

GAZ SAYACI ÖLÇÜMLERİNDE HATA VE BELİRSİZLİK UYGUNLUĞU DEĞERLENDİRMESİ

Hakan KAYKISIZLI * 

Alınma: 14.07.2021; düzeltme: 09.03.2022; kabul: 10.03.2022

Öz: Akredite laboratuvarların yaygınlaşmaya başlaması sonrasında gaz debi ölçümü alanında kalibrasyon yöntemleri, referans sistemler, ölçümler ve izlenebilirlik gibi konularında ortaya çıkan sorular ve çözüm beklentileri artmaktadır. Bu alanlardaki kalibrasyonların uluslararası düzeyde kabul gören yöntemler ve standartlar doğrultusunda yapılması, gerçekleştirilen karşılaştırmaların sonuçlarının yorumlanması, akreditasyon uygulamalarının etkinliğinin doğru değerlendirilmesi ve hata ve belirsizlik hesaplamaları oldukça önemlidir. Gaz sayacı üretimi ve gaz dağıtım şirketleri kendi bünyelerinde kurdukları akredite laboratuvarlarda gaz sayacı kalibrasyonları, ayar istasyonları ve doğrulama ünitelerinin izlenebilirliğini sağlama çalışmaları yapmaktadır. Referans cihazların kalibrasyonu, izlenebilirliği ve belirsizlik hesaplamaları konularında kalibrasyon firmalarından gelen soruların uluslar arası standartlar ve uygulamalar da yer alan cevapları TÜBİTAK UME Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarında ki tecrübeler dahilinde bu makalede paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Gaz sayacı, Ölçüm, Kalibrasyon, Hata, Belirsizlik

Conformity Assessment of Error and Uncertainty in Gas Flowmeter Measurements

Abstract: The demand for solution to problems related with the calibration methods, reference systems, measurements and traceability issues in gas flow measurement area increased after the accredited laboratories becoming widespread in country. It is important to realize the calibrations according to methods described by international standards, to comment on intercomparison results, to evaluate the effectiveness of accreditation requirements and to calculate measurement error and uncertainty. Most of the gas meter manufacturers and gas distribution companies have their own adjustment and calibration laboratories for measurement and traceability purposes. The calibration of reference devices, traceability and uncertainty considerations are discussed in this paper with the answers in international standards and laboratory experience at TÜBİTAK UME.

Keywords: Gas meter, Measurement, Calibration, Error, Uncertainty

1. GİRİŞ

Kalibrasyon ve deney laboratuvarlarında gerçekleştirilen gaz debi ölçümleri ISO, OIML gibi belirli uluslararası standartlara ve bu standartlarla uyumlu ulusal standartlara göre bazen de PTB, NIST ve UME gibi izlenebilirlik zincirinin tepe noktasında ki laboratuvarların prosedürlerine uygun olarak yapılmaktadır. Evsel, ticari ve endüstriyel amaçlı gaz sayaçlarının ve bu sayaçlarla birlikte kullanılacak hacim düzeltme cihazlarının Avrupa Birliği ölçüm cihazları hakkındaki yönetmelik ile uygunluk değerlendirmelerine konu olan tanımlamaları ve

* TÜBİTAK UME Barış Mahallesi Dr.Zeki Acar Caddesi No:1 Gebze/KOCAELİ
İletişim Yazarı: Hakan Kaykısızlı (hakan.kaykiszli@tubitak.gov.tr)

hata limitleri ile ilgili ana gereksinimleri belirlenmiştir. Bu yönetmelik esas alınarak üretilen ve ölçüme konu olan gaz sayaçları; evlerde kullanılan diyafram tip ve enerji endüstrisinin de sıklıkla kullanılan türbinmetre ve rotarymetrelerdir. Gaz sayacı üreticilerinin kalibrasyon hatlarında referans olarak kullandıkları sonik nozullar da ana ilgi alanı içerisinde kalan diğer bir ölçüm yöntemidir.

Gerçekleştirilecek ölçümler için referans cihaz veya test masası hata ve belirsizlik değerleri ve test edilecek sayaçların izin verilen hata limitleri uygunluk değerlendirmesi yapılması gereken durumlar için standartlarla belirlenmiştir. Bu değerlendirmenin doğru yapılabilmesi için de bilimsel ve yasal metroloji kuruluşları tarafından karar verebilme yöntemleri rehber dokümanlarla ortaya konulmuştur.

2. SAYAÇ HATA LİMİTLERİ

2.1. Gaz Sayaçları Hata Limitleri

Gaz sayacı testleri ve kalibrasyonları için standartlarla belirlenmiş ölçüm gereksinimlerinin bilinmesi gerekir. Kalibrasyon işlemi UME laboratuvarında sayaç minimum ve maksimum debileri de dahil olmak üzere 7 noktada ve her bir nokta 6 ölçüm tekrarı şeklinde yapılmaktadır. Kalibrasyonlarda tek bir ölçüm için tavsiye edilen hacim sayma ölçüm süresi 3-5 dakika aralığıdır.

