

SOĞUK SU VE ISI SAYAÇLARININ İZLENEBİLİRLİĞİ VE TEKNİK GEREKSİNİMLER

TRECEABILITY AND TECHNICAL REQUIREMENTS OF COLD WATER AND HEAT METERS

Başak Akselli

Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME)
Akışkanlar Mekaniği Laboratuvarları
basak.akselli@tubitak.gov.tr

ÖZETÇE

Bir ülkede yapılan ölçümlerin ulusal ölçme standartlarına izlenebilir olması, ölçümlerin uluslararası kurumlarca belirlenen kurallara göre yapılması, endüstride kullanılan ölçü aletlerinin kalibrasyonu, ayarlanması, piyasaya sürülen ürünlerin çeşitli standart, direktif veya kurallara uygun olarak üretilip pazarlandığının tescil edilmesi, o ülkenin metroloji dünyasında hangi seviyede olduğunun birer göstergesidir. Dolayısıyla su ve ısı sayaçlarının güvenilirliği için izlenebilirliklerinin ulusal standartlara bağlanması da zorunluluk teşkil etmektedir. Sayaçların hangi hata ve belirsizlik ile okuma yaptığı tüketiciler ve dağıtımclar için önem arz etmekte ve yasal metroloji kapsamında denetlenmektedir. Bu yüzden evlerimizde ve endüstride kullandığımız sayaçların hata ve belirsizliklerinin belirlenmesi için dağıtımclar ve sayaç üreticilerinde ulusal standartlardan izlenebilirliği aktaracak sistemin olması ve devamlılığının sağlanması önemlidir. Bu bildiri de temel izlenebilirlik çatısı ve tanımlar verilecek, su ve ısı sayaçlarında güvenilirliği sağlamak için gereksinimler anlatılacaktır.

ABSTRACT

Being traceable to national measurement standards for the measurements in a country, performing measurement according to international standards, the calibration and adjustment of measurement devices used in industry, approving that the products are manufactured and marketed in certain directives and standards indicate the level of a country in the metrology area. Therefore the traceability of water and heat meters has to be based on national standards. It is very important for consumers and distributors that in which error and uncertainty the meters read, and it is checked within the context of legal metrology. For that reasons, the distributors and meter manufacturers must have the system which transfers the traceability from national standards to determine the errors and uncertainties of the domestic and industrial meters and have sustainability. In this paper basics of traceability and definitions are given, and the requirements for maintaining reliability of water and heat meters are explained.

1. GİRİŞ

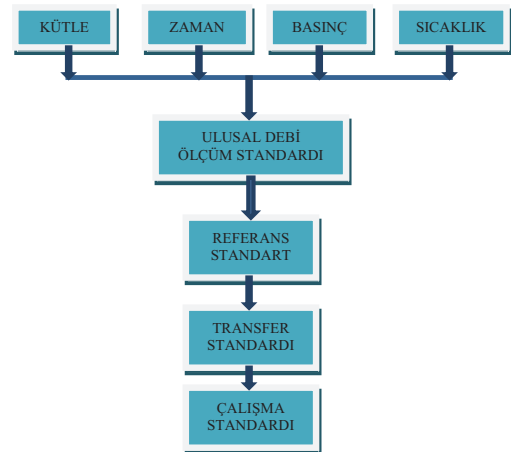
Hayatımızın her alanına girmiş olan ölçümlerin ne kadar doğru ve ne kadar güvenilir olduğunu bilmek isteriz. Ölçümlerin doğruluğunu kontrol etmek için, doğruluğunu bildiğimiz güvenilir referanslara ihtiyaç duyarız. Yapılan ölçümler elbette ki belirli bir aralıkta güvenilirdir. Bunu da “ölçüm belirsizliği”

ile sayısal değer olarak ifade ederiz. Ölçüm belirsizliği; ölçüm sonucu ile beraber yer alan ve ölçülen büyüklüğe, gerçek değerinin içinde bulunduğu değerler aralığına karşılık gelebilecek değerlerin dağılımını karakterize eden bir parametredir. Belirli koşullar altında bir ölçme cihazı veya bir ölçme sisteminin gösterdiği değerler ile bir maddi ölçüt veya bir referans malzemenin verdiği değerler arasındaki ilişkiyi kuran işlemler dizisi ise “kalibrasyon” olarak tanımlanır.

