

Usturlab...
Kerteriz...
Sekstant...
Paraketa...
İskandil...



Denizde Navigasyon

İnsanoğlu da göçmen kuşlar ve balıklar gibi yön bulma yetenekleriyle donatılmış olarak doğar. Bu açıdan hayvanlarla insanlar arasındaki fark, hayvanların yaşamlarını sürdürebilmek için bu yeteneklerini kullanmak zorunda olmaları, insanlar içinse artık böyle bir zorunluluk bulunmamıştır. Kullanılmayan bütün doğal yetiler gibi yön bulma yetisi de milyonlarca yıllık evrim içinde gittikçe önemini yitirmiştir. Normal günlük yaşam çevrimimizde bunun artık pek bir önemi yok. Denizlerin konumu ise biraz daha farklı. Görmeye alıştığımız yön belirten işaretlerin çoğu yok. Bu nedenle de denizin (ve kimi zaman da gökyüzünün) özgün dilini anlamayı ve yorumlamayı öğrenmek gerekiyor. Nasıl otomobiller güvenli bir yolculuk için, bu amaca uygun yapılmış karayollarında seyir yapmak zorundalar ise, deniz taşıtları da güvenli bir artamda seyir yapmak için kimi bölgeleri tercihli olarak kullanmak, kimi tehlikeli bölgelerden de uzak durmak zorundadır.

Murat Alev
ODTÜ Fizik Bölümü

ÇOCUKLUĞUMDA göçmen kuşların her yıl akşamdan tekrarladıkları o harikulade göç yolculuklarını düşündüğümde ya da yollarından yüzlerce kilometre uzağa bırakılan köpeklerin kimi zaman aylarca süren yolculuklardan sonra evlerine döndüğünü okuduğumda

nasil şaşırıldığımı anımsıyorum. Büyüdüğümde şaşkınlığım azalacağına daha da arttı. Aklıma takılan tüm sorular ya hâlâ cevapsızdı ya da ben bazı cevapları anlamakta güçlük çekiyordum. Nasıl oluyordu da okyanuslar aştıktan sonra somon balıkları yumurtlamak ve ölmek için doğdukları nehirlere dönebiliyorlardı? Caretta Caretta'nın her yumurtlama döneminde İztuzu Kumsalı'na gelebilmelerini sağlayan doğal işaretler nelerdi? Hayvanlar aleminde bu tür ilginç yolculuk örneklerini artırmak



mümkündür. Örneğin Meksika'da yaşama gözlerini açan Monarch kelebekleri ilkbaharda kuzeye doğru uçmaya başlar ve binlerce kilometre süren bir yolculuğun ardından Kanada'ya ulaşırlar. Sonbahar geldiğinde ise, çiçek özü ile beslenen bu kelebekler gerisin geriye güneye uçmaya başlar. Yönleri ve hedefleri konusunda doğrudan bilgi sahibi olmaları olanaksız olduğuna göre yollarını nasıl buluyorlar? Ayrıntılı araştırmalar yapan bilim adamları genetik programlamanın yol gösterdiğini düşünüyorlar, ama "nasıl?" sorusu yine de cevapsız kalıyor. Hayvan navigasyonu, üzerinde çok araştırma yapılan, son derecede çarpıcı gerçekleri ortaya çıkaran bir konu. Örneğin göçmen kuşların doğan güneşi bir pusula gibi kullandığı, gün boyu güneşin yerinin değişmesinden hiç etkilenmedikleri bulunmuş. Bir diğer kuram da kuşların yerçekimi yönü ile yer kürenin manyetik alan yönü arasındaki açıyı algılayarak enlem saptayabildiklerini öne sürüyor. Bilindiği gibi ekvator da bu açı hemen hemen dik iken kutuplara gidildikçe küçülmekte. Kuşların boy-lamı nasıl algıladıkları ise hâlâ bir sır. Şurası bir gerçek ki navigasyon konusunda hayvanlardan öğreneceğimiz çok şey var.

Hayvanların aksine, içgüdüsel yön bulma yetisi körelmiş olan modern insan, günlük yaşam bölgesinin dışına çıktığında yönünü ancak bir takım doğal veya yapay işaretleri yorumlayarak bulabilir. Kırsal kesimde yaşayan ve çalışan insanların doğal işaretlere bakarak yön bulma yeteneği kentlerde yaşayanlara göre daha gelişmiştir. Şehrin sokaklarında gezerken kuzeye mi yoksa doğuya mı gittiğimizi ne merak ederiz ne de çoğunlukla tahmin edebiliriz. Hiç bilmediğiniz bir şehre yolunuz düştüğünde yön duygusunu kaybetmenin ne kadar kolay olduğunu hatırlayın. Bu durumda imdadınıza yetişecek en iyi yardımcı bir şehir planı ya da haritası olacaktır.

Navigasyon, kavram olarak bulunulan yeri ve hedefe ulaşmak için gidilecek yönü saptama tekniğidir. Aslında günlük hayatta hepimiz bilinçsiz olarak bazı temel navigasyon tekniklerini kullanırız: Gözle algılayıp tanıdığımız bir noktadan diğerine gideriz. Böylece hem yönü daha rahat bulabilir hem de basit uzaklık tahminleri yapabiliriz. Navigasyon karada, denizde, havada, sualtında ve hatta uzayda kullanılan bir tekniktir. Seyir ortamı ne olursa olsun yöntemler birbirine çok benzer. Temel fark, kara ve deniz navigasyonu iki boyutlu iken sualtı, hava ve uzay navigasyonunun üç boyutlu olmasıdır. Bir uçak (veya denizaltı) için enlem ve boylam dışında yüksekliğin (veya derinliğin) de hayati önemi olduğu çok açıktır. Uzay naviga-



yonunda ise kullanılan koordinat sistemleri farklıdır. Dünya yüzündeki enlem ve boylam yerine konum ve yön bilgileri gök cisimlerine bakılarak bulunur. Bu yazıda, en geniş ve basit uygulamasını denizlerde bulduğundan, deniz navigasyonundan söz edeceğiz.

Uzak denizlere gitmemiş birçok denizci için denizde navigasyon, karadaki yol bulma tekniklerinden fazla farklı değildir. Bu özel tip navigasyona 'pilotaj' denir. Pilotaj, bildik ve güvenli sularda kullanılan bir tekniktir. Şurada bir koy, önünde bir sığınak olması; adanın karaya bakan yüzündeki fener; geçidin 'temiz' yani derin olması gibi bilgiler kullanılıp değerlendirilir. Amaç, tekneyi bir noktadan başka bir noktaya güven içinde götürmektir. Yerel denizci ve balıkçıların hemen tümünün kullandığı yöntem budur. Daha açık, bilinmeyen denizlere, giderek okyanuslara çıktığında temel teknikler aynı kalmakla birlikte bazı daha ayrıntılı bilgi ve yöntemlere ihtiyaç duyulur.

