

HİDROGRAFİK ÖLÇÜMLERDE GZK (GERÇEK ZAMANLI KİNEMATİK) GPS ÖLÇÜ YÖNTEMİNİN KULLANIMI ve DALGA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Doç. Dr. Ertan GÖKALP
Arş. Gör Arzu ERENER

ÖZET

Bu çalışmada, Trabzon limanı için hidrografik ölçümler yapılmış ve derinlik ölçülerine etki eden dalgalanma etkisi incelenmiştir. Bunun için yatay konum belirlemede, son yıllarda geliştirilen ve tüm dünyada çok geniş kullanım alanı bulan GZK GPS ölçme metodu kullanılmıştır. Uygulama sırasında iskandil noktalarında GZK GPS ile konum bilgileri alındığı sırada mekanik iskandil ile de derinlik bilgileri elde edilmiştir. GZK GPS ile elde edilen iskandil noktalarına ait ortometrik yükseklik verilerinden, her iskandil noktasındaki anlık dalga etkisi grafiksel olarak irdelenmiş, dalganın büyüklüğü belirlenmiş ve yapılan iskandil ölçümlerine düzeltme olarak getirilmiştir.

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre ARC VIEW programı ile liman dibinin 3 boyutlu topoğrafik haritası hazırlanmıştır.

ABSTRACT

Use of RTK GPS in Hydrographic Surveying and Examination of The Wave Effect

The survey boat worked inside the Trabzon Harbor and its entrance. Recently more popular surveying method RTK system used for hydrographic surveys on a survey boat for the horizontal positioning. When horizontal coordinates (X,Y) of the point determined by RTK GPS, the depth (d) component of the same point was measured by mechanical lead-line simultaneously. The depth measurements are effected from the disordered changes of the water surface. Roll effect is one of the significant error sources of the hydrographic depth measurements caused by vertical movement of the surveying boat, due to the waves. By measuring the vertical movement of the surveying boat by RTK, this effect is reduced from the depth measurements. A 3 dimensional hydrographic map of the current shape of the harbor bottom is made in an Arc View environment, by using the corrected depth measurements and horizontal positions.

GİRİŞ

Çok büyük maliyetlerle yaptırılan liman ve barajların uzun süre amacına hizmet verebilmesi için dolma miktarının belirlenmesi ve kontrol altında tutulması gerekir. Bunun için baraj, göl ve limanların belirli zamanlarda hidrografik haritalarının çıkartılması zorunludur. Deniz dibi topografik haritaların çıkartılması için yapılan derinlik ölçümlerinde, dalgaların neden olduğu düzensiz seviye değişimleri ve yalpa etkileri, hatalara neden olmaktadır. Bu nedenle, ölçmelerin yapıldığı iskandil noktaları için bu hata miktarları belirlenerek, derinlik ölçümlerinden elimine edilmelidir. Derinlik ölçmelerine büyük etkisi olan dalga büyüklüklerinin belirlenmesi için uygulamada, GZK GPS ile yapılan yükseklik ölçmelerinden yararlanılmış, ayrıca konum ölçmelerinde hızlı ve hassas olması açısından GZK GPS' in hidrografik ölçümlerde kullanılabilirliği incelenmiştir.

1. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Trabzon Limanının deniz dibi topoğrafik haritasını çıkarmak için hidrografik ölçümler yapılmıştır. Uygulama kısmında yapılan jeodezik çalışmalar şu başlıklar altında sıralanabilir;

1. Base istasyonu olarak kullanılacak noktaların koordinatlarının belirlenmesi
2. İskandil yapılacak hat aralığının belirlenmesi
3. Mekanik iskandil düzeneğinin hazırlanması
4. Detay alımı ve derinlik ölçümü