Başka bir ifadeyle kalibrasyon; bir ölçme cihazının göstergesinin, ölçülen büyüklüğün gerçek değerinden sapmasını belirlemek ve belgelendirmek anlamını taşır. Kalibrasyon, pasif bir gözlemdir ve ayar işlemi içermez.

Bir ölçüm sonucunun veya bir ölçüm standardının değeri, tamamının ölçüm belirsizliği belirlenmiş olan belirli referanslarla (genellikle ulusal veya uluslararası standartlarla) kesintisiz bir karşılaştırmalı ölçüm zinciri ile ilişkilendirilir (Şekil 1). Ölçme cihazının gösterdiği ölçüm değeri ile ilgili ölçme büyüklüğünün ulusal standartla karşılaştırılması kademeler halinde sağlanır. Kademelerin her birinde, ölçme cihazı; ölçüm sapması daha önceden bir üst seviye standartla kalibre edilerek belirlenmiş bir standart ile karşılaştırılır ve yaptığı hata belirlenir.

Bu bağlamda ulusal standart, bir ülkede resmi olarak tanınmış ve ülkedeki diğer tüm standartlar için değeri referans teşkil eden yüksek doğruluklu standarttır. Ulusal standartlar, her ülkenin ulusal metroloji enstitülerince veya muadili kuruluşlarca oluşturulur ve muhafaza edilir.



Şekil 1: Su debi ölçümü için izlenebilirlik zinciri örneği.

Akredite olmuş laboratuvarın ve diğer kuruluşların ölçüm yerlerinde bulunduran ve buralarda yapılan ölçümler için değeri referans teşkil eden yüksek doğruluklu standartlar “referans standart” olarak adlandırılır. Referans cihazların genişletilmiş belirsizliği, müsaade edilen hatanın $1/5'$ ni ve hatası da yine müsaade edilen hatanın $1/3'$ ünü geçemez. Referans standartların birbirleri ile karşılaştırılabilmesi için kullanılan ve genellikle taşınabilir özelliklere sahip standartlar ise “transfer standardı”dır. Son olarak; referans standartları ve uygun ölçme cihazları ile kalibrasyonu yapılmış, günlük kalibrasyon ve kontrol işlemlerinde kullanılan, nispeten daha düşük doğruluğa sahip standartlar ise “çalışma standardı” olarak adlandırılırlar.

2. SU SAYAÇLARI KALİBRASYONU

Günlük hayatımızda sıkça kullandığımız su sayaçlarının belirli hata sınırları içinde çalışması beklenmektedir. 2004/22/AT Ölçü Aletleri Yönetmeliği ile bildirilen, soğuk su sayaçlarının müsaade edilebilir en yüksek hata değerleri, aşırı debi (Q_4) ile geçiş debisi (Q_2) arasındaki debilerdeki hacimler için pozitif veya negatif olarak:

≤ 30 °C'de su için % 2, > 30 °C'de su için % 3' dir.

Minimum debi (Q_1) ile geçiş debisi (Q_2) (Q_2 hariç) arasındaki debilerdeki hacimler için pozitif veya negatif olarak, her sıcaklıktaki su için % 5'dir.

Bu ölçüm hatalarının kontrolü referans debi ölçüm sistemleri ile gerçekleştirilir. Su sayaçları kalibrasyonları, kütleli veya hacimsel su debi ölçüm sistemleri ile yapılabilir. Bunlar içinde de farklı çalışma prensiplerine sahip olan alt gruplar vardır.