Dışarıdan bakıldığında navigasyon çoğunlukla karmaşık matematik gerektiren bir konu olarak algılanır. Bu yanlıştır. Navigasyonun içerdiği tüm matematik -daha doğrusu aritmetik- çoğu zaman toplama ve çıkarma, ara sıra da çarpma ve bölme işlemlerinden ibarettir. Bu işlemleri yapabilen herkes navigasyonu öğrenebilir. Ama gene de iyi aydınlatılmış bir odada teorik navigasyon problemleri çözerek rota hesaplayıp çizmekle, dalgalı bir denizde yapılan gece seyri sırasında harita masası başında o an çözüm bekleyen diğer sorunlarla birlikte rota ve konum bulmaya çalışmak birbirinden oldukça farklıdır. Her ne kadar bilimsel bir teknik olsa da navigasyonda

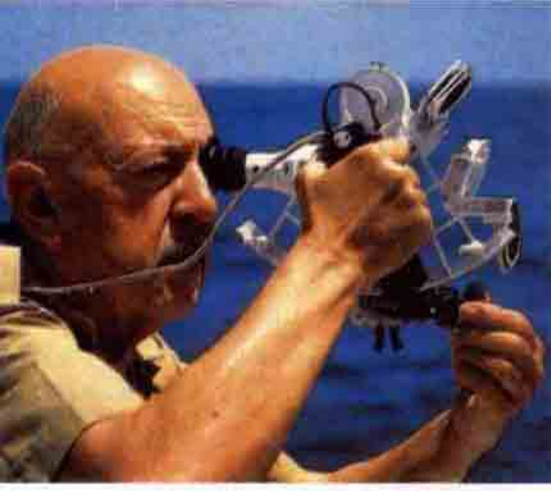
deneyimin çok önemli bir yeri vardır. Bu nedenle basit problemlerden başlayarak karmaşığa doğru adım adım gitmek gerekir.

Navigasyonun Temelleri

İnsanoğlunun ilk tekneyi ne zaman yapıp denize indirdiği tam olarak bilinemese de denizcilik tarihinin çok eskilere dayandığına kuşku yoktur. İlk çağlarda açık denizler insan için tam bir bilinmeyendi. Braudel, Akdeniz adlı kitabında şöyle diyor: "Deniz. Onu bir eski çağ adamının gözü ile canlandırmaya, görmeye çalışmalıyız. Bir sınır, ufka kadar uzanan bir engel, insanın her anını tutsak eden, gözünün önünden gitmeyen, olağanüstü gizemli bir sonsuzluk...Gemiciliğin gelişmesi LÖ. 3. binyılın ikinci yansında Mısırlı gemicilerin Byblos'a gidip gelmeleriyle, daha doğrusu 2. binyılda kürek, mahmuz ve omurgası olan Siklad yelkenlileriyle başlar. Bu omurgalı tekneler denize kök salmış gibidirler adeta (Oysa Byblos'a kıyı kıyı gidip gelen gemiler altı düz teknelerdi). Gemiciler uzun zaman çekingin davrandılar, yakın yerlere gidip geliyor, kalktıkları noktadan gözle gördükleri yere kadar açılıyorlardı. Kıyı mükemmel bir yol göstericiydi, gündüz bir kumsaldan diğerine yol alıyor, akşam olunca da tekneyi karaya çekiyorlardı". Akdeniz gibi kapalı bir denizde bile uzun seyirlerin başlaması hem gemicilik açısından hem de ticari açıdan çok uzun zaman almıştır. Çok eskilere gitmeye gerek yok, 1850'lerde, buhar çağının başlangıcında Marsilya-Pire arası 9 gündü. Gemiler Cebelitarık'tan İstanbul'a iki ayda ulaşabiliyorlardı. Günümüzde 3-4 güne inen bu sefer için eski gemicilerin ne büyük zorluklara göğüs gerdiğini tahmin edebiliriz.

14. yüzyıldan başlayarak İngiltere, Hollanda, İspanya ve Portekiz gemilerinin Uzak Doğu'nun zenginliklerini Avrupa'ya getirmek için doğuya yaptıkları seferler de gerek Akdeniz, gerekse Atlantik Okyanusu sahillerinde yapılan kıyı seyirlerinin bir





uzantısı niteliğindedir. Genellikle ilk gideler çoğunlukla hatalı ve eksik de olsa kendi haritalarını kendileri oluşturmaya çalıştılar. Bu haritalar daha sonraki seferler için önemli ve çok değerli bir kaynak oluşturdu.

Avrupa ortaçağın karanlıkları içindeyken doğuya karadan ve denizden yapılan yolculuklar sonucunda ipek ve baharatın yanında navigasyon için son derece önemli

birtakım bilgiler de elde edildi. Ama navigasyonun asıl başarısını amacına ulaşan açık deniz seferleri ve okyanus geçişleri oluşturur. Batı Hint Adaları olduğu sanılarak bulunan Amerika kıtası, Avustralya ve ardından Okyanusya'nın adım adım keşfi bunun en iyi örnekleridir. Bu açık deniz geçişlerinde çeşitli göksel seyir teknikleri bu arada da günümüzde hâlâ kullanılan "sektant"ın atası sayılabilecek çapraz çita, çeyrek daire, usturlub ve bunun değişik türevleri kullanılmıştır. Gerçi "uygar dünya" tarafından keşfedilmeden önce de Amerika, Avustralya ve Okyanusya yerlileri çok ilginç yöntemlerle denizde yüzlerce mil kat ettikten sonra çok küçük adaları hemen elleriyle koymuş gibi bulabiliyor-

lardı. Ama navigasyonun bir teknik olarak uygulanabilmesi için kağıt ve pusulanın yaygın olarak kullanılmaya başlaması gerekmiştir.

Yukarıdaki örneklemelerin de gösterdiği gibi seyir ortamı bakımından navigasyon, belli başlı iki ana başlıkta incelenebilir: Kıyı navigasyonu (kıyı seyri) ve açık deniz navigasyonu (açık deniz seyri). Kıyı seyri yapıldığında tanıdık, bildik bir kıyı şeridi ve onun uzantısı olan burun, kayalık ada gibi doğal kerteriz noktaları yön ve uzaklık bulmak için kullanılabilir.

