

6. BÖLÜM

HİDROGRAFİK HARİTALAR ve OTOMASYON SİSTEMLERİ

6.1. Hidrografik haritalarda kullanılan projeksiyonlar

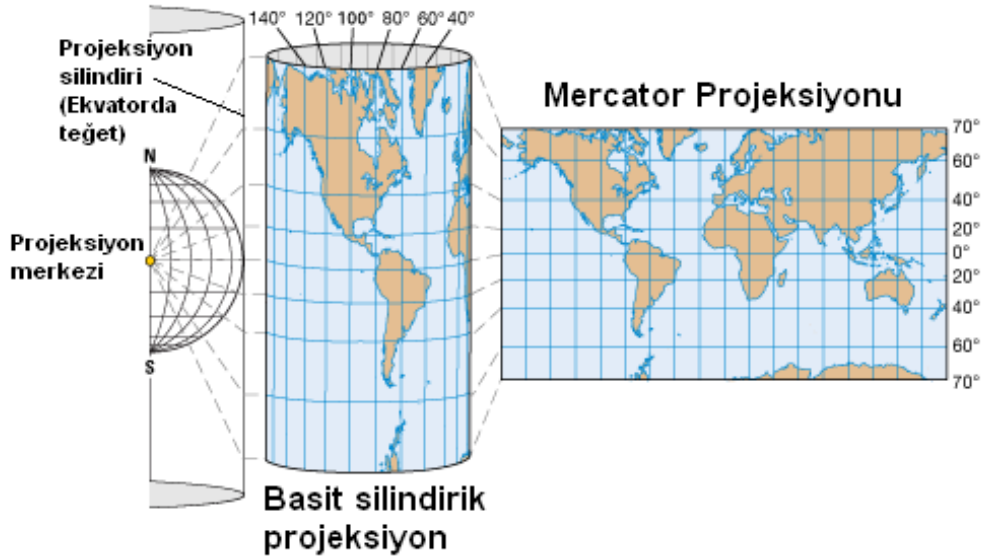
Yeryüzü düzlem bir yüzey olmadığından, harita çiziminde amaca en uygun koşulları gerçekleştiren projeksiyon yöntemi seçilir. Projeksiyon yönteminin özelliğine göre, haritada açı, uzunluk veya alan deformasyonları oluşur. Amaca uygun projeksiyon yönteminin seçilmesi ile bu deformasyonları azaltma veya bazılarını yok etme olanağı vardır. Hidrografik haritaların büyük çoğunluğunu oluşturan deniz haritalarının çiziminde, kolay ve ekonomik seyir istekleri birinci derecede etkili olduğundan, genellikle **en kısa yol (ortodrom)** seyrine veya **sabit rota (loksodrom)** seyrine olanak sağlayan **Gnomonik** ve **Mercator** projeksiyon yöntemleri uygulanır. Kara haritalarının tamamlanması amacıyla yapılan çizimlerde ise kara haritasına ilişkin projeksiyon yöntemi uygulanır.

6.1.1. Mercator projeksiyonu

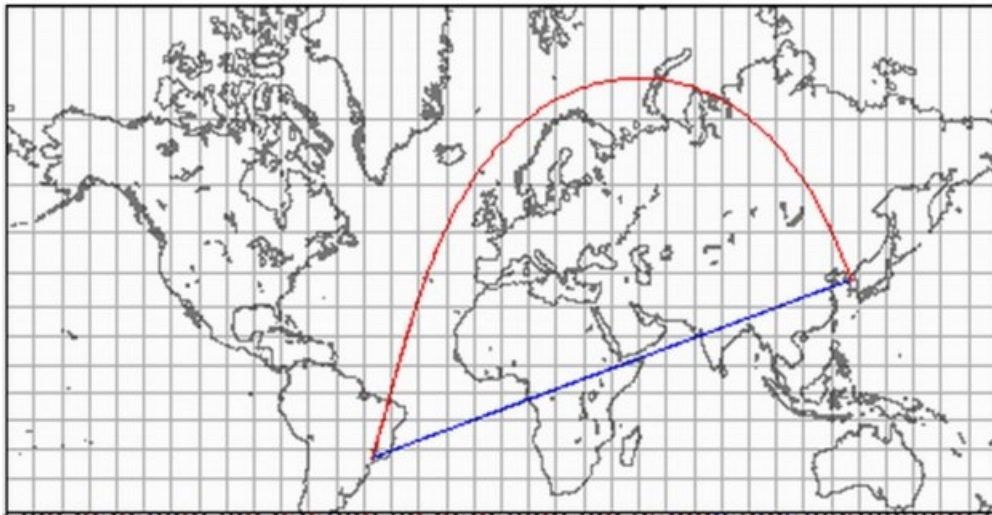
Mercator projeksiyonunun temel ilkesi, dünyaya ekvator dairesi boyunca teğet olduğu düşünülen bir silindir üzerine izdüşüm yapılmasıdır, (Şekil-6.01). Mercator projeksiyonu, açı koruyan normal konumlu bir silindirik projeksiyondur. Mercator

