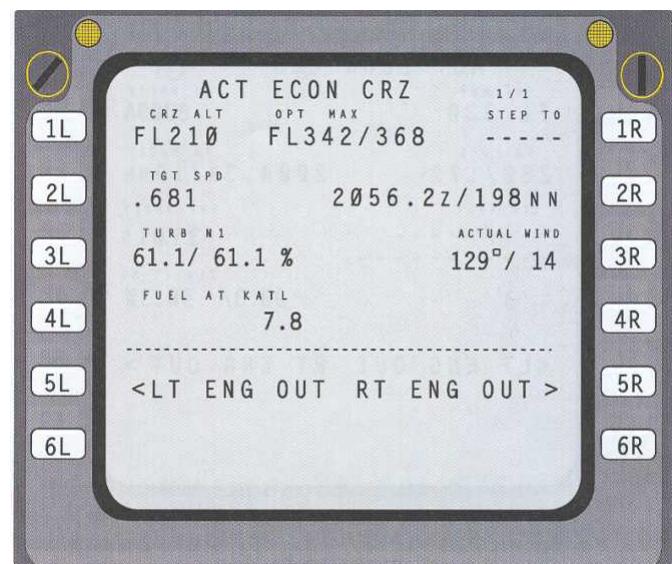
	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 11/13
---	--	---	---

**Şekil: 30.12**

30.11 TIRNANMA

Normal şartlarda tırmanmada, VNAV, LNAV ve zamanlama fonksiyonları çalışacaktır. Tırmanma sayfasında (CLB), 1L'de planlanan ilk seyir irtifası (eğer varsa ve tırmanma aktif durumda ise), 1R'de ise şu anki tırmanma sınırlaması belirtilir. A takısı irtifayı temsil eder. 2L, tırmanma için ekonomi hızını verir. 3L'de hız tahditleri ki, bunlar standart olarak 10,000ft'de 250kt, veya ATC'nin verdiği bir başka hız/irtifa sınırlaması olabilir. Bu sınırlama scratchpad'den 3L'ye girilebilir. 2R'de, bir sonraki pozisyonaya gitmek için ETA ve mesafe verilir. 3R sanırında, bir sonraki rota noktasında uçağın bulunacağı irtifa hatası gözükür ve uçak 310 feet aşağıda olacaktır. Tırmanma notu, N1 4R'de gösterilir, 5 ve 6L, R satırlarındaki uyarılar, pilotu diğer tırmanma modu sayfalarına yönlendirir (gerekli varış zamanı olan RTA, ATC tarafından RTA belirtilmişse kullanılır).

Seyir durumunda, normal olarak 3 mod (konum) aktif olacaktır. Seyir sayfası (CRZ), 1L de uçak seyir irtifasını ve 2L'de ise gerekli seyir hızını gösterir. Bu örnekte bu hız, ekonomik seyir hızıdır. 3L'de türbülans geçiş hızını korumak için gerekli olan, hesaplanmış EPR/N1 değerini gösterir. Varış noktası yakıtı 4L'de gösterilir. 1C'de uçak ağırlığı ve dış ortam şartları altında, optimum ve maksimum seyir seviyeleri gösterilir. 1R'da bir sonraki aşamada tırmanılması düşülen irtifa girilebilir. Eğer bu değer girilirse, kademeli tırmanma için zaman ve mesafe 2R'da gösterilecektir. 3R'de tahmini rüzgar hızı gösterilir. 4R'de tayin edilen tasarruf veya 1R'de gösterilen kademeli tırmanmanın yapılması durumundaki kayıplar gözükür. Diğer seyir sayfalarına, 5R, 6L ve 6R ile ulaşılır.