Gaz sayaçları için Tablo 1, evsel tip sayaçlar için Tablo 2, türbinmetreler için Tablo 3 ve rotarymetreler için Tablo 4 ile ilgili standartlarda belirtilen izin verilebilir maksimum hata limitleri (MPE) sayaç kalibrasyon noktaları;

Q_{min} , $3Q_{min}$, $0,1Q_{mak}$, $0,2Q_{mak}$, $0,4Q$, $0,7Q$ ve Q_{mak} debileri olmak üzere özetlenmiştir.

Tablo 1. Gaz sayaçları (Directive 2014/32/EU, 2014)

Debi aralığı	Sınıf -1,5 için: MPE (%)	Sınıf -1 için: MPE (%)
$Q_{min} \leq Q < Q_t$	± 3	± 2
$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,5$	± 1

Tablo 2. Evsel tip sayaçlar (EN 1359/A1, 2006)

Debi aralığı	Yeni sayaçlar: MPE (%)	Kullanımdaki sayaçlar: MPE (%)
$Q_{min} \leq Q < 0,1Q_{mak}$	± 3	± 6
$0,1Q_{mak} \leq Q \leq Q_{max}$	$\pm 1,5$	± 3

Tablo 3. Türbinmetreler (BS EN 12261, 2018)

Debi aralığı	MPE (%)	Q_{min} / Q_{mak}	Q_t
$Q_{min} \leq Q < Q_t$	± 2	1 :20	$0,20 Q_{mak}$
$Q_t \leq Q \leq Q_{max}$	± 1	1:30	$0,15 Q_{mak}$
		$\geq 1:50$	$0,10 Q_{mak}$

Tablo 4. Rotarymetreler (BS EN 12480, 2018)

Debi aralığı	MPE (%)	Q_{\max} / Q_{\min}	Q_t
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	± 2	$20 \leq Q_{\max} / Q_{\min} \leq 30$	$0,20 Q_{\max}$
$Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	± 1	$Q_{\max} / Q_{\min} > 30$	$\leq 0,10 Q_{\max}$

Sayaç kalibrasyon noktaları; Q_{\min} , $0,05Q_{\max}$, $0,1Q_{\max}$, $0,2Q_{\max}$, $0,4Q$, $0,7Q$ ve Q_{\max} olmak üzere gaz sayaçları hata limitleri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Gaz sayaçları (OIML R137 1&2, 2012)

Debi aralığı	Tip onayı ve ilk verifikasyon MPE(%)			Kullanımdaki sayaçlar MPE (%)		
	Sınıf 0,5	Sınıf 1,0	Sınıf 1,5	Sınıf 0,5	Sınıf 1,0	Sınıf 1,5
$Q_{\min} \leq Q < Q_t$	± 1	± 2	± 3	± 2	± 4	± 6
$0,1Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	± 1	± 2	± 3

2.1. Ağırlıklı Hata Ortalaması

Sayaç için tek bir hata değeri tanımlanacaksa, WME yani ağırlıklı hata ortalaması hesabı yapılacak sayaçlar için hesaplama yöntemi (1) numaralı eşitliğe göre yapılır.

WME hesaplaması yapılacak sayaçlar için hata limitleri ise Tablo 6’da gösterilmiştir.

$$WME = \frac{\sum_{i=1}^n k_i E_i}{\sum_{i=1}^n k_i} \quad (1)$$

$Q_i \leq 0,7 Q_{\max}$ için;

$$k_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \quad (2)$$

$0,7Q_{\max} < Q_i \leq Q_{\max}$ için ;

$$k_i = 1,4 - \frac{Q_i}{Q_{\max}} \quad (3)$$

Tablo 6. Gaz sayaçları ağırlıklı hata ortalamaları

Debi aralığı	Tip onayı ve ilk verifikasyon MPE (%)			Kullanımdaki sayaçlar MPE (%)		
	Sınıf 0,5	Sınıf 1,0	Sınıf 1,5	Sınıf 0,5	Sınıf 1,0	Sınıf 1,5
WME	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	----	----	----

2.2. Elektronik Hacim Düzeltici Hata Limitleri

Gaz sayaçları içerisinde geçen gazın hacmini yani mevcut sıcaklık ve basınçtaki hacim değerlerini ölçer. Basınç ve sıcaklık değişikliği, önemli ölçüde hacim değişikliği doğurur. Bu nedenle gaz hacmi, ancak standart basınç ve sıcaklık şartlarına dönüştürülmekle mukayese edilebilir. Standart hacimle kastedilen standart basınç ve sıcaklıkta olduğu kabul edilen hesaplanmış değerdir. Bu hesaplama “hacim düzeltimi” ve bu hesaplamayı yapan cihaz ise “korrektör ya da hacim düzeltici” olarak adlandırılır. Gaz sayaçları ile birlikte kullanılan elektronik hacim düzeltici cihazların (VCD) genel olarak TZ, PZ ve PTZ olarak üç farklı çeşidi vardır;

TZ: Sadece sıcaklık harici transmitterden alınır, düzeltme faktörü hesaplanır.
PZ: Sadece basınç harici transmitterden alınır, sıkıştırılabilirlik faktörü Z hesaplanır.
PTZ: Basınç ve sıcaklık harici transmitterlerden alınır, sıkıştırılabilirlik faktörü Z hesaplanır.