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

projeksiyonunda meridyen ve paralel daireleri birbirine dik doğrular şeklinde oluşur. Meridyeni temsil eden doğruların aralıkları eşit olmasına karşın, paralel daire doğruları ekvatordan uzaklaştıkça ara uzunlukları artar. Mercator projeksiyonun başka bir özelliği, dünya üzerinde meridyenlerle sabit açı yapan ve **loksodrom** adı verilen eğrinin harita üzerinde bir doğru olarak görülmesidir. Bu özellik gemi ulaştırıcılığında büyük önemi olan **sabit açılı rota seyrine** olarak sağladığından, Mercator projeksiyonu deniz haritaları için çok kullanılan önemli bir projeksiyondur.



Şekil-6.01 Mercator proeksiyonu

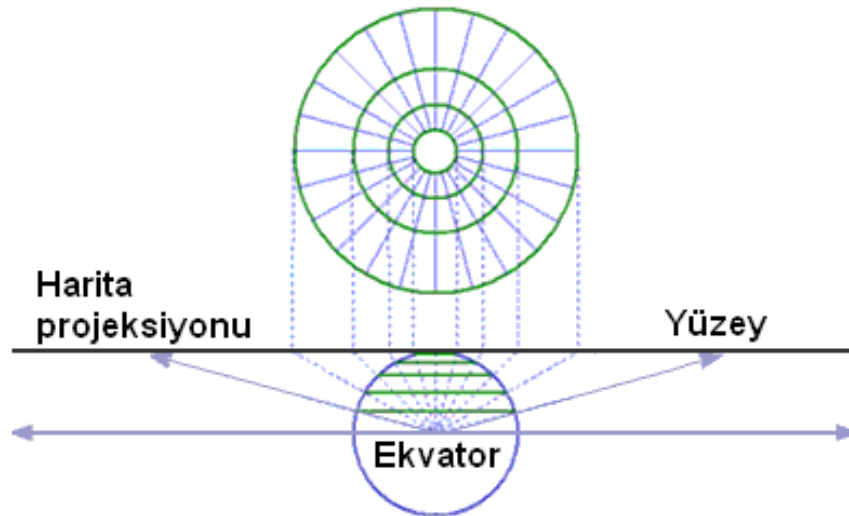


Şekil-6.02 Mercator projeksiyonunda loksodrom (mavi doğru)

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

Mercator projeksiyonuna göre hazırlanmış haritalarda tam ekvator üzerindeki bölgeler için deformasyon yoktur. Ancak ekvatorдан uzaklaştıkça deformasyonlar büyüdüğünden, yöntem maksimum 60^0 enlemine kadar uygulanabilir. Fakat 40^0 enleminden sonra haritalarda önemli ölçüde alan deformasyonu ortaya çıkar.

Gemicilikte modern seyir olarak adlandırılan elektronik seyirde, geminin herhangi bir andaki konumunun belirlenmesinde, belirli istasyonlara göre ölçülen uzaklıkların ve doğrultuların Mercator projeksiyonuna göre yapılmış bir haritaya doğrudan işaretlenmesi kolay değildir. Çünkü radyo dalgalarının yörüngeleri birer büyük daire eğrisidir. Bu projeksiyonda büyük daire eğrisi bir doğru şeklinde oluşmaz. Ancak bu eğrilerin açıklık açıları, mercatoryal açıklık açısına dönüştürülerek haritaya işaretlenebilir. Dönüşüm için genellikle daha önceden hazırlanmış çizelgelerden yararlanılır. Mercator projeksiyonuna göre yapılmış haritalarda, en kısa yol olan büyük daire eğrisi, küçük loksodrom parçalarına bölünerek sabit rotalar ile en kısa yol üzerinde ekonomik seyir olanağı vardır.