Marshall Adalarının "Rimedo"ları ve "Çubuk Haritaları"

Yusuf Civelekoğlu
Yüksek Fizik Mühendisi

Marshall Adaları, Pasifik Arşipeli'nin Mikronezya adalar grubuna aittir. Yüzyıllardan beri Mikronezya'lı denizciler adalar arasında okyanus

seferlerine çıkmaktaydılar. Bu açıkdeniz seferleri sırasında atoller (yani mercan halkaları şeklindeki adalar) ile görüş iribatı uzun süreler kesilmekteydi ve açıkdeniz navigasyon yöntemlerine başvurulmaktaydı. Marshall Adaları'nın navigasyon yöntemleri yöreye özeldi; Adalı denizciler, yıldız ve gezegenlerin gözlemlerinden çok,

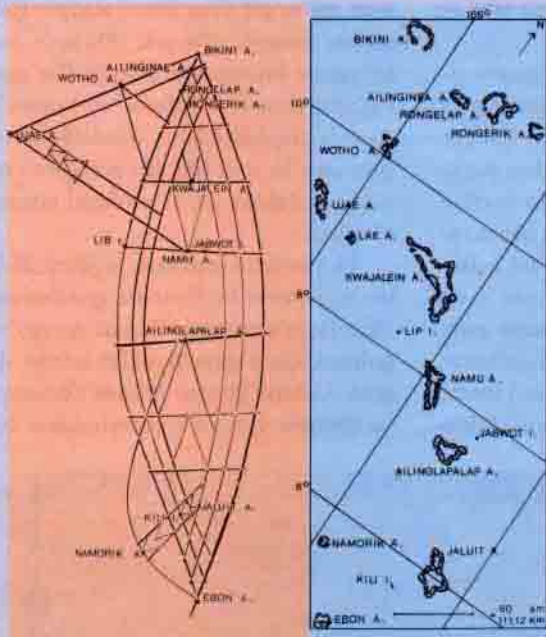
üzerinde hareket ettikleri ortamın, okyanusun, özelliklerini incelemişler ve bir atole yaklaştıklarının 30 mil kadar geriden, okyanusun genişim ve kıvrım desenlerini gözleyerek tesbit edebilmişlerdir. Bazi denizciler bu konuda ileri yetenekler geliştirmişlerdi. Yöre dilinde "rimedo" diye bilinen bu navigasyon uzmanları, diğer denizcilerden öteye, okyanusun ince ayrıntılarına dahi değerelebilmekte, dolayısıyla herhangi bir kara parçası ile görüş iribatının çok şimdiki deniz taşıtlarını dahi tam olarak konumlayabilmekteydiler. Bundan öteye rimedo'lar çubuklardan örülen ve deniz kabukları ile donatılan bir tür harita üretebilmekteydiler. Bu "çubuk haritalar" ile hem üreticisinin belleği desteklenmekte hem de yeni yetişen rimedo'lara navigasyon bilgileri aktarılmaktaydı. Rimedo'lar, hangi atole

yaklaşmakta olduklarını nasıl yorumlayabiliyor ve bunu "haritalar"ında nasıl belli ediyorlardı? Bu sorulardan birincisinin yanıtı oldukça açık gözüküyor: Adalı denizciler hep anakaralardan uzakta seyrediyorlardı. Bu açık alanda okyanus soluganlarının (açık deniz dalgaları) dalga vektörü oldukça sabit olduğundan, atollerden kaynaklanan girişimler uzak mesafelere kadar zayıf ama belirgin desenler oluşturuyordu. Ancak, çeşitli atollerin kendilerine özgü geometrileri yöresel bazı özellikler getiriyordu. Rimedo'lar, işte bu yöresel özellikleri hafızalarına ve çubuk haritalarına kaydediyorlar ve zaman zaman "haritalar"ının da yardımıyla başvurarak seyir halindeki deniz taşıtlarını konumlayabiliyorlardı.

Konuya baktığımızda, saçılım fiziğinden tanıdığımız, uzaktaki saçılım deseni ile atom altı parçacıkların geometrik özellikleri arasındaki bağı oluşturan Fourier transformasyonunu ve "form faktörü"nü hatırlamak mümkün mü? İkinci soruyu yanıtlamak ise daha zor, çünkü geçtiğimiz yüzyılın sonunda Batılı kaptanlar çubuk haritaları anlamaya çalıştıkları zaman, rimedo'lar bu uğraşısı ancak şaşkınlıkla vımtılayabildiler. Nasıl oluyordu ki, bir denizciye bu doğal okyanus desenleri ve onlardan kaynaklanan "haritalar" için bir yorum gerekiyordu? Ve çubuk haritaların gizemleri tam çözülmeyen son rimedo'lar tarih oldu.



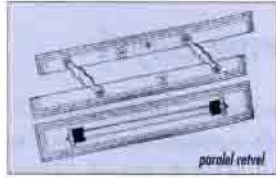
Şekil 2: Para-Mikronezya açıkdeniz yelkenlisi. Kabasortu armalı olup uzakölü seferleri için düzenlenmiş bu tekneler eli mürettebat ile yola çıkabiliyordu. Bu resimde görülen tekne, tipinin son örneğiymiş ve 1904 yılında Berlin'e getirildi. Tam boyu 15 metre civarındadır. (Museum für Völkerkunde, Staatliche Museen zu Berlin, Preussische Kulturbesitz)



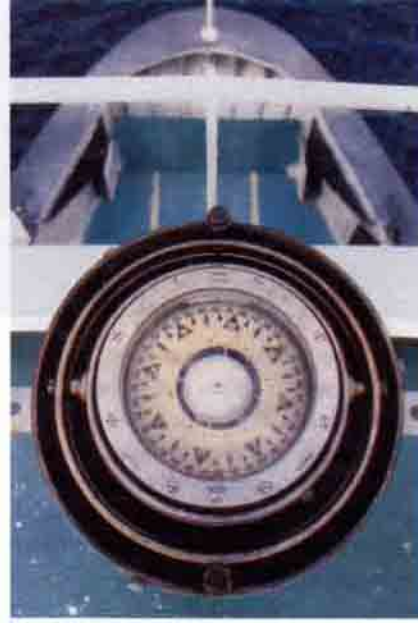
Şekil 1: Marshall adalarının bir bölümünün haritası ve bir "rimedo" tarafından hazırlanmış "çubuk harita"nın şeması (solda). Çubuk haritanın bazı kesime noktalarında atoller tesbit edilmiş. Orjinalde bu haritalara özgün deniz kabukları yerleştirilmiş. Çubukların bir kısmı doğu ve batı soluganlarını belirliyor. Kuzeydoğuda ABD'nin nükleer denemeleri yaptığı Bikini Atolu gözüküyor.