2.1. Kütleli Su Debi Ölçüm Sistemleri

Kütleli sistemler, statik ve dinamik olmak üzere iki farklı çalışma prensibine sahiptir.

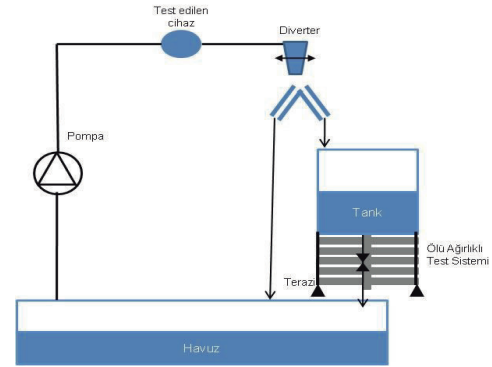
Statik tartım metodunda sıvı akışkanın kütleli debisi direkt olarak hesaplanır. Şekil 2'de görüldüğü gibi statik tartım metodunda kullanılan sistem; bir tank, tartım sistemi (terazi/loadcell), diverter, zaman ölçüm düzeneği, besleme tankı (ya da havuz), pompa ve vanalardan oluşur. Besleme için taşmalı sabit seviye tankı kullanılabilceği gibi, şekilde gösterildiği gibi doğrudan pompalar ile de besleme yapılabilir. Dinamik tartım metodunun farkı, sistemin akış yönlendirici (diverter) kullanılmaması, yani akışı ölçüm alınmayan zamanlarda kesmesidir. Bu durumda, açma-kapama şeklinde çalışan bir vana kullanılır. Zaman ölçümü yapılacaksa, bu işlem vanadan sinyal alınarak yapılır.

Tartım cihazı olarak gerekli hassasiyeti, kararlılığı ve tekrarlanabilirliği sağlayan mekanik veya strain-gaugeli load-celler kullanılabilir. Tartım sisteminin kurulmasından sonra tüm ölçüm aralığı boyunca standart ağırlıklar ile tartım cihazının kalibrasyonunun yapılması gerekir. Sistemin iç kalibrasyonunu gerçekleştirmek için ölü ağırlıklardan oluşan bir kalibrasyon sistemi kurulması da mümkündür.

Diverterin görevi; ölçüm yapılmadığı zamanlarda sıvıyı bypass ederek besleme havuzuna/tankına göndermektir. Böylece akış kesilmez ve süreklilik sağlanır. Başlangıç ve bitiş arasında debi değişiminden sakınılmış olunur. Ölçüme başlanmadan önce ilk tartım m_0 alınır ve diverter sıvıyı tanka yönlendirdiği anda zaman sayımı başlatılır. Sayaçtan geçen sıvı istenen belirsizliği verebilecek miktara ulaşıncaya kadar diverter vasıtasıyla terazi üzerindeki tankta toplanır. Ölçüm bittiğinde, yani diverter by-pass'ı sıvıyı verdiğinde, zaman

sayımı durdurulur ve terazi durağan hale geldiğinde son tartım m_1 alınır. Sıvı by-pass'dan geçerek akmaya devam eder. İlk ve son tartımlar arasındaki fark (Δm) alınıp, sayılan zamana (t) bölünerek kütleli debi bulunur [1].

Kütleli debinin, ölçülen veya hesaplanan sıvının yoğunluğuna bölünmesi ile de hacimsel debi bulunur. Ancak bu durumda sıvının tartım anındaki yoğunluğunu gerekli hassasiyette tespit etmek gerekir. Eğer sıvımız saf ve temiz ise sadece sıcaklığın ölçüp tablolardan yoğunluk değerini elde edebiliriz. Sıcaklık ölçümü için herhangi bir sıcaklık ölçer kullanabiliriz. Sıvımızın su olması durumunda, sıcaklıktaki $0,5$ °C'lik belirsizlik, yoğunlukta 10^{-4} 'ten daha az bir hataya neden olmaktadır [1].

