

TÜRK HAVA KUVVETLERİ METROLOJİ VE KALİBRASYON SİSTEMİ

Hüseyin DİNÇ

1. Hava İkmal Bakım Merkezi Komutanlığı
Elektronik Sistemler Müdürlüğü
Kalibrasyon Laboratuvarı
ESKİŞEHİR

TÜRK SİLAHLI KUVVETLERİ KALİBRASYON LABORATUVARLARI

Dünyada yirminci yüzyılın başlarında ulusal ve uluslararası metroloji sistemlerinin ortaya çıkmasını Türkiye çok gerilerden izlemiştir. Her ne kadar Osmanlı İmparatorluğu 1875 yılındaki metre konvansiyonunun kurucu üyeleri arasında bulduysa da uzun yıllar ülke içinde ne bir faaliyet gözlenmiş, ne de uluslararası sisteme entegrasyon açısından herhangi bir ciddi girişimde bulunulmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarında kabul edilen Ölçü ve Ayarlar Kanunu doğru yönde atılmış ciddi bir adım olmasına rağmen işin sadece hukuksal yönüne bir açıklık getirmiştir. Konunun teknik yönden ele alınması Silahlı Kuvvetlerin girişimleri ile gündeme gelmiş ve ilk metroloji laboratuvarı kurulma çalışmaları Hv. K. K.lığı bünyesinde altmışlı yıllarda başlamıştır.

Türk Silahlı Kuvvetler bünyesinde K.K.K.lığı'nda altı, Dz.K.K.lığı'nda üç ve Hv.K.K.lığı'nda sekiz adet kalibrasyon laboratuvarı kurulmuş ve kurulma çalışmaları devam etmektedir.Hv.K.K.lığı Kalibrasyon Laboratuvarının izlenebilirliğinin sağlanması amacıyla ABD Hava Kuvvetleri'nin yürüttüğü AIR FORCE METROLOGY AND CALIBRATION(AFMETCAL) programına dahil olunmuş ve ilk kalibrasyon laboratuvarı Malatya'da kurulmuştur. Bu laboratuvar 1969 yılında Akıncı'ya, 1972 yılında da bugünkü yeri olan 3. HİBM. K.lığı'na taşınmıştır. Daha sonra bu laboratuvara ilave olarak kurulan 1. HİBM. K.lığı'na bağlı Type IIA, 2. HİBM. K.lığı ve 4. Üs K.lığı'na bağlı Type IIB, 5 nci, 6 nci, 8 nci ve 9 ncu Üs K.lığı'na bağlı olarak Type IV seviyesinde görev yapmakta olan ve kurulma çalışmaları devam eden toplam sekiz adet Kalibrasyon Laboratuvarı Hv.K.K.lığı başta olmak üzere Silahlı Kuvvetlerin ihtiyaç duyduğu alanlarda ve Döner Sermaye kanalıyla sivil sanayi kuruluşlarının kalibrasyon ihtiyaçlarını karşılamak üzere hizmet etmektedir. AFMETCAL programı hava ve yer silah sistemleriyle, bunların destek ünitelerinin bakım ve idamesinde kullanılan tüm test ölçü aletlerinin doğruluklarının ve güvenilirliklerinin sürekliliğini sağlamak üzere başlatılmış disiplinli bir programdır. Bu ise tüm test ve ölçü aletlerine periyodik olarak kalibre hizmeti verilmesiyle ve cihazların doğruluklarının National Institute For Standarts And Technology(NIST) 'de bulunan milli ölçüm standartlarına kadar izlenebilirliğini sağlamakla mümkündür. Böylece sistemlerin tek başlarına doğruluk ve güvenilirlikleri yanında görevlerini başarabilmek için irtibatlı oldukları diğer sistemlerle de uyumlu halde bulunabilmeleri garanti altına alınmış olur.

NIST

AFMETCAL

1. HİBM. K. TYPE IIA	2. HİBM. K. TYPE IIB	5. Üs K. TYPE IV
3. HİBM. K. TYPE IIA	4. Üs K. TYPE IIB	6. Üs K. TYPE IV
		8. Üs K. TYPE IV
		9. Üs K. TYPE IV