Şekil-6.03 Gnomonik projeksiyon

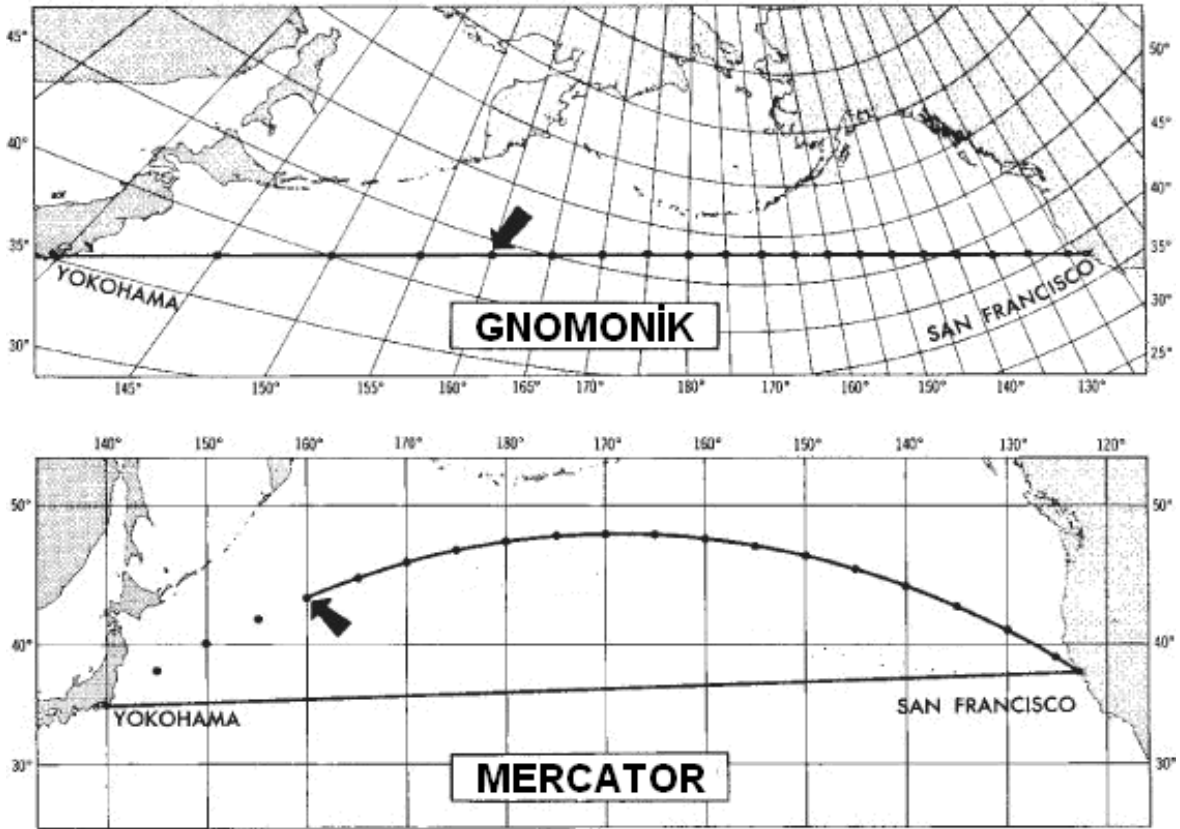
6.1.2. Gnomonik projeksiyon

Gnomonik projeksiyon yönteminin temel ilkesi, dünyaya kutup noktasında teğet olduğu düşünülen bir düzlem üzerine izdüşüm yapılmasıdır, (Şekil-6.03). Burada projeksiyon merkezi, dünyanın merkezi ile çakışık olduğundan paralel daireleri birer daire, meridyenler ise bu daireleri eşit parçalara bölen birer yarıçap şeklinde

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

oluşurlar. Projeksiyon yüzeyinin teğet noktasından uzaklaştıkça deformasyonlar hızla büyüdüğünden, 60° den daha küçük enlemlerde yapılacak haritalar için bu projeksiyon yöntemi uygulanmaz.

Gnomonik projeksiyonun gemiciliği ilgilendiren en önemli özelliği, iki nokta arasında en kısa yol olan büyük daire yayının (ortodrom eğrisinin) harita üzerinde bir doğru parçası olarak görülmesidir (Şekil-6.04). Gnomonik projeksiyonda büyük daire yayı her noktada meridyenle değişik açı yaptığından gemi rotasının sürekli değiştirilmesi gerekir. Bunun uygulanması zordur. Bu nedenle Gnomonik projeksiyona göre çizilmiş deniz haritaları, genellikle Mercator projeksiyonlu haritalarla birlikte kullanılır. Elektrometrik dalgaların yörünge eğrisi, Gnomonik projeksiyonda doğru olarak görüldüğünden, bu projeksiyona göre yapılmış haritalar, elektrometrik konum belirleme veya elektronik seyir için büyük kolaylık sağlarlar.



