

## HAVA KUVVETLERİ'NDE KALİBRASYON FAALİYETLERİ VE UYGULANAN KALİBRASYON PROGRAMI

<sup>1</sup>Hv.Müh.Yzb. Celal ÇINAR, <sup>2</sup>Mak.Yük.Müh. Arif KOYUNCU

13.HİBM.K.Lığı Ölçü Alt.Md. Etimesgut-ANKARA Tel: 312 2984169 E-Mail: bccinar@superonline.com  
23.HİBM.K.Lığı Ölçü Alt.Md.lüğü Etimesgut-ANKARA Tel: 312 2984227 E-Mail:afkoyuncu@yahoo.com

### ÖZET

Hava Kuvvetleri Komutanlığı'ndaki kalibrasyon faaliyetlerinin laboratuvar ve gezici kalibrasyon araçları ile yürütülmesi, uygulanan kalibrasyon programı, mevcut kalibrasyon laboratuvarları ve tipleri, laboratuvarların uluslararası izlenebilirliği, laboratuvar değerlendirilmesi ve değerlendirmede kriter olarak alınan konular (Ölçme Kabiliyetinin Değerlendirmesi, Toplam Kalite Programı, Laboratuvar Tesis/Donanımı ve Çevresel Şartlar) hakkında bilgileri içermektedir.

### *Uçuş, Güvenilirlik, Kalibrasyon*

#### 1. HAVA KUVVETLERİ KOMUTANLIĞI'NDAKİ KALİBRASYON FAALİYETLERİ

Hava Kuvvetleri Komutanlığı envanteri uçak ve uçak sistemlerine hitap eden test ve ölçüm teçhizatından oluştuğu için sözkonusu test ve ölçüm teçhizatının güvenilirliğinin sağlanması ihtiyacı doğmuş ve 1960'lı yıllardan itibaren kalibrasyon faaliyetleri uygulanmaya başlanmıştır. Bu sayede uçuş ve yer emniyetinin tam ve sürekli sağlanması hedeflenmiştir.

Hava Kuvvetlerinde kalibrasyon hizmetleri, kalibrasyon laboratuvarları ve gezici kalibrasyon araçları ile sağlanmaktadır. Kalibrasyon laboratuvarları, Hava Kuvvetlerindeki test ve ölçüm teçhizatı sayısının artmasına paralel olarak ve aynı zamanda bölge kriteri de gözönüne alınarak kurulmuşlardır. Laboratuvarların sorumluluğu olduğu kalibrasyon alanları ile destek vereceği bölgeler ise bir yönerge ile belirlenmiştir.

Hv. K.K.lığının ilk kalibrasyon laboratuvarı 1963 yılında Malatya'da, ikincisi ise 1968 yılında Akıncı üssünde kurulmuştur. Akıncı Üssü'ndeki kalibrasyon laboratuvarı 1972 yılında, Malatya'daki kalibrasyon laboratuvarı ise 1974 yılında bugünkü yeri olan 3 ncü Hava İkmal Bakım Merkezi Komutanlığı'na (3. HİBM) taşınarak birleştirilmiştir. Hava kuvvetlerindeki yerinde kalibrasyon faaliyetleri ise 1987 yılından bu yana 3'üncü HİBM.K.lığının sorumluluğunda Elektrik/Elektronik/ Seyrüsefer test ve ölçüm teçhizatının kalibrasyonu için 6 adet otobüs, Mekanik test ve ölçüm teçhizatlarının kalibrasyonu için ise 2 adet Panelvan kalibrasyon araçları ile sağlanmaktadır. Sözkonusu araçlar, test ve ölçüm teçhizatlarının kalibrasyonunda referans olarak kullanılacak standart test ve ölçüm teçhizatı ile donatılmış ve TIP IV seviyesi çevresel şartlarını sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.

Gezici Kalibrasyon araçları üç aylık periyodlarla Hava birlikleri bulunan yurdun her köşesine görevlendirilmektedir. 2000 yılı içerisinde 90000 km yol katedilerek 342 birliğe yerinde kalibrasyon hizmeti verilmiştir. Bu sayede; kullanıcının kalibrasyonlu test ve ölçüm teçhizatından kalibrasyon periyodu süresince tam istifade etmesi ve istediği anda birliğinde bulabilme imkanı sağlanmıştır.

