

## ENDÜSTRİDE KALİBRASYON PERİYOTLARININ TESBİTİ İÇİN BİR YAKLAŞIM MODELİ

*Mehmet Nuri Tevruz*

USAŞ Atatürk Hava Limanı İstanbul-Türkiye  
Tel: (0212) 663 57 00 / 209 , E-Mail: ntevruz.ist@gategourmet.com

### ÖZET

Kalibrasyon periyodu, kısa tutulması ile maliyet ve uzun tutulması ile de cihazın güvenilirliği açılarından ilginç bir ikilem içindedir. Bu kapsamda optimum periyodun tesbiti her kalibrasyon sistemi için önemli ve dinamik yapıda olmasında yarar olabilecek bir unsurdur. Bu çalışmada gerek başlangıçta kalibrasyon periyodunun tesbitinde ve gerekse mevcut kalibrasyon periyodunun uygulama süreci boyunca değerlendirilmesinde kullanılabilecek birer yöntem tanıtılmıştır. Her kalibrasyon sistemi kendine ait özellikleri de yansıtarak bu yöntemleri kendi bünyesine en uygun hale getirebilecektir.

**Anahtar sözcükler:** Başlangıç kalibrasyon periyodu, optimum kalibrasyon periyodu, etken listesi, hassas cihaz.

### 1.GİRİŞ

Kalibrasyon periyodunun tesbiti, kalibrasyon sistemlerinin önemli ancak dinamik yapıya sahip bileşenidir. Periyodun tesbitinde amaç; sistemdeki ölçme cihazlarının, belirlenen güvenilirlik aralığında, istenilen doğrulukta ölçüm yapmalarının güvence altına alınmasıdır, ancak bu amaç gerçekleştirilirken minimum maliyet de amaç fonksiyonun diğer bileşeni olacaktır. ISO 10012 dökümanında da bu konuya dikkat çekilmiş ve kalibrasyon aralığının kısa tutulmasıyla cihazın ve dolayısıyla sistemin güvenilirliğinin artırılacağı ancak öte yandan cihazın kullanım dışı olduğu zamanlarda ait olduğu sistemlerin durdurulması yada yedek bir cihaza ihtiyaç duyulması nedeniyle artı maliyetlerin gelebileceği vurgulanarak sonuçta firmaların bu noktada fedakarlık yapmalarının zaruretinden bahsedilmiştir. Kalibrasyon periyodu, cihazın cinsinden yaşına ve geçmiş performansına, kullanım amacından kullanıcıya ve kullanıldığı yerdeki ortam şartlarına, kalibrasyon maliyetinden zamanında yapmanın doğuracağı maliyetlere değin uzayan bir seri etkene bağlı olarak belirlenir. Bu etkenlerin belirlenmesi ve periyodun tesbitine dahil edilmesi bir kalibrasyon sistemden diğerine değişebilir. Ancak tüm sistemlerin paylaşmak zorunda oldukları bir temel mantık vardır; her sistem, bir cihazı ilk kez kalibrasyona tabi tuttuğunda bu cihaz için bir başlangıç kalibrasyon periyodu belirler ve zaman içerisinde bu periyot tesbitinin performansını değerlendirir ve bu değerlendirmeler ışığında gerekiyorsa lüzumlu değişiklikleri yapar. Uygun bileşenler tanımlandığında kısa sürede optimum kalibrasyon periyotları tesbiti mümkün olabilecektir.

