

HASSAS POLİGONLARDA AÇI KALİBRASYONU VE EUROMET PROJECT NO.371 KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI

Tanfer Yandayan, S. Aslı Akgöz, Nuray Karaböce

TÜBİTAK, Ulusal Metroloji Enstitüsü – UME, 41470 Gebze – KOCAELİ
Tel: 262 646 63 55 e-mail:tanfer.yandayan@ume.tubitak.gov.tr, asli.akgoz@ume.tubitak.gov.tr,
nuray.karabocce@ume.tubitak.gov.tr

ÖZET

Hassas poligonlar Ulusal Metroloji Enstitüleri tarafından özel amaçlarla kullanılan ve kalibre edilen temel açı standartlarıdır. Cam ya da sert çelik malzemeden yapılan bu standartlar disk şeklinde olup 360 derecenin belirli sayılara hassas şekilde bölünmesi ile elde edilirler. Poligonların sahip oldukları yüz sayısını ve bunlar arasındaki açı miktarını belirleyen sayılar 5 ile 72 arasında değişmektedir. Poligonlar döner açı indeks tablaları, divizör hassas takım tezgah tablaları gibi ekipmanların kalibrasyonu için uygun bir temel teşkil eden, açı standartlarında izlenebilirliğinin sağlanmasında önemli rol oynayan doğruluğu yüksek elemanlardır. Yapılarından dolayı yüksek hassasiyette kalibre edilebilen poligonlar, yukarıdakilere ek olarak özellikle metroloji enstitülerinin aralarında gerçekleştirdikleri karşılaştırmalı ölçümlerde kullanılırlar. En son olarak poligon yüzeylerinin ölçüm üzerindeki belirsizliğe olan etkisini araştırmak ve ülkelerin açı standartlarını kalibre etmedeki yeteneklerini belirlemek amacıyla 1995-1998 yılları arasında Euromet (Avrupa Metroloji Birliği) üyesi 10 avrupa ülkesi arasında 7 ve 24 yüzlü poligonların kalibrasyonu için "EUROMET Project No.371-Angle calibration on precision polygons" adı altında karşılaştırmalı ölçümler yapılmıştır. UME bu ölçümlere katılarak Türkiye'yi başarılı bir şekilde temsil etmiş ve diğer ulusal metroloji enstitüleri arasındaki yerini bilimsel olarak ispatlamıştır. Bildiride, uygulanan kalibrasyon yöntemi, belirsizlik hesapları ve katılan ülkelerin karşılaştırma sonuçları sunulacaktır.

Anahtar sözcükler : Açı, poligon, index tabla, uluslar arası karşılaştırma

1. GİRİŞ

Sanayide uzunluk, yüzey pürüzlülüğü gibi geometrik büyüklüklerin yanında açı ölçümleri de gittikçe artan bir taleple uygulama sahası bulmaktadır. Açı ölçümleri uzunluk ölçümlerinden bağımsız olarak değerlendirilmemelidir. En basit olarak, açı ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan sinüs çubuğunda uzunluk ölçümlerinden faydalanılarak açı hesaplanmaktadır [1]. Açı birimi, 360 derecelik dairenin hassasiyetle bölünmesiyle elde edilir. Açı ölçümlerinde izlenebilirlik, bu alanda referans açı standardı olarak kullanılan hassas indeks tabla, hassas poligon, açı master blokları gibi ekipmanlar üzerinden sağlanmaktadır.

Referans açı standartlarının kalibrasyonu, küçük açısal yerdeğişimlerini ölçen optik bir cihaz olan otokolimatör ile yapılmaktadır. Açı standartlarının kalibrasyonunda kalibre edilecek olan cihazın özelliklerine göre çeşitli metotlar seçilebilir. Açı standartları uygun referans standartlar kullanılarak ya direkt karşılaştırma metoduyla ya da trigonometrik metotlar ile kalibre edilebilir. Kullanılacak olan cihaza ve istenilen belirsizliğe bağlı olarak bu metotlardan uygun olanı seçilir [2].

