

KONTROL KENARLARININ GPS İLE ÖLÇEKLENDİRİLEBİLİRLİĞİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Cevat İNAL, İsmail ŞANLIOĞLU, Cemal Özer YİĞİT ve Ayhan CEYLAN
S. Ü. Müh.-Mim. Fakültesi, Jeod. ve Fot. Müh. Bölümü, KONYA

Makalenin Geliş Tarihi: 11.02.2005

ÖZET: Elektromagnetik uzaklık ölçerlerin(EDM) üretici firma tarafından verilen kalibrasyon değerleri zamanla güncelliğini yitirir. Bu nedenle aletlerin belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekir. Alet kontrolleri genellikle H.R. Schwendener'in önerisine uygun olarak bu amaç için oluşturulan kontrol kenarlarında yapılır. Yapılan kontrol sonucunda ölçmede kullanılan uzaklık ölçerin sıfır eki, ölçek katsayısı ve faz farkı ölçme fonksiyonu belirlenir. Ölçek katsayısının belirlenmesi için kontrol kenarının ölçekli olması gerekir. Ölçeklendirme Kern Mekometer 3000 gibi yüksek doğruluklu aletlerle yapılabileceği gibi GPS ölçmeleri ile de yapılabilir. Bu çalışmada kontrol kenarının ölçeklendirilmesi GPS ölçmeleri ile yapılmış ve ölçeklendirilmiş kontrol kenarı kullanılarak Sokkisha SET2, Topcon GTS701, Topcon GTS 229 ve Sokkia Power SET2000 elektronik takeometrelerinin kalibrasyon parametreleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: GPS, kontrol kenarı, kalibrasyon, ölçek katsayısı, faz farkı fonksiyonu.

An Investigation on Scalable of Control Baselines by GPS

ABSTRACT: The default calibration values of EDM's, which are given by manufacturers, lose up-to-dateness by time. Due to this reason, these instruments have to be controlled with specific interval. Instruments controls usually have been made by using control baselines, which are formed in accordance with H.R. Schwendener's suggestion. The zero additive, scale factor, and phase difference function are determined by result of made controls. The control baseline has to be scaled to determine scale factor. Scaling can be done by Kern Mekometer 3000 high precision instrument as well as by GPS measurements. In this study, scaling control baseline had been performed by GPS measurements. The calibration parameters of SET2, Topcon GTS701, Topcon GTS229, and Sokkia Power SET2000 had been calculated by using control baseline.

Key Words: GPS, control baseline, calibration, scale factor, phase difference function.

GİRİŞ

Elektromagnetik uzaklık ölçmelerinde düzenli hataları genellikle aletsel hatalar oluşturmaktadır. Bu hatalar, alet parametreleri olarak da adlandırılan sıfır noktası eki, faz farkı ölçme fonksiyonu ve ince ölçeğin frekansının zamanla değişmesi ile oluşur (İnal, 2002). Elektromagnetik uzunluk ölçme aletlerinden en

iyi sonucu alabilmek için, aletlerin düzenli olarak kontrol ve kalibrasyonunun yapılması gerekir (Burnside, 1991).Yapılan araştırmalar elektromagnetik uzunluk ölçerlerle doğru ve güvenilir sonuçların elde edilmesi için, bu aletlerin periyodik olarak kontrol ve kalibrasyonunun yapılması gerektiğini ortaya koymuştur. Kontrol işlemi laboratuvar veya arazi ölçmeleriyle yapılabilmektedir. Ancak daha

genel koşulları içerdiği için ve bu koşullarda yapılan kenar ölçmelerinde öncül(a priori) karesel ortalama hatası da belirlenebildiği içindir ki, arazideki ölçmeler yardımıyla kontrol ve kalibrasyon tercih edilmektedir.

