

Değişen Alet Dünyasında Ölçme Uygulaması, Eğitimi, Ders Kitapları ve Alet Tasarımı

J.M.RÜEGER* Çeviren: Çetin MEKİK

ÖZET

Yeni teknolojinin sunduğu olanaklarla, bir çok arazi teknikleri, hesaplama yöntemleri ve ölçme aletleri bu gelişmelerin doğal sonucu olarak çağın gerisinde kalmışlardır. Uygulamalara ve eğitimcilere bir rehber olması amacıyla, geleneksel arazi ölçme ve hesaplama yöntemleri günümüzün eşdeğer modern teknikleriyle karşılaştırmıştır. Haritacılar, eğitimciler, ders kitabı yazarları ve yapımcılar (firmalar) bu davete cevap vermeli ve yöntemlerini değiştirmelidirler.

GİRİŞ

Bu bildirinin amacı, uygulamacı haritacıları ve geomatik mühendislerini uyguladıkları teknik yöntemlerini; eğitimcileri, ders araç-gereçlerini eleştirel bir bakışla değerlendirmelerine; teknik yazarları, ders kitaplarını ciddi olarak güncelleştirmelerine ve yapımcıları tamamen yeni teknolojiye geçişlerini kolaylaştırmaya sevk etmektir. Ölçme teknolojisi, bilgisayardaki, elektro-optikteki ve uydu teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle son 20 yılda ondan önceki 50 yıldan çok daha fazla değişti. Ölçme eğitimi ve literatürünün bu değişime tam uyum sağlamadığına ve ölçme uygulamalarının daha verimli ve ucuz olan yeni olanaklardan tam yararlanmadığına inanıyoruz.

Elektronik veri kaydetme ve elektronik veri işleme, verimlilik ve ekonomik nedenlerle, aplikasyon, ayrıntı ölçmeleri ve eşyükselti ölçmeleri gibi büyük çaplı ölçmelerde zorunlu olacaktır. Sonuç olarak, çok sayıda arazi teknikleri ve ölçme aletleri son birkaç on yılda çağdışı kalmıştır. Benzer biçimde ölçme hesaplamaları da, kişisel bilgisayarın kullanımıyla, kaçınılmaz olarak önemli ölçüde değişti.

Aşağıda, ölçme aletlerine, arazi tekniklerine ve hesaplamalarına ilişkin haritacılıktaki değişimler incelenmektedir. Sunulan liste, iyi bilinen bir ders kitabını esas alınarak derlenmiştir. Liste gereken tamlıkta değildir ve ayrıntı ölçmeleri, (mm ile cm düzeyinde doğruluk gerektiren) mühendislik ve kontrol ölçmeleri ile sınırlandırılmıştır. Fotogrametri ve hidrografik ölçmeler gibi geomatik mühendisliğinin diğer ilgili alanları burada dikkate alınmamıştır.

Avustralya New South Wales Üniversitesi Geomatik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Jean M. Rüeger'in The Australian Surveyor dergisinde yayımlanan İngilizce bildirisi, yazar ve yayımcı kuruluştan çeviri ve yayımlama izni alan Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nden Yrd.Doç.Dr. Çetin MEKİK tarafından Türkçeye çevrilmiştir.

ÖLÇME ALETLERİNDEKİ DEĞİŞİM DURUMU

Ölçme aletleriyle ölçme teknikleri arasında sıkı bir ilişki olmasına rağmen bunlardaki değişimler arasında bir ayırım yapmak için bir girişimde bulunuldu. Bu amaçla, son 20 yılda arazi aletlerinde olan ya da olması gereken değişimler, yazarın bakış açısıyla aşağıdaki Tablo 1'de sunulmuştur.

