

HASSAS BATİMETRİK ÖLÇMELER VE HALİÇ UYGULAMASI

Yunus Kalkan¹

Reha Metin Alkan¹

ÖZET

Ülkemiz, üç tarafı denizlerle çevrili, binlerce kilometre uzunluğunda kıyıları, sayısız körfezleri, yüzlerce göl, gölet ve baraj gibi su toplama alanları bulunan ender ülkelerden birisidir. Sularla kaplı bu alanların, sosyo-ekonomik açıdan taşıdıkları önem, sahip oldukları yeni enerji kaynakları ve taşımacılıkta önemli bir alternatif olması gibi özellikleri; hidrografik çalışmaların önemini daha da artırmaktadır. Sularla kaplı bölgelerden yeterince ve gerektiği kadar yararlanmak için bu bölgelerin dip topografyasının güncel olarak bilinmesi önemlidir. Bu amaçla yapılan çalışmalar yakın zamana kadar klasik ölçme teknikleri ile yapılırken günümüzde bu ölçmeler için geliştirilmiş modern ölçme sistemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Otomatik Veri Toplama Sistemi adı verilen modern bir hidrografik ölçme sistemi tanıtılmıştır. Ayrıca, önemli bir doğal su yapısı olan Haliç'te söz konusu bu sistemle yapılan yüksek doğruluklu bir hidrografik ölçme uygulaması ile ilgili detaylı bilgiler verilerek çalışmadan elde edilen bazı sonuçlar ve öneriler aktarılmıştır.

ABSTRACT

HIGH ACCURACY BATHYMETRIC SURVEY AND A CASE STUDY: HALIC APPLICATION

Turkey is one of the precious countries, three sides surrounded by sea, with thousands of kilometers of coasts, countless bays, hundreds of lakes, ponds and dams. The specialities of these water areas such as having great socioeconomic importance and new energy sources and being an important alternative in transportation, increases the importance of the hydrographic surveys. Bottom topography of the areas covered by water must be well-known in order to benefit from them as much as possible. The conventional hydrographic measurement techniques have been used widely for this purpose up to recent times. However, modern surveying techniques developed for these measurements have taken the place of conventional surveying techniques and nowadays these techniques are being used widely. In this study, a system called Automatic Data Acquisition System (ADAS) which is a modern hydrographic surveying system is described. Moreover, the detailed information of an accurate hydrographic survey realized in Haliç Inlet, which is an important natural water body, by using Automatic Data Acquisition System is given. In addition, some results and suggestions are also mentioned.

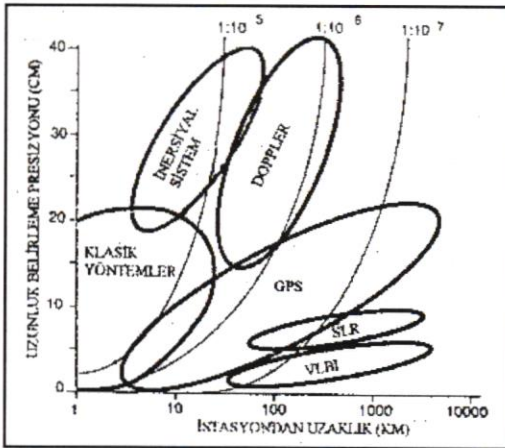
¹İTÜ-İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

1. GİRİŞ

Dünyanın yaklaşık dörtte üçü sularla kaplıdır. Ülkemiz ise, üç tarafı denizlerle çevrili binlerce kilometre uzunluğunda kıyıları, sayısız körfezleri, yüzlerce göl, gölet ve baraj gibi su toplama alanları bulunan sayılı ülkelerden birisidir. Sularla kaplı bu alanların, sosyo-ekonomik açıdan taşıdıkları önem, sahip oldukları yeni enerji kaynakları ve taşımacılıkta kullanılabilir olması gibi özellikleri; hidrografik çalışmaların önemini bir kat daha artırmaktadır. Sularla kaplı bölgelerden yeterince ve gerektiği kadar yararlanmak için bu bölgelerin dip topografyasının güncel olarak bilinmesi önemlidir. Özellikle kıyı yapılarının yoğun olduğu bölgelerle, göl, gölet, baraj gibi su toplama alanlarında bu çalışmalar daha da önem kazanmaktadır. Ayrıca, liman, tersane, tüp geçit gibi mühendislik projelerinde, deniz kirliliği, atık su deniz deşarjı, enerji/iletişim, doğalgaz vb. boru hatlarının döşenmesi çalışmalarında ve deniz taşıtlarının özellikle sığ sularda güvenli seyri seferlerinin sağlanması gibi birçok konuda hidrografik çalışmaların gerçekleştirilmesi zorunludur. Kısacası, bu alanlarda yapılacak önemli mühendislik faaliyetlerinin yürütülebilmesi için hassas, güvenilir ve güncel hidrografik çalışmalara gereksinim vardır.