Hassas poligon, ölçme yüzeyi olarak n yansıtıcı kenar yüzeyi bulunan kare prizmadır. Hassas poligonlar sert çelik ya da cam malzemedir yapılırlar. Poligon yüzeyleri arasındaki açılar birkaç saniye aralığında anma değeriyle imalat edilmiş olup yüzeyleri işlenmiştir ve çok yüksek derecede düzgünlüğe sahiptirler. En fazla 72 yüzlü olan poligonların en çok 6,8 ve 12 yüzlü olanları kullanılır. Poligonlarda elde edilebilecek ölçüm belirsizliği, büyük oranda yansıtıcı yüzeylerinin düzgünlüğünün kalitesine bağlıdır. Örneğin ± 0.5 arc saniye ölçüm belirsizliği elde edebilmek için yüzeylerin 0.00005mm düzgünlükte olması arzu edilir [3].

Bu bildirinin amacı, hassas poligon ve hassas poligon kalibrasyon yöntemlerini açıklayarak, "EUROMET Project No.371-Angle calibration on precision polygons" adı altındaki projenin sonuçlarını sunmaktır.

2. HASSAS POLİGON KALİBRASYONU

Hassas poligonların kalibrasyonunda yaygın olarak iki otokolimatörün kullanıldığı basit kalibrasyon metodu ve iki indeks tabla ile bir otokolimatörün kullanıldığı çapraz kalibrasyon metodu kullanılmaktadır. Aşağıda bu metotlar kısaca açıklanmıştır.

İki otokolimatörün kullanıldığı basit kalibrasyon metodunda, poligon döner tablanın üzerine monte edilir ve aralarında poligon yüzeylerine göre ayarlanan belli bir açı olacak şekilde yerleştirilen iki otokolimatör ile okuma yapılır [2].

Çapraz kalibrasyon metodunda ise, hassas indeks tablaya karşı tek otokolimatör kullanılır. UME'nin yaptığı ölçümlerde poligon yüzeylerinin piramit hata sınırları içinde kalacak şekilde hassas olarak kaydırılabilmesi için ikinci bir indeks tabla kullanılmıştır. Poligon indeks tabla üzerine, poligonun merkezi ile indeks tablanın merkezi aynı ekseninde olacak şekilde yerleştirilir. İndeks tabla sıfır konumunda ve otokolimatör poligonun ölçüm alınacak 1. yüzeyini mümkün olduğu kadar merkezden görececek şekilde ayarlanır ve poligonun tüm yüzeylerinden, önce saat yönünde sonra saat yönünün tersi yönde tablo1'e uygun olacak şekilde ölçüm alınır. Tablo1'deki sonuçlarla grafiksel kare tablosu (Tablo 2) hazırlanır [2].

Tablo1 Çapraz kalibrasyon ölçüm sonuçları – poligon/indeks tabla, birim:arc saniye

İndeks Tablo	Poligon Yüzeyleri	Saat yönü tersinde dönme		Saat yönünde dönme		Ana Farklar
		Otokolimatör okumaları	Farklar	Otokolimatör okumaları	Farklar	
0	0	5.22	-	5.25	-	-
60	300	3.44	-1.78	3.50	-1.75	-1.765
120	240	6.27	+2.83	6.30	+2.80	+2.815
180	180	5.84	-0.43	5.78	-0.52	-0.475
240	120	7.55	+1.71	7.53	+1.75	+1.730
300	60	7.50	-0.05	7.51	-0.02	-0.035
0	0	5.27	-2.23	5.29	-2.22	-2.225
0	60	9.28	-	9.36	-	-
60	0	6.97	-2.31	7.06	-2.30	-2.305
120	300	5.50	-1.47	5.49	-1.57	-1.520
180	240	8.35	+2.35	8.28	+2.79	+2.820
240	180	7.73	-0.62	7.76	-0.52	-0.570
300	120	9.45	+1.72	9.49	+1.73	+1.725
0	60	9.19	-0.26	9.38	-0.11	-0.185
0	120	9.34	-	9.30	-	-
60	60	9.25	0.09	9.19	-0.11	-0.100
120	0	7.18	-2.07	7.09	-2.10	-2.085
180	300	5.54	-1.64	5.54	-1.55	-1.595
240	240	8.19	+2.65	8.17	+2.63	+2.640
300	180	7.58	-0.61	7.56	-0.61	-0.610
0	120	9.36	+1.78	9.24	+1.68	+1.730
0	180	6.22	-	6.24	-	-
60	120	7.90	+1.68	7.86	+1.62	+1.650
120	60	8.07	+0.17	7.88	+0.02	+0.095
180	0	5.77	-2.30	5.79	-2.09	-2.195
240	300	4.09	-1.68	4.10	-1.69	-1.685
300	240	6.82	+2.73	6.83	+2.73	+2.730
0	180	6.20	-0.62	6.27	-0.56	-0.590
0	240	8.33	-	8.26	-	-
60	180	7.61	-0.72	7.60	-0.66	-0.690
120	120	9.52	+1.91	9.52	+1.92	+1.915
180	60	9.51	-0.01	9.50	-0.02	-0.015
240	0	7.24	-2.27	7.23	-2.27	-2.270
300	300	5.61	-1.63	5.61	-1.62	-1.625
0	240	8.30	+2.69	8.30	+2.69	+2.690
0	300	8.95	-	9.01	-	-
60	240	11.64	+2.69	11.68	+2.67	+2.680
120	180	11.14	-0.50	11.19	-0.49	-0.495
180	120	12.94	+1.80	12.98	+1.79	+1.795
240	60	12.88	-0.06	12.88	-0.10	-0.080
300	0	10.62	-2.26	10.68	-2.20	-2.230
0	300	8.95	-1.67	9.00	-1.68	-1.675

