

Kütle Ölçümlerinde Otomasyon

Levent YAĞMUR, Sevda KAÇMAZ,
Ümit YAKÇADAĞ
TÜBİTAK-UME

GİRİŞ

Günümüz ihtiyaçları ve kütle kalibrasyonları göz önüne alındığında kütle ölçümlerinde otomasyonun kaçınılmaz olduğu değerlendirilebilir. Özellikle hassas ölçümlerde tekrarlı işlerin bir insan eliyle yapılmasındaki güçlükler bu süreci daha da hızlandırmaktadır. Kütle komparatörü üreticilerin tartım işlerinde otomasyonu da kapsayan çözümler sunması kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Dünyanın önde gelen kütle komparatörü üreticilerinin Türkiye dışından olması bu tür otomasyon faaliyetlerinin ülkemizde de aktif çalışmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Kütle Grubu Laboratuvarı'na tamamen ülke kaynaklarıyla kazandırılmış otomasyon faaliyetlerinin donanımsal ve yazılımsal olarak genel bir değerlendirilmesi sunulmuştur.

KOMPARATÖR OTOMASYONU (MEKANİK)

1-Terazi Dayanım Testi Makinası

Bu makine (Şekil 1) ile OIML R7612 90384: Otomatik Olmayan Tartım Cihazların Tip Uygunluk Testlerinden [1] "Dayanım Testi" kapsamında, teste tabi tutulacak terazinin çalışma aralığına göre (100 g'dan 50 kg'a kadar tüm

teraziler), 100 g'dan 50 kg'a kadar yükleri 100.000 kez terazi tablasının merkezine yükleyip-kaldırılması otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Sistem, servo motor tahrikli ve kompakt modül hassas vidalı mille çalışmaktadır. Bir kontrol ünitesinden istenilen yükleme sayısı ve yükün teraziye uygulanma süresi gibi parametreler ayarlanabilmektedir. Tahrik mekanizması ve sistemin diğer üniteleri alüminyum profiller üzerine monte edilmiştir. Makinanın ağırlık

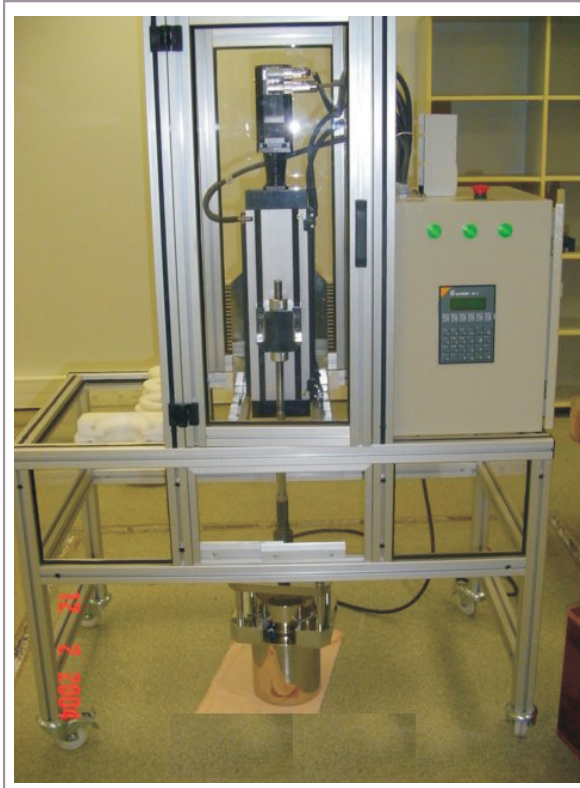
tutucu aparatı modüler şekilde tasarlanmış olup dokuz farklı kütleye göre adapte edilebilmektedir.