2. HİDROGRAFİK ÖLÇMELER

Hidrografi, yeryüzünün sularla kaplı alanlarında dip topografyanın ölçülmesi ve sonuçların hidrografi haritası adı verilen bir atlıkta gösterilmesi bilimidir (Algül,1983). Başka bir tanımla "yeryüzünün sularla kaplı kısmının ve bunlara ait kıyı bilgilerinin fiziksel özelliklerinin tanımlanması ve ölçümü ile ilgili uygulamalı bir bilim dalıdır" (Haskins,1986). Hidrografik ölçmeler, sularla kaplı bu ortamlarda yapılan başta jeodezik ve oşinografik ölçme çalışmalarını kapsar. Jeodezik çalışmaların iki önemli bileşeni, derinlik ölçmeleri ve derinlik ölçmesi yapılan noktaların konumlarının belirlenmesi için yapılan konum ölçmeleridir. İzleyen bölümlerde, konum ve derinlik ölçmeleri ile ilgili bazı genel bilgiler verilmiştir.



Şekil 1. Hidrografik Ölçmelerde Konum Belirleme Yöntemleri ve Doğrulukları

2.1. KONUM ÖLÇMELERİ

Hidrografik ölçmelerde kullanılan başlıca konum belirleme teknikleri, optik, elektro-optik, akustik, inersiyel ve uydu ölçmeleri şeklindedir. Genel olarak konum belirleme yöntemlerinin konum belirleme doğrulukları Şekil-1'de özet olarak verilmiştir (Mueller, 1990).

Diğer jeodezik çalışmalarda olduğu gibi hidrografik ölçmelerde de yapay uydularla konum belirleme teknikleri son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle, Global Positioning System (GPS) ve GLOBal NAVigation Satellite System (GLONASS) en yaygın kullanılan iki konum belirleme sistemidir. Bunlara çok yakın bir gelecekte GALILEO sistemi de eklenecektir. Bu sistemlerde ölçmeler çoğunlukla gerçek zamanlı (real time) olarak yapılır. Ancak istenirse ölçmeler süresince veriler kaydedilip daha sonra değerlendirilerek de (post-process) sonuç elde edilebilir. Gerçek zamanlı (Real time) ölçmelerde 3 tür çözüm yöntemi söz konusudur;

- i-*) Kod ölçüleri ile bağlı ölçmeler,
- ii-*) Taşıyıcı fazlarla desteklenmiş kod ölçüleri ile bağlı ölçmeler,
- iii-*) Taşıyıcı fazlarla bağlı ölçmeler.

Diferansiyel GPS olarak isimlendirilen ilk iki yöntemin referans istasyonundan uzaklığa bağlı olarak sağladığı bağlı doğruluk 0.5 m-10 m olarak verilmektedir (Heimberg and Seiber, 1994). Yöntemin ölçme hızı ve dolayısıyla verimliliği, klasik yöntemlere göre çok daha yüksektir (Kielland and Casey, 1990). Presizyonlu DGPS (PDGPS) olarak isimlendirilen ve True Kinematik Yöntem olarak da bilinen üçüncü yöntemin sağladığı rölatif konum doğruluğu ise, 0.1 m den daha iyi değerlerdedir (Heimberg and Seiber, 1994). Kinematik yöntemle ölçme yapılırken başlangıç tam sayı belirsizliği (initial ambiguities) çözümlenmelidir. Bunun için geliştirilen yöntemlerin içerisinde On The Fly (OTF) yöntemi özellikle hidrografik ölçmeler için en uygun yöntemdir (Leica AG, 1996a). Kinematik OTF tekniği, diferansiyel bir teknik olup, çift frekanslı alıcılar üzerine kurulmuştur. Başlangıç ölçü süresi (Initializasyon süresi) Leica alıcıları için yaklaşık 200 sn olarak verilmektedir (Jackson, 1993). Ancak genel olarak bu süre kullanılan alıcıya bağlı olarak 1 ila 3 dakika arasında değişmektedir (Cannon ve diğ., 1993).

2.2. DERİNLİK ÖLÇMELERİ

Derinliklerin ölçülmesinde doğrudan sonuç veren klasik yöntemler veya dolaylı sonuç veren modern yöntemler kullanılır (Tablo 1).