## 1.1. Uygulanan Kalibrasyon Programı

Hava Kuvvetlerindeki Kalibrasyon Laboratuvarları AFMETCAL (Air Force Metrology and Calibration Program) tarafından yürütülen program ile kalibrasyon faaliyetlerini sürdürmektedir. Kalibrasyon desteği verilen tüm birlik ve kurumlarda kalibrasyon faaliyetlerini daha etkin sağlamak için birlik/kurum personelin-den bir kişi kalibrasyon koordinatörü olarak görev yapmaktadır. Ayrıca test ve ölçüm teçhizatların AFMET-CAL tarafından istatistiksel veriler sonucu belirlenmiş olan kalibrasyon periyodlarına göre kalibrasyonunun sağlanabilmesi için RECALL (Çağrı) sistemi uygulanmaktadır. Bu işlem ile kullanıcılara test ve ölçüm teçhizatlarının yeniden kalibrasyonu yapılacak tarihe 1 ay kala durum raporları gönderilerek hatırlatılmakta ve kalibrasyon için test ve ölçüm teçhizatların kalibrasyon laboratuvarlarına gönderilmesi istenmektedir.

## 2. MEVCUT KALİBRASYON LABORATUVARLARI VE TİPLERİ

Hava Kuvvetlerinde Amerikan Askeri kalibrasyon laboratuvar sınıflandırmasına göre 2 adet TIP IIA, 2 adet TIP IIB ve 4 adet TIP IV seviyesinde olmak üzere toplam 8 adet kalibrasyon laboratuvarı mevcuttur. Her laboratuvarın sorumlulukları konu ve bölge olarak belirlenmiş ve farklı bölgelerde konuşlandırılmıştır. Bunlar;

- 3 ncü HİBM.K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Ankara, 1972, TIP IIA
- 1 nci HİBM.K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Eskişehir, 1984, TIP IIA
- 2 nci HİBM.K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Kayseri, 1986, TIP IIB
- 4 ncü Ana Jet Üs K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Ankara, 1988, TIP IIB
- 6 ncı Ana Jet Üs K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Balıkesir, 1992, TIP IV
- 9 ncü Ana Jet Üs K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Bandırma, 1993, TIP IV
- 8 nci Ana Jet Üs K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Diyarbakır, 1996, TIP IV
- 5 nci Ana Jet Üs K.Lığı Kalibrasyon Laboratuvarı - Merzifon, 1998, TIP IV

3. HİBM.K.Lığı kalibrasyon laboratuvarı, Hv.K.K.Lığı envanterindeki tüm test ve ölçüm teçhizatlarının "Teknik Yönetim Sorumluluğu" nu yürütmektedir. Ayrıca diğer laboratuvarların dışındaki tüm hava birlik ve kurumlarında mevcut test ve ölçüm teçhizatlarının bakım/onarım ve kalibrasyonundan sorumludur.

Tip ve sorumlu olduğu kalibrasyon alanlarına göre her laboratuvarın ortam şartları oluşturulmuş ve modern teçhizatlarla donatılmış olup tüm kalibrasyon laboratuvarları tarafından yıllık ortalama 40000 adet kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.

Kalibrasyon Laboratuvarları Amerikan Hava Kuvvetleri'ndeki laboratuvar tiplerine göre sınıflandırılmıştır. Türkiye'de bulunan laboratuvar tipleri ve özellikleri şunlardır.

TIP IIA seviyesi Kalibrasyon Laboratuvarı; Fabrika seviyesi bir laboratuvar olup, Hava İkmal Bakım Merkezi ya da coğrafi bir bölgeye kalibrasyon hizmeti verebilecek kapasiteye sahip laboratuvardır. Diğer laboratuvarlardan farklı olan en önemli özelliği boyutsal ölçüm şartlarını ( $20 \pm 0.56^\circ \text{C}$ ) taşıyan ortamın mevcut olmasıdır. Ayrıca laboratuvarın ortam sıcaklığı  $23 \pm 3^\circ \text{C}$  ve bağıl nem oranı ise  $\% 35 \pm 15$  dir.

TIP IIB seviyesi Kalibrasyon Laboratuvarı; Üs seviyesi bir laboratuvar olup, uçak, füze, silah, yer sistemleri ya da genel destek sistemlerine destek verebilecek şekilde teçhiz edilmiştir. Laboratuvarın ortam sıcaklığı  $23 \pm 3^\circ \text{C}$  ve bağıl nem oranı ise  $\% 35 \pm 15$  dir.