METCAL programının odak noktasında ABD Hava Lojistik Komutanlığı'na bağlı OHIO'daki AFMETCAL merkezinin ve ABD Hava Kuvvetlerinin tüm dünyaya yayılmış bulunan kalibrasyon laboratuvarları ile test ve ölçü aleti kullanıcıları olan diğer birlikler bulunmaktadır. AFMETCAL Hava Kuvvetleri'nin en üst seviye laboratuvarı olan " Hava Kuvvetleri Ölçüm Standartları " laboratuvarlarına sahiptir. Bu merkez programın yürütülmesinde asıl sorumlu olarak diğer birimlerle koordine ederek, ihtiyaç duyulan ölçüm çeşitlerine ve doğruluk oranlarına göre programın esaslarını, hedeflerini, politikasını ve ihtiyaçlarını belirler. Alt seviyedeki kalibrasyon laboratuvarlarına ve gerektiğinde kullanıcı birliklere mühendislik desteği sağlar. Ayrıca bu laboratuvarlara ait referans standartlarının kalibre ve onarımlarını yaparak izlenebilirliklerini sağlar. Laboratuvarları değerlendirmeye tabi tutarak yeterli gördüklerini belgeler ve çeşitli rehberlik hizmetlerini sunar.

Kendi milli sistemimizin oluşturulması için çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar kapsamında merkezi bir koordinasyon kurulu oluşturulmuştur. Askeri Kalibrasyon Kurulu(AKAK); Türk Silahlı Kuvvetleri(TSK) bünyesinde Genel Kurmay MEBS(Muharebe Elektronik Bilgi Sistem) Başkanlığının genel koordinatörlüğünde tüm kuvvet komutanlıklarının kalibrasyon konusundaki yetkili elemanlarından oluşan bir kalibre kurulu oluşturulmuştur. AKAK olarak isimlendirilen bu kurul faaliyetlerini MY 409-1 nolu " TSK Kalibrasyon Hizmetleri " yönergesine göre yürütmektedir.

Sonuç olarak, kendi milli sistemimizin oluşturulmasına hız vermek için en kısa zamanda meclisten TÜRKAK kanununun çıkarılması gerekmektedir.

METCAL PROGRAMI HAKKINDA GENEL BİLGİ

Türk Hava Kuvvetleri kalibrasyon laboratuvarlarını ABD Hava Kuvvetleri Metroloji Kalibrasyon programına dahil ederek uluslararası izlenebilirliği sağlamaktır.

Bu program ölçü aletlerinin güvenilirliğini, doğruluğunu ve NIST'e ölçüm izlenebilirliğini garanti eder. Bu programda kalibre/onarım sorumluluklarının belirlenmesi, kalibre dökümanı ve kalibre periyodu, T. O. 33K-1-100'e veya yayımlanan Kalibre Ölçüm Özet Teknik Emirlerine(CMS) göre belirlenir.

Bu sistemde Kalibrasyon Laboratuvarları seviyelere ayrılmıştır. Bunlar:

Tip 1. Metroloji ve Kalibrasyon programındaki en üst seviyeli laboratuvardır ve standartları NIST'e izlenebilirdir.

Tip 2. Belli bir bölgedeki ölçü aleti kullanıcılarına ve daha alt seviyedeki laboratuvarlara destek sağlayan temel seviyeli Kalibrasyon Laboratuvarıdır.

Tip 3. Belli bir programı tamamlamak amacıyla kurulmuş Kalibrasyon Laboratuvarıdır. Tip 2'nin daha dar alanda çalışandır.(Örneğin sadece optik ve basınç gibi)

Tip 4. Belli bir silah sistemini desteklemek amacıyla kurulmuş Kalibrasyon Laboratuvarıdır.

Bu programda ölçü aletlerinin kalibre ihtiyaçlarının karşılanması için,

- Kalibrenin prosedürlere uygun yapılması
- Kalibre personelinin yeterli eğitim almış olması
- Çevre şartları için kontrollü bir ortam olması gereklidir.

METCAL programında kalibre prosedürü seçiminde aşağıdaki öncelik geçerlidir.

1. CMS
2. 33K veya 33L prosedürleri
3. Diğer askeri kalibre prosedürleri
4. Cihazın bakım teknik emirleri
5. Ticari yayınlar

NOT 1: Buradaki 1, 2, 3 ve 4 nolu maddelerdeki prosedürler ABD Silahlı Kuvvetleri tarafından oluşturulup yayımlanmaktadır.

NOT 2: Yerel olarak hazırlanan prosedürler AFMETCAL tarafından onaylanmadıkça kullanılmaz.

Türk Hava Kuvvetleri METCAL programına uygun olduğunu belgelemek amacıyla, bünyesindeki tüm Kalibrasyon Laboratuvarlarının iki yılda bir AFMETCAL merkezi tarafından görevlendirilen personel ile değerlendirilmesini sağlamaktır.