Harici transdüser kullanmayan Tip 1 ve kullananlar Tip 2 olarak iki grupta toplanır ve bu cihazların gaz hacmini basınç, sıcaklık ve sıkıştırılabilirlik faktörleri için standardında izin verilen hata değerleri (BS EN 12405, 2010) Tablo 7 ve Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Tip 1 VCD MPE (%) değerleri

	Referans şartlarda	Operasyon şartlarında
PT veya PTZ	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
TZ	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$

Tablo 8. Tip 2 VCD MPE (%) değerleri

	Referans şartlarda	Operasyon şartlarında
PT veya PTZ	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
Hesaplayıcı	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
Sıcaklık	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$
Basınç	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$
Sadece Sıcaklık T	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$

3. BELİRSİZLİK LİMİTLERİ

Birinci bölümde değinilen gaz sayaçlarının hata değerleri üretici veya kalibrasyon laboratuvarı cihazları ile ölçülmektedir ve bu ölçümlere ait belirsizlik (GUM, 1995) değerlerinin de izin verilebilir limitleri vardır. Bu nedenle bir ölçüm için beyan edilecek toplam belirsizlik değerinin (EA-4/02, 2021) limitler içerisinde kalması için laboratuvara ait referansların belirsizlik değerlerinin mümkün olduğunca düşük olması önemlidir. Gaz sayaçları için belirsizlik

hesaplamalarının nasıl yapılacağına ayrıntılı tarifi ve örnekleri (ISO 5168, 2005) ayrı bir standart olarak yer almaktadır.

3.1. 2014/32/EU Belirsizlik Limitleri

2014/32/EU ölçüm cihazları yönetmeliğinde referans sistem ya da referans cihaz belirsizliği için en iyi ölçüm belirsizliği ve izin verilen maksimum hata değerinin toplamının tek bir noktada tekrarlanan sayaç ölçümü hata ortalamasından küçük olması hedeflenmiştir;

tavsiye edilen referans cihaz belirsizlik değeri kriteri;

$$\mathbf{BMC} < \frac{1}{3} \mathbf{MPE} \quad (4)$$

Eğer uygunluk değerlendirmesi modül B veya modül H1'e göre yapılıyorsa;

$$\mathbf{BMC} < \frac{1}{5} \mathbf{MPE} \quad (5)$$

Eğer uygunluk değerlendirmesi modül D ve modül F'ye göre yapılıyorsa;

$$\mathbf{BMC} < \frac{1}{3} \mathbf{MPE} \quad (6)$$

ve eğer $E < MPE$ ise şartlar sağlanmış sayılmaktadır.

Minimum test süresi ve puls sayısı üreticiye bırakılmıştır. Sayaç hatasının eksi ve artı değerler içermesine dikkat edilmelidir. Eğer Q_t sonrasında ki hataların tümü artı veya tümü eksi ise limitler Tablo 9'da verilen değerleri aşmamalıdır.

Tablo 9. Aynı yönlü hata limitleri

	Sınıf 0,5	Sınıf 1,0	Sınıf 1,5
$Q > Q_t$	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,3$

3.2. OIML R137 1&2 Belirsizlik Limitleri

OIML R137 1&2 standardında tip onayı ve verifikasyon belirsizlik değerleri ile ilgili sınırlamalar şu şekildedir;

Tekrarlanabilirlik ve tekrar edilebilirlik;

$$\leq \frac{1}{3} \mathbf{MPE} \quad (7)$$

Tip onayı için;

$$\mathbf{U} \leq \frac{1}{5} \mathbf{MPE} \quad (8)$$

Verifikasyon için ;

$$\mathbf{U} \leq \frac{1}{3} \mathbf{MPE} \quad (9)$$

Eğer tip onayı ve verifikasyon için belirtilen değerler sağlanamıyorsa $U < MPE$ olmak üzere;

Tip onayı için ölçüm hatası;

$$\mp \frac{6}{5} \mathbf{MPE} - \mathbf{U} \quad (10)$$

Verifikasyon için ölçüm hatası;

$$\mp \frac{4}{3} \text{MPE} - U \quad (11)$$

3.3. Karşılaştırma Kuralları

Uygunluk değerlendirmesi konusundan farklı olarak hata ve belirsizlik ilişkisi laboratuvarlar arası karşılaştırma kurallarında da belirli bir çerçeveye oturtulmuştur. Test edilen sayaç hatası ve referans değer arasında uygunluk değerlendirmesi yapabilmek için önce laboratuvar ve referans değer arasında ki fark di hesaplanır;

$$d_i = x_i - x_{\text{ref}} \quad (12)$$

Referans değer, her bir debi değeri için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Bu değer belirlenmesi aşağıdaki metoda göre yapılmaktadır (Cox, 2002).