Doğrudan Sonuç Veren Yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> ● Lata İskandili ● Mekanik İskandil İp ile Tel ile 	<p>$5 m \pm (5-10 cm)$</p> <p>$30 m \pm 10 cm$</p> <p>$2000 m \pm 0.01*derinlik$</p>
Dolaylı Sonuç Veren Yöntemler	<ul style="list-style-type: none"> ● Airborne Laser İskandil ● Uzaktan Algılama ile İskandil ● Akustik İskandil 	<p>$20-30 m \pm 0.2 m$</p> <p>$20 m \pm 2 m$</p> <p><i>bir kaç cm</i></p>

Tablo 1. Derinlik Ölçme Yöntemleri ve Sağladıkları Doğruluklar

Derinlik ölçme yöntemleri içerisinde en çok kullanılanı "Akustik İskandil" yöntemidir. Günümüzde kullanılan akustik iskandil aletleriyle sığ sulardan, derinliği 10000 m'yi bulan okyanus ortamlarına kadar değişik su ortamlarında ve derinliklerde ölçme yapmak mümkündür. Akustik iskandil yöntemi ile ölçülen derinliklerin yöntemden beklenen doğrulukları karşılayabilmesi için, aletsel ve su ortamından kaynaklanan hataların belirlenip, ölçülerden uzaklaştırılması gereklidir. Genel olarak düzeltilmiş derinlik değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir (Alkan ve diğ., 1999).

$$d = d_0 + a + \delta_v + \delta_e + \delta_h + \delta_{p\&r} + \delta_i \quad (1)$$

Burada, d_0 ölçülen derinlik, a , transduser derinliği, δ_v , hız düzeltmesi, δ_e , eğim düzeltmesi, δ_h , bat-çık (heave) düzeltmesi, $\delta_{p\&r}$, pitch ve roll düzeltmeleri, δ_i se derinlik ölçerin kalibrasyon düzeltmesidir. Akustik İskandil yönteminde elde edilecek doğruluklar, kullanılan aletlere bağlı olarak değişim göstermekle birlikte, genellikle santimetre doğruluktur. Bu değer hemen tüm çalışmalar için beklenen doğruluk gereksinimlerini karşılayacak niteliktedir.

Genel olarak hidrografik ölçmeler için talep edilen ve International Hydrographic Organization (IHO) tarafından tanımlanan Uluslararası Minimum Doğruluk Standartları, özet olarak Tablo 2'de verilmiştir (IHO, 1997 ve Angrisano, 2001).

Derecesi	Özel Ölçmeler	1	2	3
Tipik uygulama alanları	Limanlar, Rıhtım alanları, ulaşım kanalları vb.	Limanlar, Liman ulaşım kanalları, gemi seyir güzergahları, 100 m. kadar derinlikteki kıyılarda	1. Derece dışında kalan derinliği 200 m'ye kadar olan alanlarda	1. Derece dışında kalan derinliği 200 m'ye kadar olan alanlarda
Konum Doğruluğu	2 m	5 m+%5*derinlik	20 m+%5*derinlik	150 m+%5*derinlik
Derinlik Doğruluğu ⁽¹⁾	a=0.25 m b=0.0075 m	a=0.5 m b=0.013 m	a=1.0 m b=0.023 m	a=1.0 m b=0.023 m

(1) Derinlik için hata sınırları $\pm \sqrt{a^2 + (b*d)^2}$ (d: derinlik)

Tablo 2. Hidrografik Ölçmeler için Minimum IHO Standartları

Derinlik ve konum ölçmeleri birlikte düşünüldüğünde, bir hidrografik çalışmadaki en büyük zorluk, derinlik ve konum bileşenlerinin aynı bir noktaya ait olmasıdır. Bunun için, derinlik ve konum okumalarını eş zamanlı olarak yapan ve bunları birleştiren otomatik data toplama sistemleri kullanılmaktadır.

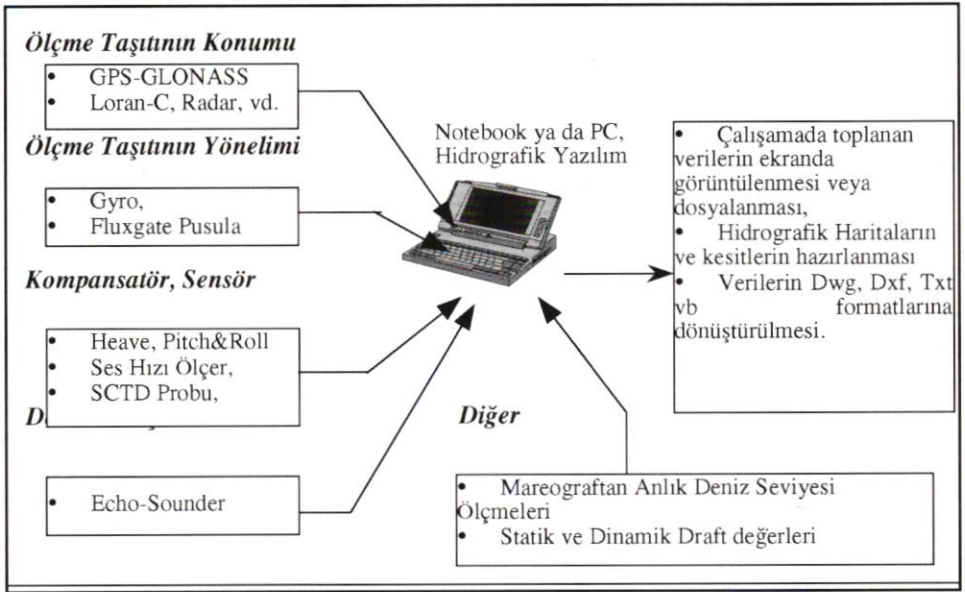
2.3. Otomatik Veri Toplama Sistemi (OVTS)

Günümüzde halen uygulanmakta olan klasik hidrografik ölçmeler yanında, az da olsa bilgisayar destekli modern veri (data) toplama sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, hidrografik donanım ve hidrografik yazılım olmak üzere temel iki bileşenden oluşur.