Tablo 2 Çapraz kalibrasyon için grafiksel kare – poligon/index tabla, birim:arc saniye

Poligon İndeks Tab.	0-60	60-120	120-180	180-240	240-300	300-0	Toplam	Ortalama M	Ayarlanma G/m ² -M	Genel Toplam
0-60	(-2.306) -2.305 (+0.01)	(-0.141) -0.100 (+0.041)	(+1.670) +1.650 (-0.020)	(-0.660) -0.690 (-0.030)	(+2.641) +2.680 (+0.039)	(-1.732) -1.765 (-0.033)	-0.530	-0.088	+0.088	+0.088
60-120	(-2.097) -2.085 (+0.012)	(+0.068) +0.095 (+0.027)	(+1.879) +1.915 (+0.036)	(-0.451) -0.495 (-0.044)	(+2.850) +2.815 (-0.035)	(-1.523) -1.520 (+0.003)	+0.725	+0.121	-0.121	-0.033
120-180	(-2.162) -2.195 (-0.033)	(+0.003) -0.015 (-0.018)	(+1.814) +1.795 (-0.019)	(-0.516) -0.475 (+0.041)	(+2.785) +2.820 (+0.035)	(-1.588) -1.595 (-0.007)	+0.335	+0.056	-0.056	-0.089
180-240	(-2.257) -2.270 (-0.013)	(-0.092) -0.080 (+0.012)	(+1.719) +1.730 (+0.011)	(-0.611) -0.570 (+0.041)	(+2.690) +2.640 (-0.050)	(-1.683) -1.685 (-0.002)	-0.235	-0.039	+0.039	-0.050
240-300	(-2.225) -2.230 (-0.005)	(-0.060) -0.035 (+0.025)	(+1.751) +1.725 (-0.026)	(-0.579) -0.610 (-0.031)	(+2.722) +2.730 (+0.008)	(-1.651) -1.625 (+0.026)	-0.045	-0.008	+0.007	-0.042
300-0	(-2.260) -2.225 (+0.035)	(-0.095) -0.185 (-0.090)	(+1.716) +1.730 (+0.014)	(-0.614) -0.590 (+0.024)	(+2.687) +2.690 (+0.003)	(-1.686) -1.675 (+0.011)	-0.255	-0.043	+0.042	+0.000
Toplam	-13.310	-0.320	+10.545	-3.430	+16.375	-9.865	G -0.005			
Ortalama	-2.218	-0.053	+1.758	-0.572	+2.729	-1.644		G/m -0.001		
Ayarlanmış M-G/m ²	-2.218	-0.053	+1.758	-0.572	+2.729	-1.644			G/m ² 0.000	
Genel Toplam	-2.218	-2.271	-0.514	-1.085	+1.644	0.000				