Her bir laboratuvara ait eşdeğer belirsizlik aşağıdaki şekilde hesap edilir;

$$U_{di} = 2 \cdot \sqrt{u_{xi}^2 - u_{xref}^2} \quad (13)$$

(12) ve (13) ile hesaplanan değerler kullanılarak eşdeğerlilik faktörü E_n hesap edilir.

$$E_n = \frac{d_i}{U_{(di)}} \quad (14)$$

Katılımcı laboratuvarın beyan ettikleri ölçüm belirsizlikleri ile referans değer belirsizliği dikkate alınarak her bir laboratuvarın E_n değeri şu şekilde hesaplanmış olur (Cox, 2007).

$$E_n = \frac{X_{\text{lab}} - X_{\text{ref}}}{2 \sqrt{U_{\text{lab}}^2 - U_{\text{ref}}^2}} \quad (15)$$

X_{ref} : Referans hata değeri(%)

X_{lab} : Laboratuvarın hata değeri (%)

U_{lab} : Laboratuvarın hesapladığı kalibrasyon belirsizliği (k=1 için)

U_{ref} : Referans değer belirsizliği (k=1 için)

Hesaplanan E_n değerlerine göre uygunluk değerlendirmesi şu şekilde yapılır;

$E_n \leq 1$ ise karşılaştırmaya giren laboratuvar geçer

$E_n > 1$ ise kalır.

4. KARAR KURALININ UYGULANMASI

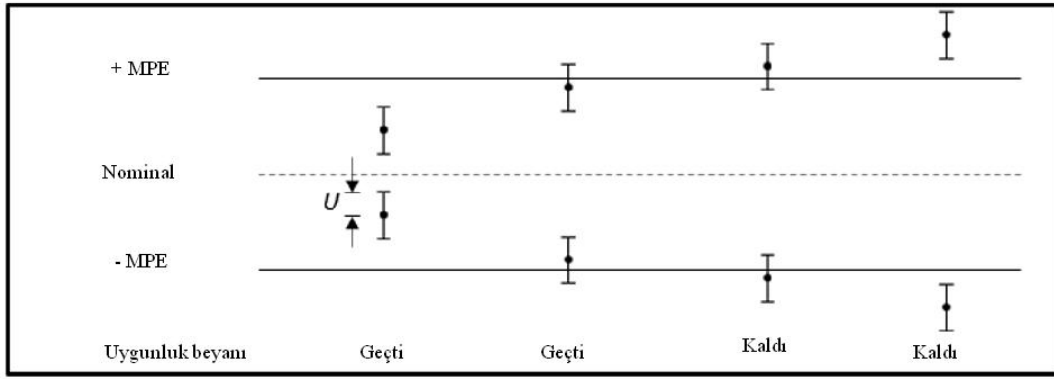
Bir ölçüm cihazının belirlenen hata limitleri dahilinde performans göstermesi önceden sadece MPE değerlerine uygunluğu bakımından değerlendirilirken son yıllarda yapılacak ölçümlerde belirsizlik değerlerinin de belirleyici olduğu aşamaya geçilmiştir. Önceden sadece yasal metrolojinin ilgi alanı iken laboratuvar akreditasyonu (ISO/IEC 17025, 2017) kapsamında yapılan ölçümlere ait kalibrasyon sertifikalarında karar kuralının da yer alması değişikliği ile birlikte bilimsel metrolojinin de konusu haline gelmiştir.

Gaz sayacı kalibrasyonlarında da her ölçüm noktasına ait tekrarlanan ölçümler için bir belirsizlik hesabı yapılması esastır. Sınırları MPE ile çizilmiş bir geçti/kaldı şeklinde ki basit karar kuralı, belirsizlik bandının MPE'yi aştığı durumlar için ILAC, BIPM, OIML ve Welmeç gibi metroloji organizasyonları tarafından istatistiksel risk hesaplamaları temelinde düzenlenmiş ve yayınlanmıştır.