2.3.1. Hidrografik Donanım(Hardware)

Otomatik Veri Toplama Sistemlerinde yer alan başlıca donanım (Şekil 2);

- Konum ölçmelerinde kullanılan GPS, GLONASS, Loran-C gibi uydu sistem alıcıları,
- Ölçme taşıtının yönlendirilmesi için Gyro ve özel pusulalar,
- Ölçmelerdeki ,hız, bat-çık (heave) ve baş-kıç&yalpa (pitch&roll) gibi hataları azaltmaya dönük ölçme sensörleri,
- Derinlik ölçmelerinde kullanılan sayısal ve grafik çıkışlı çift frekanslı Echo-Sounder aleti,
- Konum ve derinlik bilgilerinin bir yazılım desteğinde depolanacağı bir PC veya Notebook bilgisayar.



Şekil 2. Otomatik Veri Toplama Sisteminin Bileşenleri

2.3.2. Hidrografik Yazılım (Software)

Bir hidrografik yazılımın esas görevi, eş zamanlı konum ve derinlik bilgilerini ve Tablo 1'de verilen diğer sensör ya da sistemlerden gelen verileri birleştirerek, depolamasıdır. Bu tür programlar genellikle üç ana bileşenden oluşur (Alkan ve diğ., 1999).

a-) Ölçme Öncesi Hazırlıklar :

- Sistemdeki cihazların iletişim protokollerinin ayarlanması,
- Lokal Tekne Koordinat Sisteminin tanımlanması,
- GPS anteni ile transducer arasındaki offset değerlerinin ve teknenin çökme (squat ve draught) düzeltilmesinin girilmesi,
- Ölçme sınırlarının belirlenmesi,
- Ölçme profillerinin oluşturulması,
- Kıyı çizgisi gibi detayların eklenmesi,
- Koordinat dönüşümü için gerekli olan parametrelerin girilmesi,
- Geçerli ses hızının belirlenerek, cihaza girilmesi.

b-) Ölçmelerin Gerçekleştirilmesi :

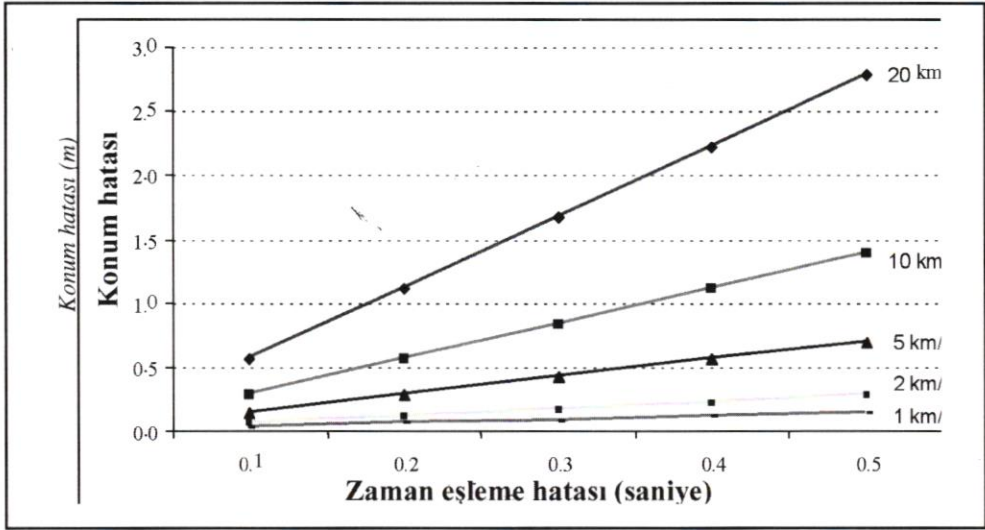
- Derinlik, konum ve diğer sensörlerden alınan bilgilerin toplanıp, manyetik ortamlara depolanması,
- Gerçek zamanlı derinlik profillerinin çizimi,

- Ölçmeler yapılırken, bilgisayar ekranında ölçme profilleri, sahil çizgisi ve diğer detaylar ile teknenin hareketinin gerçek zamanda görüntülenmesi,
- Teknenin hız ve doğrultu açısı gibi bilgilerin okunması.