Şekil-6.04 Büyük daire yayının (ortodrom)

Gnomonik ve Mercator projeksiyonlarındaki görünüşü

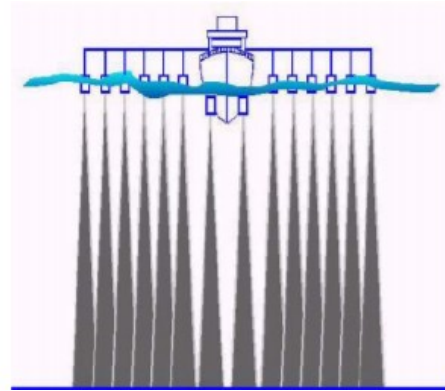
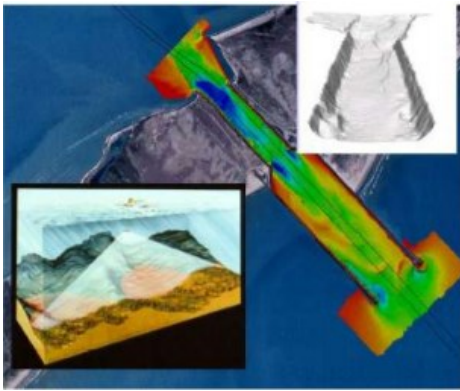
6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

6.2. Hidrografik Ölçmelerde Otomatik Veri Toplama Sistemi

Hidrografik ölçmeler, en genel şekliyle ele alındığında sularla kaplı ortamlarda yapılan jeodezik ve oşinografik ölçme çalışmalarını kapsar. Jeodezik çalışmaların iki önemli bileşeni, konum ve derinlik ölçmeleridir. Diğer jeodezik ölçmelerde olduğu gibi, hidrografik ölçmeler de hızlı bir gelişme göstermiştir. Günümüzde halen uygulanmakta olan klasik hidrografik ölçmelerin yanında, bilgisayar destekli modern Data (Veri) Toplama Sistemleri de kullanılmaktadır. Konum ve derinlik ölçmelerinde kullanılan başlıca yöntemler aşağıda verilmiştir.

Konum Ölçme Yöntemleri	{ Sextant Optik Yöntem Elektro - Optik Yöntem Akustik Yöntem İnersial Yöntem Uydu Ölçmeleri }	Derinlik Ölçme Yöntemleri	{ Lata İskandil Mekanik İskandil Akustik İskandil Airborne Lidar }
------------------------	--	---------------------------	---

Hidrografik ölçmelerde kullanılan tekniklerde ve ölçme donanımlarında köklü değişiklikler olmuştur. Günümüzde Çok Beamli Akustik İskandil ve Havadan Lazer İskandil sistemleri ile su ortamının neredeyse tümünün taraması yapıp, ölçülmesi mümkün olmaktadır.



a-) Çok Beam'li Akustik İskandil b-) Çok Transdüserli İskandil
Şekil-6.05 Hidrografik Ölçmelerde Gelişmiş İskandil Yöntemleri

Çok Beam'li (Multibeam) Akustik İskandil

Derinlik ölçmesinde kullanılan bir çok yöntemden biri olan akustik iskandil yöntemi, batimetrik ölçmelerde en yaygın olarak kullanılan bir derinlik ölçme yöntemidir. Ölçmeler önceleri tek bir ışının kullanıldığı donanımlarla

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

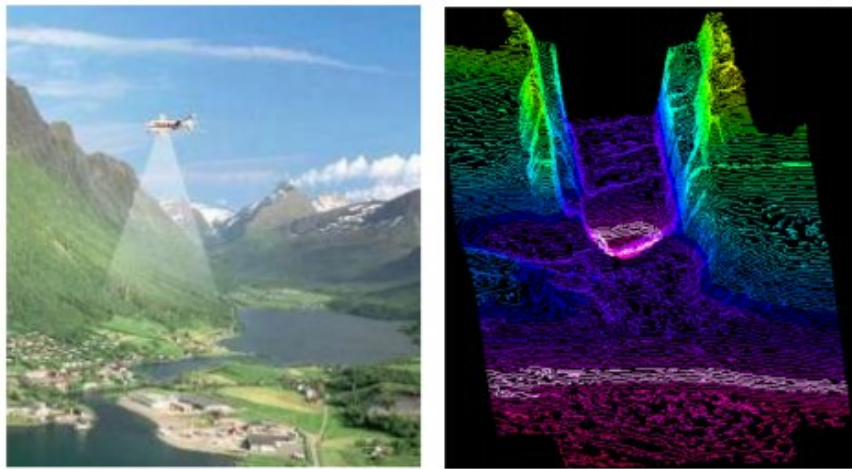
gerçekleştirilirken, günümüzde bu sistemin çok daha geliştirilmiş bir uygulaması olan Çok Beam'li sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Sistemlerle daha geniş alanları son derece detaylı ve hızlı ölçebilmek mümkün olmaktadır (Şekil-6.05a). Yöntemin biraz farklı bir şekli olan ve süpürme sistemleri olarak adlandırılan çok transdüserli sistemler ile de benzer şekilde çalışmalar yapılabilir (Şekil-6.05b) (IHO, 1998).