geleneksel aletler	modern aletler
puslalı teodolit	GPS veya elektronik düzeçli ve puslalı el uzaklık ölçerler
adımlama	düşük doğruluklu uzaklık ölçer
el puslası	elektronik akışimli pusla
klinometre, Abney nivosu	elektronik eğim ölçer/klinometre
düzeçli nivo	("otomatik") sayısal (bar kodlu) nivolar
kompansatörlü nivo	("otomatik") sayısal (bar kodlu) nivo
100 metrelik çelik band	elektronik uzaklık ölçer (EUÖ)
30 metrelik çelik şerit (kısa kenarlarda hâlâ yararlı)	EUÖ laser cep şeriti (1994'ten beri)
inşaat nivosu (inşaatçılar için)	dönerli laser nivolar
prizma, jalon	[elektronik takeometre]
optik teodolitler	elektronik takeometreler (çoğunlukla)
vernierli teodolitler	elektronik teodolitler (nadiren)
nivelmanda paralel yüzü plaka	[1920'deki ilk optik teodolitin çıkması ile çağdışı oldu]
analog aneroid barometreler	presizyonlu sayısal (bar kodlu) nivolar
cıvalı cam termometreler	elektronik (sayısal) barometreler
merkezlendirme çekülü	(bazen takeometreye monte edilir)
ayrık EUÖ ve teodolitler	elektronik dayanıklı termometreler
cıvalı cam psikrometreler	çift eksenli düzeç sensörlü ve optik
jalon	çekiilli elektronik takeometre
redüksiyonlu takeometreler	tam bütünleşik elektronik takeometreler
yatay baz miraları	("total stationlar")
programlanabilir cep hesaplayıcıları	elektronik nem ölçerler
	[yansıtıcı jalonet]
	elektronik takeometreler
	elektronik takeometreler (arazide)
	ölçek miraları (sanayi ölçmelerinde)
	kişisel bilgisayarlar (büroda)
	(kalemli) notebook PC'ler (arazide)

TABLO 1. Geleneksel ölçme gereçlerinin günümüzün modern varisleriyle yenilenmesi. Köşeli parantezler [] yorumları ya da listelenen aletin doğrudan demode aleti yenilemediğini fakat geleneksel teknikleri/aletleri yenileyen yeni teknolojinin bir parçası olduğunu göstermek için kullanılmıştır.

ÖLÇME TEKNİĞİNDİK! DEĞİŞİM DURUMU

Önceden de sözedildiği üzere, arazi tekniklerindeki değişiklikler zorunlu olarak alet ve hesaplamadaki değişimlere bağlantılıdır. Aşağıdaki Tablo 2, Tablo 1 ve 3 ile birlikte değerlendirilmez.

geleneksel ölçme tekniği

iki kişilik takeometre (ayrıntı ölçmeleri/
yükseklik ölçmeleri, aplikasyon)

iki kişilik inşaat şantiyesi nivelmanı

ortogonal alım

elle çizelge doldurma

elle kroki çizimi

optik uzaklık ölçümü (yatay bazlı miral)

mikrodalga EUÖ

plançete

lokal sistem ölçmeleri (ayrık ölçmeler)

üç gözleme **kılıyla başucu açısı ölçümü**

yüzey nivelmanı

engelleri ve nehirleri aşan ölçmeler

doğrudan eşyükseltileme (nivelman, takeometri)

İgisayar enterpolasyonu ile EUÖ takeometri

daireesel ve geçiş eğrilerinin, doğrula

rın v.b. aplikasyonu için özel teknikler

lokal ve ulusal triyângülasyon /
trilaterasyon

teknik nivelman

uzunluk ölçmeleri

güneşin azimutu

repetisyon yöntemiyle açı ölçmeleri

pusla poligonasyonu (keşif ölçmeleri)

kesit nivelmanı (enkesit ve boykesit)

poligonlarda açıklık açısı taşıma

("doğrudan açıklık açısı ölçmesi")

analog (aneroid) barometreler ile

barometrik yükseklik belirleme

modern ölçme tekniği

tek kişilik robot takeometri(tek kişilik
ölçme sistemi) veya GPS
ölçmeleri

tek kişilik laser nivelmanı

elektronik takeometri veya GPS ölçmeleri

elektronik veri kaydetme

kalemli PC'lerle* elektronik kroki çizimi

elektronik uzaklık ölçümü (EUÖ)

GPS ölçmeleri

elektronik takeometri

ulusal sistem ölçmeleri (bütünleşik ölçm.)