c-) Ölçme Sonrası Çalışmalar :

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

Otomatik Veri Toplama Sisteminde kullanılacak echo-sounder'lar, sayısal formda derinlik değeri veren ve saniyede 10 ila 20 derinlik değeri okuyabilen türden aletlerdir (Leica AG, 1996b). Bununla birlikte, sistemin konum ve derinlik bilgilerinin senkronizasyonunda (eşleştirilmesinde) meydana gelen zaman uyumu hatası, belirli oranda bir konum hatasına sebep olacaktır. Aynı zamanda ölçme aracının hızına da bağlı olan bu hata için bazı değerler Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Zaman Senkronizasyon Hatasının Konuma Olan Etkisi

Otomatik Veri Toplama Sistemi ile çalışma yaparken veri toplama hızı ve miktarı hakkında genel bir fikir vermek üzere klasik yöntemle bir karşılaştırma yapılmıştır (Tablo 3). Bu sonuçlara göre, aynı sürede ölçülebilen nokta sayısının klasik yöntemle göre yaklaşık 15 kat daha fazla olduğu görülmektedir (Alkan ve diğ., 1999).

Uygulama	Klasik	OVTS	Hatların	Ortalama
No	Yöntem	(5 m'de bir)	Uzunluğu	Hız
1	151 nokta	2660 nokta	13300 m	5.3 km/h
2	157 nokta	2237 nokta	11185 m	8.0 km/h
3	130 nokta	1600 nokta	8000 m	7.5 km/h
4	56 nokta	660 nokta	3300 m	7.1 km/h
5	73 nokta	1120 nokta	5600 m	6.2 km/h

Tablo 3. Klasik ve Modern Yöntemde Veri Toplama Hızı ve Miktarı Karşılaştırması

3. UYGULAMA

Hassas hidrografik ölçmelere örnek bir çalışma, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile İTÜ Döner Sermaye İşletmeleri arasında yapılan bir protokol çerçevesinde Haliç'te yapılmıştır. Haliç körfezi, yaklaşık 7.5 km uzunluğunda ve 100-700 m genişliğinde dünyanın sayılı doğal su yapılarından birisidir. İncelemelerimize göre, Haliç'in tamamını kapsayan yakın zamanda yapılmış bir batimetrik haritası mevcut değildir. Bilgi çağı olarak isimlendirilen zamanımızda, söz konusu bu bölgeye ait toplanan gerek mekansal ve gerekse de mekansal olmayan bilgilerin ortak bir altyapıda toplanması ve ilgililerin hizmetine sunulması önemlidir. Böyle bir sistemin en önemli bileşeni, şüphesiz yeterli doğruluğa sahip, büyük ölçekli güncel bir harita olacaktır. Bu projeye, bundan sonraki çalışmalarda kullanılacak, özellikle Haliç Bilgi Sistemi'nin temel altlığını oluşturacak güncel bir batimetrik haritanın yapılmasına karar verilmiştir. Bu çerçevede iki aşamalı bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

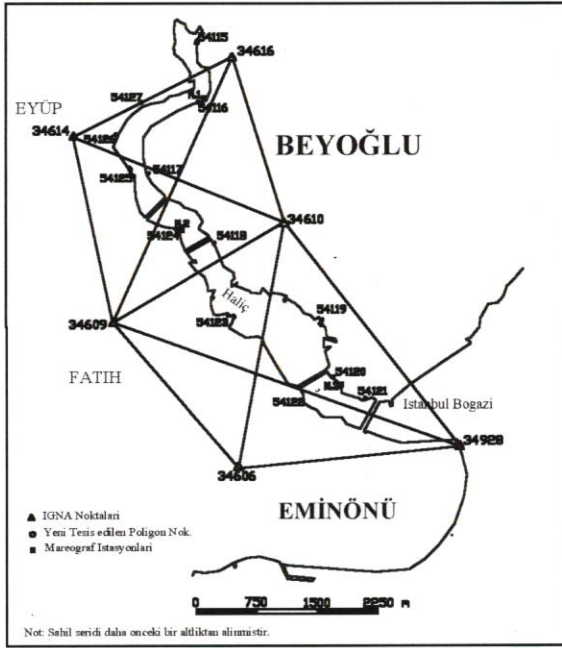
3.1. KARADAKİ JEODEZİK NOKTALARIN OLUŞTURULMASI

Çalışma bölgesini kapsayacak şekilde toplam 13 adet noktadan oluşan bir GPS ağı oluşturulmuştur(Şekil 4).

Ölçmelerde çift frekanslı Leica System 300 GPS alıcıları kullanılmıştır. Bu aletlere ait bazı teknik özellikler Tablo 4' de verilmiştir. Ölçmeler her bir noktada en az 30 dakika süreyle yapılmıştır ve bu ölçülerin değerlendirilmesinden bu noktaların ülke koordinat sistemindeki koordinatları hesaplanmıştır. Ayrıca, noktaların yerel sistemdeki yükseklikleri de belirlenmiştir.