2- Otomatik Tartım Sistemleri 1 mg - 5 g Aralığında Çalışan Otomatik Sistem

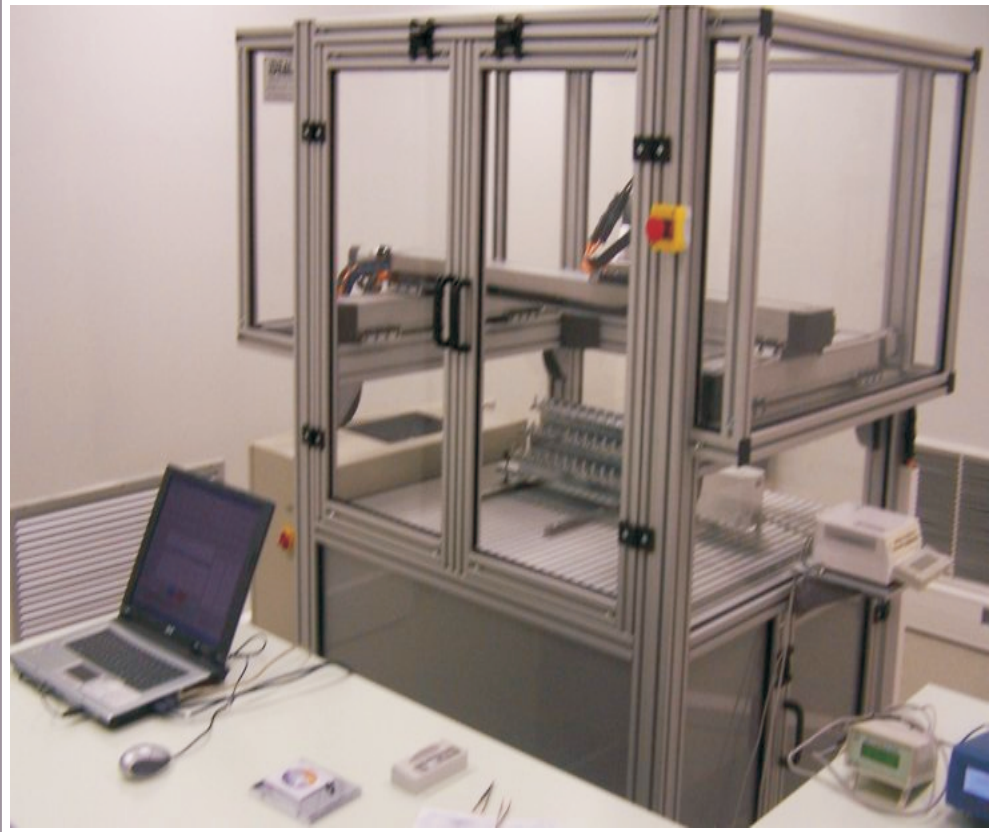
Okunabilirliği 0,1 g ve maksimum kapasitesi 5,1 g olan Mettler firmasına ait UMT5 terazisi 3 ekseninde hareket edebilen servo motor tahrikli bir mekanizma ile PLC otomasyonu sağlanmıştır (Şekil 2). Sisteme ait dört adet servo motor üç ekseninde hareket

için kullanılmıştır. Makineye ait 36 adet kütle konulabilen magazini ile aynı anda 12 adet referans ve 24 adet test kütlesinin yerine geçirme metoduyla kalibrasyonu tamamen otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Bu sistemin en büyük avantajı, kalibrasyonu çok zor olan miligram setlerin bir kişiye ihtiyaç duyulmadan gerçekleştirilebilir olmasıdır. Bunun yanında uzun zaman ölçümler gece de dahil olmak üzere istenilen zamanlarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemle yapılan ölçümler üzerinde maksimum standart sapma 0,5 µg civarında gerçekleşmektedir. Sistem tam performansında çalıştırılabildiğinde 1 mg ile 5 g aralığındaki tüm ağırlıklar istenilen ölçüm adedinde yerine