[elektronik takeometrelerle mümkün

değil] (yatay çift/tek kıl kullanmadan)

döner laserli nivolar

doğrudan EUÖ veya GPS ölçmeleri

nokta yüksekliklerinden eşyükseltilerin bi

elektronik takeometri ile noktaların

önceden hesaplı koordinatlarla

aplikasyonu

GPS ölçmeleri

EUÖ ile yükseklik poligonasyonu

EUÖ

bütünleşik ölçmeler, GPS, jiroskop

[vernier teodoliyle birlikte çağdışı oldu]

GPS ölçmeleri

sayısal arazi modellerinden (SAM) alınan

kesitler (EUÖ takeometri.fotogrametri)

[elektr. takeometrelerle ve elektronik

veri kaydetmeyle uygun değil]

GPS ölçmeleri

TABLO 2. Geleneksel ölçme tekniklerinin günümüzdeki modern eşdeğerleriyle yenilenmesi. Köşeli parantezler [] listelenen tekniğin modern eşdeğerinin olmaması durumlarında yorumlan göstermede kullanılmıştır. (* tam olarak henüz geliştirilmedi)

ÖLÇME HESAPLAMALARINDAN DEĞİŞİM DURUMU

Son 20 yılda bir çok hesaplama yöntemi çağdışı oldu. Tablo 3'te yazarın geçmiş ve günümüz yöntemlerine bakışı sunulmuştur.

geleneksel hesaplama tekniği	modern hesaplama tekniği
programlanabilir cep hesap makineleri yarıgrafik alan hesabı en küçük karelerle koşullu dengeleme	PC (büroda), notebook PC (arazide) koordinatlardan hesaplama "koordinatların" değişimi yöntemi ve en küçük karelerle (EKK) karışık dengeleme ■ en küçük kareler analizi
ilerden ve geriden kestirme için yan-grafik çözüm (sürgülü cetveller için) mekanik makinelerle hesaplama mekanik/grafik alan hesabı poligonların özel (Bowditch) dengelemesi köşegenli dörtgenler dengelemesi klasik takeometri indirgemeleri kesit veya eşyükseletilerden hacim hesabı	PC'ler ve elektronik cep hesaplayıcıları koordinatlarla sayısal alan hesabı poligon ağlarını içeren EKK analizi genel jeodezik ağ EKK dengelemesi EUÖ indirgenmeleri nokta yüksekliklerinden ve SAM'dan hacim hesabına
harita projeksiyonlarındaki koordinat transformasyonlarının elle hesabı ölçmelerin veya ön kestirimli parametrelerin duyarlılık göstergesi olarak standart sapma	PC program paketleri ölçmelerin veya ön kestirimli parametrelerin belirsizlik göstergesi olarak %95 güven aralığı
ilerden ve geriden kestirme hesaplamaları cep hesaplayıcılarıyla elle hesap programlanabilir hesaplayıcılar için yazılım paketleri elle çizim ve eskiz hesaplamaların ve arazi ölçülerinin elle denetimi	genel EKK problemi PC'lerde elektronik tablo hesabı PC'ler (Windows, Macintosh) için yazılım paketleri bilgisayar destekli çizim ve tasarım EKK ve istatistiksel analizlere göre kesin nitelik güvence ölçütleri

TABLO 3. Seçilmiş ölçme hesaplama işleri için geleneksel ve modern hesaplama yöntemleri

GELİŞMENİN GENEL EĞİLİMİ

Farklı türde ölçme aletlerinin bulunduğu pazarın değişmesi, harita ve geomatik mühendislerinin satın aldıkları yeni teknolojinin bir göstergesidir. Basit olarak, Amerikan süreli yayını Point of Beginning (POB)'de yayımlanan periyodik alet anketleri, alet satışındaki eğilimleri göstermede kullanıldığını söyleyebiliriz. Bu anketler Amerikan pazarını yansıtmalarına rağmen, saptanan değişimler Güney-Doğu Asya'dakilere benzer olabilmektedir (doğal olarak, verniyer teodolitleri bunun dışında).

1982 yılında, McDonnell düzenlemiş olduğu raporunda, piyasada 46 optik teodolit ve 3 elektronik teodolit bulunduğunu belirtirken; on yıl sonra Reilly (1992) 18 optik teodoliti ve 16 elektronik teodoliti üstelemiştir. İkinci el teodolitlerin ortalığa düştüğünü göz önüne alırsak optik teodolitlerin kısa bir süre sonra üretilmeyeceğini söylemek mümkündür.

POB, 1981'de 24 ve 1993'te 25 elektronik uzaklık ölçer (EUÖ) olduğunu bildirdi. Ancak, 12 yılda model sayısı değişmemişse de, satılan alet sayısında önemli bir düşüş olduğu umulmaktadır. McDonnell (1983), 11 tam elektronik takeometre ("total station") listelerken, Reilly (1993) 63 farklı model bildirmiştir. Elektronik takeometreler zamanla teodolit ve uzaklık ölçerlerin yerini alacaktır.