Elektromagnetik uzaklık ölçerlerde ince ölçeğin frekansının zamanla değişmesi ile oluşan ölçek hatasının belirlenebilmesi için kontrol kenarının ölçekli olması gerekir. Başka bir deyişle kontrol kenarındaki ara uzunluklar ve bunların kombinasyonundan oluşan uzunlukların kesin değerlerinin bilinmesi gerekir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda (Aksoy ve diğ., 1987; İnal, 1984, Deniz, 1993, Ergin ve diğ., 1993) kontrol kenarları Kern Mekometer 3000 (0.2mm ± 1ppm), Wild DI 2000 (1mm ± 1ppm) gibi ulaşılabilen en yüksek presizyonlu uzaklık ölçerle ölçeklendirilmiş ve kontrol edilecek aletlerin ölçek katsayıları buna göre belirlenmiştir. GPS ölçmeleri ile birlikte kontrol kenarların GPS ile ölçeklendirilmesi mümkün olmaktadır.

KONTROL KENARININ TASARIMI

Sıfır noktası eki, ölçek katsayısı ve faz farkı ölçme fonksiyonunu belirlemek amacıyla oluşturulan kontrol kenarında; ara uzunluklar ve bunların kombinasyonundan oluşan uzunlukların kesirleri aletin birim uzunluğuna dengeli bir şekilde dağılmalıdır. Merkezleme hatalarını ortadan kaldırmak için kontrol kenarındaki noktalar pilye şeklinde tesis edilmelidir (Ergin ve diğ., 1993; Hodges, 1978). Sıfır noktası ekinin ortalama hatasının bir ölçünün ortalama hatasının yarısından küçük yada eşit olması için kontrol kenarı üzerinde 6 yada 7 nokta alınması gerekir (Uzel, 1981). Ayrıca kontrol kenarı aşağıdaki şartları sağlamalıdır.

1. Bütün pilyeler arasında görüş olmalıdır.
2. Kontrol kenarı eğimsiz veya az eğimli bir arazide bulunmalıdır.
3. Kontrol kenarı uygun bitki örtüsünden geçmelidir.
4. Pilyeler sağlam zemine tesis edilmelidir.
5. Pilyelere arabayla kolaylıkla ulaşılabilirliği ve pilyeler dış etkenlere karşı korunmuş olmalıdır (İnal, 1991).

ÖLÇÜLER VE DEĞERLENDİRME

Kontrol kenarına ölçek vermek amacıyla yapılan ölçüler GPS alıcıları kullanılarak statik yöntemle yapılır. Ölçülerin değerlendirilmesi sonucu kartezyen koordinat farkları (ΔX , ΔY , ΔZ) elde edilir. Noktalar arasındaki eğik uzunluklar,

$$D'_{ij} = \sqrt{\Delta X_{ij}^2 + \Delta Y_{ij}^2 + \Delta Z_{ij}^2} \quad (1)$$

eşitliği ile hesaplanır. i ve j noktaları arasındaki yükseklik farkı ΔH_{ij} olmak üzere; \bar{D}_{ij} yatay uzunluğu,

$$\bar{D}_{ij} = \sqrt{D'_{ij}{}^2 - \Delta H_{ij}^2} \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanır. Hesaplanan uzunluklar referans kabul edilen yüzeye;

$$S_{ij} = \bar{D}_{ij} \frac{(R + H_r)}{(R + H_m)} \quad (3)$$

eşitliği ile indirgenir. (3) eşitliğinde;

H_r : Referans yüzeyinin yüksekliği

H_m : GPS alıcısı yerleştirilen i ve j noktalarının yüksekliklerinin ortalaması

S_{ij} : Referans yüzeyine indirgenmiş uzunluk

$R = 6\,373\,394$ m'dir.