3.2. BATİMETRİK ÖLÇMELER

Çalışmanın ikinci kısmında, Haliç'in deniz dibi topografyasını belirlemeye dönük bir dizi batimetrik ölçmeler yapılmıştır. Bu ölçmelerde daha önceki bölümlerde açıklanan bir Oto-



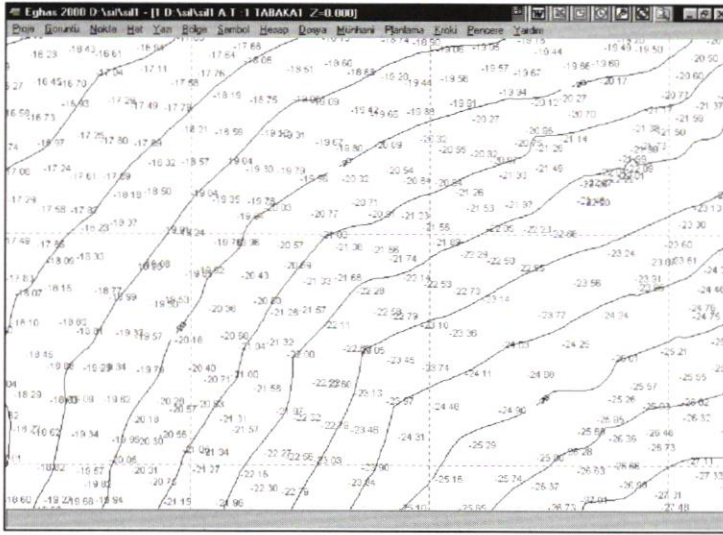
Şekil 4. Uygulama Alanı

matik Veri Toplama Sistemi kullanılmış ve konumlar PDGPS yöntemiyle belirlenmiştir. Başlangıç tam sayı belirsizliğinin (ambiguities) çözümünde Kinematik On The Fly (KOF) yöntemi kullanılmıştır. Derinliklerin ölçülmesinde ise, 0.2-650 metre arasındaki derinlikleri ölçebilen çift frekanslı hassas bir derinlik ölçer olan Atlas Deso-15 echo-sounder cihazı kullanılmıştır. Bu alet, çift frekanslı olması nedeniyle sığ ve dip yapısı yumuşak olan su ortamlarında kullanılabildiği gibi, sert zeminli derin sularda da kullanılabilir. Cihazın okuma hassasiyeti ± 1 cm dir. Ölçmelerde kullanılan aletler ve bunlara ait teknik özellikler Tablo 4'de verilmiştir (Atlas Elektronik 1994 and 1996, Leica AG, 1996c).

İş	Alet	Teknik özellikler
Konum	Leica, System 300 GPS Alıcıları (2 Adet)	<ul style="list-style-type: none"> ● Çift frekanslı, ● Real-Time Ölçme Hardware&Software, ● Post-processing için SKI Yazılımı, ● Baz Ölçme Doğrulukları (Faz Ölçüleri ile) : <ul style="list-style-type: none"> Statik 5 mm + 1 ppm Hızlı Statik 5-10 mm + 1 ppm Re-occupation 5-10 mm + 1 ppm Dur&Git 10-20 mm + 1 ppm Kinematik&KOF 10-30 mm + 1 ppm - konum 20-40 mm + 1 ppm - yüks.
Derinlik Ölçmesi	Atlas, Deso 15	<ul style="list-style-type: none"> ● 0.2-650 m derinlik ölçme aralığı, ● Çift Frekanslı (33 kHz ve 210 kHz), ● Sayısal derinlik okumaları ve grafik kağıda çizim, ● 33 kHz'de 10 cm doğruluk, 210 kHz'de 1 cm doğruluk, ● 1-20 pulse/saniye (pulse tekrarlama frekansı)
Hidrografik Yazılım	PROFIMAP (Atlas Elektronik)	<ul style="list-style-type: none"> ● PC ya da Notebook'da çalışabilen ve Bölüm 2.3.2'de verilen üç işlem adımının tümünün yapılabildiği bir hidrografik yazılım, ● Donanım Seçenekleri: Yazıcı, Çizici, Sayısallaştırıcı, Gyro/Compass, Serdümen göstergesi.
Ölçme Botu		<ul style="list-style-type: none"> ● 6 m'lik fiberglas tekne ile özel yapım sal (<1 m derinliklerde kullanmak için)