4.1. ILAC Karar Kuralı

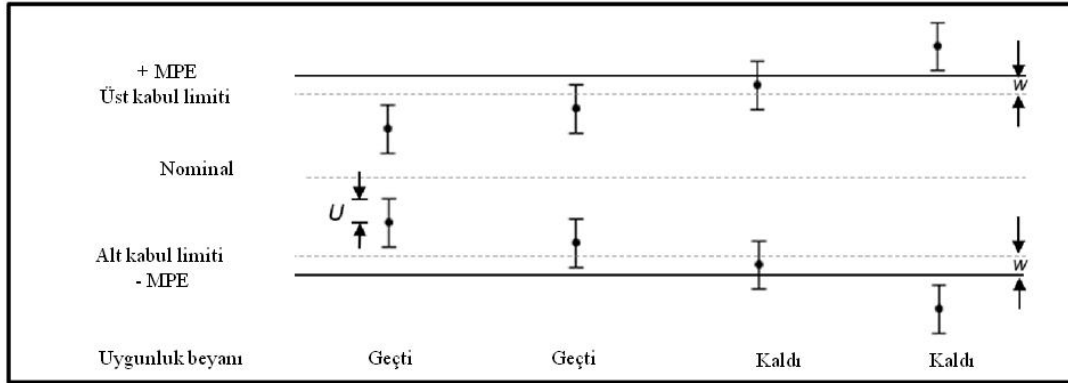
ILAC rehberinde karar kuralı uygulamaları üç gruba ayrılmıştır (ILAC G8:09, 2019);

Basit karar kuralı; MPE değerlerinin aşılması durumunda kaldı kararı uygulanır.



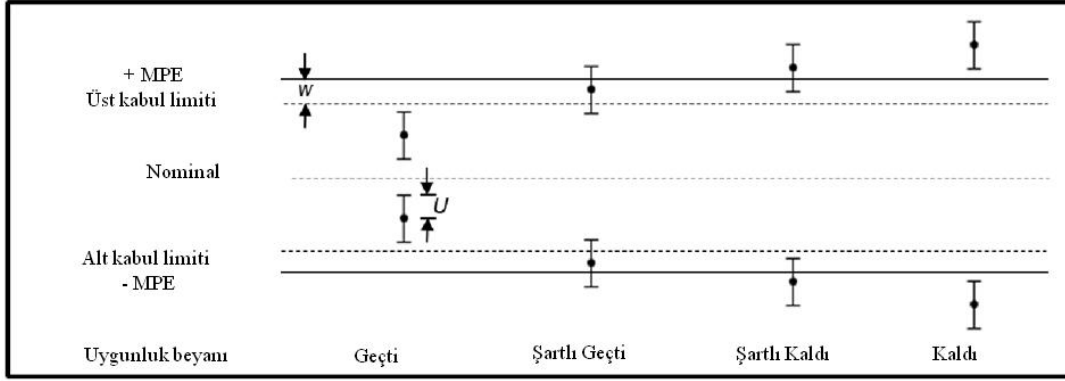
Şekil 1:
Basit karar kuralı

Koruma bantlı ikili beyan; MPE aşılmasa bile belirsizlik değerine bağlı olarak belirlenen koruma bandı aşılma durumuna kaldı kuralı uygulanır.



Şekil 2:
Koruma bantlı ikili beyan

Koruma bantlı ikili olmayan beyan; MPE ve koruma bandı aşılma durumuna şartlı kaldı, MPE aşılmaz ancak koruma bandı aşılsa şartlı geçti kuralı, her ikisinin de aşıldığı durumda kaldı kuralı uygulanır.



Şekil 3:
Koruma bantlı ikili olmayan beyan

Risk hesaplaması esasına dayalı olarak bir karar verme kuralı uygulanacaksa Tablo 10 ile özetlenen PFA-yanlış kabul olasılığı (ISO 14253-1, 2017) ve PFR-yanlış ret olasılığı farklı kabul yöntemleri değerlendirilerek yapılır.

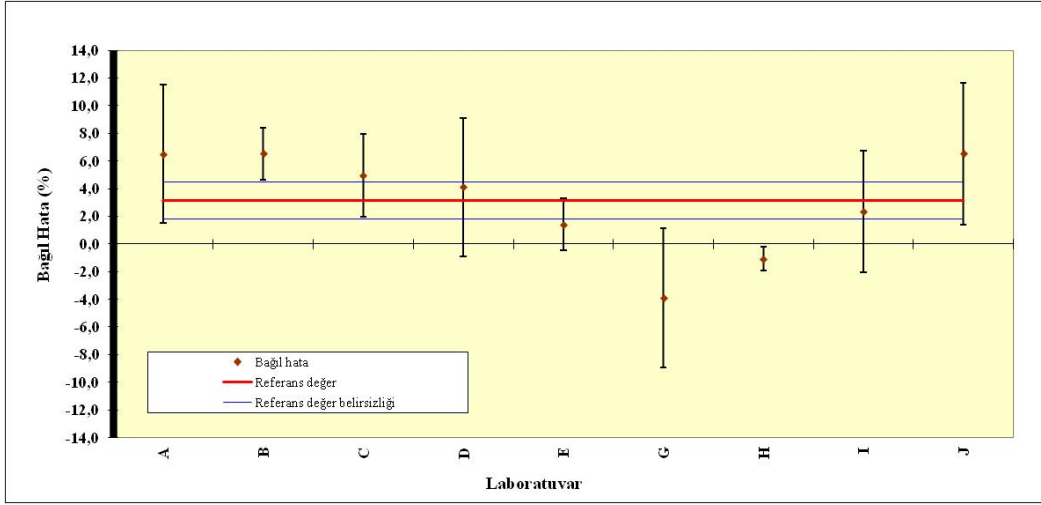
Tablo 10. PFA ve PFR değerlendirme tablosu