Elektromagnetik uzunluk ölçerlerle yapılan ölçmelerde yöneltme hatasının etkisini azaltmak için bağımsız yöneltme yapılarak en az beş okumanın aritmetik ortalaması ölçü değeri olarak alınır. Ölçü sırasında kaliteli termometre ve barometre ile sıcaklık ve basınç okumaları da yapılır. Okumaların gölgede alet yüksekliği seviyesinde yapılması uygun olur. Güneşli havalarda elektronik uzaklık ölçer şemsiye ile korunmalıdır. Ölçüye başlamadan önce kontrol edilecek aletin ve yansıtıcının düzeçleri kontrol edilmeli, gerekirse düzeltilmelidir. Ölçüler üretici firma tarafından verilen kurallara göre yapılmalıdır (Rüeger, 1996). Ölçülen sıcaklık ve basınca göre alet firmasının verdiği düzeltme formülünden yararlanarak ölçülere atmosferik düzeltme getirilir. Alet ve işaret yükseklikleri de

dikkate alınarak (3) eşitliği ile referans yüzeyine indirgenir. Ancak, durulan ve bakılan noktaların yüksekliklerinin ortalaması;

$$H_m = (H_i + I_E + H_j + T_p) / 2 \quad (4)$$

eşitliği ile hesaplanır. (4) eşitliğinde;

H_i : Elektromagnetik uzunluk ölçer kurulan noktanın yüksekliği,

H_j : Yansıtıcı tutulan noktanın yüksekliği,

I_E : Elektromagnetik uzunluk ölçer yüksekliği,

T_p : Yansıtıcı yüksekliğidir.

Her ölçü için;

$$v_{ij} = K_0 + K_{11} \cos \Delta\varphi_{ij} + K_{21} \cos 2\Delta\varphi_{ij} + K_{12} \sin \Delta\varphi_{ij} + K_{22} \sin 2\Delta\varphi_{ij} + S_{ij} \alpha + S_{ij} - D_{ij} \quad (5)$$

eşitliği yazılır. En küçük kareler yöntemine göre dengeleme yapılarak K_0 , K_{11} , K_{21} , K_{12} , K_{22} , α bilinmeyenleri ve ortalama hataları hesaplanır. Eşitlikte;

K_0 : Alet- yansıtıcı sisteminin sıfır eki,

$K_{11}, K_{21}, K_{12}, K_{22}$: Faz farkı ölçme fonksiyonunu belirlemek için Fourier katsayıları,

α : Ölçek katsayısı,

S_{ij} : GPS ile belirlenen referans yüzeyine indirgenmiş uzunluk,

D_{ij} : Parametreleri kontrol edilecek aletle ölçülen indirgenmiş uzunluk.

(5) eşitliğindeki $\Delta\varphi_{ij}$; n tamsayı, u birim uzunluk, n.u < D_{ij} olmak üzere;

$$\Delta\varphi_{ij} = (D_{ij} - n.u) 2\pi / u \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanır. Faz farkı ölçme fonksiyonu sıfır ekiyle birlikte;

$$A_1 = (K_{11}^2 + K_{12}^2)^{1/2} \quad A_2 = (K_{21}^2 + K_{22}^2)^{1/2} \quad (7)$$

$$\rho_1 = \arctan(K_{11} / K_{12}) \quad \rho_2 = \arctan(K_{21} / K_{22})$$

eşitliklerinden yararlanarak;

$$F_z = K_0 + A_1 \sin(\Delta\varphi + \rho_1) + A_2 \sin(2\Delta\varphi + \rho_2) \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. Uzunluk ölçümünde kullanılan elektronik uzunluk ölçerin yansıtıcılara bağlı olarak sadece sıfır eki ve ölçek katsayısı belirlenmek istenirse (5) eşitliği;

$$v_{ij} = K_0 + S_{ij} \alpha + S_{ij} - D_{ij} \quad (9)$$

şeklini alır (Özgen ve Deniz, 1986).