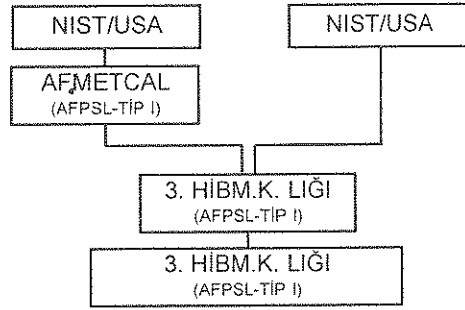
TIP IV seviyesi Kalibrasyon Laboratuvarı; özel ya da belirli bir silah sistemini desteklemek amacıyla, çoğunlukla taşınabilir yapıdaki standartlarla donatılmış yerleşik ya da mobil bir kalibrasyon ortamlarıdır. Laboratuvarın ortam sıcaklığı  $23 \pm 4^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nem oranı ise % 15 - 70 dir.Genel olarak kalibrasyon desteğini TIP II seviyesi bir laboratuvarından alır.

### 3. LABORATUVARLARIN ULUSLARARASI İZLENEBİLİRLİĞİ

Kalibrasyon Laboratuvarları uluslararası izlenebilirliğini AFMETCAL/USA ile National Institute of Standard and Technology (NIST)' den sağlamaktadır. Ölçü aleti bazında izlenebilirlik aynı zamanda Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) tarafından da sağlanmaktadır. Laboratuvarlar AFMETCAL tarafından iki yılda bir değerlendirilmeye tabi tutulmakta ve başarılı olanlar sertifikalandırılmaktadır.

3 ncü HİBM.K.lığı kalibrasyon faaliyetlerini 1987 yılından bu yana uluslararası izlenebilirliğe sahip laboratuvar olarak sürdürmekte olup diğer laboratuvarlar da kuruluş tarihlerinden sonra izlenebilirliğini sağlamışlardır.

Laboratuvarların izlenebilirlik zinciri Şekil-1'de gösterilmiştir.



Şekil -1. Laboratuvarların İzlenebilirlik Zinciri

### 4. LABORATUVAR DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

AFMETCAL programı, Hava Kuvvetleri görev sistemlerini desteklemek için kullanılan tüm test, ölçüm ve arıza bulma teçhizatlarının doğru, kararlı, güvenilir ve izlenebilir olmasını sağlamak için yapılmış olup kalibrasyon laboratuvarlarının AFMETCAL vasıtasıyla NIST veya diğer onaylı kaynaklara göre izlenebilirliğini sağlayacak ölçümlerin yapılıp yapılmadığını ve her bir laboratuvarın kabiliyetini değerlendirmektedir. Laboratuvarlar değerlendirme kriterlerini karşıladığında AFMETCAL programına uygunluk sertifikası verilmektedir.

#### 4.1. Ölçüm Kabiliyetinin Değerlendirmesi (Measurement Capability Assesment (MCA))

MCA, ölçüm süreçleri ve ürün kalitesinin kapsamlı bir değerlendirmesini sağlamak için kullanılmaktadır. MCA performansı, kısa süre önce kalibrasyonu yapılmış test ve ölçüm teçhizatının doğruluk ve güvenilirliği, kalibrasyon standartları ve test ve ölçüm teçhizatının kalibrasyonunda uygulanan işlemler, metroloji prensipleri ve işlemlerin uygun tatbiki ile laboratuvar standartlarının durumu ve kullanımını içermektedir. Ancak bunlarla sınırlı değildir. Ayrıca ürün kalitesi ve süreç etkinliği de değerlendirilmektedir.

Ürün kalitesi, test ve ölçüm teçhizatının tüm onaylı parametreleri ve/veya belgeli sınırlamaları karşılayıp karşılamadığının tesbiti için test ve ölçüm teçhizatı değerlendirmeye tabi tutulur. Kullanılan standartların kesintisiz bir izlenebilirlik sağlaması (dokümantasyon dahil) ve tüm belgelenen ölçüm işlemlerinin istendiği

şekilde tekrarlanabilen değerler vermesini içermektedir. Eğer bu kriterlerden herhangi birisi karşılanamaz ise sözkonusu test ve ölçüm teçhizatı başarısız kılınmaktadır. Ayrıca laboratuvar geçici olmayan teknik vasıf veya kabiliyet eksikliği nedeni ile kalibrasyon işlemi gerçekleştirilemiyor ise laboratuvar başarısız kılınabilmektedir.