1.1. Base istasyonu olarak kullanılacak noktaların koordinatlarının belirlenmesi

Trabzon liman bölgesine ait haritadan, GZK GPS ile iskandil noktalarına ait detay alımları sırasında referans noktası olarak kullanılmak üzere, geniş görüş alanına sahip noktalar belirlenmiştir. Hidrografik ölçüme uygulamasına başlamadan önce, referans istasyonu olarak kullanılacak bu noktalar, K.T.Ü. Nirengi GPS Ağına bağlanarak koordinat bilgileri elde edilmiştir. Bunun için; referans noktası olarak kullanılması planlanan noktalarında ve daha önce K.T.Ü. GPS Ağında var olan nirengi noktasında, bazın uzunluğuna ve uyduların geometrik dağılımına bağlı olarak 45 dakika süre ile statik ölçü yapılmıştır. Diğer ölçü yöntemlerine göre daha hassas sonuç veren ve nokta konum duyarlılığı yüksek olan, statik ölçü yöntemi sonrası elde edilen veriler GeoGenious Programında değerlendirilmek dengelenmiş koordinat bilgileri elde edilmiştir. Hidrografik ölçüm sırasında iskandil noktalarının koordinat bilgileri ve ortometrik yükseklik bilgileri, bu koordinat değerlerine göre belirlenmiştir.

1.2. İskandil yapılacak hat aralığının belirlenmesi

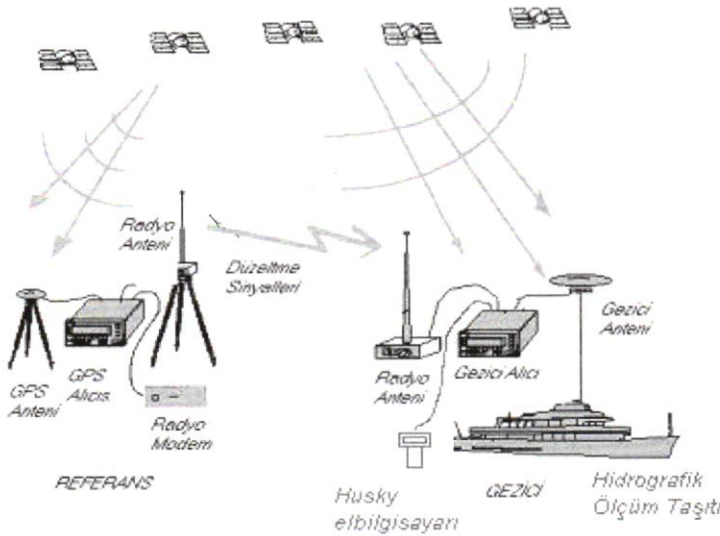
Ölçümlerde tel iskandil yapılması nedeniyle, ölçüm taşıtı her iskandil noktasında beklemesi gerekmektedir bu nedenle, deniz dibi eğiminin çok değişim göstermediği Trabzon limanı için daha fazla iskandil noktası, zaman kaybına yol açacaktır. Liman içinde deniz tabanı derinliğinin çok değişmemesi ve 1/1000 ölçekli hazırlanacak hidrografik harita çalışması için, 25 m hat aralıkları belirlenmiş ve her hat üzerinde 25 m sıklıkta noktalar alınması yeterli görülmüştür.

1.3. Mekanik iskandil düzeneğinin hazırlanması

Derinlik ölçümleri için özel bir düzenek hazırlanmıştır. Bu düzenek derinlik ölçmek için hazırlanmış basit mekanik iskandil aletinden ve bu alet üstüne, tam olarak derinliklerin alındığı noktanın üstüne monte edilmiş, gezici antenimizi takabileceğimiz bir düzeneden oluşmaktadır. Portable olan bu düzenek ölçme yapılacağı günler ölçümlerin dalgalanmadan en az etkileneceği geminin orta bölümüne monte edilmektedir. İpin suya batmasını ve kısa sürede düşey doğrultuya girmesini sağlamak için ucuna 1 kg metal ağırlık bağlanmıştır. Telin boşanmasını (sağılmasını) ve sarılmasını kolaylaştırmak için bir makara sisteminden yararlanılmıştır. Makaranın hareketi el ile makara kolunu çevirerek sağlanmaktadır.

1.4. Detay alımı ve derinlik ölçümü

Hassas kinematik GPS yöntemi ile gözlemler gerçek zamanda değerlendirilip rölatif konum belirlenmektedir ve arazideki bir noktanın koordinatlarını $\pm 2-3$ cm. hassasiyet ile belirlemek mümkündür. GZK Referans ve gezici noktalarda bulunması gereken donanımlar Şekil 1 'de gösterilmiştir.