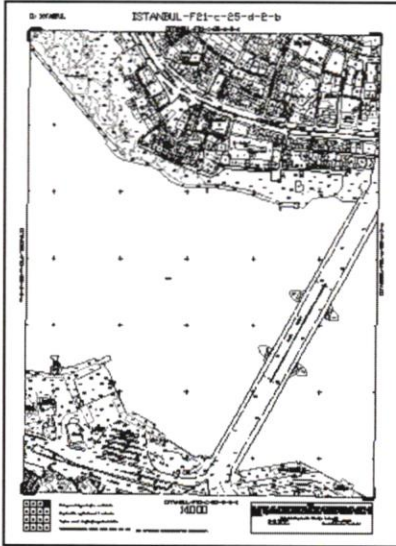
Tablo 4. Projede Kullanılan Donanımlar

Otomatik Veri Toplama Sisteminde kullanılan yazılım ise, PROFIMAP adlı özel bir hidrografik ölçme ve değerlendirme yazılımıdır. Bu yazılım sayesinde ölçme hatlarının önceden oluşturulması ve ölçmeler sırasında bu hatlar üzerinde kalınıp kalınmadığının kontrolü ve daha sonra ölçülen bu hatların kontrol edilmesi gibi çalışmaların yapılması mümkündür. Bu yazılım sayesinde, yine bu program ile oluşturulan hatlar, teknenin o anki konumu, ölçülen derinlik, hız vb gibi çevre sistemlerden gelen bilgilerle birlikte bilgisayarın ekranında Şekil 5'deki gibi görüntülenebilmektedir. Bu çalışmada da ölçme aracının mümkün olduğunca planlanan hatların üzerinde kalması sağlanmış ve ölçmeler daha verimli ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu yazılıma ait bazı özellikler Bölüm 2.3'de verilmiştir.

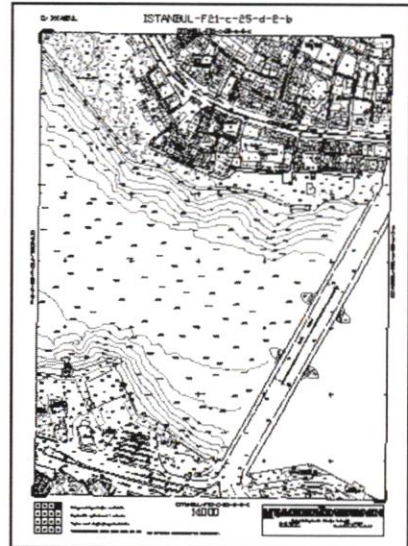


Şekil 6.b. Tesviye Eğrili ve Kotlu Batimetrik Harita

Ayrıca, bölgedeki en son uçuşlardan fotogrametrik yöntemle üretilen ve Haliç'i içine alan toplam 21 adet 1/1000 ölçekli sayısal haritalar, tarafımızdan yapılan haritalarla birleştirilmiştir. Böylece, mevcut paftalarda içleri boş olan sularla kaplı alanlar, güncel ve hassas ölçülemeye dayalı olarak üretilmiş batimetrik haritalarla doldurulmuştur. Bununla ilgili örnek birer ekran görüntüsü Şekil 7.a ve b'de verilmiştir.



a-) Batimetrik harita ile birleştirilmemiş



b-) Batimetrik harita ile birleştirilmiş

Şekil 7. 1/1000 Ölçekli Sayısal Fotogrametrik Harita ile Batimetrik Haritaların Birleştirilmesi

Bu çalışma kapsamında Haliç ve çevresinde oluşturulmuş olan gerek jeodezik altlık, gerekse elde edilen Hassas batimetrik haritalar hemen her türlü jeodezik ve hidrografik uygulamalara cevap verecek niteliktedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

GPS ölçme tekniği, Jeodezi ve Fotogrametri mühendisliğinin bir çok uygulamalarında kullanıldığı gibi, hidrografik ölçmelerde de başarıyla kullanılmaktadır. GPS yönteminin özel bir uygulaması olan DGPS yöntemi ile koşullara bağlı olarak 1 metrenin altında doğrulukla konum belirlemek mümkündür. Bunun yanında, PDGPS yöntemi ile dm'nin altında bir doğrulukla dinamik ortamlarda konum belirlenmesi de mümkün olmaktadır. Bu sonuçlar, GPS yönteminin gerek normal hidrografik ölçmelerde, gerekse yüksek presizyon isteyen çeşitli su üstü ve su altı mühendislik projelerinde başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak nokta koordinatları hesaplanırken, su ortamının neden olduğu bozucu etkiler (baş-kıç&yalpa-pitch/roll, heave vb.) dikkate alınarak, gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.