Temel Navigasyon Araçları

Bir teknede bulunması gereken navigasyon araçlarının niteliği ve sayısı teknenin büyüklüğüne, seyir bölgesinin boyutları ve niteliğine, denizcinin deneyimine bağlıdır. Kıyılarda gezen küçük bir yelkenli ile okyanus aşan büyük bir gemideki navigasyon araçları doğal olarak birbirinden farklı olacaktır. Konu, bulunulan noktayı ve gidilecek yönü (rotayı) saptamak olduğuna göre temel araç, seyir yapılacak bölgenin iyi ve doğru bir seyir haritasıdır. Genelde merkator adı verilen özel bir projeksiyonla çizilen seyir haritalarında bölgeye ait oldukça ayrıntılı bilgiler bulunur: kıyıların yapısı, deniz derinlikleri ve deniz dibinin niteliği, kıyılarda belli başlı noktalarda konumlandırılmış olan ve denizcilere yol gösteren sabit fenerler, denize gerekli noktalara atılmış şamandıralar, akıntılarının yön ve şiddeti, batıklar, seyir bölgesinden geçen coğrafi enlem ve boylamlar, yön bulmakta kullanılan pusula gülleri, uzaklık ölçüğü vb. Bulunulan noktayı ve seyir yapılacak yönü bulabilmek için çoğu zaman harita üzerinde açı ölçmek ve ölçülen açıyı bir başka noktaya taşımak gerekir. Bunun için özel bir yapısı olan paralel cetvel kullanılır. Paralel cetvel



le bir doğrultuyu hatasız olarak harita üzerinde herhangi bir yere taşımak son derece kolaydır. Uzaklık ölçümleri için pergel de gereklidir. Bilindiği gibi yön saptanmasında kullanılan alet pusuladır. Pusula, iki kutuplu olan yerküre manyetik alanına her zaman paralel kalan bir mıknatıs çubuğudur. Bu mıknatıs çubuğu, bir nokta etrafında hemen hemen sürtünmesiz olarak dönebilir ve bir ucu her zaman manyetik kuzeyi, diğer ucu da manyetik güneyi gösterir. Salınım hareketlerinin çabuk sönümlenmesini sağlamak için navigasyonda kullanılan manyetik pusulalar bir sıvı içinde bulunur. Manyetik pusulaların kullanımında dikkat edilmesi gereken bir nokta vardır. Yerküremizin coğrafi kutupları ile manyetik kutupları birbirinden farklı noktalardır. Coğrafi kuzey kutup noktasını hepimiz biliriz. Manyetik kuzey kutup nokta-



sı ise Kanada'nın kuzeyinde yer alır. Bu iki nokta arasında yaklaşık bin beşyüz kilometre uzaklık vardır. İşte bu nedenle eğer manyetik pusulanın gösterdiği kuzeye gidersek coğrafi değil, manyetik kuzeye yönelmiş oluruz. Dolayısı ile manyetik pusula kullanılarak yapılan navigasyon hesaplarının düzeltilmesi gerekir. Coğrafi kuzey ile manyetik kuzey arasında yerküre üzerinde bulunulan konuma ve zamana göre değişiklik gösteren bu açığı doğal sapma (variation) diyoruz. Seyir bölgesindeki doğal sapma miktarı, seyir haritalarında bulunan pusula gülleri üzerinde gösterilmiştir. Bu değer, manyetik pusulanın gösterdiği değerden çıkarılarak veya toplanarak gerçek yön bulunur.

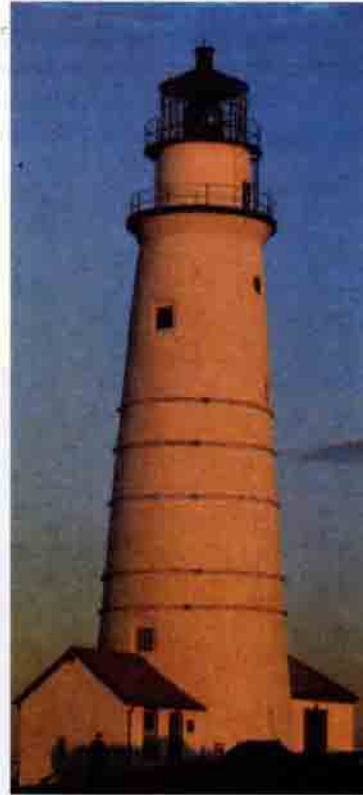
Manyetik pusulalar, bilindiği gibi yalnızca yerkürenin manyetik alanından değil, aynı zamanda çevrede bulunan mıknatıslı cisimlerden ve manyetik alan yaratan elektrik akımlarından da etkilenirler. Bu etki teknenin yapıldığı malzemeye, teknenin üstyapısına, taşıdığı yükün niteliğine göre farklı değerler alabilir. Manyetik pusulanın hata yapmasına neden olabilecek bu ikinci etkiye de arızî sapma (deviation) adı veriliyor. Arızî sapma teknenin gittiği yöne göre de farklı değerler alabiliyor. Her denizci, bulunduğu teknenin pusulasının, tekne hangi yöne giderken ne kadar arızî sapmasının olduğunu bilmek zorundadır. Bunu ölçmenin kolay ve garantili yöntemleri vardır. Genelde bizim sularımızda birkaç derece olan doğal sapma kuzeye gidildikçe artarak yirmi-yirmibeş dereceye çıkar. Arızî sapma da daha çok saadan yapılmış gemilerde önemli boyutlara ulaşır. Kısa seyirlerde pek önemli olmayan bu sapmalar uzun seyirlerde ciddi navigasyon hatalarına neden olabilir. Seyir planlamasında buna dikkat edilmesi şarttır. Yönünü yerkürenin manyetik alanından değil de kendi eksenini çevresinde dönmelerinden yararlanarak, jiroskop etkisiy-

le bulan, daha güvenilir bir pusula türü daha vardır ki buna jiroskopik pusula (gyro) adı verilir. Jiroskopik pusulalar, doğal ve arızî sapmalardan etkilenmez. Dolayısı ile gösterdikleri yön gerçek coğrafi yöndür. Uzun seyirlerde, ciddi navigasyon yapılacaksa, jiroskopik pusula vazgeçilmez bir navigasyon aracıdır. Jiroskopik pusula, elektrik enerjisi ile çalışır. Teknedeki elektrik herhangi bir nedenle kesildiğinde gene manyetik pusula ile başbaşa kalınması kaçınılmazdır.