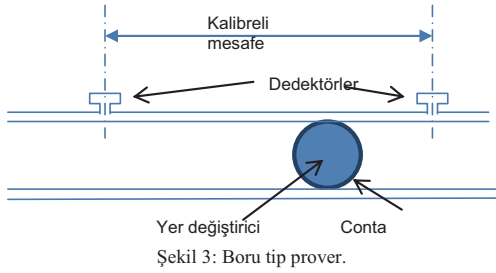


Şekil 2: Kütleli su debi ölçüm sistemi.

Sistemde zaman sayımı akış yönlendiricinin açılıp kapanması ile başlar ve sona erer. Bu yüzden, sistemde kullanılan akış yönlendiricinin açılması ve kapanması arasında geçen zamanın birbirine çok yakın olması gerekmektedir. Çünkü zamanın saymaya başladığı an ile vananın tam açıldığı anlar farklıdır. Aynı şekilde ölçüm bitirme komutu verildiğinde, zaman sayıcı hemen duracak, ancak vananın tamamen kapanması belli bir zaman alacaktır. İşte bu iki zaman farkının eşit olması durumunda hatalar minimuma inecektir.

2.2. Hacimsel Su Debi Ölçüm Sistemleri

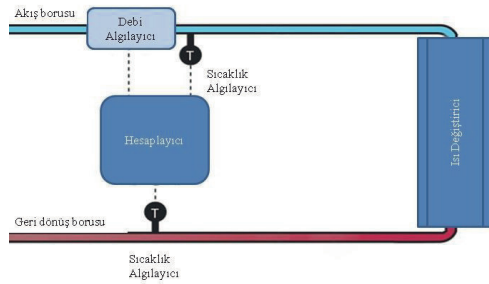
Hacimsel yöntemlerde, hacim tankları ya da pistonlu veya benzer yapıda bilinen hacme sahip sürekli veya kesikli sistemler kullanılır. Bunlara genellikle “prover” adı verilir. Bunlardan “pipe prover”, temel olarak bir boru, bir küre/piston (yer değiştirici) ve yer değişimini algılayan sensörlerden oluşur. Yer değiştiren kısım piston ise, elastomer conta ile kullanılmaktadır. Ancak çoğu boru tip proverlarda, yer değiştiren kısım elastomerden yapılmış bir küredir. Sızdırmazlığın iyi sağlanması için, boru iç yüzeyinin çok iyi işlenmiş olması gerekmektedir. Şekil 3'te görüldüğü gibi; iki veya daha fazla noktada dedektörler boru duvarına sabitlenmiştir. Bu dedektörler yer değiştiriciyi gördüğünde bir elektrik sinyali verir. İlk dedektör sinyali zaman sayıcıyı başlatmak, ikincisi de durdurmak için kullanılır [2]. Bilinen miktardaki hacim, sıvının geçiş süresine bölünerek hacimsel debi hesaplanır.



3. ISI SAYAÇLARI

Isı değıştirici tesisatlarında ısı taşıyıcı akışkan olarak da adlandırılan sıvı tarafından alınan (soğutma) veya verilen (ısıtma) ısıyı ölçmesi için tasarlanan ölçü aletleri “ısı ölçer” olarak adlandırılır. Günümüzde merkezi ısıtma sistemlerinin kullanıldığı gerek ev gerekse sanayide faturalandırmanın kullanıma göre yapılması için ısı ölçerler kullanılmaktadır.

Isı ölçerler üç kısımdan oluşur: Debi algılayıcısı, sıcaklık algılayıcı çift ve hesaplayıcı. Debi algılayıcısı; bir ısı değıştirici sisteminin gidiş ve dönüş hattında ısı taşıyan sıvının aktığı ve hacmin veya kütlelen bir fonksiyonu olarak hacimsel veya kütleli debi sinyali gönderen kısımdır. Sıcaklık algılayıcı çift, gidiş ve dönüş hattında, ısı taşıyıcı sıvının sıcaklıklarını algılayan kısımdır. Debi ve sıcaklık algılayıcılarından sinyal olarak ısı değışim miktarını hesaplayan ve gösteren kısım da hesaplayıcıdır (Şekil 4).