En küçük kareler yöntemine göre yapılan dengeleme sonucu hesaplanan alet parametrelerinin gerçekten değişip değişmediği istatistik yöntemlerle irdelenir. Alet-yansıtıcı sisteminin, üretici firma tarafından verilen sıfır eki değeri K_0 , hesaplanan değer K_0 olmak üzere sıfır eki için,

$$t = |K_0 - K| / m_{K_0} \quad (10)$$

Ölçek katsayısı için de,

$$t = |\alpha| / m_\alpha \quad (11)$$

test büyüklükleri hesaplanır ve bu büyüklükler $t_{n-2, 1-\alpha/2}$ tablo değeri ile karşılaştırılır. $t < t_{tablo}$ ise seçilen istatistik güvenle parametrenin değişmediği sonucuna varılır (Aksoy ve diğ., 1987; Koç, 1995).

UYGULAMA

Kontrol kenarının tanıtımı

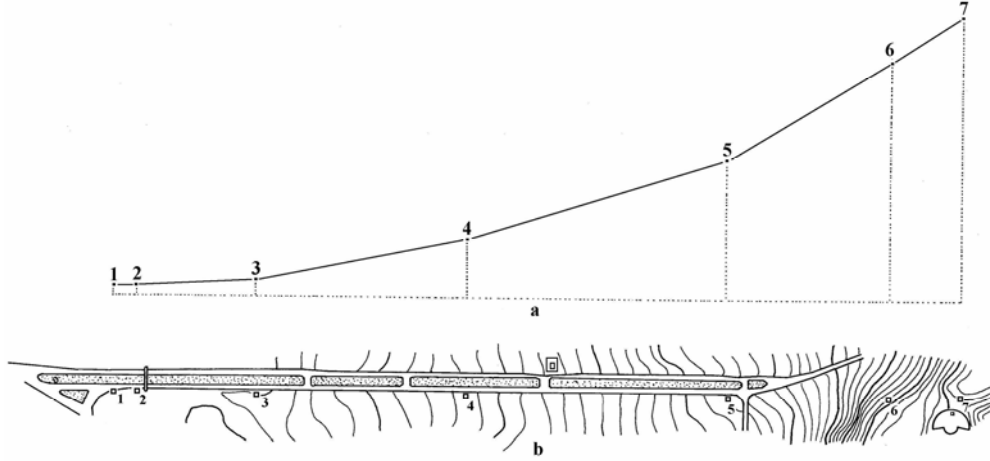
Kontrol kenarı Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampüs alanında Konya-Afyon karayoluna dik doğrultuda, öğrenci yurtlarına giden yol boyunca pilye şeklinde tesis edilmiştir. Kontrol kenarı 7 noktalı ve uzunluğu ~1450 m dir (Şekil 1). Elektronik uzunluk ölçerlerin sıfır eki, faz farkı ölçme fonksiyonu ve ölçek katsayısını belirlemek üzere tasarlanmıştır.

Kontrol Kenarının Ölçeklendirilmesi ve Alet Parametrelerinin Testi

Kontrol kenarının ölçeklendirilmesi için 6 adet Leica SR 9500 GPS alıcısı kullanılarak statik yöntemle 10 saniye epok aralığında 1 saat süreyle ölçü yapılmıştır. Ölçüler SKİ 2.3 yazılımında değerlendirilmiş ve noktaların kartezyen koordinat farkları ile ortalama hataları hesaplanmıştır. Ayrıca kontrol kenarına ait noktalar arasında gidiş- dönüş geometrik nivelman yapılmış ve hesaplanan eğik uzunluklar 1 numaralı noktadan geçen referans yüzeyine indirgenmiştir (Tablo 1).

Sıfır eki ve ölçek katsayısı belirlenmek istenen elektronik takeometrelerle ölçüler kombinasyonlar şeklinde yapılmış ve (3) eşitliği ile 1 numaralı noktadan geçen referans yüzeyine

indirgenmiştir (Tablo 2). Ölçü sırasında alet yansıtıcı sisteminin sıfır eki değeri "sıfır" olarak aletlere girilmiştir.