Karar kuralı	Koruma bandı w	Risk
6 sigma	$3 U$	$< 1 \text{ ppm PFA}$
3 sigma	$1,5 U$	$< \%0,16 \text{ PFA}$
ILAC G8:09	$1 U$	$< \%2,5 \text{ PFA}$
ISO 14253-1	$0,83 U$	$< \%5 \text{ PFA}$
Basit kabul	0	$< \%50 \text{ PFA}$
Kritik değil	$-U$	$AL = MPE + U$ 'dan büyük ölçülen değer nedeniyle red $< \%2,5 \text{ PFR}$

4.2. Karşılaştırma Karar Kuralı Uygulaması

ILAC G8:09 rehberinde belirtilen üç karar kuralı durumu dışında gaz sayaçları alanında sonuçların E_n değerine göre değerlendirilmesi uluslararası karşılaştırmalarda Şekil 4'de bir örnek ile gösterilmiştir. Karşılaştırma ölçümlerinde geçti/kaldı kuralının uygulanmasında ortaya çıkabilecek farklı olasılıkların nasıl değerlendirildiğinin açıkça görüldüğü bu örnekte A, B, C, D, E, I ve J laboratuvarları geçti, G ve H laboratuvarları kaldı olarak değerlendirilmiştir.

Karar verme aşamasında risk hesabı yapabilmek için ölçüm kabiliyeti indeksi ve Z-skoru olmak üzere iki farklı istatistiksel yöntem (BIPM JCGM.106, 2012) kullanılabilir.



Şekil 4:
Laboratuvarlar arası karşılaştırmalarda hata ve belirsizlik değerlendirilmesi

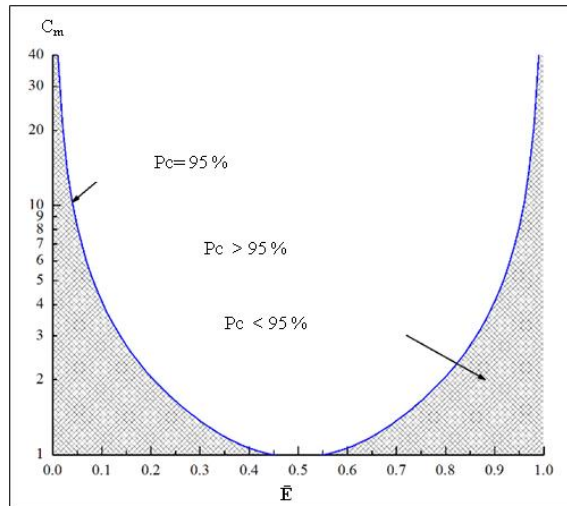
4.2.1. Ölçüm kabiliyeti indeksi C_m

Belirsizliği U olan ölçüm hata değerinin (E) izin verilen hata limitlerine uygunluk olasılığının (p_c) değerlendirilmesi için kullanılır. Hesaplama ve sonuç değerlendirme örnekleri BIPM JCGM.106 dokümanında ayrıntılı olarak verilmiştir.

$$C_m = \frac{MPE}{U_{k=2}} \quad (16)$$

C_m hesaplanması için boyutsuz \bar{E} değeri şu şekilde hesaplanır;

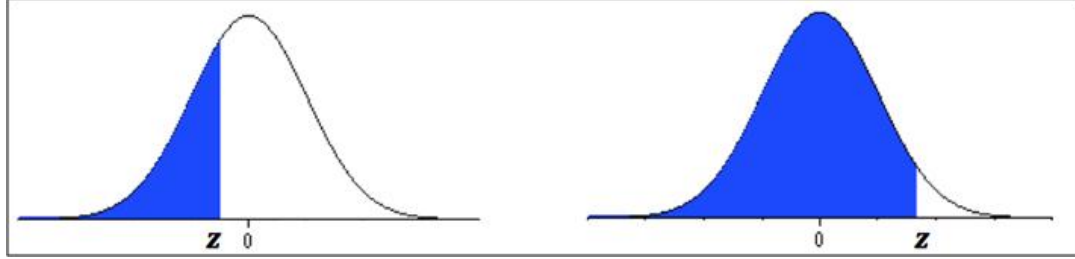
$$\bar{E} = \frac{(E + MPE)}{2 MPE} \quad (17)$$



Şekil 5:
Ölçüm kabiliyeti indeksi C_m

4.2.2. Z skoru

Z-skoru tablosu diğer adıyla standart dağılım tablosu sayesinde belirli bir z değerinin altında kalan alan bulunabilir. Z skoru tablosundan okunacak değerle ölçüm hatasının hangi olasılıkla uygunluk bölgesine kaldığı hakkında istatistiksel bilgi elde edilir.