BELGELENDİRME

Yapılan iş, kullanılan teçhizat, döküman, tesis ve yöntemin mevcut uluslararası standartlara göre güvenilirliğinin ve doğruluğunun belgelendirilmesidir.

SERTİFİYENİN ANA KRİTERLERİ

İki yılda bir periyodik olarak AFMETCAL tarafından yapılan değerlendirmelerde laboratuvar genel olarak tüm fonksiyonlarıyla değerlendirmeye tabi tutulur. Fakat sadece aşağıda verilen 4 ana konuda tesbit edilen eksiklikler laboratuvarın direkt olarak sertifikaya olmamasına sebep olur. Bunlar;

- Kalibre Doğruluk Değerlendirmesi(AUDİT)
- Kalite Güvence Programı(QAP)
- Çevre Şartları(ECS)
- Tesis(FACILITY)'dir.

KALİBRE DOĞRULUK DEĞERLENDİRİLMESİ(AUDIT)

Mevcut envantere göre, kalibre edilen ünitelerden belli oranda örnekler seçilerek yeniden kalibre ettirilmesidir. Bu yöntemle kalibrasyon laboratuvarı personelinin performansı değerlendirilmektedir.

Değerlendirmeye alınacak cihaz sayısı laboratuvarın envanterinde yani sorumluluğunda bulunan cihaz miktarına bağlı olarak belirlenir. Bu cihazlar envanterin % 1'ini oluşturan ve kalibreleri yapılarak birliklerine sevk edilmeyi bekleyen cihazlar ile son bir ay içerisinde kalibreleri yapılmış laboratuvara ait cihazlar arasından rastgele(Random) seçilir. Seçilen 10 cihazdan en az 3 tanesinin laboratuvardan olmasına dikkat edilir. Hatalı cihaz sayısının tesbit edilen sınırları aşması laboratuvar için temel bir eksiklik olarak kabul edilir ve laboratuvar belgelendirilmez.

KALİTE GÜVENCE PROGRAMI(QAP)

Mevcut uluslararası kalite standartlarına uygun kalibre hizmeti verilmesini sağlayan, personelin performansını sürekli izleyen ve kalite ihtiyaçlarını ortaya koyan bir sistemin değerlendirilmesidir.

Bu program teknik emirlerde belirtilen esaslara uygun olarak yürütülmeli ve gerçekleştirilen her türlü faaliyet kayıt altına alınmalıdır. Laboratuvarın değerlendirilmesinde kalite güvence programı ağırlıklı bir yer tutar.

ÇEVRE ŞARTLARI(ECS)

Kalibre işlemlerinin yapıldığı ortamın son bir yılda uluslararası standartlardaki limitler içinde olup olmadığının değerlendirilmesidir(LİMİT: Toplam çalışma süresinin max. % 10' udur).

- SICAKLIK
- NEM
- TOZ
- AYDINLATMA

ÇALIŞMA ALANI	SICAKLIK(°C)	NEM(%RH)	TOZ	AYDINLATMA(FC)
BOYUT KLB.	20±0.56	20-50	*	50 min
ELKT/MEK. KLB.	22.3±3.3	20-50	*	50 min

*1 FEET KÜPTE 5 MİKRODAN BÜYÜK BULUNABİLECEK TOZ SEVİYESİ MAX. 700 ADETTİR.

Sahip olunan ölçüm standartlarının ölçme ve kalibrasyon programında öngörülen, bilimsel olarak belirlenmiş ideal çevresel şartların sağlandığı bir ortam muhafaza edilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde yapılan her kalibre ve ölçüm işleminin NIST'te bulunan milli ölçüm standartlarıyla izlenebilirliğini sağlamak mümkün olabilecektir. Bu nedenle laboratuvarın çevresel şartları sürekli olarak gözlenmeli, kayıt altına alınmalı ve herhangi bir parametrenin sınır değerler dışına çıkması durumunda derhal düzeltici tedbirler alınmalıdır. Sıcaklık, nem, toz ve aydınlatma değerleri toleranslarıyla birlikte yukarıdaki tabloda verilmiştir.

TESİS(FACILITY)

Mevcut işyüküne göre istenilen standart hacimlerdeki kapalı alanların fiziki anlamda uygunluğunun kontrol edilmesidir.

Laboratuvarın hizmet verdiği cihaz sayısını karşılayacak derecede büyük ve planlı bir çalışma ortamına sahip olunması gerekmektedir. Toz kontrolü için gerekli pozitif basıncı oluşturacak

ve koruyacak çift kapılı, yeterli giriş rahatlığı sağlayan, kapıları kontrollü açılan ve " Airlock Door " diye adlandırılan giriş kapısı olmalıdır.