Şekil 1. Terazi Dayanım Testi Cihazı



Şekil 2. UMT5 Otomatik Tartım Sistemi

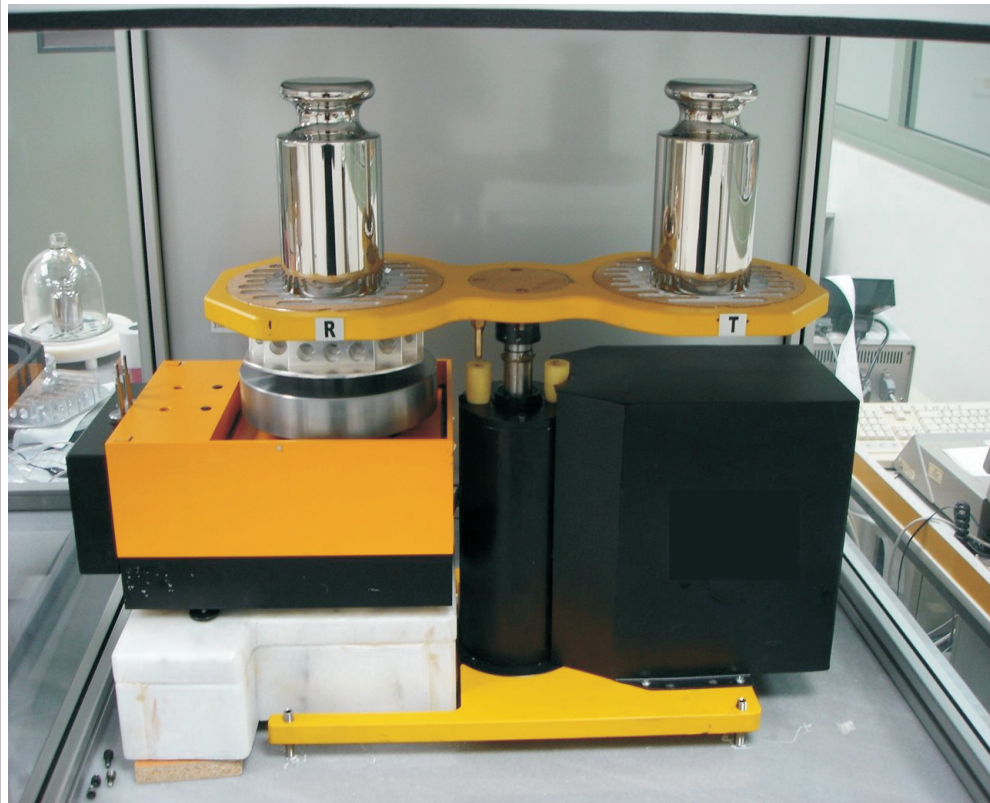
geçirme yöntemiyle kalibre edilebilmekte ve sonuçlar raporlanabilmektedir.

10 kg, 20 kg ve 50 kg'lık Döner Tabla Sistemi

İki kefli şeklinde bir döner tabla tasarımına sahip bu sistemlerde (Şekil 3) tek bir referans ile tek bir test ağırlığı yerine geçirme metoduna göre ölçülebilmektedir. Ayrıca bu sistemle kombinasyonlu ölçümler de yapılabilmektedir. 2 adet DC motor ile indirme-kaldırma ve döndürme hareketleri yapılmakta ve merkezlemenin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için birbirine geçme aparatlar içermektedir.

500 kg'lık Döner Tabla Sistemi

100 kg, 200 kg ve 500 kg'lık ağırlıkların kalibrasyonunun otomatik yapılabildiği bir sistemdir. Dört kefli döner tabla tasarımına sahip sistemde (Şekil 4) aynı anda bir adet referans ile üç adet test ağırlığı karşılaştırmalı olarak ölçülebilmekte ve sonuçları raporlanabilmektedir. Sisteme ait döner tabla yekpare olarak döküm yöntemiyle imal edilmiş olup rijitliği yüksek oranda karşılamaktadır. Bu döner tablanın yüksek ağırlığına rağmen özel yataklamalar sayesinde göreceli düşük güçlerde çalışan elektrik motorlarıyla dahi indirme-kaldırma ve döndürme hareketleri rahatlıkla sağlanabilmektedir.



Şekil 3. 2'li Döner Tablalı Sistemler



Şekil 4. 500 kg'lık 4'lü Döner Tablalı Sistem

katkıları değerlendirilirse; C1000s ve C50s komparatörlerinin eskiden ve yedek parçalarının temininin zor olduğu dokunmatik panel-yazıcı sisteminin bir alternatifi oluşturularak gereksiz maliyet ve yedek parça ihtiyacı ortadan kaldırılmıştır. Bilgisayarla veri alımı sağlanarak bu verilerin işlenmesi ve sonraki işlemlerde kullanımı kolaylaştırılmıştır. İlgili terazilerde kalibrasyon önceki kütlelerin merkezlenmesi gerekmektedir. Bu yazılım sayesinde bahsedilen işlem otomatik olarak gerçekleştirilebilmektedir.