Şekil 1. GZK GPS donanımı

Koordinatını hassas şekilde belirlediğimiz noktada (base) sabit alıcı, sürekli gözlem yapmaktadır ve diğer alıcı gezen alıcı (rover) durumundadır. Referans istasyonda ölçü toplayan alıcı, kendi ölçtüğü uydu-alıcı arası mesafelerle bilinen koordinatlardan hesaplanan mesafeleri karşılaştırarak topladığı ölçülere getirilmesi gereken düzeltmeleri hesaplar. Bulunan düzeltmeler bir radyo vericisi aracılığı ile gezici alıcıya yayımlanır. Gezici alıcı gönderilen bu

düzeltilmeleri kendi ölçtüğü uzunluklara uygulamak suretiyle düzeltilmiş uydu alıcı arası mesafeleri, dolayısıyla bundan da hassas nokta koordinatlarını belirler.

Her uygulama öncesi gezici alıcının anteni mekanik iskandil düzeneğine monte edilir ve detay alımı yapılacak hat doğrultusuna geçilir. Kerteriz yapılarak detay alınan her noktada taşıt durdurulur ve sabitlenmeye çalışılır. Bu anda tel iskandil suya bırakılır ve tel iskandilin düşeyliği, suyun akıntısından ve taşıtın hareketinden bozulmamasına dikkat edilerek, sağılan kısmı çekilerek okuma yapılır. Tel iskandilden okuma yapıldığı anda Husky ile de detay alımı yapılır. Gezici alıcı verileri, gerçek zamanda değerlendirip sabit alıcıya göre o andaki konumunu hesaplar ve ölçülen iskandil noktanın düzeltilmiş ve dengelenmiş koordinatları ölçüm anında grafik bir ekranda (Husky ekranında) anlık olarak görebilmektedir. Yatay konum bilgileri Husky hafızasına iskandil nokta numarası ile kaydedilirken, o noktaya ait derinlik değeri de hazırlanan çizelgeye elle yazılarak kaydedilmiştir.

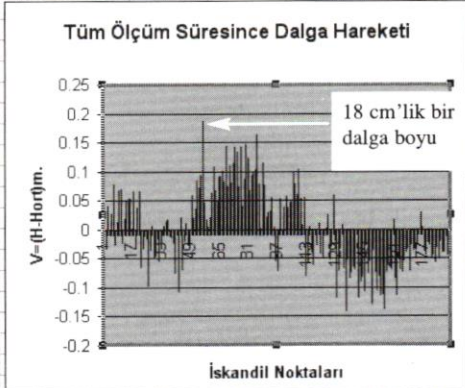
2. ARAZİ SONRASI YAPILAN İŞLEMLER

2.1. Denizdeki dalgalanma hareketinin izlenmesi

Her iskandil noktasında, derinlik ölçüsü alındığı anda ortaya çıkan ve derinlik ölçümlerine bir hata olarak yansıyan denizdeki kabarma miktarı, o noktaya ait GZK GPS ölçümleri ile elde edilen (H) ortometrik yükseklik bilgilerinin değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. Bu değerlere göre, her gün için dalgalanma hareketleri grafiksel olarak incelenmiş ve her ölçüm noktasında meydana gelen bu hata miktarları, iskandil ile elde edilmiş derinlik değerlerine düzeltme olarak getirilmiştir.

Bunun için yapılan ölçümler sonrası Husky hafızasına kaydedilen iskandil noktalarımıza ait konum ve ortometrik yükseklik ölçümleri Excel programında açılmış ve her ölçüm günü için bir Excel çalışma sayfası oluşturulmuştur. Her gün için ayrı olarak, GZK GPS ile toplanan yükseklik verileri ile aritmetik ortalama (Hort) alınıp bu değer günlük iskandil noktaları için elde edilen yükseklik ölçümlerinden çıkarılmıştır. Bunun sonucu olarak o gün içinde yapılan iskandil ölçümlerine, anlık etki eden dalganın büyüklüğü belirlenmiştir (1). Bu kabarma değerleri daha sonra, ayrı olarak yapılan derinlik ölçümlerine düzeltme olarak getirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile derinlik ölçümlerini büyük ölçüde etkileyen, her iskandil noktasında farklı değerler gösterip, en yüksek değeri 20 cm ye varan hatalar derinlik ölçümlerinden çıkarılarak, giderilmesi sağlanmıştır (4).