## 2.BAŞLANGIÇ KALİBRASYON PERİYODUNUN (CP<sub>1</sub>) TESBİTİ

Hemen her bir cihaz için üretici tavsiyesi olarak yada teorik hesaplamalar sonucu veya belli bir tecrübe birikimine dayanarak ortaya çıkan, kabul edilebilir, ortalama bir kalibrasyon periyodu (CP<sub>0</sub>) tanımlanmıştır. Bu tür dataları içeren çeşitli bilimsel temelli dökümanlar mevcuttur (Referanslar no:1). Yazı eki olarak verilen Tablo-1'de bu amaca yönelik bir liste verilmiştir. Bu tabloda çeşitli kullanım alanlarına ve bu alanlardaki çeşitli eleman örneklerine ait kabul edilebilir kalibrasyon periyotları, çeşitli referans dökümanlar ve edinilen tecrübelerle dayanarak belirlenmiştir. Ancak, burada belirtilen periyotların referans standartlar ve çalışma standartlarında ziyade, kullanımdaki hassas cihazlar için tesbit edilmiş değerler oldukları göz önünde bulundurulmalıdır. Yoğun kullanımda olmadıkları ve muhafaza şartlarının daha iyi olacağı kabulü ile çalışma standartları ve referans standartların daha uzun periyotlara sahip olabilecekleri düşünülebilecektir.

Bu nokta, ISO 10012 de de isimlendirildiği şekliyle bir tür mühendislik yaklaşımıdır. Üretici tanımları, kullanım şartları ve cihazdan beklenen doğruluk seviyesi ilk akla gelen temel faktörlerdir. Ancak kalibrasyon periyodunu ilk kez seçerken bu seçimi etkileyebilecek bütün etkenlerin tesbit edilmesinde fayda olacaktır. Tablo-2 'de, bir cihazın başlangıç kalibrasyon periyodu belirlenirken göz önünde bulundurulması gerekebilecek etkenlerin başlıcaları listelenmiştir. Her sistemin kendine özgü çalışma ve kullanım şartlarının olabileceği hatırlanarak, bu listede bulunmayan ancak dikkate alınan sistem üzerinde etkisi olan her farklı etken listeye eklenmelidir. Benzer şekilde listede belirtildiği halde mevcut sistem üzerinde kayda değer etkisi olmadığı düşünülen etkenler de listeden çıkarmalı ve liste mevcut sistem için en ideal hale getirmelidir.

Başlangıç kalibrasyon periyodunun (CP<sub>1</sub>) tesbitinde bu iki tablodaki bilgilerden faydalanarak aşağıdaki hesap tablosu oluşturulur;

**Başlangıç Kalibrasyon Periyodu Hesap Tablosu**

| <u>Etken No</u> | <u>Etken Tanımı</u>    | <u>0 Etken değeri</u>  | <u>1 Etken değeri</u>   | <u>2 Etken değeri</u>   | <u>Değerlendirme</u>    |
|-----------------|------------------------|--|---|---|-------------------------|
| 1               | Kullanıcıların bilgisi | Düşük seviyede   | Normal  | Yüksek seviyede   | x <sub>1</sub>          |
| 2               | Ortamin nemi (%)       | 30÷90  | 35÷65   | 45÷55   | x <sub>2</sub>          |
| .....           | .....                  | .....  | .....   | .....   | .....                   |
| I               | Etken i                | Kötü, zararlı, yada olumsuz anlamlar taşıyan ve mevcut periyodun güvenilirliğini azaltan statü | normal, orta, vasat, kabul edilebilir türden anlamlar taşıyan ve mevcut periyodun güvenilirliğini koruyan statü | yararlı, çok iyi yada olumlu anlamlar taşıyan ve mevcut periyodun güvenilirliğini yükselten statü | x <sub>i</sub> {=0;1;2} |
| .....           | .....                  | .....  | .....   | .....   | .....                   |
| n               | Etken n                | .....  | .....   | .....   | x <sub>n</sub>          |
|                 |                        |  |   |   | Σ x <sub>i</sub>        |