Airborne Lazer İskandil

Bu yöntemde suyun berraklığına bağlı olarak 40-50 m'ye kadar ki sığ bölgelerde lazer ışını kullanılarak hızlı ve detaylı ölçme yapılabilir. Airborne lazer ile ölçme tekniğinde, üç farklı teknolojinin birleşimi kullanılır;

- Lazer tarayıcı (LIDAR - rugged compact laser rangefinders),
- yüksek doğruluklu İnersiyal Reference Sistemler (INS) ve
- GNSS (Global Navigation Satellite System).

Küçük bir helikopter veya uçağa yerleştirilen bu tür sistemlerle, uçuş yolu altında kalan alanın sayısal topografik haritasının hızlı bir şekilde çıkarılması mümkün olmaktadır (Şekil-6.06).



Şekil-6.06 Airborne Lazer Ölçme Tekniği ve SAM

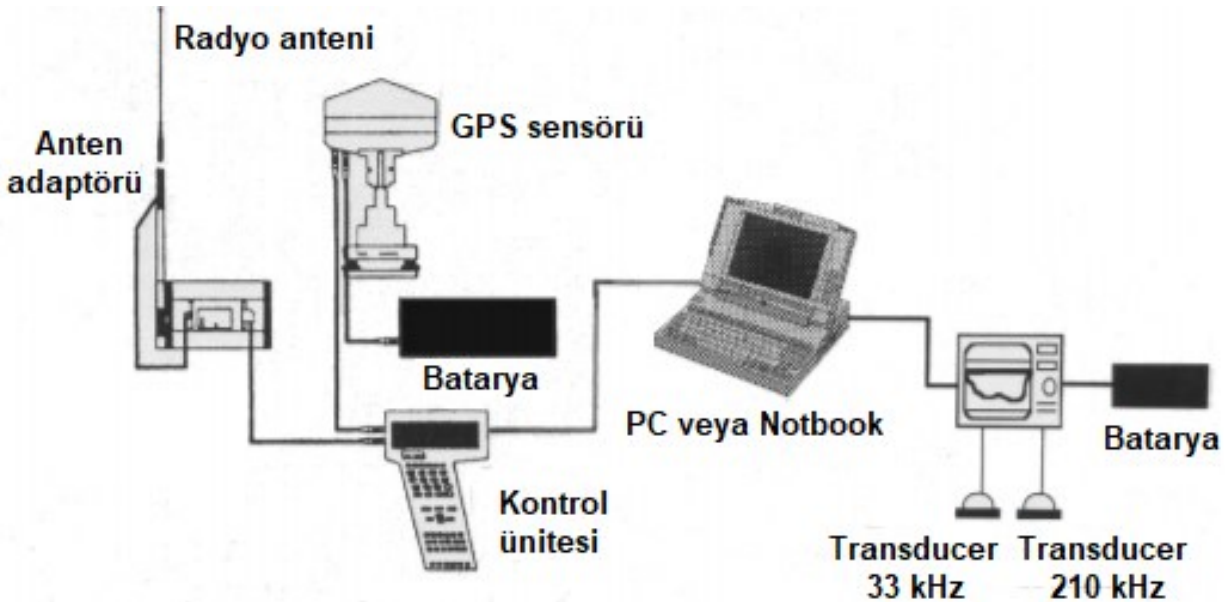
Airborne lazer ile ölçme tekniğinde uçuş şartları uygun olması halinde yirmi dört saat ölçme yapmak mümkündür. Bu yöntemle, bir saatlik ölçme sonunda geometrik olarak referanslandırılmış 10.000.000'dan fazla, yüksekliği ve konumu bilinen nokta elde etmek mümkündür. İstenirse, 1 m veya daha sık aralıklarla üç

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

boyutlu Sayısal Arazi Modeli oluşturulabilir. Günümüzde bin kilometre karelik bir alanın Sayısal Arazi Modeli (SAM) verisi, 12 saatten daha az sürede elde edilebilmektedir. Kıyı çizgisi gibi 500 km'lik bir koridor, bir çalışma sabahı ölçülebilir ve diğer gün sonuçlar elde edilebilir. Yukarıda bahsedilen Otomatik Veri Toplama Sistemleri, genel olarak;

- Hidrografik Donanım ve
- Hidrografik Yazılım

olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.