**Şekil: 30.13**

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 12/13
---	--	---	---

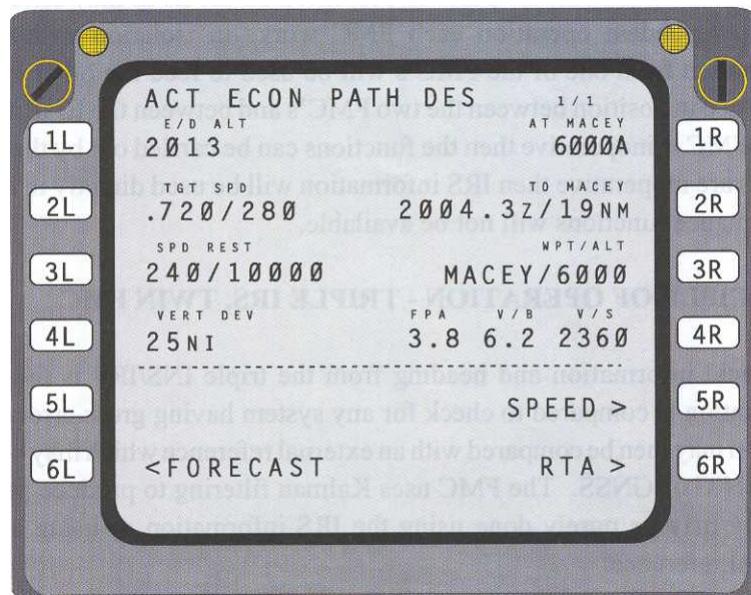
30.12 ALÇALIŞ

Tırmanışta olduğu gibi, LNAV, VNAV ve zamanlama odları aktif olacaktır. Aktif ekonomik yol alçalması sayfasının (ACT ECON PATH DES) seçilmesi ile 2L'de hedef Mach sayısı ve CAS, 1L'de ise alçalma irtifasının sonu gösterilir. 1R'de ise, bir sonraki alçalma pozisyonu ve irtifası gösterilir. İrtifanın sonundaki A takısı, belirtilen irtifada veya üstünde olunduğunu belirtir. 3L'de hız sınırı gösterilir. Bu standart olarak 10000' de 240kts olarak tanımlanır ancak manuel olarak hız ve irtifa girilebilir. Sonraki rota noktası ve irtifası 3R'da gösterilir. Ve 4L'de bu gerekli yükseklikten olan tahmini sapma gösterilir. 4R'da, o anki yer hızı ve alçalma hızına bağlı olan FPA (gerçek uçuş yolu açısı) gösterilir. V/bir sonraki noktadaki arzu edilen yüksekliği sağlamak için gerekli olan dikey karteriz (vertical bearing)dır. V/S, V/B'yi sağlamak için gerekli olan alçalma hızıdır. İlgili alçalma sayfalarına ulaşmak için 5R, 6L ve 6R kullanılır.

30.13 İŞLETME PRENSİPLERİ – ÇİFT IRS, ÇİFT FMC

Bir çift IRS sisteminde, sol FMC normal olarak gereli bilgiyi sol IRS'den ve sağ FMC, sağ IRS'den alacaktır. Sistem IRS pozisyonlarını mukayese eder. Ancak, bir uyuşmazlık varsa, hangi sistemin hatalı olduğunu bildiremez. FMC, doğru pozisyonun belirlenmesi için bir harici referansın girilmesine ihtiyaç duyar. Kalman filtresinin kullanılmasıyla, sistem pozisyonun belirlenmesi için harici referans, IRS pozisyonları ile karşılaştırılır. Bir uçuşun başlangıcında, IRS pozisyonları baskın olacaktır ancak uçuşun ilerlemesiyle beraber, IRS pozisyonları bozulmaya başlayacak ver harici referansa ihtiyaç artacak, referanstan olan mesafeye ve harici referansın seçimine bağlı olacaktır.

Çift FMS sistemiyle çalışırken 4 muhtemel mod vardır. Çift mod da, bir FMC mastır diğeri ise köle olarak çalışır. Sistemle pozisyon ve pozisyonuna bağlı bilgileri bağımsız olarak belirler ve bilgileri EFIS'e göndermeden önce büyük hataları kontrol eder. Bu demektir ki, EFIS'de gösterilen pozisyon, her bir CDU üzerindekilerden farklı olabilir. Bağımsız operasyonla, her FMC, izole olarak birbirleriyle haberleşmeden çalışır. Bir FMC'den alınan bilgi, diğer sistemleri beslemek için kullanılacaktır. İki FMC'nin pozisyonları arasında ve aynı zamanda EFIS ile seçilmeyen FMC arasında farklılık olacaktır. Eğer bir FMC çalışmıyorsa, çalışan FMC, gerekli fonksiyonları yürütebilir. Eğer her iki FMC de çalışmıyorsa, bu durumda IRS bilgisi direkt olarak EFIS'de kullanılacaktır, ancak otomatik performans fonksiyonlarını kullanmak mümkün olmayacağından.