$$CP_1 = CP_0 * \sum_{i=1}^{i=n} x_i / n$$

### 3.KALİBRASYON PERİYODUNUN DİNAMİKLİĞİ

Sistemin kendisine ait özelliklerinin dikkate alınması ile başlangıç kalibrasyon periyodu önemli oranda bir doğrulukla tesbit edilebilir. Ancak bu nokta sürekli bir gelişmenin ve iyileşmenin ilk adımı olmalıdır. Sistem, sürekli bir şekilde kendini gözlemlemeli ve ürettiği sonuçları değerlendirebilmelidir. Cihazın yaşlanması nedeniyle hassasiyetini yitirmesinden sistemin yeni amaç fonksiyonu belirlemesine, kullanıcı personelin uzmanlaşmasından yeni ölçüm tekniklerinin gelişmesine değin çeşitli etkenlerdeki değişiklikler ile başlangıçta belirlenen kalibrasyon periyodu zaman içerisinde değişme ihtiyacı hissettirebilir. Bir diğer ifade ile, başlangıç kalibrasyon periyodu belirlenirken göze alınmayan etkenler yada göze alınan etkenlerin önemi/önemsizliği zaman içerisinde daha açık surette belirginleşebilir ve bu durum mevcut periyotların revize edilmesini gerekli kılabilir.

Cihazın kalibrasyon periyodunun değiştirilmesi ile ilgili bir talep de bir döneme ait kalibrasyon performansının değerlendirilmesi ile ortaya çıkabilecektir. Bu durumun gerektirdiği ön şartlar; kalibrasyon çalışmalarının bir plana dayanması ve bu çalışmalarda elde edilen sonuçların kayıt altında tutulması zorunluluğudur. Kalibrasyon planına dahil olan her bir cihaz için yapılan her türlü çalışma ve bilgi, cihaza ait bir tarihçe kartına kaydedilmelidir. Bu kayıtlardaki bilgiler cihazla ilgili mevcut kalibrasyon periyodunun değerlendirilmesinde temel unsurlar olacaktır. Cihazın performansı ve performansın uygun bir zaman aralığındaki meylinden periyot içindeki arıza sayısına, ortam ve kullanım şartlarındaki değişimden kalibrasyon tekniklerindeki gelişmelere, mevcut cihaz sayısına göre kalibrasyon dışı kalan cihaz sayısının büyüklüğünden ara kontrollerin yapılmasına ve sıklığına uzanan bir seri etken mevcut kalibrasyon periyodunun değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulur. Yazı eki olarak verilen Tablo-3 'de bu amaca yönelik etkenlerin başlıcaları listelenmiştir. Her sistem, kendine özgü olupda bu listede bulunmayan ancak sistem üzerinde etkisi olan her farklı etkeni listeye ekleyerek ve gerekli olmadığı düşünülen etkenleri de liste dışında bırakarak, listeyi kendisi için en ideal hale getirmelidir.

İlk kalibrasyon periyodunun tesbitinde tariflenen yaklaşıma benzer şekilde, Tablo-3 'deki bilgilerden faydalanarak aşağıdaki değerlendirme tablosu oluşturulur; bu yaklaşımda ( $CP_0$ ) Tablo-1 'de listelenen kabul edilebilir kalibrasyon periyot değerini ve ( $CP_k$ ) k'ncı değerlendirme sonunda elde edilecek ve uygun bulunduğu uygulanacak kalibrasyon periyodunu göstermektedir.

**Mevcut Kalibrasyon Periyodu Değerlendirme Tablosu**

| <u>Etken No</u> | <u>Etken Tanımı</u>   | <u>0 Etken değeri</u>                                      | <u>1 Etken değeri</u>   | <u>2 Etken değeri</u>   | <u>Değerlendirme</u>    |
|-----------------|---|--|---|---|-------------------------|
| 1               | Maksimum hatanın izin verilem maksimum ölçüm hatasına yakınlığı (%) | >65  | 25÷65   | <25   | x <sub>1</sub>          |
| 2               | Ara kontrol/ doğrulama sıklığı                                      | <2   | 2÷4   | >4  | x <sub>2</sub>          |
| .....           | .....   | .....  | .....   | .....   | .....                   |
| i               | Etken i   | periyot içinde hatalı ölçüm alma olasılığını artıran statü | periyot içinde ölçümlerin toleranslar dahilinde kalmasını destekleyen statü | periyot içinde toleranslar dahilindeki doğrulukta sonuçların alınması olasılığını yükselten statü | x <sub>i</sub> {=0;1;2} |
| .....           | .....   | .....  | .....   | .....   | .....                   |
| n               | Etken n   | .....  | .....   | .....   | x <sub>n</sub>          |
|                 |   |  |   |   | Σ x <sub>i</sub>        |