Ortam Koşulları Kaydı

E2 sınıf ve daha üst seviyedeki kütle belirlemelerinde ortam koşulları en önemli parametrelerden birisini oluşturmaktadır [2]. Ölçümün yapıldığı andaki hava yoğunluğunun değeri ve belirsizliği

VERİ ALMA VE HESAP OTOMASYONLARI

10 g-1 kg Aralığında Sistemlere Ait Yazılım

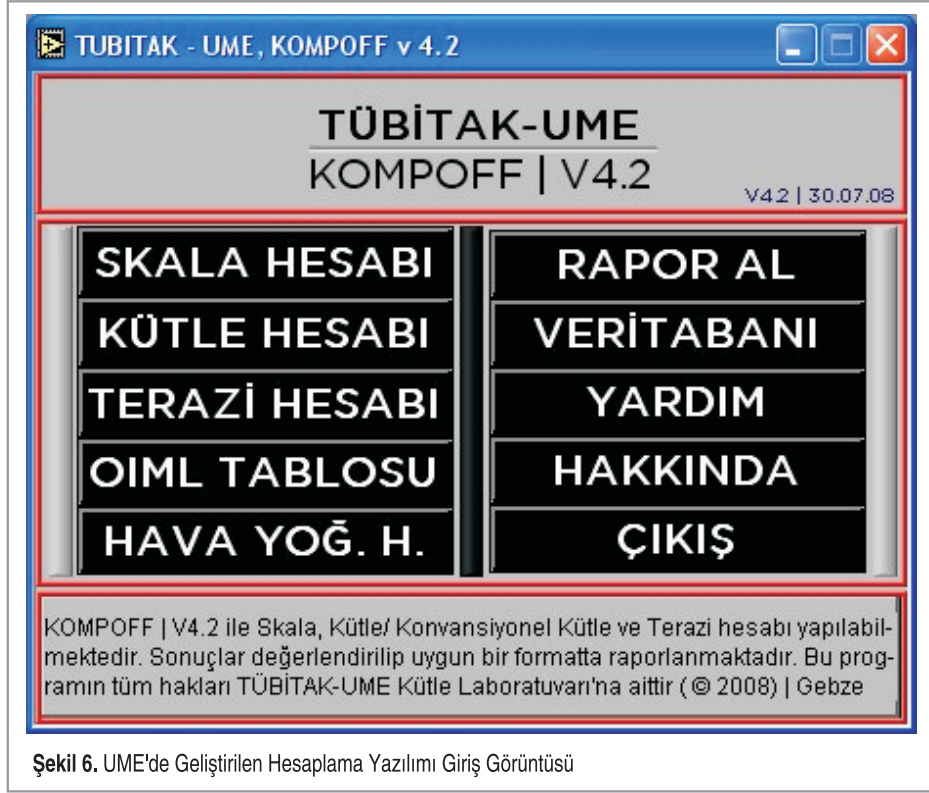
UME Kütle Laboratuvarı'nda bulunan C1000S ve C50S komparatörlerinde gerçekleştirilen kütle ölçümlerinde zaman kayıplarını önlemek ve ölçümlerin doğruluğunu arttırmak amacıyla bir bilgisayar yazılımın devreye sokularak kalibrasyonların bilgisayar destekli ve otomatik gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde tüm ölçüm sonuçları ve ölçümlerin gidişatını gösteren grafik gösterim bilgisayar ekrana gelmekte ve ölçümler başka bir mekândan da rahatlıkla takip edilebilmektedir. Oluşturulan yazılım her türlü teraziye kolaylıkla uyarlanıp kullanılabilir bir formatta olup UME Kütle Laboratuvarı kalibrasyon talimatlarını aynen uygulayabilmektedir. Yazılıma ait ölçüm sırasındaki ekran görüntüsü Şekil 5'te verilmiştir.