Şekil 1. Kontrol kenarı a) Profil, b) Arazi topoğrafyası.
Figure 1. Control baseline a)Profile, b) Land topography.

Tablo 1. GPS ile belirlenen uzunluklar.
Table 1. Distances determined by GPS.

Ölçü No	Noktalar	Eğik uzunluk (m)	Eğik Uzunluğun Ortalama Hatası (mm)	Referans Yüzeyine İndir.Uzunluk (m)
1	1-2	40.3582	± 0.74	40.3574
2	1-3	241.8016	± 1.35	241.7990
3	1-4	604.2486	± 1.51	604.1859
4	1-5	1047.4510	± 1.26	1047.2140
5	1-6	1329.3313	± 1.28	1328.7440
6	1-7	1450.2360	± 0.69	1449.4760
7	2-3	201.4435	± 1.32	201.4415
8	2-4	563.8919	± 1.48	563.8285
9	2-5	1007.0976	± 1.23	1006.8570
10	2-6	1288.9847	± 1.25	1288.3870
11	2-7	1409.8920	± 0.66	1409.1190
12	3-4	362.4658	± 1.48	362.3869
13	3-5	805.6919	± 1.23	805.4155
14	3-6	1087.6212	± 1.25	1086.9450
15	3-7	1208.5442	± 0.66	1207.6770
16	4-5	443.2353	± 1.39	443.0286
17	4-6	725.2111	± 1.41	724.5581
18	4-7	846.1525	± 0.82	845.2904
19	5-6	282.0560	± 1.16	281.5295
20	5-7	403.0159	± 0.57	402.2621
21	6-7	120.9600	± 0.59	120.7325

Tablo 1'deki GPS ile belirlenen uzunluklar esas alınıp (9) eşitliği kullanılarak elektronik takeometrelerin sıfır ekleri, ölçek katsayıları ve ortalama hataları hesaplanmıştır. (10) ve (11) eşitlikleri ile hesaplanan test büyüklükleri t dağılım tablosundan alınan $t_{n-2,1-\alpha/2} = t_{19,0.975} = 2.093$ değeri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 3).

Dengelemede iki farklı ağırlık modeli kullanılmıştır. İlk olarak bütün ölçülerin ağırlıklar birbirine eşit ve 1 alınmış, ikinci olarak kullanılan aletlerin ölçü duyarlılıkları dikkate alınarak $D=1$ km için $P_d = 1$ olacak şekilde ölçü ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 2. Referans yüzeyine indirgenmiş uzunluklar (m).

Table 2. Distances reduced to reference surface (m).

Noktalar	Sokkisha SET 2 $m_d = \pm(3+2\text{ppm}.D)$	Topcon GTS 229 $m_d = \pm(3+3\text{ppm}.D)$	Sokkia Power SET 2000 $m_d = \pm(2+2\text{ppm}.D)$	Topcon GTS 701 $m_d = \pm(2+2\text{ppm}.D)$
1-2	40.3931	40.3906	40.3890	40.3796
1-3	241.8318	241.8320	241.8312	241.8234
1-4	604.2171	604.2163	604.2154	604.2069
1-5	1047.2510	1047.2437	1047.2390	1047.2355
1-6	1328.7739	1328.7658	1328.7753	1328.7636
1-7	1449.5082	1449.4922	1449.4944	1449.4850
2-3	201.4685	201.4701	201.4684	201.4595
2-4	563.8528	563.8519	563.8543	563.8454
2-5	1006.8825	1006.8809	1006.8764	1006.8734
2-6	1288.4121	1288.4052	1288.4118	1288.4018
2-7	1409.1466	1409.1305	1409.1336	1409.1221
3-4	362.4118	362.4099	362.4118	362.4028
3-5	805.4419	805.4405	805.4352	805.4299
3-6	1086.9719	1086.9655	1086.9666	1086.9640
3-7	1207.7035	1207.6912	1207.6909	1207.6811
4-5	443.0565	443.0533	443.0539	443.0472
4-6	724.5863	724.5830	724.5844	724.5763
4-7	845.3126	845.3072	845.3077	845.2992
5-6	281.5577	281.5572	281.5543	281.5478
5-7	402.2837	402.2814	402.2792	402.2713
6-7	120.7550	120.7530	120.7516	120.7407

Tablo 3. Alet parametreleri ve testi.