Şekil-6.07. Otomatik Veri Toplama Sistemi Donanım Bileşenleri

Hidrografik Donanım (Hardware)

Otomatik Veri Toplama Sistemlerinde yer alan başlıca donanımlar;

- Konum ölçmelerinde kullanılan GPS, GLONASS vb GNSS uydu sistem alıcıları,
- Ölçme taşıtının yönlendirilmesi için Gyro, özel pusula vb,
- Ölçmelerdeki ses hızı, bat-çık (heave) ve pitch&roll gibi etkileri gidermek/azaltmak için sensörler,
- Derinlik ölçmelerinde kullanılan sayısal ve grafik çıkışlı çift frekanslı derinlik ölçer,

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

- Konum ve derinlik bilgilerinin bir yazılım desteğinde depolanacağı bir PC veya Notebook bilgisayardan oluşmaktadır, (Şekil-6.07).

Hidrografik Yazılım (Software)

Bir hidrografik yazılımın esas görevi, eş zamanlı konum ve derinlik bilgilerini ve diğer sensör ya da sistemlerden gelen verileri birleştirerek, depolamasıdır. Bu tür programlar genellikle üç ana bileşenden oluşur (Alkan ve Kalkan, 1999).

a-) Ölçme Öncesi Hazırlıklar:

- Sistemdeki cihazların iletişim protokollerinin ayarlanması,
- Lokal tekne koordinat sisteminin tanımlanması,
- Offset değerlerinin ve teknenin çökme düzeltmelerinin girilmesi,
- Ölçme sınırlarının belirlenmesi,
- Ölçme profillerinin oluşturulması,
- Kıyı çizgisi gibi detayların eklenmesi,
- Koordinat dönüşümü için gerekli olan parametrelerin girilmesi.

b-) Ölçmelerin Gerçekleştirilmesi:

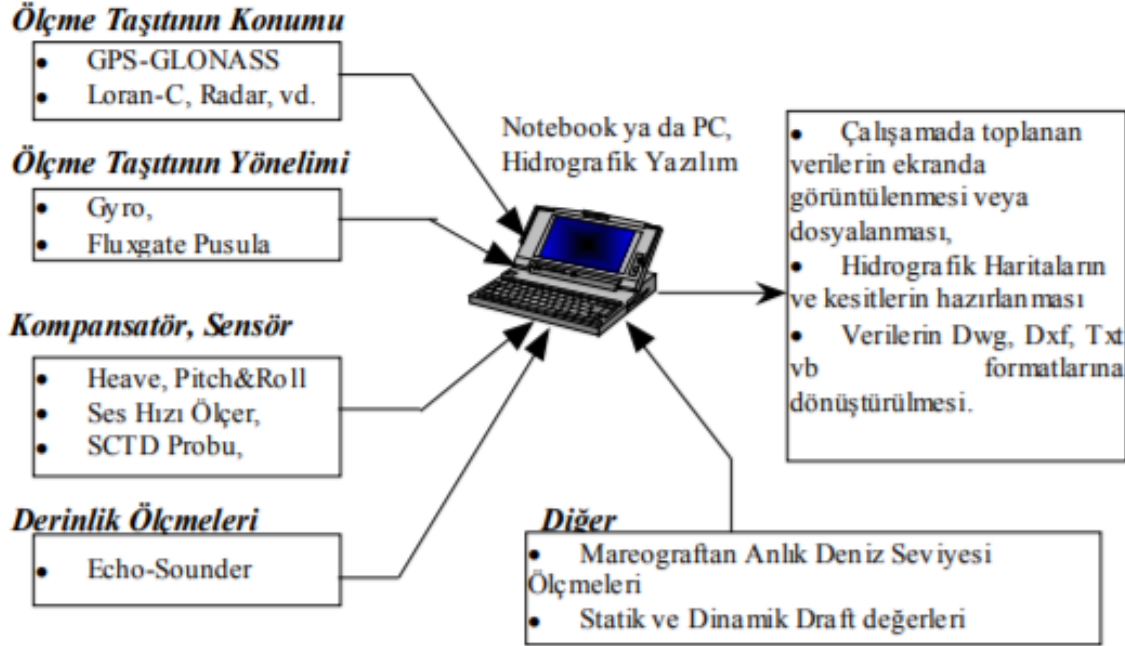
- Derinlik, konum ve diğer sensörlerden alınan bilgilerin toplanıp, manyetik ortamlara depolanması,
- Gerçek zamanlı derinlik profillerinin çizimi,
- Ölçmeler yapılırken, bilgisayar ekranında ölçme profilleri, sahil çizgisi ve diğer detaylar ile teknenin hareketinin gerçek zamanda görüntülenmesi,
- Teknenin hız ve doğrultu açısı gibi bilgilerin toplanması,
- Ses hızının ölçülmesi.