Kuşkusuz navigasyona yardımcı olacak başka araçlar da vardır. Hemen akla gelenler, teknenin hızını ölçen paraketa ve deniz derinliğini ölçen iskandildir. Her iki aracın da modern teknoloji kullanan türleri olduğu gibi elle yapılan ve kullanımı daha basit türleri vardır. Bulunulan deniz derinliğini ve teknenin o andaki hızını bilmenin hem navigasyonu kolaylaştırma açısından hem de güvenlik açısından yararları yadsınamaz. Son olarak, özellikle hiç bir kara parçası görülmeden yapılan uzun seyirlerde ve okyanus geçişlerinde kullanılan çok önemli bir navigasyon aracı da sekstanttır. Adı hemen hemen denizcilik tarihiyle özdeşleşen bu araç, zaman içinde değişiklikler geçirmiş ve 1731 yılında günümüzdeki biçimini almıştır. Astronomi seyirinde kullanılır. Sekstant kullanabilmek için çıplak gözle görülebilen gezegenleri ve yukarıda sözü edilen belli başlı parlak yıldızları tanımak gerekir.

Deniz Fenerleri

Onsekizinci yüzyıldan başlayarak deniz trafiğinin yoğun olduğu noktalar başta olmak üzere kıyı şeritlerine, özellikle gece seyirinde denizcilere yardımcı olmak üzere, sabit deniz fenerleri yapılmaya başladı. Bir fenerin ışığını görüp hangi fener olduğunu tanıdıktan sonra yaklaşık da olsa konum ve yön saptaması yapmak olanaklıdır. Hele aynı anda birden fazla fener görülebiliyorsa konum ve



yön daha büyük bir kesinlikle saptanabilir. Fenerlerin nasıl tanındığına gelince: Bir seyir bölgesinde birbirine yakın ya da komşu konumlarda bulunan fenerlerin ışık karakteristiği birbirlerinden farklı olacak biçimde seçilir. Örneğin bu fenerlerin ışık gösterme biçimleri ve karanlık süreleri birbirlerinden farklıdır: Diyelim biri 10 saniye periyotla flaş yapıyorsa diğeri 20 saniye periyotla flaş yapar. Tüm fenerler seyir haritalarında ışık karakteristikleri ile birlikte gösterildiğinden, görülen fenerin hangisi olduğu bir kronometre ya da saniyeleri sayabilen bir saat yardımıyla kolayca saptanabilir. Bundan sonra yapılması gereken, özel olarak bu iş için yapılmış olan bir kerteriz pusulası kullanılarak fenerin hangi açıda görüldüğünün bulunmasıdır ki buna denizci dilinde kerteriz almak denir.

Kerteriz, görülme açısı anlamına gelir. Farklı fenerlerden alınan her kerteriz, denizeye bir konum çizgisi sağlar. Bu konum çizgilerinin kesiştiği nokta ise teknenin bulunduğu noktadır. Genellikle karaların denizlere uzantıları olan burunlar ve adalar üzerinde konumlandırılan deniz fenerlerinin bir görevi de denizcileri sıklık, kayalık gibi tehlikeler konusunda uymaktır. Sek-

törlü fener olarak adlandırılan bir tür deniz feneri, yaklaşma açısına göre değişik renkte ışıklar gösterir. Yeşil ve beyaz ışık alan sektörler genellikle serbest yaklaşma yönlerini, kırmızı sektör ise tehlikeli yaklaşma yönünü belirler. Güvenli navigasyon açısından sektörlü bir fenerin kırmızı sektörü bir an önce terk edilmelidir.

Gemilere konumlama olanağı verdiği gibi onları tehlikelere karşı uyarıcı bir seyir yardımcısı türü de şamandıralardır. Tehlikeli sığlıkların civarına atılan şamandıralar taşıdıkları tepelik işaretine ve renklerine göre seyre elverişli yönleri belirtirler. Yanlaşamandıra olarak adlandırılan tür ise kalabalık deniz geçitlerinde ve dar su kanallarında bir seyir düzeni oluşturmak amacıyla kullanılır. Bu tür şamandıralar seyir bölgesindeki geliş-gidiş şartlarını birbirinden ayırarak çatışma olasılığını en aza indirir.

Gel-Git Olayı

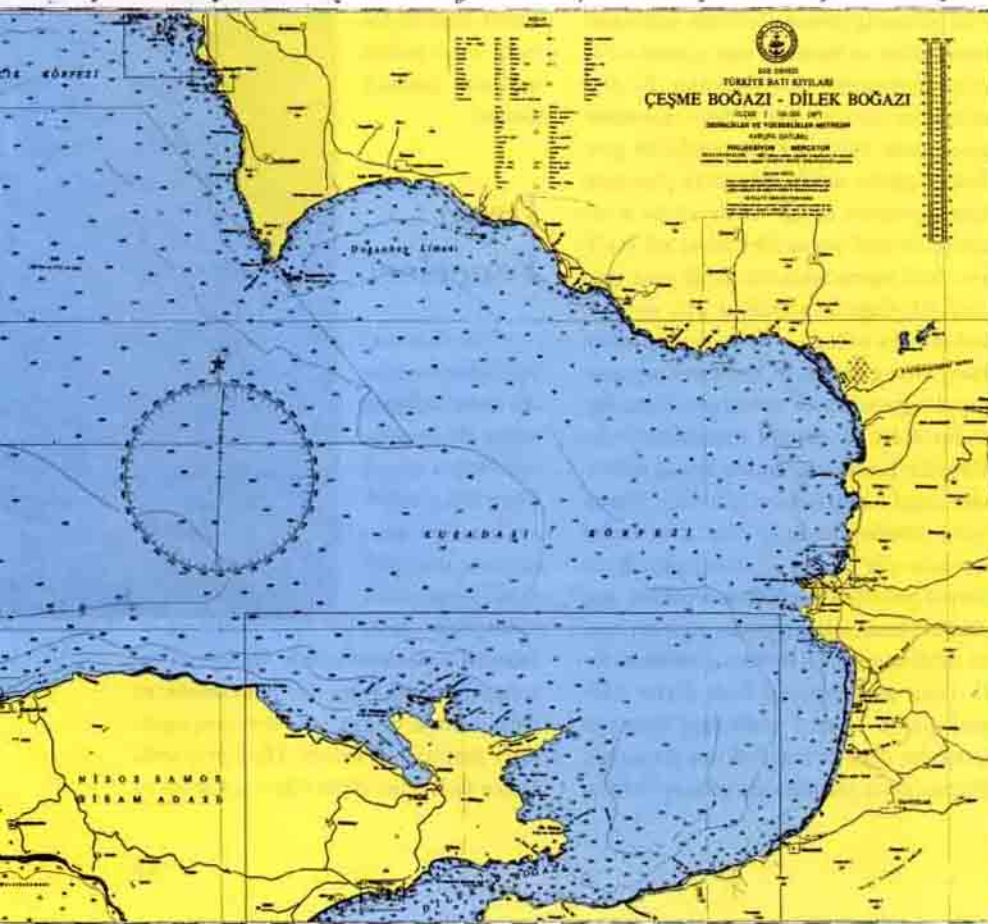
Büyük ölçüde Ay'ın, bir oranda da Güneş'in çekim etkisi nedeniyle oluşan gel-git olayı tüm denizlerde az veya çok etkilidir. Dünyanın her yerinde her 24 saat 50