Eğim ölçerler ve otomatik nivolarla gelindiğinde, 1984'te 27 adet olduğu McDonnell ve 1994'te de 37 adet olduğu Reilly tarafından bildirilmektedir. 1994'te ilk defa 6 sayısal (bar kodlu) nivoların olduğu bildirildi. En dikkat çekicisi ise, 1994'te Reilly tarafından listelenen 51 farklı modelde dönel laserli nivo olmuştur. Kimi dönel laserli nivolar 1984'le mevcut ise de (o yıl bunlar POB anketinde yer almadı), son on yılda önemli boyutta model sayısında artış olmuştur. Buradaki yenilik, tüm geleneksel ölçme aleti yapımcılarının bu pazar için de hizmet vermeleridir.

1987'de 11 jeodezik GPS alıcısının (Collins, 1987) olduğu bildirilirken, yedi yıl sonra Reilly (1994) piyasada 18 "jeodezik" ve 16 "haritalama" GPS alıcısının olduğu haberini veriyor.

Umulduğu üzere yukarıdaki anket sonuçları, teodolitlerin, uzaklık ölçerlerin ve nivoların yerini alan elektronik takeometrenin evrensel bir ölçme aleti olduğunu göstermektedir. İnşaat şantiyelerindeki inşaat nivolarının yerini laser nivoları almaktadır. Özel uygulamalar için nivoların gerekli oldukları yerlerde sayısal (bar kodlu) nivolar kullanılıyor. GPS alıcılarının pazarı, elektronik takeometrelerle aynı hızla, aynı kolaylık ve fiyatta milimetre doğruluğa ulaştığında daha da büyüyecektir. Ancak GPS alıcıları, inşaatlarda, yeraltında ve ağaç altında asla çalışamayacaktır.

Alet gelişimindeki bir diğer eğilim de veri kaydetme yardımıyla döküm yapılabilen veri kaydetme üniteleridir. Bu gelişme, diğer bir eğilim olan bütün arazi verilerinin işlenmesi ve planların, haritaların ve veri tabanlarının üretimine yönelik kişisel bilgisayarların kullanımıyla başabaş gitmektedir. Bunun tersi uygulamada, aplikasyon verileri büroda hesaplanıp aplikasyon için arazi aletine elektronik olarak yüklenir. Eğer veriler araziden büroya elektronik formda aktarılacaksa veya arazide işlenecekse, elektronik veri saklama zorunludur.

Son olarak da tek-kişilik ölçme sistemlerine yönelik eğilime dikkat edilmelidir. Örneğin, inşaatlarda kullanılan dönel laser nivolar çok etkili tek-kişilik nivelman sistemidir. Robotik elektronik takeometreler, detay alımı ve yükseklik ölçmeleri gibi aplikasyon işleri için de etkin tek-kişilik sistemleri oluştururlar.

ÖLÇME UYGULAMALARINDAKİ GELİŞME

Geomatik mühendisleri ve haritacılar, Tablo 1,2 ve 3' ü çok dikkatlice incelemeli ve kendilerinin güncel çalışmalarının tabloların sol tarafındakilerden daha ziyade sağ tarafındakilerle uyum içinde olup olmadıklarını denetlemelidirler. Eğer değilse, modern teknolojiden tam yararlanamıyor ve müşterilerine daha yavaş, daha pahalı veya daha az ileri hizmetler sunuyorlar demektir.

Modern bir firma, yalnızca elektronik veri kaydedicinin ölçme aletleri ve elektronik veri kaydını destekleyen arazi teknikleri kullanır. Arazi ile büro arasındaki veri aktarımı elektronik formda olur. Tüm bütünleşik hesaplamada / tasarımda, ticari yazılımlara ilaveten büro türü yazılım paketlerini kullanan kişisel bilgisayarları baz alır. Avantajlı olduğu yerlerde, bilgisayarlar ve arazi aletleri arasında doğrudan bağlantı kullanılır.