$$CP_k = CP_0 * \sum_{i=1}^{I=n} x_i / n$$

**4.SONUÇ**

Kalibrasyon periyotlarının belirlenmesi, her kalibrasyon sistemi için kritik bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Sağlıklı bir periyot seçimi yapıldığında sistemin güvenilirliği ile her ticari firma için belirleyici unsur olan maliyet arasında optimum denge sağlanabilmiş olacaktır. Önceki bölümlerde tanımlanan yöntemler, her kalibrasyon sistemin kendisi için en uygun etken listelerini tanımlamasıyla, uygun sonuçlar üretebilecektir. Bu yöntemlerin kullanımı ile ilgili aşağıda belirtilen iki unsur, takip kolaylığı ve yüksek güvenilirlik açısından önerilmektedir;

1-Formüllerin uygulanması ile elde edilen ay bazındaki sonuçlar yılın alt çeyrek dilimleri olarak (3,6,9,12,15,18 gibi) karara bağlanmalıdır, örneğin CP<sub>3</sub> = 10.25 ay olarak elde edilen bir sonuç, üçüncü kez belirlenen kalibrasyon periyodunun 9 ay olması şeklindeki bir karara neden olmalıdır. Böylelikle hem kalibrasyon sisteminde bir takip kolaylığı tesis edilmiş olacak ve hem de sistemin güvenilirliği yükselecektir.

2-Cihazı ve varsa ölçme ile ilgili ayarlarını etkileyecek şartlar oluştuğunda, daha önce tesbit edilen periyoda bakılmaksızın kalibrasyon tekrarlanmalıdır ve cihazın bir sonraki kalibrasyon periyodu, varsa, ait olduğu grubun ortak tarihi olmalıdır. Böylelikle yine hem takip kolaylığı ve hem de yüksek güvenilirlik sağlanmış olacaktır.

uğun aşağıda belirtilen iki unsur takip kolaylığı ve yüksek güvenilirlik açısından önerilmektedir;

1-Formüllerin uygulanması ile elde edilen ay bazındaki sonuçlar yılın alt çeyrek dilimleri olarak (3,6,9,12,15,18 gibi) karara bağlanmalıdır, örneğin CP<sub>3</sub> = 10.25 ay olarak elde edilen

**REFERANSLAR:**

- 1-Hassas Ölçme Cihazları Kalibrasyon Kılavuzu - UME / 1987
- 2-YA/EM'96 Bildiriler Kitabı - İTÜ / 1996
- 3-Metrolojide Kullanılan Temel ve Genel Terimler Sözlüğü - UME / 1994
- 4-Ölçüm Belirsizliği - UME / 1995
- 5-Ölçme ve Kalibrasyon Seminer Notları - TMMOB / 1994
- 6-Metroloji ve Kalibrasyon Eğitim Notları - KALDER / 1996
- 7-1. Ölçümbilim Kongresi-Bildiriler - MMO / 1995
- 8-ISO 10012-1:1992(E)-Quality assurance requirements for measuring equipment

Tablo-3 MEVCUT KALİBRASYON PERİYODUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDEKİ ETKENLER