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	İskandil No	Tüm gün H değerleri	H _{ort}	V	Standart Sapma					
2	f.137	0.421	0.398	0.023	0.058777488					
3	f.138	0.354		-0.044						
4	f.139	0.365		-0.033						
5	f.140	0.437		0.039						
6	f.141	0.398		0						
7	f.142	0.426		0.028						
8	f.143	0.476		0.078						
9	f.144	0.372		-0.026						
10	f.145	0.411		0.013						
11	f.146	0.465		0.067						
12	f.147	0.468		0.07						
13	f.148	0.377		-0.021						
14	f.149	0.416		0.018						
15	f.150	0.447		0.049						
16	f.151	0.451		0.053						
17	f.152	0.451		0.053						
18	f.153	0.399		0.001						
19	f.154	0.463		0.065						
20	f.155	0.366		-0.032						
21	f.156	0.435		0.037						



Tablo 1. Yapılan tüm ölçüm süresince incelenen dalgalanma hareketleri

$$H_{\text{ort}} = \frac{HT}{n} \quad (1)$$

n = Ölçüm yapılan iskandil noktası sayısı.

HT = GZK GPS ile toplanan H ortometrik yükseklik değerleri toplamı.

H_{ort} = Gezici antenin referans datumuna göre, ortalama yükseklik değeri.

$$V = H - H_{\text{ort}} \quad (2)$$

V = Ölçülerin ortalama değerden farkı

H = GZKGPS ile uygulama süresince toplanan ortometrik yükseklik değerleri

$$S = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{[v-1]}} \quad (3)$$

S = Standart sapma değeri. Yapılan ölçümlerin kesin değerden (kestirim değerinden) olan ortalama sapma miktarı.

2.2. GZKGPS ile Belirlenen Dalga Boylarının Yapılan Derinlik Ölçümlerine Düzeltme Olarak Getirilmesi

Derinliği ölçülen noktalarda ölçüm taşıtı dalga hareketinden dolayı etkilenmekte ve dalga'nın büyüklüğü oranında derinlik değeri fazla yada az ölçülmektedir. Bu nedenle dalgalanma-

dan kaynaklanan hata miktarı, GZKGPS ölçümleri ile elde edilen H yükseklik değerlerinin değerlendirilmesi ile elde edilmiş ve bu hata miktarları derinlik ölçümlerimizden çıkarılmıştır. Buna göre;

$$d' = d - V_i \quad (4)$$

d' = Düzeltmiş derinlik değeri.

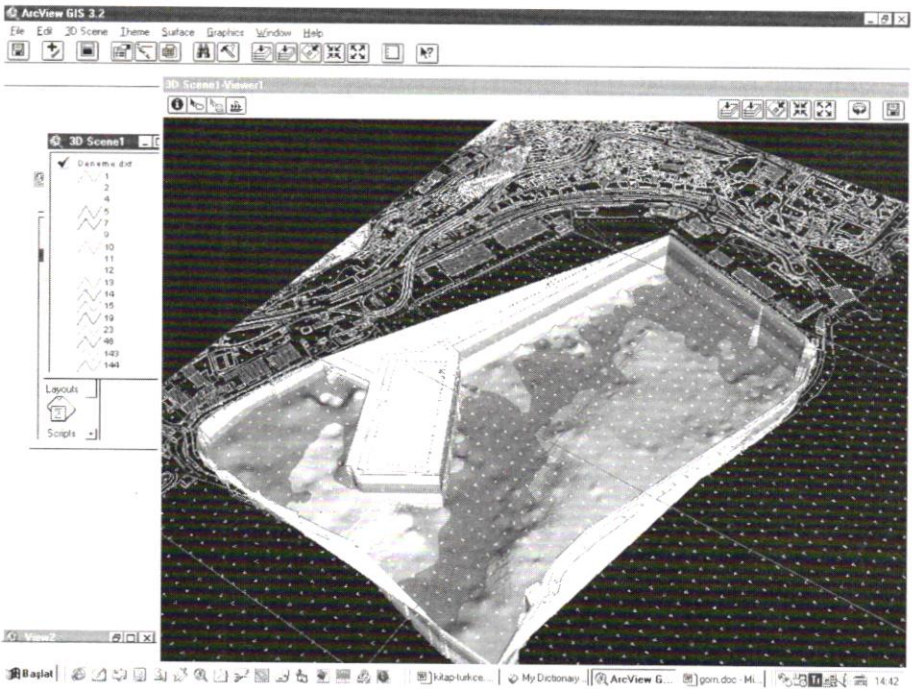
d = Hesaplanan derinlik değeri

V_i = Her iskandil noktası için dalga boyları değeri

denklemleri ile her iskandil noktasına ait düzeltilmiş derinlik değerleri Excel ortamında hesaplanmıştır .