Table 3. Instrument parameters and its test.

Alet	Birim Uzunluk (m)	Ölçü Ağırlı ğı	Sıfır eki ve ort. Hatası(mm)	Ölçek katsayısı ve ort. Hatası(mm/k m)	Test Büyüklükleri		Alet Parametreleri	
					Sıfır Eki	Ölçek Katsayı sı	Sıfır eki	Ölçek katsayısı
SET2	10	$P_d = 1$	-27.35±1.77	-0.61±2.06	1.50	0.30	Geçerli	Geçerli
GTS229	10		-29.38±1.96	8.41±2.28	0.32	3.69	Geçerli	Geçersiz
SET2000	5		-26.96±2.17	4.96±2.53	1.40	1.96	Geçerli	Geçerli
GTS701	5		-19.00±2.39	4.98±2.78	4.60	1.79	Geçersiz	Geçerli
SET2	10	$P_d = c/m^2$	-28.11±1.65	0.49±2.35	1.15	0.21	Geçerli	Geçerli
GTS229	10		-29.19±1.68	8.15±2.58	0.48	3.16	Geçerli	Geçersiz
SET2000	5		-27.26±1.77	5.40±2.72	1.55	1.99	Geçerli	Geçerli
GTS701	5		-18.47±1.96	4.20±3.01	5.88	1.40	Geçersiz	Geçerli

Parametreleri test edilen aletlerin firma tarafından verilen alet-yansıtıcı sisteminin sıfır eki değeri -30 mm, ölçek katsayısı ise 1 dir. Tablo 3'deki test sonuçlarına göre Topcon GTS701 elektronik takeometresinin alet-yansıtıcı çiftinin sıfır eki değeri -19 mm, Topcon GTS229 elektronik takeometresinin ölçek katsayısı ise 1.000008 olarak değişmiştir.

Tablo 3'deki alet parametrelerinin hesaplanması ve parametrelerin test edilmesi için MATLAB 6.5 M-File da bir program hazırlanmıştır.

Programın Tanıtımı

Hazırlanan program ile elektromagnetik uzunluk ölçerlerin kullanılan yansıtıcılara bağlı olarak sıfır eki değerleri ve ölçek katsayıları hesaplanabilmekte ve test edilebilmektedir. Bilinen uzunluklar ve kalibrasyon parametreleri belirlenecek uzaklık ölçerle yapılan ölçüler için kullanıcı tarafından Şekil 2'de verilen formatta bir Excel dosyası oluşturulur. Yine kullanıcı tarafından oluşturulması gereken "*c:\matlab\kalibrasyon*" klasörleri içine "*kalibrasyonedm.xls*" olarak kayıt edilir. Bu dosya "*veri*" ve "*pilyekotlari*" olmak üzere iki çalışma sayfasından oluşturulur. "*Veri*" çalışma sayfasında sırasıyla kenar no, durulan nokta, bakılan nokta, GPS kenar, Edm kenar, alet yüksekliği ve işaret yüksekliği değerleri "*Pilyekotlari*" sayfasına ise

nokta no ve ortometrik yükseklik değerleri girilir.