Süreç Etkinliği ise tüm kalibrasyon sürecinin yeniden gözden geçirilme işlemidir. Bu inceleme Kalibrasyon Prosedürü (Technical Order (T.O.)) değerlendirmesi, güç girişi kablo kontrolleri herhangi ön kontroller ve test ve ölçüm teçhizatının fiili kalibrasyonunu içermektedir. Bu işlem Kalite İşlem Kontrolü olarak belirtilmektedir. Kalite İşlem Kontrolü yapılacak test ve ölçüm teçhizatı sayısı, her laboratuvarın yıllık yapmış olduğu kalibrasyon işlem sayısına bağlı olarak değerlendirilmektedir. Değerlendirme işlemi test ve ölçüm teçhizatları rastgele seçilmekte ve doğruluk veya izlenebilirliği etkileyebilecek işlem uygunsuzlukları raporlandırılmaktadır.

#### **4.2. Toplam Kalite Programı (Total Quality Program (TQP))**

TQP, bütün kalite sisteminin bilimsel bir bütünüdür. AFMETCAL programı içerisinde TQP'nin amacı silah sistemlerinin doğruluğu ve NIST izlenebilirliğinin sağlanmasını güven altına almaktır. TQP, işi yapan şahıslar üzerinde değil, kullanılan metodlar üzerinde odaklanmak üzere tasarlanmıştır. Program kalibrasyon sonrası kontrolleri minimuma indirmekte, hataları düzeltici ve önleyici işlemlere ağırlık vererek kusurların sadece kalibrasyonu yapan kişiye yüklenmesini engellemektedir. Programın amacı, kalibrasyon laboratuvarlarının hizmetlerini, metodlarını ve üretimini kıymetlendirmede gerekli olan bilgi ve idare şeklini ortaya çıkarmaktır. TQP dört temel uygulamayı içermektedir.

Bunlar;

İşlem Anı Kontrolleri ,  
Kalite İşlem Kontrolleri ,  
Çalışma Standardı Kontrolleri ,  
Ana Sebep Analizleri dir.

##### **4.2.1. İşlem Anı Kontrolleri (In Process Review (IPR))**

IPR, kalibrasyon usul etkinliğinin bir göstergesini ortaya koymak üzere dizayn edilmiş bir kontroldür. Amacı kalibrasyon usullerinin geliştirilmesinde kullanılacak bilgileri toplayabilecek bir metod olarak hizmet etmektir. Planlama, kalibrasyon, tamir ve test ve ölçüm teçhizatların kullanıcılarına dönüşü işlemlerini içeren her türlü usullerin değerlendirmesini kapsar. Bir IPR, bir şahsın, bir ekibin, bir ölçüm sahasının veya tüm kalibrasyon usullerinin kapasitesini değerlendirmede kullanılır. Haftalık yapılan kalibrasyon işleminin %1'i IPR için tesadüfî olarak seçilmeli ve en az 1 IPR uygulanmalıdır. Kalibrasyon işlemi yapan her personel en az yılda bir defa IPR işlemine tabi olmalıdır. Her IPR, Planlama Usulleri, Malzeme Kontrol Usulleri, Gönderme/Alma Usulleri ve Tamir İşlemleri'ni içerecek ve mahalli olarak geliştirilen usulleri kullanarak değerlendirme yapılması gerekmektedir.

##### **4.2.2. Kalite İşlem Kontrolü (Quality Process Review (QPR))**

Bir QPR, üretilmiş veya onaylanmış bir test ve ölçüm teçhizatının tam kontrolüdür. Amacı yapılmış olan kalibrasyon işlemlerinin dokümanite edilmiş kalite seviyesine göre doğruluğunun teyit edilmesini sağlamaktır. QPR aşağıdaki kontrolleri içermektedir. Bunlar; emniyet tedbirlerinin uygunluğu, parametre doğrulaması, fiziki şartlar, dokümantasyon (Formlar, Etiketler, T.O.) ve teknik bilgi doğrulamasıdır.

#### 4.2.3. Çalışma Standardı Kontrolleri (Working Standards Review (WSR))

WSR, Laboratuvarın sahip ve kalibrasyonunu yapmış olduğu çalışma standartlarının tam bir ölçüm değeri doğrulamasıdır. Her ay minimum olarak, kullanımda olan standartların %1'i rastgele seçilmekte ve seçilen standartların en az yarısı, laboratuvarında en fazla kullanılan standartlardan olmaktadır. Bir uyumsuzluk sözkonusu olduğu takdirde sözkonusu standardın kullanılması ile kalibrasyonu yapılan tüm test ve ölçüm teçhizatlarının yeniden kalibrasyonu yapılmak üzere geri çağrılmaları sağlanmaktadır.