Laboratuvarın aydınlatılması teknisyenlerin cihaz üzerinde rahat çalışmalarını sağlayacak şekilde, gölgesiz olmalıdır.

AFMETCAL SİSTEMİNİN SORUNLARI

- a-) T. O.' ların çok sık değişmesi ve bağlayıcı olmaları nedeniyle sürekli olarak standart teçhizat ihtiyacının oluşması
- b-) Kalibre konusunda herhangi bir yoruma izin vermeyip T. O. 'lardaki tüm maddelerin eksiksiz uygulanmasını istemesi
- c-) İletişim ve teknik destek alma konusunda yaşanan güçlükler.

1 nci HAVA İKMAL BAKIM MERKEZİ KOMUTANLIĞI KALİBRASYON LABORATUVARI

1 nci Hava İkmal Bakım Merkezi Komutanlığı Kalibrasyon Laboratuvarı Tip IIA seviyesinde bir kalibrasyon laboratuvarı olup birisi subay mühendis olmak üzere toplam 5 mühendis ve 53 teknisyen personeli ile görev yapmaktadır. Kalibrasyon laboratuvarının mevcut kalibre alanı 660 m² olup bunun 144 m² 'lik kısmı 100.000 sınıfı toz kontrollü temiz bir ortamdır. Bu ortamın çevre şartları, bunun dışında kalan kalibre alanlarına göre ayrı bir özellik taşımaktadır.

Halen mevcut personelin % 52'si iyi derecede ingilizce bilmekte olup % 41'i temel kalibre, % 10' u ise ileri kalibre eğitimi almış durumdadır. Bu eğitimler dışında kalan personel laboratuvar içinde aldığı eğitimle ihtiyacı karşılayacak duruma getirilmiştir.

EĞİTİM	PERSONEL MİKTARI	TOPLAM MEVCUDA ORANI(%)
İNGİLİZCE	30	52
TEMEL KALİBRE	24	41
İLERİ KALİBRE	6	10

Personelin tecrübe açısından değerlendirilmesi yapıldığında ise % 23'ünün 0-5 yıl, % 12'sinin 5-10 yıl, % 65'inin ise 10 yıldan daha fazla süredir kalibrasyon konusunda çalıştıkları görülmektedir.

ÇALIŞMA YILI	PERSONEL MİKTARI	TOPLAM MEVCUDA ORANI(%)
1-5	13	23
5-10	7	12
> 10	38	65

Kalibre sorumluluğunda bulunan bir test/ölçü aletleri envanterinin son yıllarda artış göstermesine paralel olarak kalibre işyükü de sürekli artmaktadır.

Envanterin % 24' ü elektronik, % 76' sı ise mekanik test/ölçü aletlerinden oluşmaktadır.

	KALEM	ADET
MEKANİK	2152	8404
ELEKTRONİK	1377	2709
TOPLAM	3529	11113

Envanter artışının ana nedeni teçhizatlanma olmakla birlikte, diğeri bir nedeni de kalibre bilincinin gelişmesi sonucunda test/ölçü aletlerinin disiplin altına alınmasıdır. Envantere yeni giren test/ölçü aletleri nedeniyle kalibre kabiliyeti kazanma çalışmaları sürekli devam etmektedir.

Laboratuvarımızdaki kalibrasyon kabiliyetlerimiz şunlardır:

Gerilim-Akım (Voltage-Current)

Frekans-Zaman (Frequency-Time)

Osiloskop (Oscilloscope)

Mikrodalga (Microwave)

RF Sinyal (RF Signal)

Boyut (Dimension)

Basınç (Pressure)

Tork (Torque)

Açı (Angle)

Akış (Flow)

Titreşim (Vibration)

Optik (Optic)

Ağırlık- Kuvvet (Weight-Force)

Sıcaklık (Temperature)

Erişilebilen en üst ölçüm ve kalibrasyon doğrulukları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