c-) Ölçme Sonrası Çalışmalar :

- Toplanan verilerin kontrol edilip, gerektiğinde düzeltilmesi,
- Ses hızı ve su seviyesi düzeltmelerinin yapılması,
- Bu verilerin ekranda görüntülenmesi veya yazıcıdan çıktıların alınması,
- Ölçülmüş değerlerden profil kesitlerinin çizilmesi,
- Hacim hesapları,
- Hidrografik haritaların hazırlanması.

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

Genel olarak bir Otomatik Veri Toplama Sisteminin bileşenleri Şekil-6.08'de verilmiştir. Otomatik Veri Toplama Sisteminin hızı hakkında bir fikir edinmek üzere klasik yöntemle bir karşılaştırma yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre, aynı sürede ölçülebilen nokta sayısının klasik yöntemle göre yaklaşık 15 kat daha fazla olduğu görülmüştür (Kalkan ve Alkan, 2003).



Şekil-6.08 Bir Otomatik Veri Toplama Sisteminin Bileşenleri

6.3. Otomasyon sistemlerinin gelişimi ve faydaları

Ölçme anındaki nokta konumunun belirlenmesi, konumu belirlenen bu nokta ile bir sonraki konum belirleme noktası arasındaki doğrultu üzerinde periyodik aralıklarla derinlik ölçümleri yapılması ve bu bilgilerin sayısal veya grafiksel olarak gösterilmesi, derinlik haritalarının yapımında arzu edilen hususlardır. Deniz haritacılığında otomasyon, 1950'lerin sonunda radyo seyir sistemlerinin kullanılmasıyla başlar. Bilgisayar ve mekanik çizicilerin devreye girmesiyle, delikli okuma kartlarına girilen konum belirleme okumaları, bilgisayar tarafından çizdirilmeye başlanmıştır. 1965 yılında ise, bilgiler serdümenin önündeki ekrana aktarılmıştır. Klasik çizim aletlerine göre çok daha hızlı bir elektronik harita gösterimi olan bu ekranlara, bütün seyir bilgi ve noktaları çizdirilerek, hesapları kolaylıkla takip edilebilmektedir. 1970 lerde okunan veriler, manyetik bant veya

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

kasetlere sayısal olarak aktarılmaya başlanmıştır. Konum belirlemeden sonra, etüd sonu çalışmalarında derinlik verilerini otomatik olarak haritaya dökme işlemlerine de bu tarihlerde başlanmıştır. Günümüzde bu sistemler, radyonavigasyon sistemleri ile birlikte, yönölçer (cayro), parakete (hız logu) ve uydu sistemleri gibi birçok konum belirleme sistemleri entegre edilebilmekte ve verilerin kalite kontrolü anlık olarak yapılabilmektedir.

Böylece konum belirleme, derinlik ölçme ve haritalama çalışmaları, boyutları küçülen bilgisayarların araştırma gemilerine monte edilmesiyle, tek bir sisteme entegre edilebilmiştir. Böyle bir sistemde, çalışma hatları ve anında hesaplanan gemi konumları, serdümen önündeki ekrana veya otopilota gönderilebilmektedir. Son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan otomatik konum belirleme, derinlik ölçme, depolama, veri işleme ve haritalama sistemlerinin klasik ölçme yöntemleri yerine tercih nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Doğan ve Alpar, 1994):

- Azalan rutin işler ve daha az kalifiye eleman gereksinimi,
- Hızlandırılmış işlem ve hesaplamalar,
- Karmaşık işlemlerin gösterime daha kolay sunulabilmesi,
- Emniyet açısından kritik alarm durumlarının anında tespiti,
- Yorucu rutin işlemlerden doğan kişisel hataların azaltılması,
- Gerekli veri ve koşulların standart bir şekilde uygun kayıt ortamlarına depolanabilmesi,
- Maliyet giderlerinin azalması,
- Gelişen veri işlem kolaylıkları,
- Kullanıcıların manevralarına daha fazla zaman ayırabilmeleri.