Dünyanın sayılı doğal su yapılarından olan ve yabancı literatürde Golden Horn olarak isimlendirilen Haliç Körfezinde yapılan hidrografik çalışmalarda OVTS başarıyla kullanılmış ve bölgenin hassas batimetrik haritaları üretilmiştir. Bu çalışmada Otomatik Veri Toplama Sisteminin önemli bileşenlerinden olan özel yazılım (PROFIMAP) sayesinde ölçme hatları önceden planlanmış ve kullanılan donanım ile de bu hatlar üzerinde kalarak ölçmelerin yapılması mümkün olmuştur. Bunun için serdümenin hemen yanında yer alan monitöre bakılıp ekranda görülen profilleri izlemesi yeterli olmaktadır. Klasik çalışmalarda bu işlem kıyıdaki bazı objelere bakılarak yapılmaktadır. Özellikle kıyıdan uzak ya da görüşe engel durumdaki çalışmalarda klasik yöntemde planlanan hatlarda ölçmeler yapılması hemen hiç mümkün değildir. Yine kullanılan özel yazılım yardımıyla GPS alıcılarından alınan konum bilgileri ile, echo-sonder'dan alınan derinlik bilgileri eşleştirilerek kaydedilebilmiştir. Böylece ölçmeler sürekli olarak istenilen sıklıkta ve oldukça kolay yapılabilmektedir.

Genel olarak belirtilecek olursa, Otomatik Veri Toplama Sistemi kullanılarak yapılan ölçmeler, ölçme hatlarının düzgünlüğü, noktaların homojenliği, konum ve derinlik ölçmelerinin eş zamanlı yapılması ve çok yüksek ölçme hızı ve doğruluğu sağlanması ve gerektiğinde tek bir kişi ile de ölçmelerin yapılması gibi konularda, klasik hidrografik ölçmelere göre açık farkla daha üstündür. Örnek olarak OVTS kullanılarak aynı sürede ölçülebilecek nokta sayısı, klasik ölçme tekniğinin yaklaşık 14 katına (5 m de bir veri alınacak olursa) ulaşabilmektedir. Sistemin dezavantajı olarak söylenebilecek tek hususu, sistemin yüksek maliyetidir.

Bilindiği gibi, İstanbul'un önemli bir bölümü sularla kaplı alanlardan oluşur. Büyük ölçekli İstanbul haritalarında bu alanlara karşılık gelen bölümler neredeyse boştur. Yapılan bu çalışmayla, Haliç Bölgesine ait toplam 21 adet paftanın boş alanları doldurularak benzer çalışmalara için bir örnek ortaya konmuştur. Bu tür çalışmaların, İstanbul'un diğer bölgeleri için de yapılması temennimizdir. Hiç kuşkusuz benzer durum, ülkemizde mevcut çok sayıda göl, gölet ve baraj gibi su toplama alanları için de söz konusudur.

5. KAYNAKLAR

- Algül, E., "Akustik İskandil Yöntemi ve Ölçülerin Değerlendirmesi", İTÜ Dergisi, Cilt-41, No:3-4, 1983.
- Alkan, R. Kalkan, Y., "Modern Hydrographic Surveying and Automatic Data Acquisition Systems (ADAS)", Proc. Of Third Turkish- German Joint Geodetic Days, pp. 285-294, Istanbul, 1999.
- Angrisano, G. "The International Hydrographic Organization Effort on the Need to Promote National and International Awareness to Constitute Adequate National Hydrographic Services Able to Provide Reliable Nautical Charts to the Mariners and to the Administrators", Proc. The 20th International Cartographic Conference-ICC 2001, ICA, Beijing, China, pp. 599-620, 2001.
- Atlas Elektronik, "Deso-15, Operating Instruction", Germany, 1994.
- Atlas Elektronik, "PROFIMAP Hydrographic Survey Software Operator's Manual", Version 2.7, October, Germany, 1996.
- Cannon, M. E., Lachapelle, G., Lu, G., "Kinematic Ambiguity Resolution With High-Precision C/A Code Receiver", Journal of Surveying Engineering, Vol:119, No:4, pp. 147-155, 1993.
- Haskins, G. L., "Standards in Hydrography-Are They Applicable?" Proceedings of the 5th Biennial International Symposium of the Hydrographic Society, Hydro'86, pp. 1-9, 1986.
- Heimberg, F., Seeber, G., "Some Considerations and Developments to the Operational Use of Differential GPS in Marine Geodesy", Marine Geodesy, Vol:17, pp.121-138, 1994.
- IHO, "IHO Standards for Hydrographic Surveys", SP 44, 4th Ed., Monaco, 1997.
- Jackson, P., "Ambiguity Resolution On The Fly for High-Accuracy Kinematic GPS Surveying", GIM, Geodetical INFO Magazine, November, 1993.
- Kielland, P., Casey, M., "GPS Cost/Benefit for Hydrographic Surveying", GPS World, January/February, pp. 40-45, 1990.
- Leica AG, "Guidelines to Stop and Go and Kinematic GPS Surveying", Switzerland, 1996a.
- Leica AG, "Guidelines to DGPS with RTCM" Switzerland, 1996b.
- Leica AG, "GPS Equipment, User Manual", Switzerland, 1996c.
- Mueller, I., "Satellite Positioning and the IAG", GPS'90/SPG'90, 1990.