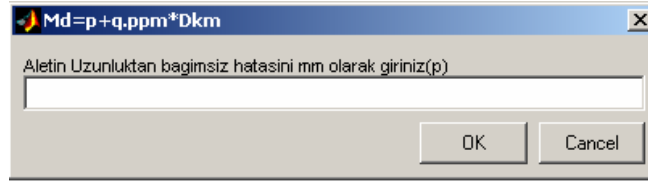
Program Matlab 6.5 ortamında çalıştırıldığında ekran Şekil 3'deki gibi olur. Kontrolü yapılacak elektromagnetik uzaklık ölçerin uzunluktan bağımsız hatası mm biriminde ekrana yazılır ve OK tuşuna basılır. İkinci bir mesaj kutusu ekrana gelir ve uzunluğa bağımlı hata değerinin ppm olarak girilmesi istenir. Daha sonra Alet-Yansıtıcı sisteminin sıfır eki değerinin mm olarak girilmesini isteyen mesaj kutusu ekrana gelir. Değer girilip OK tuşuna basılır. Program tarafından ağırlık modeli hakkında bir mesaj kutusu ekrana getirilerek iki alternatif sunulur. Evet yazılıp OK tuşuna basılırsa, ağırlıkların seçiminde aletin ölçü hassasiyeti m_a ye bağlı olarak 1 km'lik uzunluğun ağırlığı 1 olacak şekilde ölçü ağırlıkları belirlenir. Eğer hayır yazılıp OK tuşuna basılırsa ağırlıklar eşit ve 1 olarak alınır. Kontrol kenarında referans yüzeyine indirilmiş bilinen uzunluklarla ölçülen uzunluklar arasındaki fark 10 cm'yi geçerse program bir uyarı mesajını ekrana getirir. Bu mesaj kutusuna evet yazılırsa hesaplamalar devam eder, hayır yazılırsa program sonlanır. Program sonuçları "*c:\matlab\kalibrasyon*" içine "*sonuclar.txt*" dosyasına yazılır. "*sonuclar.txt*" dosyasında, dengelemede kullanılan matrisler, bilinmeyenler ve ortalama hatalarına ilişkin sonuçlar ile bilinmeyenler vektöründeki parametrelerin geçerli olup olmadığına ilişkin test sonuçları bulunur.

K.N.	D.N.	D.N.	GPSKenar	EdmKenar	A.Y.	İ.Y.
1	1	2	40.9574	40.9823	0.216	0.086
2	1	3	241.7990	241.8353	0.216	0.086
4	3	1	604.1859	604.2809	0.216	0.086
5	4	1	1047.2144	1047.4831	0.216	0.086
6	5	1	1320.7439	1329.3569	0.216	0.093
7	6	1	1449.4760	1450.2561	0.214	0.093
8	7	2	201.4415	201.4727	0.216	0.082
9	8	2	563.8285	563.9173	0.216	0.082
10	9	2	1006.8570	1007.1245	0.216	0.082
11	10	2	1288.3866	1289.0072	0.216	0.093
12	11	2	1409.1187	1409.9079	0.214	0.093
13	12	3	362.3869	362.4914	0.216	0.090
14	13	3	805.4155	805.7303	0.216	0.090
15	14	3	1096.9450	1097.6451	0.216	0.091
16	15	3	1207.6772	1208.5629	0.214	0.093
17	16	4	443.0286	443.2641	0.216	0.082
18	17	4	724.5581	725.2413	0.216	0.091
19	18	4	845.2904	846.1748	0.214	0.093
20	19	5	261.5295	262.0912	0.216	0.091
21	20	5	402.2521	403.0428	0.214	0.091
22	21	6	120.7325	120.9880	0.214	0.091

NN	D.N.	Kot
1	1121.3639	
2	1121.6093	
3	1122.4922	
4	1130.0380	
5	1143.5400	
6	1169.7421	
7	1169.1430	

Şekil 2. Programın okuduğu veri ve pilyekotları sayfası (kalibrasyonedm.xls).

Figure 2. Data and pillarheights worksheet readed by program.



Şekil 3. Program veri giriş kutusu.
Figure 3. Program data input messagebox.