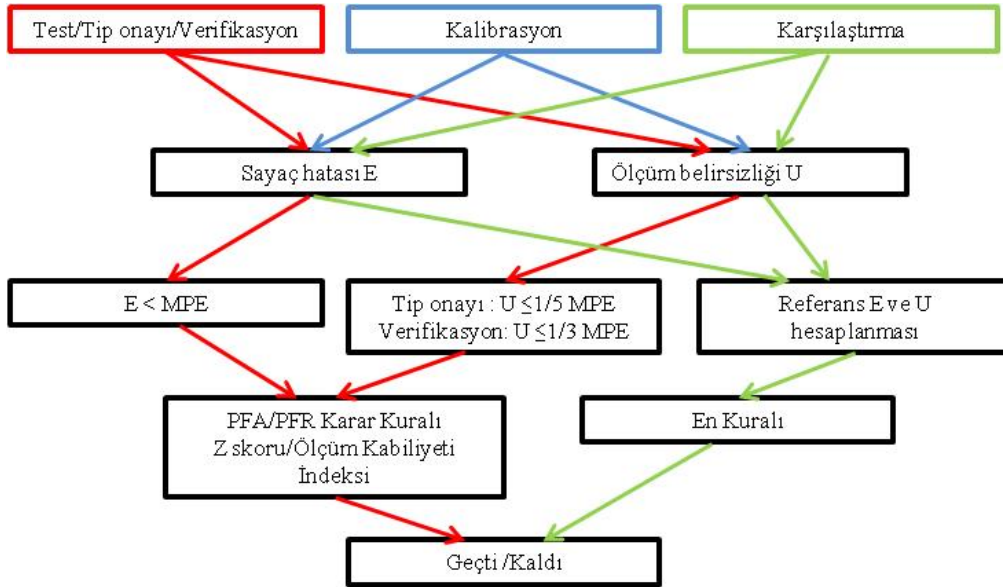
Şekil 6:
Hata uygunluk olasılığının Z skoruna göre değerlendirilmesi

Karar verme kuralı için Z skoru tablosu kullanılacaksa bunun için tanımlanmış olan α değeri (OIML G19, 2017) şu şekilde hesaplanır;

$$\alpha = \frac{(MPE - \bar{E})}{U} \quad (18)$$

4.3. Karar Kuralı Değerlendirme Yöntemleri

Üç farklı durum için ölçüm sonucuna bağlı olarak izlenecek yol için oluşturulan akış şeması Şekil 7’de verilmiştir. Mavi renkle gösterilen “kalibrasyon” akışı, sayaç hatası ve ölçüm belirsizliğinin tespiti ile bir karar aşaması olmadan sertifikalandırma işlemi ile sonlandırılır. Kırmızı ile gösterilen “test/tip onayı/verifikasyon” ve yeşil renk ile izlenen “karşılaştırma” süreçleri ise karar kuralı uygulanmasını gerektirir.



Şekil 7:
Uygunluk değerlendirme süreçleri akış şeması

5. KALİBRASYON PERİYODU

Bir ölçme cihazının kalibrasyon periyodunun belirlemek ile ilgili genel bilgiler akreditasyon süreçleri (ILAC G24, 2007) için hazırlanan rehber dokümanlarda yer almaktadır. Gaz sayaçları için ilk verifikasyon süresi 10 yıl olmakla birlikte kullanım şartlarına bağlı olarak rutin kalibrasyon periyodunun 2 yılı geçmemesi tavsiye edilmektedir.

Gaz sayacı kalibrasyonlarında referans olarak kullanılan sonik lülelerin kalibrasyon periyodu ile ilgili bir standart olmamakla birlikte üretici firmalar beyanlarında 2-10 yıl arasında değişen kalibrasyon periyotları önermektedir. Almanya Ulusal Metroloji Enstitüsü test prosedüründe (PTB Testing Instructions Volume 25, 2003) nozullar (ISO 9300, 2005) için 2-35 m³/h aralığında olanlar 10 yıl, daha küçük debili nozullar ve diğer standartlara göre imal edilmiş nozullar için ise 5 yıl olarak kalibrasyon geçerlilik süresi bildirilmiştir.

Elektronik hacim düzeltici (VCD) cihazları Avrupa Birliği ölçüm cihazları yönetmeliğinde yer alan, yasal metroloji sınıfına giren bir ölçüm (dönüşüm) cihazıdır. Bu yönetmelikte korrektörlerin müsaade edilebilir hata sınırları belirlenmiştir. Elektronik hacim düzeltici cihazların kalibrasyon yöntemleri ve gaz sayaçları hata hesaplamalarına dahil edilme şekli (Cimerman ve diğ., 2016) belirli bir basınç üzerinde doğalgaz ölçümüne konu olan tüm gaz sayaçları için önemlidir. Yürürlükteki mevzuata göre 300 mbar üzerindeki basınçlarda VCD cihazların kullanılması kanuni zorunluluktur. Gaz De France tarafından VCD cihazları, yılda en az bir kere periyodik kontrole tabi tutulmaktadır. Bunun yanında, genel teknik bir yaklaşım olarak basınç ve sıcaklık sensörleri için asgari 1 yıl periyodu, bütün sektörlerde tavsiye edilmekte ve uygulanmaktadır.