3. EUROMET PROJECT NO. 371 ULUSLAR ARASI KARŞILAŞTIRMASI

OFMET ve PTB tarafından 1995'te poligon kalibrasyonu EUROMET projesi olarak önerilmiştir. PTB pilot laboratuvar olmak üzere, 7 ve 24 yüzlü poligonların karşılaştırmalı kalibrasyonuna karar verilmiştir. Bu karşılaştırmaya katılım 9 Avrupa ulusal enstitüsüne duyurulmuştur ve Nisan 1996 ve Mayıs 1997 tarihleri arasında gerçekleştirilen 1.tura PTB, OFMET, NMI, IMGC ve NPL katılmıştır. Haziran 1997'de 1.turun sonunda PTB, enterferometrik ölçümlerle birlikte turun başlangıcındaki aynı ölçüm cihazlarını kullanarak ölçümleri tekrar etmiştir. UME'nin katıldığı ikinci tura ise SMU, CEM, LNE, GUM katılmıştır. Proje, 7 ve 24 yüzlü hassas poligonların uluslararası karşılaştırmalı kalibrasyonlarının gerçekleştirilmesini ve belirsizlik hesaplarının yapılmasını kapsamaktadır. Hassas poligon kalibrasyonunda, bilinen iki ölçme metodu (çapraz kalibrasyon ve basit kalibrasyon) uygulanmıştır.

Projenin ana amacı, "ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement"a göre hassas poligonların kalibrasyonu için A ve B tipi belirsizlik ölçümleri hakkında bilgi sağlamaktır. Ayrıca katılımcılardan B tipi ölçme belirsizliğini ayrı ayrı ölçme şartları ve özellikleriyle değerlendirip açıklamaları istenmiştir.

Ölçümler sadece normal konumda değil, ters çevrilmiş konumda da yapılmıştır. İki konumda gerçekleştirilen ölçümler arasındaki farklar, herbir katılımcı ve bütün katılımcılar arasındaki

karşılaştırma için poligon yüzeylerinde optik prob hatalarından sonuçlanan B tipi belirsizlik dağılımı hakkında bilgi vermiştir.

4. ÖLÇME İŞLEMİ

4.1 Ölçüm Metodu Ve Ekipmanlar

Bu uluslar arası karşılaştırmada hassas poligon kalibrasyonunda ülkeler tarafından iki metot kullanılmıştır. I. Metot bir otokolimatör ile döner veya indeks tablanın kullanıldığı çapraz kalibrasyon metodudur. Bu metotta poligonun açı değerleri indeks tablanın poligonun açı değerlerine karşılık gelen açılarıyla sırasıyla karşılaştırılır. II. Metot ise sadece NMI tarafından uygulanan iki otokolimatör ve döner tablanın kullanıldığı metottur [2]. Bütün laboratuvarlar 7 yüzlü poligon için IMGIC hariç poligonlarla verilen bağlantı aparatını kullanmışlardır. Bağlantı aparatı poligon ayarlamalarını kolaylaştırmak ve farklı poligon bağlama aparatlarından oluşacak ölçme hatalarını yok etmek için kullanılmıştır.

UME, Möller-Wedel Elcomat HR 2-axis ve Moore 1440 index tablayı kullanarak bu tablanın açıları ile poligonun açılarını çapraz kalibrasyon metodunu uygulayarak karşılaştırmıştır. Ölçüm sırasında poligon bağlantı aparatı üzerine hem ters hem de düz konumda yerleştirilmiş, poligon yüzeylerinin düzgünlüğünün ölçüm sonucuna etkisi araştırılmıştır.

4.2 Ayarlamalar

4.2.1 Eksen Kaçıklığı (Eksantriklik Ayarı)

Poligonun eksenine indeks tablanın ekseninin üst üste çakıştırılması işlemidir. Eksantriklik hassas gösterici (ölçü saati) ile kontrol edildiğinde $\pm 100 \mu\text{m}$ 'yi aşmamalıdır.

4.2.2 Otokolimatörün Ayarlanması

Otokolimatör optik eksene mümkün olduğu kadar dik olacak şekilde ayarlanmalıdır. Ayarlama, poligon yüzeylerinin merkezine ve tablanın dönme eksenine göre yapılmalıdır. Otokolimatör ve poligon arasındaki optik yol uzunluğu mümkün olduğu kadar kısa olmalı ve sıcaklık etkileri ve hava akımlarına karşı korunmalıdır.