Bu yazılımın genel olarak yarar ve

TARİH@SAAT	REFERANS (g)	TEST (g)	T-R (g)	[T-R]/2 (g)
RT.FARK 0,000005, stD NaI	0,000627	0,000629	0,000002	0,000001
13.08.2008@13:38	0,000629	0,000630	0,000001	
RT.FARK 0,000015, stD NaI	0,000637	0,000639	0,000002	0,000001
13.08.2008@13:51	0,000645	0,000640	-0,000005	
RT.FARK -0,000045, stD NaI	0,000651	0,000647	-0,000004	-0,000002

TARİH@SAAT	REFERANS (g)	TEST (g)	T-R (g)	[T-R]/2 (g)
<< 1.SERİ >>	10g*001E0	10gE1_004	[T-R] (g)	[T-R]/2 (g)
13.08.2008@09:06	0,000550	0,000555	0,000005	
RT.FARK 0,000085, stD NaI	0,000559	0,000571	0,000012	0,000006
13.08.2008@09:19	0,000570	0,000570	0,000000	
RT.FARK 0,000045, stD NaI	0,000571	0,000580	0,000009	0,000004
13.08.2008@09:31	0,000575	0,000580	0,000005	
RT.FARK 0,000070, stD NaI	0,000580	0,000589	0,000009	0,000004
13.08.2008@09:42	0,000583	0,000590	0,000007	
RT.FARK 0,000090, stD NaI	0,000590	0,000601	0,000011	0,000005
13.08.2008@09:54	0,000593	0,000598	0,000005	
RT.FARK -0,0002945, stD NaI	0,000594	0,000000	-0,000594	0,000294
13.08.2008@10:36	0,000594	0,000597	0,000003	
RT.FARK -0,0000431, stD NaI	0,000596	0,000607	0,000011	0,000005

Şekil 5. Teraziden Veri Alma Yazılımı Görüntüsü



Şekil 6. UME'de Geliştirilen Hesaplama Yazılımı Giriş Görüntüsü

hesaplara katılması gereken bir parametredir. Bu amaçla atmosfer basıncı, ortam sıcaklığı ve nemi ilgili cihazlarla takip edilip bir yazılımla kayıt altına alınmaktadır. TS ISO/EN 17025 standardına [3] göre de bu verilerin kayıt edilip saklanması gerekmektedir. UME Kütle Laboratuvarlarında ölçüm yapılan alanlardaki bu kayıtlar otomatik olarak bilgisayar destekli tutulmakta ve başka mekânlardan da takibi yapılabilmektedir. Programda ayrıca, kütle kalibrasyonu için uygun olmayan ortam koşullarında gerekli uyarılar yapılarak kullanıcı bilgilendirilmektedir.

Hesaplama Yazılımları

Kütle kalibrasyonlarında gerekli birçok hesaplama işlemi çoğu parametrenin veritabanından okunduğu programda kolaylıkla yapılabilmektedir. Kütle kalibrasyonlarında kütle ve konvansiyonel kütle hesabı, terazi

kalibrasyonu hesabı ve bunlarda gerekli diğer ara hesaplamalar (örneğin eşdeğer yoğunluk veya hava yoğunluğu ve belirsizliği hesabı gibi) da kolaylıkla yapılabilmektedir. Yazılımın ilk giriş görüntüsü ve modüller Şekil 6'da verilmiştir.

Birincil seviye kütle skalasının kurulunda birçok ölçüm ve sonrasında yoğun hesaplamalar yapılma zorunluluğu vardır. TÜBİTAK-UME Kütle Laboratuvarı'nda uygulanan Gauss-Markof yaklaşımı [4] çerçevesindeki tüm hesaplamalar laboratuvar bünyesinde geliştirilen yazılım sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir.

SONUÇ

Artan kütle kalibrasyonları terazi otomasyonu ve sonraki faaliyetlerin bir otomasyon çerçevesinde yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle

miligram setlerindeki ölçüm zorlukları ve yüksek kapasite ağırlıklardaki insan faktörü nedeniyle güvenlik sorunları otomasyonu kaçınılmaz hâle getirmiştir. Otomasyona tabi tutulmuş terazilerde tekrarlanabilirlik hatası minimum seviyede kalmakta ve kalibrasyonu yapan kişi nedeniyle ortaya çıkan etkiler de ortadan kalkmaktadır.

KAYNAKÇA

1. "OIML R 76 Nonautomatic Weighing Instrument," 1992.
2. "TS EN ISO/IEC 17025: Deney ve Kalibrasyon Laboratuvarlarının Yeterliliği İçin Genel Şartlar," TSE, Aralık 2005.
3. Kocsiek, M., Glaser, M. 2000. "Comprehensive Mass Metrology," Wiley-Vch.
4. "OIML R 111 Weights of Classes E1, E2, F1, F2, M1, M12, M2, M23 and M3," 2004.