Modern firmalar, çalışanlarının yeni teknolojinin kullanımında yeterli olmalarını sağlarlar. Her ne kadar geleneksel aletlerin kimi temel ilkeleri modern aletlere uygulanırsa da bazı yeni durumlar ortaya çıkar. Örneğin, bir dönel laserli nivonun ya da bir elektronik takeometrenin elektronik düzeç duyarlılığının ya da bir GPS antenin merkez sapmasının (antenna offset) nasıl kalibre edileceğini biliyor musunuz? Elektronik takeometrelerin düşey daireleri üzerinde çapsal daire okuma yapmanın neden daha iyi olduğunu veya hangi tür ölçme işlerinde çift-eksenli elektronik düzeçlerin en yararlı olduğunu biliyor musunuz? Otomatik nivolarda, sayısal nivolarda ve dönel laserli nivolarda kompensatörlerin özelliklerini biliyor musunuz? Bir PC'yi çalıştırabilir ve kullanabilir misiniz? Yukarıdaki ve bir çok soruları yanıtlayan sürekli eğitim kursları, mesleki kuruluşlar, özel şirketler, (gelişmiş ülkelerdeki- ÇM) kamu kuruluşları ve eğitim kurumları tarafından verilmektedir.

EĞİTİM KURUMLARI VE DERS KİTABI YAZARLARININ GELİŞİMİ

Ölçme konusundaki mevcut eğitim ve ders kitapları, genellikle haritacılığın gelecekteki uygulamasıyla ilgisiz hâlâ büyük ölçüde geleneksel aletler, yöntemler ve hesaplamaları içermektedir. Geleneksel yaklaşımlara olan vurgu yüzünden, yeni ve gelecek yaklaşımlar gerekli ayrıntı ve derinlikte işlenmemektedir. Sonuç olarak, mezun olan öğrenciler ve ders kitabı okurları günümüz ve gelecekteki mesleğin araçlarından tam ve yeterli olarak yararlanacak biçimde hazırlanamayabilirler.

Eğitimcilerin ve ders kitabı yazarlarının işledikleri her konuyu mevcut ve gelecekteki alet' ve veri işlemeye ilintileyerek değerlendirmeleri şiddetle önerilir. Ölçme konusundaki kitapların (ve derslerin) çoğu, geleneksel (50 ile 100 yıllık) tekniklerde çok güçlü olmalarına rağmen, elektronik takeometre, sayısal ve dönel nivolarda, GPS Ölçmeleri ve modern hesaplama yöntemlerinde çok zayıf kalmaktadırlar. Bu durumun en kısa sürede çaresine bakılmalıdır.

Avustralya'daki ölçme eğitimine gelince, modern yöntemlere geçiş, modern aletlere ve bilgisayarlara para ayrılamamasından dolayı engellenmektedir. Geomatik

mühendisliği ve ölçme programları yeniden tasarlandığında göz önünde bulundurulabilecek hususlar aşağıda sunulmuştur. Liste gerektiğince öznel ve tam değildir. Ancak liste, mevcut derslerin gözden geçirilmesine başlanmasına yetecek önerileri içermektedir.

Sadece elektronik veri kaydeden ölçme aletlerini kullanınız ve inceleyiniz (örneğin, yalnızca elektronik teodolitler ve elektronik takeometreler)

Elektronik teodolitler, sayısal nivolar ve GPS alıcılarındaki veri yapıları ve kaydetme teknikleri, PC'lere veri aktarımı ve bilgisayarda tamamıyla elektronik veri işlemeyle birlikte öğretilmelidir.

Zaman, donanım ve yazılım kısıtları yüzünden hesaplama sadece sınırlı sayıda (hesaplama) platformda öğretilir. Sorun, kaç farklı kombinasyonun desteklenmesi gerektiğidir. Ölçme hesaplamalarının öğretilmesi için hangi platform kullanılırsa kullanılsın, öğrenciler arazide (uygulamalar, kamplar), evde ve sınıfta öğrendikleri teknikleri kullanabilecek yetkinliğe ulaşmalıdırlar. Günümüzde, hesaplama öğretimi, olabirlik dahilinde PC bazlı yazılım paketleri, CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yazılım paketleri esasına odaklanmalıdır.

İdeal olarak öğrenciler, yukarıda sayılan amaç ve kapsam doğrultusunda kendi (kaleml?) notebook bilgisayarlarını temin etmelidirler.