Gerekli durumlarda sahildeki bir gel-git ölçerden su seviyesi bilgileri telemetrik olarak sisteme sokulabilmekte ve derinlik verilerinden su seviyesi değişimlerinin etkileri çıkartılarak veriler belli bir datuma indirgenebilmektedir. Çevresel birimlerden gelen sayısal veri sinyalleri alan ve çevresel birimlere sayısal kontrol sinyalleri gönderen sistem, gerek radyonavigasyon, gerekse uydu verilerini kullanan konum belirleme aletleri ile gemideki yön ölçer ve hız ölçerden yararlanarak sürekli mevki koyabilir. Derinlik ölçme sistemlerinden gelen sayısal derinlik verileri de sistemde depolanırlar. Sistem, akustik iskandil, sismik, manyetometre ve yandan taramalı sonar gibi çevresel birimlere, belli aralıklarla

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

veya istenen bazı özel anlarda konum markalamaları gönderir. Böylece elde edilen veriler arasında koordinasyon sağlanır. Sistemin doğru çalışması, yan birimlerin doğruluğuna bağlıdır. Bu nedenle konum belirlemede mümkün olduğunca fazla konum belirleme sistemi ve sahil istasyonu kullanılmasına özen gösterilmektedir. Çalışma sonrası elde edilen veriler, veri işlem teknikleri uygulanarak haritalanabilir.

Derinlik haritalarında dip topoğrafyası birçok değişik biçimde belirtilebilir. Yaygın olarak kullanılan seyir haritalarında, yoğun aralıklarla derinlik değerleri belirtilerek belli aralıklarla eşderinlik eğrileri çizilmektedir. Ülkemizde memleket kara haritaları içinde kalan kıyı denizlere ait hidrografik çalışmalar Gauss-Krüger projeksiyonuna göre çizilmektedir. Diğer bir harita şekli ise, derinliklerin belli aralıklı eşderinlik eğrileriyle belirtildiği haritalardır. Bunlar kullanıcının dip topoğrafyasını daha iyi algılayabilmesini sağlar. Diğer batimetri haritaları ise, renklendirilmiş haritalar, şekillendirilmiş boyamalı haritalar ve gölgelendirilmiş şekilli haritalar olup, eşderinlik eğrilerinin çizilmediği yerlerde gerçek derinlikleri gösteremedikleri için pek kullanışlı değildirler.

Hidrografik haritaların yapılması için açılan paftalara önce jeodezik noktalar işaretlendikten sonra kıyı şeridinde ait ayrıntılar işlenir. Daha sonra her konum noktası için ölçülmüş olan derinlik değerleri haritaya geçirilir. Profiller , gridler şeklinde alınmışsa, kesim noktalarındaki derinliklerin birbirleriyle uyuşumu kontrol edilir. Haritaya geçirilecek değerler, düzeltilmiş ve indirgenmiş değerler olmalıdır. Otomatik veri toplama, depolama ve işleme sisteminde ise, haritalama işlemi yapılmadan önce sistem konfigürasyonu, çalışma hatları, veri tabanları ve gel-git dosyaları hazırlanmalıdır. Daha sonra kayıt verilerin, işlenebilir XYZ dosyalarına formatlanması, ölçme noktaları ve yardımcı seyir istasyonlarının XY koordinatlarının datum indirgemesi yapılır. Bu çevrimdeki en önemli işlemler, derinlik düzeltmeleri ile ilgili olanlardır (Doğan ve Alpar 1994):

Gelgit Düzeltmesi:

- Su seviyesi verilerinin hazırlanması,
- Temel istasyondan olan zaman farkına göre gel-git hesabı,
- Ortalama gel-git seviyesinin girilmesi,

6. Hidrografik Haritalar ve Otomasyon Sistemleri

- Derinlik dosyalarının düzeltilmesi.

Ses Hızı Düzeltmesi :

- Sudaki ses hızlarının derinliğe göre sisteme girilmesi,
- Bu verilerin dosyalanması,
- Derinlik dosyalarının düzeltilmesi.

Bundan sonra, kaydedilen ham derinlik verilerinin ses hızı, gel-git ve transdücer derinliği düzeltmeleri, hazırlanan veri dosyalarına göre sistem tarafından otomatik olarak yapılır.