SONUÇ

Elektromagnetik uzaklık ölçerlerde üretici firma tarafından verilen kalibrasyon değerleri zamanla güncelliğini yitirir. Kalibrasyon hataları ölçülerin en küçük kareler yöntemine göre dengelenmesi sonucu kalıcı hata olarak kalır ve yok edilemezler. Ayrıca model hatalarına neden olurlar. Özellikle yüksek presizyon gerektiren deformasyon ölçmelerinden önce kullanılacak aletin kalibrasyon parametreleri kontrol edilmelidir. Aksi halde deformasyonların belirlenmesinde hata yapılır. Bu nedenle uzunluk ölçümünde kullanılan elektromagnetik uzaklık ölçerin, bu amaç için oluşturulmuş ve ölçeklendirilmiş kontrol kenarında, kalibrasyon parametrelerinin belirlenmesi zorunludur.

Bu çalışmada kontrol kenarının tasarımı, GPS ile ölçeklendirilmesi ve S.Ü. kontrol bazının teknik özellikleri açıklanmıştır. Jeodezi ve fotogrametri mühendisliği bölümü ölçme aletleri laboratuvarında bulunan Sokkisha SET 2, Topcon GTS 229, Sokkia Power SET 2000 ve Topcon GTS 701 elektronik takeometrelerinin sıfır eki ve ölçek katsayıları MATLAB 6.5 M-File da yazılan bir program ile hesaplanmıştır. Yapılan test sonucunda %95 ihtimalle Topcon GTS 229 da ölçek katsayısının, Topcon 701 de ise sıfır eki değerlerinin değiştiği sonucuna varılmıştır. Elektromagnetik takeometrelerin kalibrasyon parametrelerinin belirlenmesinde kullanılan farklı ağırlık modellerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, A., Ayan, T., Güneş, İ.H., Deniz, R., 1987, Elektromagnetik uzaklık ölçerlerin kontrol ve kalibrasyonları için tesis edilen kalibrasyon bazları ve ilk ölçme sonuçları, Türkiye 1. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 23-27 Şubat, Ankara, 313-329.
- Burnside, C.D., 1991, Electromagnetic Distance Measurement, 3rd. ed. BSP Prof. Books, Oxford, pp278.
- Deniz, R., 1993, Tapu ve Kadastro Kontrol Bazının Kontrolü ve Ölçeklendirilmesi Raporu, Ankara.
- Ergin, M.N., Tombaklar, Ö.H., İnal, C., Büyükkaltunel, M.A., 1993, Elektromagnetik Mesafe Ölçerler için Kontrol ve Kalibrasyon Bazının Oluşturulması, Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 90/24, Konya.
- Hodges, M.D.J., 1978, Etalonnage et tests des instruments de mesure electro-optique des distances (MED), Geometre, Paris, 16-25.
- İnal, C., 1984, Elektro-optik Uzaklık Ölçerlerde Çevrel Faz Hatası ve Sıfır Ekinin Belirlenmesi, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 98s.
- İnal, C., 2002, Modern jeodezide Ölçme Aletleri, S.Ü. Müh. Mim. Fakültesi, yayın no:50, Konya, 119s.
- İnal, C., 1991, Elektromagnetik uzaklık ölçerlerde sıfır noktası eki ve ölçek faktörünün belirlenmesi, S.Ü. Müh. Mim. Fakültesi Dergisi, 6, 11, 1-11.
- Koç, İ., 1995, Ölçme Bilgisinde Bazı Konular ve Sayılar Uygulamalar, Gökhan Matbaası, İstanbul, 175s.
- Özgen, M.G., Deniz, R., 1986, Elektromagnetik Dalgalarla Jeodezik Ölçmeler (Elektrometri), İTÜ Kütüphanesi, sayı 1320, İstanbul, 176s.

Rüeger, J.M., 1996, Electronic Distance Measurement, Sydney, pp 276.

Uzel, T., 1981, Jeodezik Amaçlı Elektromagnetik Ölçmeler, İ.D.M.M. Akademisi Yayınları, Cilt 1, Sayı 159, İstanbul, 270s.