4.2.3 Piramit Ayarı

Ayarlamalar yapılmadan önce, poligon yüzeylerinin temizliği incelenmelidir. Gerekliyse, az kirler yumuşak bir bezle, yoğun kirler ise alkolle temizlenmelidir. Pratikte, ölçme düzleminde küçük eğimlerle ölçme yüzeylerinin kare konumdan sapmasına piramit hata adı verilir. Bu durumda ölçme düzlemi, bütün ölçme yüzeylerindeki piramit hataların karelerinin toplamının minimum olduğu düzlem olarak tanımlanır.

Bu karşılaştırma sırasında poligonun ölçme yüzeylerindeki toplam piramit hatası en az ± 10 arc saniye olacak şekilde bağlama aparatı yardımıyla otokolimatörün y ekseninden okuma yapılarak ayarlanmıştır. Döner tablanın dönme yönüyle bağlantılı olarak, poligon ters çevrildiğinde ve normal konumda hareket yönünün işaretinin değişeceğine dikkat edilmelidir.

5. EUROMET PROJECT NO. 371 KARŞILAŞTIRMA SONUÇLARI

UME 24 yüzlü poligonun her iki yüzü (normal ve ters çevrilmiş) için, Moore 1440 Index tablaya (seri no.281) karşı Möller Wedel otokolimatör ve teslim edilen bağlantı aparatı ile çapraz kalibrasyon metodunu kullanmıştır. Ölçümlerin çok vakit almaması ve işi kolaylaştırmak için (Pilot laboratuvarın tavsiyesiyle çoğu avrupa ülkesinin yaptığı gibi) poligonun sadece 12 yüzü

(1,3,5,...23. yüzeyler) ölçülmüştür. Bu metodun toplam uygulaması; poligon ölçme tablasıyla karşılaştırmalı bütün konumlarda (12x12) ölçülmüştür. Sonuçların değerlendirilmesi ise çapraz kalibrasyon için grafiksel kare tablosuna göre açıklanmıştır[2]. Otokolimatör ve poligon yüzeyi arasındaki optik yolda oluşacak olan hava akımı ve sıcaklık etkileri kağıttan yapılan uzatma bir tüple minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Poligonun konumu ise bir diğer Moore 1440 index tabla (seri no. 280) ile değiştirilmiştir. Ölçümler 20 ± 0.5 C'de gerçekleştirilmiştir.

7 yüzlü poligona çapraz ya da direkt karşılaştırma metodu küçük açı bölücüsü olmadığından dolayı uygulanamamıştır. Otokolimatörün ölçme aralığı ± 150 arc saniye kullanılarak otokolimatör okumaları x eksenini boyunca kaydırılarak elde edilmiş ve indeks tablanın sadece tek açı dilimi ile poligonun açıları karşılaştırılmıştır.

5.1 Ölçüm Sonuçları

Tablo 3. 7 yüzlü poligon (normal konum)

Yüzeyler	Açı Sapmaları	Yüzeyler	Toplam Açı Sapmaları
-	-	1-1	$\Delta\beta_1=0$
1-2	-1.343	1-2	-1.303
2-3	+1.072	1-3	-0.271
3-4	+0.641	1-4	0.370
4-5	-0.825	1-5	-0.455
5-6	+0.484	1-6	0.029
6-7	+0.004	1-7	0.033
7-1	-0.033	1-1	$\Delta\beta_1=0$

Tablo4. 7 yüzlü poligon (ters konum)

Yüzeyler	Açı Sapmaları	Yüzeyler	Toplam Açı Sapmaları
-	-	1-1	$\Delta\beta_1=0$
1-2	-1.302	1-2	-1.302
2-3	0.955	1-3	-0.347
3-4	0.678	1-4	0.331
4-5	-0.726	1-5	-0.395
5-6	0.487	1-6	0.092
6-7	-0.085	1-7	0.007
7-1	-0.007	1-1	$\Delta\beta_1=0$

Tablo5. 12 yüzlü poligon (normal konum)