|    | ETKEN TANIMI  | PERİYODUN GÜVENİLİRLİĞİNİ AZALTAN STATÜ  | NORMAL STATÜ                    | PERİYODUN GÜVENİLİRLİĞİNİ ARTIRAN STATÜ |
|----|---|--|---------------------------------|---|
| 1  | CİHAZIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ  | HASSAS, AŞINABİLİR, YUMUŞAK MALZEME GİBİ | NORMAL                          | SAĞLAM, DAYANIKLI, SERT MALZEME GİBİ    |
| 2  | CİHAZIN KULLANILDIĞI NOKTANIN PROSESTEKİ ÖNEMİ  | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | DÜŞÜK SEVİYEDE                          |
| 3  | CİHAZIN ÜRÜN TOLERANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ  | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | DÜŞÜK SEVİYEDE                          |
| 4  | HATALI ÖLÇÜM ALMANIN MALİYETİ   | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | DÜŞÜK SEVİYEDE                          |
| 5  | CİHAZDAN BEKLENEN DOĞRULUK  | >İZİN VERİLEN MAX. ÖLÇÜM HATASI          | =İZİN VERİLEN MAX. ÖLÇÜM HATASI | < İZİN VERİLEN MAX. ÖLÇÜM HATASI        |
| 6  | CİHAZIN KULLANIM ŞEKLİ  | MOBİL                                    | -                               | SABİT                                   |
| 7  | CİHAZIN KULLANIM SIKLIĞI  | YÜKSEK                                   | NORMAL                          | ÇOK DÜŞÜK                               |
| 8  | KULLANICI SAYISI  | >3                                       | 2-3                             | 1                                       |
| 9  | KULLANICILARIN BİLGİSİ  | DÜŞÜK SEVİYEDE                           | NORMAL                          | YÜKSEK SEVİYEDE                         |
| 10 | CİHAZ KULLANIMININ ÖNCEDEN BELİRLENEN ŞARTLARA UYGUNLUĞU  | DÜŞÜK SEVİYEDE                           | NORMAL                          | YÜKSEK SEVİYEDE                         |
| 11 | ARA KONTROL/DOĞRULAMA SIKLIĞI   | <2                                       | 2-4                             | >4                                      |
| 12 | CİHAZIN YAŞININ ÖNERİLEN/TEORİK KULLANIM SÜRESİNE ORANI   | <0.6                                     | 0.6- 0.8                        | >0.8                                    |
| 13 | ÖNCEKİ KALİBRASYON DEĞERLERİ İLE TESBİT EDİLEN ÖLÇÜM STABİLİTESİ (%)  | <75                                      | 75-90                           | >90                                     |
| 14 | MAKSİMUM HATANIN İZİN VERİLEN MAKSİMUM ÖLÇÜM HATASINSA YAKINLIĞI (%)  | >65                                      | 25-65                           | <25                                     |
| 15 | BİLİNMEYEN ÖLÇÜM HATALARININ DOĞURACAĞI SONUÇLAR  | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | DÜŞÜK SEVİYEDE                          |
| 16 | KULLANIM ŞARTLARI   | ŞANTIYE                                  | ATELYE                          | LABORATUVAR                             |
| 17 | ORTAMIN NEMİ (%)  | 30-90                                    | 35-65                           | 45-55                                   |
| 18 | ORTAM SICAKLIĞI (°C)  | 10-40                                    | 18-28                           | 20-25                                   |
| 19 | ORTAMDA MAGNETİSMA  | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | MEVCUT DEĞİL                            |
| 20 | ORTAMDA TİTREŞİM  | YÜKSEK SEVİYEDE                          | NORMAL                          | MEVCUT DEĞİL                            |
| 21 | ORTAMDA TOZ VE KİRLİLİK   | MEVCUT                                   | KABUL EDİLEBİLİR SEVİYEDE       | ÇOK DÜŞÜK SEVİYEDE                      |
| 22 | (BİR CİHAZ GRUBU İÇİN PERİYOT BELİRLERKEN) ÖNCEKİ KALİBRASYONLARDA TESBİT EDİLEN HATALI CİHAZ SAYISININ ORANI (%) | >5                                       | 3-5                             | <3                                      |
| 23 | KULLANIM DIŞI BIRAKILAN CİHAZ SAYISI ORANI (%)  | >4                                       | 2-4                             | <2                                      |

NOT:

- 1- PERİYODU BELİRLENEN SİSTEME ETKİSİ OLAN ANCAK LİSTEDE BULUNMAYAN FAKTÖRLER LİSTEYE İLAVE EDİLEBİLİR.
- 2- PERİYODU BELİRLENEN SİSTEME ETKİSİ OLMAYAN FAKTÖRLER LİSTEDEN ÇIKARILABİLİR.
- 3- HERHANGİ BİR FAKTÖRDE STATÜ BELİRLENİRKEN İKİ STATÜ ARASINDA KARAR VERİLEMEDİĞİNDE DÜŞÜK GÜVENİLİRLİK SEÇİLİR.