ERİŞEBİLEN EN ÜST ÖLÇÜM VE KALİBRASYON DOĞRULUKLARI

KALİBRASYON SAHASI	BÜYÜKLÜK (RANGE)	DOĞRULUK (ACCURACY)
DC GERİLİM (DC Voltage)	0-1 V 1-10 V 10-1000 V	±12 ppm ±6 ppm ±(Set edilen değerin 0.001%+20µV)
DC AKIM (DC Current)	10 Ma-2 A 1 Ma-10 A 10-100 A	±0.025 % ±(Çıkışın 0.03%+Aralığın 0.03%) ±(Çıkışın 0.01%+Aralığın 0.03%)
AC GERİLİM (AC Voltage)	0.1 mV-1000 V	± 0.005 %
AC AKIM (AC Current)	1 mA-20 A 100 Hz 400 Hz 1 KHz	±(Çıkışın 0.15%+Aralığın 0.1%) ±(Çıkışın 0.2%+Aralığın 0.2%) ±(Çıkışın 0.3%+Aralığın 0.3%)
FREKANS (Frequency)	1 Hz-10 MHz 10 MHz-18.5 GHz	± 2x10 ⁻¹² ± 5x10 ⁻¹⁰
DİRENÇ (Resistance)	0-100 Mohm	± 25 ppm
KAPASİTANS(Capacitance)	1 Pf-1 F	±0.01 %
ENDÜKTANS (Inductance)	100 nH-1 mH 1 Mh-10 H 10-100 H 100-1000 H	±0.5 % ±0.3 % ±3 % ±5 %
BOYUT (Dimension)	1-100 mm 0.1-4 inch 0-48 inch	±0.00002 mm ±0.00001 inch ±0.00001 inch
BASINÇ(Pressure)	0-44 inch HG 0-5 psi 5-50 psi 50-500 psi 0-200 inch HG 6-2425 psi 20-12100 psi	±0.004 inch HG abs ±0.015 % ±0.015 % ±0.025 % ±(0.006 %+0.012 % FS) ±0.03 % ya da ± 0.01 psi ±0.03 % ya da ± 0.05 psi
AKIŞ (Flow)	13-200 SLPM 0.1-1000 LPM 0-25 SCFM 0.2-450 GPM	±1 % ±1 % ±0.25 % FS ±0.05 %
KUVVET (Force)	0-50.000 LB	±0.05 %
TORK (Torque)	0-30.000 INLB	±0.1 %
SICAKLIK (Temperature)	10-250 °F -190/+400 °C 400-500 °C 500-661 °C	± 2 °F ±0.01 °C ±0.015 °C ±0.02 °C
AÇI (Angle)	0-99° 0-360°	±25 sec ±0.02°

Kalibrasyon Laboratuvarı, bölgesel kalibre/onarım sorumluluklarının yanısıra Hv.K.K.1ığı envanterindeki Jet Motor bremzelerinin, yağ analiz ve hidrolik analiz cihazlarının yerinde kalibre/onarımlarından da sorumludur. Bu nedenle yılda 60 ekibin, yerinde kalibre/onarım amacıyla diğer birliklere görevlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca fabrika içerisinde kullanılan imalat ve test tezgahlarının, flowmetrelerin ve titreşim ölçüm sistemlerinin de gerekli periyodik kalibreleri yerinde yapılmaktadır.

Test/ölçü aleti kullanıcıları, ellerinde bulunan cihazları kalibre koordinatörleri vasıtasıyla kalibrasyon laboratuvarına bildirerek test/ölçü aletinin recall programına alınmasını sağlar. Böylece laboratuvar tarafından periyodik olarak kalibre çağruları yapılan test/ölçü aletlerinin

laboratuvara gelerek kalibrelerinin yapılması sağlanır. Herbir test/ölçü aletine Tanıtım Numarası(ID.No) verilerek bilgisayar ortamında takip edilmesi sağlanır.

Kalibrasyon Laboratuvarı, Hv.K.K.lığı ihtiyaçlarının yanısıra sahip olduğu altyapı ve eğitimli personeliyle sivil sanayi kuruluşlarına da büyük hizmetlerde bulunmaktadır. Kalite ve onun vazgeçilmez bir parçası kalibrasyonun önemini kavramış olan Türkiye' nin belli başlı büyük kuruluşları, izlenebilir kalibre ihtiyaçlarını 1. HİBM.K.' lığı Kalibrasyon Laboratuvarı 'ndan Döner Sermaye Genel Müdürlüğü aracılığı ile almaktadırlar. Yapılan her kalibre sertifikalandırılmakta ve izlenebilirlik sağlanmaktadır.

1. HİBM. K.lığı Kalibrasyon Laboratuvarı, Türkiye'de kalibre bilincini geliştirmek dolayısıyla kalitenin yükselmesiyle tüketiciye daha dayanıklı mal satmak ve uluslararası geçerliliği olan kalite belgelerine sahip olarak ihracat miktarında büyük artışlar sağlamak amacıyla sivil sanayi kuruluşlarına verdiği desteği her zaman sürdürmeğe devam edecektir.