3. ÇALIŞMA ALANININ 3D BOYUTLU GÖRÜNTÜLERİNİN HAZIRLANMASI

Tüm yapılan değerlendirmeler sonrası elde edilen düzeltilmiş derinlik değerleriyle Trabzon limanının haritası oluşturulmuştur. Gemilerin giriş ve çıkış yaptıkları yol güzergahının ve deniz dibi durumunun daha net şekilde zihinde canlandırmasını sağlaması açısından deniz dibinin ArcView ortamında 3 boyutlu görüntüsü oluşturulmuştur (Şekil.2).



Şekil 2. Trabzon limanı 3 boyutlu görüntüsü ve bölgeye ait sayısal harita

4. SONUÇ

Uygulamada ölçüm alanının büyüklüğü dikkate alınarak ayrıca ölçme düzeneğinin hazırlanmasının kolay ve masrafsız olması bakımından derinlik ölçmek için mekanik iskandil yöntemi tercih edilmiştir. Liman dibinin balçıkla kaplı olması dolayısı ile, sert zemine ulaşmada iskandil yapmak, en güvenilir yöntemlerden biridir fakat uygulama sonrasında görülmüştür ki, mekanik iskandille derinlik ölçümleri yapmak zaman aldığı kadar, ne kadar ölçüm şekline dikkat edilirse edilsin, hassasiyet daima hava şartları ve deniz dibi akıntılarına bağımlı kalmaktadır.

Konum ölçümlerinde klasik ölçüm yöntemlerinin, kısa sürede ölçü yapılması gerektiği, telsiz haberleşmesi zorunluluğu ve ölçüm yapan kişi sayısı fazlalığı nedeniyle GZK GPS yöntemine göre daha külfetli olduğu görülmektedir. Tek operatörün yeterli olduğu GZK GPS' in klasik hidrografik konum ölçülerinde karşılaşılan bu zorluklar karşısında üstünlüğü tartışılmazdır. Noktaların birbirini görme zorunluluğunun olmaması, hava şartlarından etkilenmemesi, duyarlılığın yüksek olması, sonuçların hızlı bir şekilde alınabilmesi dolayısıyla yersel aletlere karşı üstünlük sağlayan GZK GPS yöntemi uygulamanın tüm aşamalarında konum belirlemek için kullanılmıştır. Uygulama sonrası, kara haritacılığının hemen her alanında rahatlıkla kullanılabilen GZK GPS yönteminin deniz haritacılığında da uygulanabilirliği görülmüştür. Fakat GZK GPS ile ölçüm sonuçlarına ne kadar hızlı ulaşırsa ulaşılsın, uygulama süresini uzatan hava koşulları yanında hidrografi taşıtının durdurulması olmuş ve uygulama sırasında mekanik iskandil düzeneği ile daima derinlik alma hızına bağımlı kalmıştır.

Günümüzde su ortamında yapılan derinlik ölçmesi çalışmalarının çoğunda, en sağlıklı derinlik ölçme yöntemi olması nedeniyle akustik yöntem kullanılmaktadır. Akustik iskandille yapılan derinlik ölçmeleri aynı zamanda grafik olarak kağıda çizilmektedir. Akustik iskandilin bu avantajından yararlanılarak, kayıt kağıdı üzerinde (bilinen noktalar arasında) enterpolasyon yapmak suretiyle yeni noktalar tespit edilir. Fakat liman gibi küçük alanlar için akustik iskandilin kullanılması çokta ekonomik değildir.