dakikada bir -ki bu bir Ay gününün uzunluğudur- deniz seviyesi iki kez yükselir, iki kez alçalır. Art arda gelen iki su yükselme ve alçalma genliği aynı olmamakla birlikte periyodik olduğu bilindiğinden, verilen bir anda yükselme veya alçalma miktarı hesaplanabilir.

Ülkemiz denizlerinde etkisi yoğun olarak hissedilmese de gel-git olayının navigasyonda çok önemli bir yeri vardır. Karasularımızda 15-20 cm olan gel-git seviye farkı bazı Kuzey Avrupa denizlerinde 4-5 metreye ulaşır. Bu nedenle de bu sularda seyir yapan teknelerde bulunan navigasyon araçları arasında en önemli yeri gel-git atlasları ve haritaları tutar. Suyun yükselme ve alçalma zamanları titizlikle hesaplanmalı, seyir bölgesindeki en yüksek ve en düşük su seviyeleri not edilmelidir. Gel-git olayının derinlik değişimlerinin ötesinde de etkileri vardır. Özellikle sulanın yükselmeye ve alçalmaya başladığı zamanlarda nehir ve liman ağızlarında çok şiddetli akıntılar oluşur. Teknenin rotası akıntı yönüne dikse tekne yan yan sürüklenerek rotasından çıkabilir. Akıntı yönünde veya ters yönde seyir yapan teknelerin hızları artar veya azalır. Bu da seyir süresinin hesaplanmasını bir ölçüde güçleştirir.

Açık Deniz Seyri

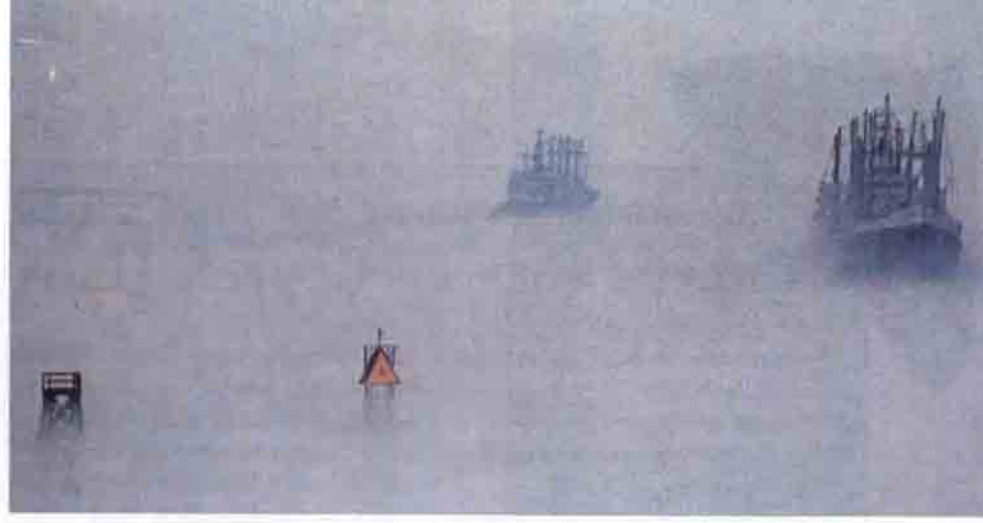
Hiç bir yönde kara göziükmediği zaman denizde yön saptanabilecek başlıca iki yöntem vardır. Birincisi iki kutuplu olduğu bilinen yerkürenin manyetik alanının kuzey-güney doğrultusunu gösterdiğinin bilinmesidir. Tamamen rastlantısal olarak yerkürenin dönme eksenini doğrultusunda bulunan Kutup Yıldızı (Polaris) de kuzeyi gösterir. Ama kolayca tahmin edilebileceği gibi bulunulan konum bilinmeden, gidilmek istenen yönün bilinmesi olanaksızdır. Bu nedenle kıyıdaki kerteriz noktalarının son olarak görüldüğü zaman haritaya son bir sabit konum noktası (fix) konur. Bu andan itibaren teknenin hızı da biliniyorsa, pusuladan okunan yön ve paraketadan okunan değerler birlikte kullanılarak belirli zaman aralıklarıyla haritaya tahmini konum noktaları işaretlenebilir. Bu seyir türüne paraketa seyri (dead reckoning) adı verilir. Kolayca tahmin edilebileceği gibi paraketa



seyrinde işaretlenen konum noktalarının içerdiği hata payı oldukça yüksektir. Bu nedenle de sis bastırması gibi görüşü engelleyecek meteorolojik koşulların ortaya çıktığı zamanlarda ve kısa süreli açık deniz geçişlerinde kullanılması uygun olur.

Uzun süreli açık deniz ve okyanus geçişlerinde daha büyük bir güvenle kullanılacak yöntem ise astronomi seyridir. Astronomi seyri yüzlerce yıldır denizcilerin Dünya'nın tüm denizlerinde kullandıkları bir tekniktir. Adından da kolayca anlaşılacağı gibi tanınan, bilinen gök cisimlerinin günün belirli saatlerinde belirli konumlarda bulduklarının bilinmesi temeline dayanır. Polaris dışındaki tüm yıldızların ufka olan uzaklıkları ve yönleri sürekli değişir. Bu değişim Dünya'nın kendi eksenini çevresinde dönmelerinden kaynaklanır.