#### 4.2.4. Ana Sebep Analizi (Root Cause Analysis (RCA))

Tespit edilmiş bir uyumsuzluğun nedenlerinin bulunmasında yardımcı faktörleri teşhis ve sınıflandırma metodudur. Veri ve bilgiler; problemlerin teşhisi, eğilimlerin belirlenmesi için analiz edilmektedir. Ayrıca Toplam Kalite esaslarının yerine getirilip getirilmediği değerlendirilmektedir. Yetersiz teknik bilgi, yetersiz eğitim, uygun olmayan standart veya aksesuar, çevre, malzeme hataları ve İnsan faktörleri "Ana Sebep" örnekleridir.

#### 4.3. Laboratuvar Tesis / Donanımı ve Çevresel Şartlar

Kalibrasyon laboratuvarlarında kullanılan referans ölçme standartlarının belirli bir ölçüm kısıtlamaları vardır. Ölçüm doğruluğundan emin olmak için ölçme standartlarının korunduğu çevrenin sürekli kontrolünü takip etmek ve sağlamak ihtiyacı doğmaktadır.

Sıcaklık, nem, toz, titreşim ve elektromanyetik girişimin her biri ölçü aletinin doğruluğunu sağlamada bir standardın kabiliyetinin üzerinde negatif etkileri vardır. Bu nedenle kalibrasyon laboratuvarlarındaki ortam sıcaklık değerleri ölçü aletlerinin ölçüm güvenilirlik seviyesini karşılayacak şekilde belirli bir aralıkta limitlenmiştir.

Nem seviyesi de önemli bir unsurdur. Çünkü korozyonun ve elektrostatik deşarj hasarının önlenmesi için kontrolü şarttır.

Kalibrasyon ortam şartlarının oluşturulması için sıcaklık ve nem değerleri sürekli olarak gözlenmekte ve kayıt altına alınmaktadır. AFMETCAL tarafından sıcaklık ve nem değerlerinin yıllık tolerans dışına çıkma zamanı maksimum % 10 olarak limitlenmiştir. Çünkü tolerans dışı zamanlarda kalibrasyon işlemi yapılamayacağından laboratuvar işletilebilirliği engellenecek ve ticari olarak da sürekliliğini etkileyecektir.

Sıcaklık ve nem dışında ortamdaki toz partiküllerinin sayısı da kriter olarak alınmakta, bunun engellenebilmesi için kalibrasyon laboratuvarında pozitif hava akımının mevcut olması istenmektedir.

Ayrıca Aydınlatma, Gürültü seviyesi, Titreşim ve Elektromanyetik Girişim değerleri de değerlendirme de takip edilen diğer önemli kriterlerdir. Laboratuvarın yerleşik olduğu bina/bölüm ilgili T.O. lara inşa edilmesi gerekmekte olup kalibrasyon ölçüm alanında hiç pencere olmaması, ölçüm üzerinde güneş ışığının olumsuz etkilerini önlemesi bakımından tercih edilmektedir. Havanın giriş ve çıkışını kontrol altına almak için air lock (hava kontrolü sağlayan kapılar) kurulması önerilmektedir.

### 5. SONUÇ

Hava Kuvvetleri Komutanlığı kalibrasyon laboratuvarları, kalibrasyon hizmetinin kalitesini direkt olarak etkileyen çevre şartları, kalibrasyon standartları, eğitim, dokümantasyon ve kalite güvence sistemi gibi konularda uluslararası izlenebilirliğe sahiptir.

Modern teçhizat ve çağdaş yöntemlerle üretilen kalibrasyon hizmeti Türk Silahlı Kuvvetleri birlikleri yanısıra, Döner Sermaye kanalıyla özel sektör kuruluşlarına da verilmektedir. Aselsan, Havelsan, TAI, TEI, THY ve çeşitli sağlık kuruluşları gibi güvenli kalibrasyon hizmeti almak isteyen birçok yerli ve yabancı kuruluşa yerinde ve/veya laboratuvarlarda hizmet sunulmaktadır.

Havacılık sektöründe mal ve hizmet üretiminin uygunluğu hakkında doğru karar vermek hayati öneme sahiptir. Doğru karar vermek doğru ölçüm yapmakla, doğru ölçüm yapmak ise test ve ölçüm teçhizatına uluslararası standartlarda çağdaş bir kalibrasyon hizmeti vermekle mümkündür. Bu bilinçten hareketle; 40 yılı aşkın sürede uluslararası alanda izlenen ve takdir gören kalibrasyon hizmeti üretimimizi değişen ihtiyaç ve şartları dikkate alarak her geçen gün geliştirmeyi amaç edinmiş bulunmaktayız.