6. SONUÇ

Gaz sayaçlarının test, verifikasyon ve tip onayı işlemlerinde ki performans testleri için izin verilen hata limitleri uluslararası standartlarla belirlenmiştir. Bir sayacın bu hata limitlerine uygunluğuna karar verebilmek için önce ölçümlerinin yapılacağı referansların toplam belirsizliğinin uygunluk değerlendirmesi yapmaya uygun olup olmadığı değerlendirilmelidir. Genel olarak gerek gaz sayaçları gerekse elektronik hacim düzeltici cihazların doğruluk ölçümlerinin yapılabilmesi için kullanılacak referansların belirsizlik değerlerinin test edilecek cihazlar için izin verilen maksimum hata limitlerinin 1/3'ünü aşmaması gözetilir. Karar verme sürecinin ILAC G8:09 dokümantasyonunda tariflenen karar kuralına göre mi yapılacağı yoksa BIPM JCGM.106 dokümantasyonunda tariflenen Z-skoru ve ölçüm kabiliyeti indeksine göre mi yapılacağı seçimi belirli bir kurala bağlanmamıştır. Tip onayı ve verifikasyondan farklı olarak gaz sayacı kalibrasyonları sadece sayaç performansını ortaya koymak için yapılır ve standartlarla belirlenmiş bir geçti/kaldı kuralı olmadığından ölçüm sonuçlarının bu bakımdan yorumlanması ancak talep halinde belirtilecek standarda göre yapılabilmektedir. Bu nedenle gaz sayacı kalibrasyonlarının ölçüm hatası ve ölçüm belirsizliği tespiti sonrasında bir karar aşamasına genellikle ihtiyaç duyulmaz. Laboratuvarlar arası karşılaştırma sonuçlarının yorumlanması MPE değerlerine bağlı olarak yapılmamaktadır ve ölçüm sonucunun başarısına E_n değeri hesabına göre karar verilmektedir. Test, tip onayı ve verifikasyonda ölçülen hata değeri MPE değerinden büyükse ölçüm sonucu kaldı olarak değerlendirilirken karşılaştırma sonuçlarının değerlendirilmesinde sadece ölçüm belirsizlik büyüklüğü belirleyici olur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadır.

YAZAR KATKISI

Bu çalışmanın tüm aşamaları yazar Hakan Kaykısızlı tarafından gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. BIPM JCGM.106, (2012). Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment.
2. BS EN 12261, (2018). Turbine gas meters.
3. BS EN 12405, (2010). Gas Meters - Conversion Devices.
4. BS EN 12480, (2018). Rotary displacement gas meters.
5. Cimerman, F., Jarm, M., Sirok, B., Blagojevic, B., (2016), Taking in Account Measuring Errors of Volume Conversion Devices in Measuring Volume of Natural Gas, *Journal of Mechanical Engineering*, 62-2, 95-104, Doi:10.5545/sv-jme.2015.2948.
6. Cox, M. G., (2002), The Evaluation of Key Comparison Data, *Metrologia* 39, 589-595.
7. Cox, M.G., (2007), The Evaluation of Key Comparison Data, determining the largest consistent subset, *Metrologia* 44, 187-200.
8. Directive 2014/32/EU, (2014). Directive of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of measuring instruments.
9. EA-4/02, (2021). Expression of the uncertainty of measurement in calibration.
10. EN1359/A1, (2006). Gas meters – Diaphragm meters.
11. GUM, (1995). Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement.
12. ILAC G24, (2007). Guidelines for the determination of calibration intervals of measuring instruments.
13. ILAC G8:09, (2019). Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity.
14. ISO 14253-1, (2017). Geometrical Product Specifications (GPS)-Inspection by measurement of workpieces and measuring instruments-Part1:Decision rules for verifying conformity or nonconformity with specifications.
15. ISO 5168, (2005). Measurement of fluid flow - Procedures for the Evaluation of uncertainties.
16. ISO 9300, (2005). Measurement of gas flow by means of critical flow venturi nozzles.
17. ISO/IEC 17025, (2017). General requirements for the competence, impartiality and consistent operation of laboratories.
18. OIML G19, (2017). The role of measurement uncertainty in conformity assessment decisions in legal metrology.
19. OIML R137 1&2, (2012). Gas meters Part 1: Metrological and technical requirements.
20. PTB Testing Instructions Volume 25, (2003). Gas Meters-Test Rigs With Critical Nozzles, Braunschweig.