Hidrografik harita alımına başlamadan önce harita ölçeğine uygun bir bot kanavası düzenlenmiş ve burada hidrografi taşıtının hangi doğrultularda ilerleyeceği ve hangi aralıklarla derinlik ve konum ölçmeleri yapılacağı belirlenmiş, işaretlenmiş ve numaralanmıştır. Fakat uygulama sırasında görülmüştür ki, sudaki hareket dolayısıyla ölçüm taşıtını sabitlemek oldukça zor olmakta ve deniz dibi akıntılarının, taşıtı ne kadar sürüklediği dahi, tahmin edilememektedir. Bu nedenle de uygulama sırasında GZK GPS in aplikasyon fonksiyonu kullanılamamıştır. Bunun yerine, liman içinde belirlenen işaretlere göre kerteriz yapılmış ve iskandil noktalarında GZK GPS' in detay alımı fonksiyonu ile koordinat bilgileri elde edilmiştir. Koordinat bilgileri alındığı anda derinlikler, mekanik iskandil düzeneği ile ölçülmüş ve derinlik değerleri daha önce hazırlanan kanavaya kaydedilmiştir. Buna karşı akustik iskandilde derinlikler otomatik ölçülmektedir ve elde edilen derinlik değerleri son yıllarda geliştirilen aletlerin bilgisayar ile entegrasyonu sağlanarak manyetik ortama kaydedilir, bu nedenle çalışma hızı daha yüksektir.

Kerteriz yöntemiyle belirlenen noktalarda hidrografi taşıtı durdurularak konum ve derinlik ölçümleri aynı anda alınmıştır. Hidrografi taşıtı ölçüm anında durdurulsa dahi sudaki hareketlerden en az 1-2 m kaymaktadır ve bu kayma miktarını ise anlamak oldukça zor olmaktadır. Hidrografi taşıtının durdurulma anında dahi bu su üzerinde hareketini sağlayan en büyük etken dalga ve deniz dibi akıntılarıdır. Deniz dibi akıntıları önlenemese de, bu etkileri azaltmak için dalga etkisinin en az olduğu sakin ve rüzgarsız havalarda ölçümler yapılmıştır. Fakat hava şartlarının ölçüm esnasında değişmesiyle iskandil ölçümlerinde hataya neden olan dalga etkisinden kurtulmak mümkün olmamaktadır. İskandil noktalarında ölçülen derinlik değerlerine yansıyan bu dalga etkilerini elimine edebilmek için ise, GZK GPS ile elde edilen ortometrik yükseklik bilgileri ile hesaplamalar yapılmış ve her iskandil noktası için büyük hatalara neden olan dalgalanma etkisi belirlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile derinlik ölçümlerini büyük ölçüde etkileyen, her iskandil noktasında farklı değerler gösterip, en yüksek değeri 20 cm ye varan hatalar, derinlik ölçümlerinden çıkarılarak, giderilmesi sağlanmıştır.

Yapılan uygulamada sağılan tel uzunluğunu $\pm 1-5$ cm presizyon ile okumak mümkün olmuştur. Akıntı basıncı nedeniyle telin, zincir eğrisi şeklinde büküldüğü kabul edilir. Yapılan teorik bir araştırmada, ipin bükülmüş uzunluğu ile gergin ve düşey uzunluğu arasındaki farkın, 0.7 m/s akıntı hızı ve 12 m maksimum ölçme sınırında, $\pm 0,10$ m değerinden büyük olmayacağı saptanmıştır. Derinlik ölçümlerine getirilen dalgalanma etkisi sonrası diğer bahsedilen etkilerde dikkate alındığında, mekanik iskandil düzeneği ile derinliklerin ± 15 cm hassasiyetinde belirlenmiştir.

5. KAYNAKLAR

1. Alkan,R. M., Presizyonlu Hidrografik Ölçmelerde Bat- Çık Etkisinin GPS Yöntemiyle belirlenmesi, Doktora Tezi, 95 sayfa, 1998
2. Alpar, B., Türkiye Denizlerindeki Su Seviyesi Değişimlerinin Akustik Derinlik Ölçmelerine Etkilerinin Araştırılması, İ.Ü. , Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Doktora Tezi, 1993.
- 3 .FIG Publication, Hydrography in Ports and Harbours, No. 8 1994
4. Gökalp, E., Güngör, O., RTK (Real-Time Kinematic) GPS ve İmar Uygulamaları Çalışmalarında Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, K.T.Ü. M.M.F. Araştırma Raporları, Fakülte Yayın no:27, K.T.Ü, Basımevi, Trabzon, 2000.
5. Özgen, M.G., ALGÜL, E. Mühendislik Ölçmeleri, I-Hidrografik Ölçmeler, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 1086, İstanbul, 1977
6. Thurman, H., Introductory oceanography, Mt. San Antonio Collage, Charles E. Merrill Publishing Co., A. Bell and Howell Company, Columbus, Ohis, 1984, P;215-248.