Geleneksel hesaplama yöntemlerinin bilgisayarlarda kullanımı düşünüldüğünde, çok sayıda klasik hesaplama yönteminin sürgülü cetveller, logaritmik tablolar ve mekanik hesaplayıcılar için geliştirildiğini anımsamak gerekir. Günümüzdeki artan hesaplama gücü sayesinde eskiden yapılan bir çok basitleştirmelere artık gereksinim yoktur. En küçük kareler ve diğer kestirim yöntemleri uygun yerlerde kullanılmalıdır.

Notebook bilgisayarlarının her türlü ölçme aleti için veri kaydedebilmelerini sağlamak amacıyla (yapımcılardan) arabirim yazılımları temin edilmelidir.

Nivelmanda, presizyonlu sayısal (bar kodlu) nivolar ve onların invar miralarla presizyonlu nivelmanda kullanımına yönelmek gerekir.

Arazi teknikleri modern aletlere uyarlanmalıdır (örneğin, elektronik takeometrelerle poligonasyon, elektronik teodolitlerle yatay doğrultu ve düşey açı ölçmeleri).

GPS ölçmeleri yer bazlı ölçmelere paralel öğretilmeli; elektronik takeometre ve sayısal nivolar kadar uygulaması olmalıdır.

GPS ölçmeleri sadece kontrol ölçmelerini değil, kadastral, mühendislik ve keşif ölçme uygulamalarını da içermelidir. Öğrenciler, GPS XYZ koordinatlarının geleneksel Sağa-Yukarı-Yükseklik datumlarına veya tersi dönüşümlerinde tam yatkın olmalıdırlar.

Öğrenciler, elektronik saklama, arazi aletinden (elektronik takeometre, sayısal nivo, GPS alıcısı) bilgisayara yükleme işlerine aşina olmalıdırlar. Öğrenciler eğer kendi elektronik verilerini sınıfta, evde ve arazide işleyeceklerse, PC'lere gerek duyacaklardır.

Programlanabilir hesaplayıcılar bu amaçlara uygun değildir.

Büyük ölçekteki ölçmelere ilişkin tüm çizimler, bilgisayar denetimindeki çiziciler ve yazıcılarla yapılmalıdır.

Bilgisayarlarla ölçme aletleri arasındaki veri iletişiminin artan kullanımı nedeniyle geomatik mühendisliğindeki ve ölçmedeki öğrenciler standart arabirimleri (RS232) anlamalı ve PC'lere veri kaydedebilen ve PC'lerden veriyi alete aktarabilen (basit) yazılımları yazabilmelidirler.

Bilim ve mühendislikte istatistiğin yaygın kullanımı dikkate alınarak, gözlemlerin ve sonuçların duyarlık değerlerinin belirsizliği olarak %95 güven aralığı (1 sigma aralığı yerine) alınması yönünde bir çalışma yapılmalıdır. Bu, nitelik güvence ölçütü (quality assurance) ve uluslararası standartlar açısından günümüz düşüncesiyle paralellik arzeder, daha geçerli ve daha yararlıdır.

ALET VE SİSTEMLERİN GELECEKTEKİ GELİŞİMLERİ

Ölçme aletlerinin ticarî gelişimini piyasa yönlendirir. Yeni ürünün potansiyel piyasası ve piyasadaki etkisi ne kadar büyükse, gelişmenin devamına o kadar kolay izin verilecektir. Piyasaya egemen olma ve müşterileri belirli markalara bağımlı kılma arzusu kadar ticarî ürünlerin parasal yönleri yüzünden kimi zaman müşterilerin gereksinimleri ihmal ediliyor.

Bu bağlamda, ölçme aletlerindeki yararlı gelişmelerin bir listesi XIX. FIG Kongresinde (Hirsh ve Rüeger,1990) üretici firmaların temsilcilerine sunuldu. O günden bu yana çok az bir gelişme sağlandığından, kurgulanmış ve genişletilmiş istek listesi burada sunulmuştur. Yapımcıların, ürünlerinde aşağıdaki öneriler doğrultusunda müşteriyle daha uyumlu bir ilerleme kaydedeceklerini ummaktayız.

Veri aktarımı ve veri saklamada standardizasyon: Örneğin, elektronik takeometreler ve GPS alıcıları için. İdeal olarak tüm aletlere veri aynı adımda ve formatta yüklenmelidir.