Yıldızlar çok uzak olduklarından Dünya'ya göre hareketleri çok yavaş olup belirli bir biçimde yer değiştirmeleri binlerce yıl alır. Dolayısı ile Dünya her 24 saatte bir kendi çevresinde dönerken sanki gökküre bir bütün halinde dönüyormuş gibi olur. Yıldızların birbirlerine göre konumları değişmemekle birlikte, tümü birlikte gece boyunca yer değiştirir. Gezegenler ise bu genellemenin dışında tutulmalıdır. Gezegenler, Güneş'in de izler gibi görüldüğü 'ekliptik' adı verilen bir kuşak boyunca hareket ederler ve hareket yön ve hızları yıldızlardan farklıdır. Bu nedenle görülen gök cismini tanımak gerekir. Örneğin çıplak gözle görülüp tanınabilecek gezegenler Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn'dür. Gene kuzey yarıkürede yılın değişik zamanlarında görülebilecek parlak yıldızlara örnek vermek gerekirse Sirius, Procyon, Betelgeuse, Rigel, Bellatrix, Capella, Aldebaran ve Regulus sayılabilir. Kuzey ve güney yarıkürelerden gözlenebilecek yüzlerce parlak yıldızın, çıplak gözle gözlenebilecek gezegenlerin, Güneş ve Ay'ın konum bilgileri, denizcilerin kullandığı Nautical Almanac



ve Inman's Tables tablolarında verilmiştir. Yapılması gereken, sekstant yardımı ile bilinen bir gök cisminin yüksekliğini ölçmek ve ölçüm zamanını duyarlı bir biçimde kaydetmektir. Daha sonra belirli tablolar, cetveller ve kimi zaman basit bir hesap makinesi kullanılarak bu bilgiler gözlem yapılan noktanın konum bilgilerine dönüştürülür.

Havanın kapalı olup bir süre gözlem yapılamaması durumunda kısa zaman aralıkları için yukarıda söz ettiğimiz paraketa seyrine başvurulur.

Modern Navigasyon Araçları

Uzun süre sekstantın egemenliğinde süren navigasyon çalışmaları elektronik seyir yardımcılarının gittikçe artan bir biçimde kullanılmaya başlaması ile kolaylaşmış ve hata oranları çok azalmıştır. İlk olarak İkinci Dünya Savaşı sırasında kullanılmaya başlanan radardan söz etmek gerekir. "Sıfır görüş" koşullarında seyir yapma olanağı sağlayan bu araç, yaydığı özel dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgaların bir engelle karşılaştığında yansiyarak yayıldığı noktaya geri dönmesi ve yansıma yüzeyinin yapısı ve uzaklığı konusunda bilgi vermesi ilkesine dayanır. Önce yalnızca büyük gemilerde kullanılmaya başlanan radar, günü-

müde her boydaki yatlarla da monte edilebilmekte ve güvenli bir seyir sağlamaktadır. Kıyılarda konumlandırılan vericiler aracılığıyla gemilere yardımcı olan Loran sistemi (LOng RAnge Navigation), özel Loran haritaları kullanan gemilerin kendi konumlarını kolayca bulmasını sağlamaktadır. Yine yerküre üzerindeki vericilerden yayın yapan Decca ve Omega gibi seyir yardımcılarının çalışma ilkeleri arasında benzerlikler vardır. Bu tür yer kaynaklı elektronik navigasyon araçlarının verimliliği yerküre yüzeyinin eğriliği nedeniyle kıyılardan uzaklaştıkça azalmakta, bazı bölgelere kimi zaman sinyal ulaştırılması mümkün olmamaktadır. Yapay uydu teknolojisinin devreye girmesiyle birlikte sinyal kaynakları uzaya taşınmış ve SatNav (Satellite Navigation) sistemi geliştirilmiştir. Bu teknoloji, bilindiği gibi GPS (Global Positioning System-Küresel Konumlandırma Sistemi) ile doruğa ulaşmış durumdadır. Askeri amaçlarla Amerika Birleşik Devletleri tarafından geliştirilen GPS aşamalı olarak sivil kullanıma da açılmış, alıcı fiyatlarının da ucuzlaması ile birlikte küçük yatlar da dahil olmak üzere her tür teknede yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Neredeyse küçük bir cep hesap makinesi boyutlarında olan bir GPS alıcısından o an bulunan enlem ve boylam, teknenin rota ve hızı gibi tüm bilgiler büyük bir kolaylık ve hızla elde edilebiliyor. Konumu yaklaşık on metre gibi bir hata payıyla verebilen GPS'in günlerdir hiç bir kara parçası görmeden okyanus ortasında seyretmekte olan bir tekne için sağladığı kolaylığı ve güveni şöyle bir düşünün. Hata payını daha da düşürmek isteyen teknoloji ise durmak bilmiyor. Yeni geliştirilen DGPS (Differential GPS) konumdaki hatayı bir metreye kadar indiriyor. Pasifik Okyanusu'nda herhangi bir noktayı elinizle koymuş gibi bulmak düşüncesi bile olağanüstü değil mi?

Kaynaklar:
Bond, B., Handbook of Sailing., 1987.
Braudel, F., Akdeniz., Metis Yayınları, 1990
National Geographic Magazine, Haziran 1991.
Seashore Based Sailing., RYA



Astronomi Navigasyonunun İlk ve Basit Araçları: Çapraz Çıta ve Çeyrek Daire

Dünya çevresinde büyük deniz yolculuklarının başlaması ile birlikte bugünkü seksantın ataları sayılabilecek çapraz çıta (cross staff) ve çeyrek daire, navigasyon amacıyla kullanılmaya başlandı.

Teleskop-öncesi astronominin temel açı ölçme aletleri olan çapraz çıta ve çeyrek daire, uzun zaman göksel seyir yapan denizcilerin en büyük yardımcısı oldu. Bu aletlerin ilk olarak, astronominin doğuş yeri olan Ege ve Doğu Akdeniz havzasında kullanıldığı bilinmektedir.

M.S. birinci yüzyılın en büyük gökbilimcilerinden olan Ptolemaeus'un çapraz çıta türü bir araçla Güneş'in ufukla yaptığı açığı bir dereceden daha duyarlı bir biçimde ölçtüğü bilinmektedir.