Şekil: 30.14

30.14 İŞLETME PRENSİPLERİ – ÜÇLÜ IRS, ÇİFT FMC

	THY A. O. UÇUŞ EGİTİM AKADEMİ MÜDÜRLÜĞÜ EĞİTİM DÖKÜMANI	Doküman No Revizyon Tarihi Sayfa No	ED.72.UEA.HHD 01 24.04.2008 13/13
---	--	---	---

Üçlü INS/IRS'den elde edilen pozisyon bilgisi ve rotası, herhangi bir sistemde büyük bir hatanın olup olmadığından kontrol edilmek üzere mukayese edileceği FMC'ya gönderilir ve sonra ortalaması alınır. Bu pozisyon daha sonra, DME/DME, VOR/DME, LORAN C veya GNSS gibi bir harici referansla mukayese edilebilir. FMS pozisyon ve hız üretmek için Kalman filtrelemesi kullanır. Bu filtreleme, tamamen IRS bilgisine dayanılarak yapılabileceği gibi, IRS ve harici referansın karışımıyla da yapılabilir.

84° nin üstündeki paralellerde çalışılırken, FMC, IRS'le ikili çift oluşturur. Bunu yaparken sol FMC sırasıyla sol, orta ve sağ IRA kullanırken sağ FCM, sağ orta ve sol IRS'leri kullanır. Kısa süre sonra, her FMC, IRA pozisyonlarını uygunlaştırmak için FMC pozisyonlarını değiştirir. İkili eşlemenin amacı, kalkış noktasından olan meridyen değişimi hesaplamasının, paralelin sekantının bir fonksiyonu olmasıdır ki, 90° yaklaşan değerlerde hızla yükselir (örnek sec 86° 00' = 14.3356, sec 86° 01' = 14.3955).

Bu da demektir ki, paraleldeki küçük bir hata, meridyen değişimi hesaplamasında büyük bir hataya neden olur. Bu da pozisyon farkı gerçekte her ne kadar küçük olsa da, meridyen hesaplama tekniğiyle bakıldığından, IRS pozisyonları arasında büyük bir ayrılış gözükür.

30.15 KALMAN FILTRELEMESİ

Kalman filtrelemesi, bir seyrüsefer bilgisayarı kullanılarak, IRS'in kısa vadeli hassasiyetin, harici referansın uzun vadeli hassasiyetiyle birleştirilmesi işlemidir. Bu model, IRS pozisyonu harici referansla mukayese ederek kendi hız ve pozisyon tahminini oluşturmak suretiyle, IRS'den gelen hız ve pozisyon hatalarının rampa etkisi arttıkça, harici referans bilgileri en hassas olacaktır. Model içinde kullanılan değerlendirme sistemi, ilk başta IRS bilgisini desteklerken, uçuş ilerledikçe harici referansa doğru meyledecektir. Müteakip pozisyon, pist threshold üzerindeyken pozisyon güncellemesinin ardından en hassas iken, harici referansın hassasiyetine kadar kademeli olarak bozulacaktır.

Pozisyon bilgisi, uçak bir hassas yaklaşma sisteminin (ILS, MLS) son yaklaşmasındayken tekrar iyileşecektir. Kullanılan model ne kadar karışıksa (ne kadar çok faktör ilave edilirse), sistemin pozisyon ve hız kalitesi o kadar iyi olacaktır.

30.16 DME-IRS HASSASİYETİ

Uçuş süresince, her ne kadar rotası ver her hızı yüksek derecede hassasiyetini korusa da, IRS'ın pozisyon hassasiyeti sürekli olarak azalır. Pozisyon bölümü, pozisyon hatlarının kesimine ve mesafeye bağlı rasgele hatalara maruzdur. İlk problem, iyi kesimlerin elde edilebileceği yerlerdeki DME'lerin seçilmesiyle bilgisayar yardımıyla çözülebilir slant mesafe hatası hesaplarında telafi edilebilir ancak, DME hatası, 100NM'da maksimum 1.5NM hata verecek şekilde, menzilin %+1.25 +0.25NM sabittir. Uçuşun başlangıcında, bu hata, IRS hatasına oranla büyük olacaktır ancak, uçuş ilerledikçe, IRS 1NM/hr civarında bozulduğu için, birkaç saat sonra, DME hatası sabit olduğu için, DME sabitlemesi (DME fixing) IRS'den dikkat çekici bir şekilde çok daha hassas olacaktır.