Veri kaydedicilerinin standardizasyonu: İdeal olarak veri kaydedicileri markaya özel olmamalıdır. Yapımcılar, arazide kullanılan PC'lerin (örn: kalemli notebook bilgisayarlar) özel bir tür ölçme aleti için veri kaydedici olarak kullanılabilmesi için gerekli yazılımı sağlamalıdır.

Aletler, veri kaydediciler ve bilgisayarlar arasındaki arabirimlerin standardizasyonu: Yukarıdaki önerilerle birlikte bu yöndeki çalışma, gereçlerin birbirinin yerine kullanımına yardımcı olacaktır.

Veri kaydedicilerin, klavyelerin ve veri saklama ünitelerinin gerçekten arazi koşullarına dayanıklılığı: Araziye dayanıklı gereçler (ekipman), sıcak, soğuk, nemli ve

tozlu alanlarda çalışabilmen ve uzun ömürlü olmalıdır.

Kabloların ve bağlantıların gerçekten araziye dayanıklılığı: Kablolar, fişler ve prizler iyi tasarlanmalı (basit, kolay ve hızlı kullanımlı) ve aletin kurulması veya kullanımına engel oluşturmamalı. Kablolar (veri aktarımı, anten, akü için) ve bağlantıları sıcakta, soğukta, nemde, ve tozda çalışabilmelidir. Eğer bir ölçme bozuk kablo ya da bağlantılar yüzünden yapılamazsa, bu gerçekten insanı çok sinirlendirir!!!

Kablo ve bağlantıların standardizasyonu: Ne kadar da iyi olurdu, eğer

- tüm GPS anten kabloları aynı olsa,
- tüm batarya kabloları (elektronik takeometrelerin ve GPS alıcılarının) aynı olsa,
- tüm veri aktarım kabloları aynı olsa.

Tüm ölçme gereçlerinin güç voltajının evrensel olması: İdeal olarak tüm aletler 5 V ile 24 V de arasındaki voltajlarda ilave dc/dc dönüştürücü olmaksızın çalışabilmelidir. Büyük kuruluşlar için (örn: eğitim kurumları), düzinelerce farklı türdeki batarya ve şarjörü muhafaza etmek külfet ve müsrifliktir.

Elektronik takeometreler, sayısal nivalman aletleri, GPS alıcıları v.b.'nin yazılım ve donanımlarının güncelleştirilmesinde müşterilerin bilgilendirilmesi: Halen alet-bünyeli yazılım ve donanımların iyileştirilmesine ve avantajlarına yönelik bilgiler genellikle rastlantı sonucu öğrenilmektedir. Yazılım firmaları gibi, yapımcılar da müşterilerini yazılım ve donanım güncelleştirmesi için uyarmalıdır (buna düzelttikleri hatalara yönelik bilgiler ve sağladıkları artırmalar da dahildir).

EUÖ yansıtıcılarının standardizasyonu: Neden tüm EUÖ yansıtıcıları aynı yansıtıcı sabitine sahip olamaz? Neden tüm yapımcılar, EUÖ yansıtıcılarının yüksekliklerini ilgili takeometrelerle aynı yapmazlar? Eşit yükseklikler, kullanımı basitleştirdiği gibi büyük olasılıkla önemli bir hata kaynağını da azaltır!

GPS ve EUÖ ile yükseklik belirlemede işaret (sehpa) yükseklikleri hâlâ elle, taş devrinden kalma ve hataya yatkın aletlerle ölçülüyor. Örneğin, EUÖ uzunluklarının doğrudan ölçülebilmeleri için elektronik takeometreleri düzenlemek çok zor olmasa gerek.

Ticarî yazılımların kopya önlemleri biraz daha müşteriye uyumlu hale getirilmelidir. Anahtar diskler, şifreler ve donanım kilitleri (yazılım koruma bağlantıları), büro yazılımlarının kaydetme formatları (kelime işlemcileri, veri tabanları, elektronik tablolar-spreadsheets) her zaman değiştiğinden bunaltıcı olmaktadır.

Ölçme yazılımı sağlayıcıları, ciddi olarak ucuz sürümlü öğrenci paketlerini dikkate almalıdırlar. Öğrenciler, kendi bilgisayarlarında bu tür yazılımlara kendilerini alıştırmaya ve ödevlerini yapmada kullanmaya teşvik edilmelidirler.