Ptolemaeus'un geleneğini sürdüren Araplar astronomide ilerlemeler kaydederken usurlub (astrolobe) aletini geliştirdiler. Ortaçağın karanlıklarına gömülen Avrupa, Rönesans'a kadar astronomiyi de onun araçlarını da göz ardı etti. Çeyrek dairenin de büyük gökbilimci Tycho Brahe (1546-1601) zamanında doruğa ulaştığı bilinmektedir. Brahe döneminde yarıçapı 2 metreye ulaşan çeyrek daireler yapıldı. Bu araçlar, karada ve sabit bir yerde kullanılmak üzere yapılıyordu. Okyanus dalgalarının yalpaya düşürdüğü gemilerin güvertelerinde kullanılmak için fazla büyük ve hantal dılar. Daha sonra tümüyle navigasyon amaçlı küçük, portatif araçlar geliştirildi ve büyük kullanım alanı buldu.

Çapraz çıta, iki parçadan oluşur. Santimetre bölümlü ve yaklaşık bir metre uzunlu-

ğunda bir çıta ve bunun üzerine dik olarak geçip ileri-geri kayabilen, özel biçimde kesilmiş bir karton veya kontrplaktan kesilmiş bir parça. Bu parça kalın bir kartona gerçek boyutlarıyla çizilip kesildikten sonra uygun bir çitanın üzerinde kayabileceği şekilde hazırlanır. Çapraz çitanın kullanımı da oldukça basittir. Çıta, aralarındaki açısal uzaklık ölçülmek istenen yıldızlar doğrultusunda tutulur. Ucu hafifçe yanağa yaslanır. Kayan parça ileri veya geri hareket ettirilerek yıldızların kayan parçanın köşeleri ile çakışması sağlanır.

Yıldızların birbirine olan açısal uzaklığına göre geniş, orta ve dar aralıklar kullanılabilir. Yıldızlar köşelerle çakıştığı anda, kayan parçanın gözden uzaklığı ölçülür. Daha sonra verilen çevirme tablosundan, yıldızların arasındaki açısal uzaklık okunur. Dikkatli kullanıldığında, iki yıldız arasındaki açısal uzaklık yaklaşık bir derece duyarlılıkla bulunabilir.

Çapraz çıta ile pratik yapmak için bir duvara birbirinden 75 cm uzaklıkta iki işaret koyun. Daha sonra duvardan 4 metre uzaklaşıp bu iki noktanın arasındaki açısal uzaklığı, geniş aralığı kullanarak ölçmeye çalışın.

Noktalar kayan parçanın köşeleri ile çakıştığı anda, metre çubuğunda 54 cm rakamını okumalısınız. Yani kayan parçanın gözden uzaklığı 54 cm olacaktır. Şimdi çevirme tablosunun sol kenarında 54 cm işaretini bulun. Bu noktayı tablonun ortasındaki "geniş" noktası işareti ile birleştirip karşıdaki açı ölçüğünü kestiyeye kadar uzatın. Çizginin açtığı ölçüğü okuyun. Çizginin açtığı ölçüğü kestiyeye kadar uzatın. Çizginin açtığı ölçüğü kestiyeye kadar uzatın. Çizginin açtığı ölçüğü kestiyeye kadar uzatın.

değer 11° dir. Ölçümde orta kenarlar kullanırsanız çizginin geçmesi gereken yer "orta" noktası; dar kenarlar kullanıldıysa "dar" noktası olmalıdır. Bu ölçümleri evde başka cisimler için tekrarlayabilir, yeterince pratik kazandırdığınızda inandığımız zaman da yıldızların arasındaki açısal uzaklıklarını bulmakta ya da yıldızların ufuktan olan yüksekliklerini ölçmekte kullanabilirsiniz. Her ölçümü birkaç kez tekrarlayarak bulunan değerlerin ortalamasını alabilir ve böylece olası okuma hatalarını azaltabilirsiniz.

Çeyrek daire (Quadrant), iki cismin arasındaki açısal uzaklığı değil, bir cismin yatay doğrultu ile arasındaki açığı ölçer. Astronomi ve navigasyonda yatay doğrultu ufuk (çevren) düzlemi olarak adlandırılır.

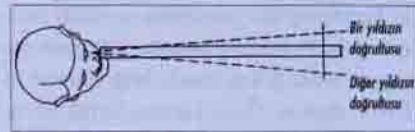
Şekilde görülen çeyrek daire gerçek boyutlarıyla okuma kolaylığı açısından daha da büyük olabilir kalın bir karton üzerine çizilir ve kesilir. Üst kenarı çıta kenarına paralel olacak şekilde bir çıta üzerine yapıştırılır. Çeyrek dairenin işaretli merkezi delinip buraya bir ip geçirilerek sabitlenir. İpin ucuna bir ağırlık bağlanır. Çeyrek dairenin herhangi bir cismin ufuktan olan yüksekliğini ölçmek için hazırdır.

Çeyrek dairenin kullanımı daha da basittir. Çitanın bir ucu göz hizasında tutulurken diğer ucu yüksekliği ölçülecek olan yıldız doğrultulur. Ağırlığın serbest durması ve mümkün olduğunca salınmaması sağlanır. Bu pozisyonda iken ip, dairenin çevresi hizasında parmakla basılır ve değer okunur. Bu değer baktığınız cismin ufuktan olan açısal yüksekliğidir.

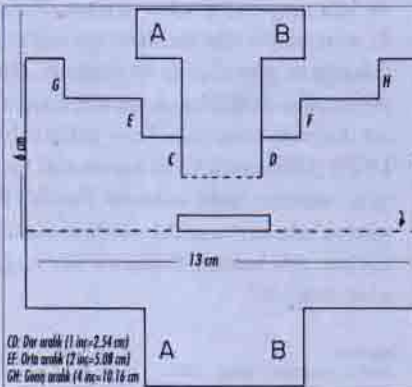
Ölçümleri yine birkaç kez tekrarlayarak ortalamasını alıp okuma hatalarını azaltabilirsiniz. Şimdi uzun süre navigasyonda kullanılan bir ölçümü yapabilirsiniz. Kutup yıldızının (polaris) ufuktan olan yüksekliğini ölçün. Bu değer sizin bulunduğunuz enlemi verecektir.



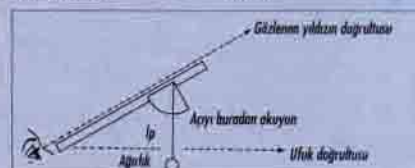
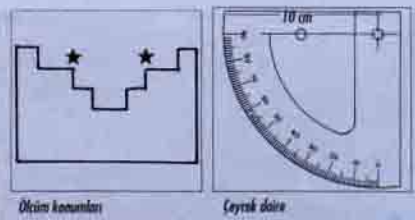
Çapraz çitanın kullanılması



Çapraz çitanın üstten görünüşü



Çapraz çitanın kayan parçası



Çeyrek dairenin kullanılması