Yüzeyler	Açı Sapmaları	Yüzeyler	Toplam Açı Sapmaları
-	-	1-1	$\Delta\beta_1=0$
1-3	-0.088	1-3	-0.088
3-5	0.478	1-5	0.390
5-7	-0.507	1-7	-0.117
7-9	0.269	1-9	0.152
9-11	0.217	1-11	0.369
11-13	-0.164	1-13	0.204
13-15	0.961	1-15	1.165
15-17	-0.904	1-17	0.261
17-19	0.172	1-19	0.433
19-21	0.070	1-21	0.503
21-23	-1.107	1-23	-0.605
23-1	0.605	1-1	$\Delta\beta_1=0$

Tablo6. 12 yüzlü poligon (ters konum)

Yüzeyler	Açı Sapmaları	Yüzeyler	Toplam Açı Sapmaları
-	-	1-1	$\Delta\beta_1=0$
1-3	-0.104	1-3	-0.088
3-5	0.477	1-5	0.390
5-7	-0.491	1-7	-0.117
7-9	0.235	1-9	0.152
9-11	0.250	1-11	0.369
11-13	-0.150	1-13	0.204
13-15	0.902	1-15	1.165
15-17	-0.912	1-17	0.261
17-19	0.165	1-19	0.433
19-21	0.120	1-21	0.503
21-23	-1.058	1-23	-0.605
23-1	0.567	1-1	$\Delta\beta_1=0$

5.2 Belirsizlik Bütçesi

A tipi

24 yüzlü poligon,

Tekrarlanabilirlik:

6 aralığın standart sapması 0.02 arc saniye'dir.

B tipi

• Otokolimatör hataları (kalibrasyon sertifikası ve üretici firma tarafından tanımlanan)

0.05 arc saniye. Dikdörtgen dağılım uygulandığında,

$0.05/3^{1/2} = 0.03$ arc saniye

• Poligonun piramit hatalarından kaynaklanan belirsizlik

Ölçme yüzeylerindeki toplam piramit hatası en az ± 10 arc saniye piramit hatasına karşı, x eksenindeki dağılım 0.05 arc saniye olarak alınmıştır. Bu değer düzenekteki basit bir deneyle

hesaplanmıştır. y ekseninde ± 10 arc saniye değişimde, otokolimatöre karşı paralel ayarlanan düz aynadan alınan sinyal ile x eksenindeki değişim göstergeden 0.05 arc saniye olarak okunmuştur. Dikdörtgen dağılım uygulandığında,

$$0.05/3^{1/2} = 0.03 \text{ arc saniye}$$

- Otokolimatörün çözünürlüğü,

0.005 arc saniye. Dikdörtgen dağılım uygulandığında,

$$0.005/3^{1/2} = 0.003 \text{ arc saniye}$$

- Poligon yüzeyinde ışının merkezlenememesinden gelen tahmini belirsizlik,

0.05 arc saniye. Dikdörtgen dağılım uygulandığında,

$$0.05/3^{1/2} = 0.003 \text{ arc saniye}$$

24 yüzlü poligon

$$U_{c(\beta)} = [(0.02)^2 + (0.03)^2 + (0.03)^2 + (0.003)^2 + (0.03)^2]^{1/2}$$

$$U_{c(\beta)} = 0.06 \text{ arc saniye (k=1)}$$

$$U_{c(\beta)} = \pm 0.12 \text{ arc saniye (k=2)}$$

6.SONUÇ

“EUROMET Project No.371-Angle calibration on precision polygons” adı altında karşılaştırmalı ölçümlerin sonucunda UME Türkiye’yi başarılı bir şekilde temsil etmiş ve diğer Ulusal Metroloji Enstitüleri arasındaki yerini bilimsel olarak ispatlamıştır. UME tarafından yapılan açı ölçümlerinin güvenilirliği uluslar arası alanda belgelenmiş olmaktadır. Bu projenin sonucu BIPM tarafından koordine edilen, Ulusal Metroloji Enstitülerinin denkliğini göstermek amacıyla “karşılıklı tanıma anlaşmasını” nın bir hükmü olarak rapor edilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Keith Brooker, “Manual of British Standards in Engineering Metrology” Hutchinson & Co. London, 1984, s.113
- [2] Peter J. Sim, CSIRO Division of Applied Physics, “Angle Standards and Their Calibration”, Sydney, 1982
- [3] J.C. Evans and C.O Taylerson, “Measurement of Angle in Engineering”, Third edition, London, 1986, s.19
- [4] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, International Organization of Standardization (ISO), Genevo, 1993