Şekil 4: Isı ölçer hattı bileşenleri.

Debi algılayıcı kısmın performans testleri, Bölüm 2.1 ve 2.2’de bahsedilen yöntemlerle yapılabileceği gibi, referans sistem olarak hassas bir debimetre de kullanılabilir. Bunun için sayacın sınıfına uygun olarak standartlarda belirtilen debilerde ve ısıtma sistemleri için kullanılan tüm debi algılayıcı tipleri için üç farklı sıcaklıkta testler yapılır. Manyetik debimetreler söz konusu olduğunda suyun iletkenliği de ölçülür ve sertifikada not edilir[3,4].

Hesaplayıcının performans testleri de, hem ısıtma hem de soğutma uygulamalarında 3 farklı sıcaklıkta yapılır. Ayrıca, sıcaklık algılayıcı çiftler, standartlarda belirtilen sıcaklıklarda, cepler olmadan ve ceplerle deneye tabi tutulur.

Isı ölçerlerle bir ısı değışim tesisatında değıştirilen ısının belirlenmesi için, ısıyı taşıyan sıvının tipi ve ısı iletim katsayısı dikkate alınmalıdır. Isı iletim katsayısı; basınç, akış sıcaklığı ve dönüş sıcaklığının ölçülebilir fiziksel miktarlarının bir fonksiyonudur.

Isı ölçerlerde müsaade edilebilir en yüksek hata değeri (MEH); hesaplayıcı, sıcaklık algılayıcı çift ve debi algılayıcısının müsaade edilebilir en yüksek hatalarının toplamı alınarak hesaplanır. Hesaplayıcı için MEH, $E_c = \pm(0,5 + \frac{\Delta\theta_{en\ d\usuk}}{\Delta\theta})$, sıcaklık algılayıcı çift için MEH, $E_t = \pm(0,5 + 3 \times \frac{\Delta\theta_{en\ d\usuk}}{\Delta\theta})$ olarak alınır.

Debi algılayıcı için 3 farklı sınıfa göre MEH değeri vardır:

Sınıf 1 için, $E_f = \pm(1 + 0,01 \times \frac{q_p}{q})$, ancak, $\pm\%$ 5’ten fazla olmamalıdır.

Sınıf 2 için, $E_f = \pm(2 + 0,02 \times \frac{q_p}{q})$, ancak, $\pm\%$ 5’ten fazla olmamalıdır.

Sınıf 3 için, $E_f = \pm(3 + 0,05 \times \frac{q_p}{q})$, ancak, $\pm\%$ 5’ten fazla olmamalıdır.

Burada, sabit debi, q_p , ısı ölçerin müsaade edilebilir en yüksek hatalar aşılması, üzerinde çalışılabileceği en yüksek debidir. Sıcaklık farkının alt sınırı, $\Delta\theta_{en\ d\usuk}$, müsaade edilebilir en yüksek hatalar aşılması ısı ölçerin işlevini yerine getirebileceği en düşük sıcaklık farkıdır.

Son olarak ısı ölçerin müsaade edilebilir en yüksek hatası, $E = E_f + E_t + E_c$ olarak hesaplanır.

4. SONUÇLAR

Soğuk su sayaçları ve ısı sayaçlarının ölçüm güvenilirliğinin sağlanması için öncelikle ilgili referans sistemlerin kurulması ve bu sistemlerin izlenebilirliklerinin sağlanması gerekmektedir. Yukarıda bahsedilen güvenilirlik düzeylerinin sağlanmış olması hem tüketici hem de üreticiler açısından önemlidir. Günümüzde bu tür test ihtiyaçlarını karşılayacak ikincil seviye laboratuvarların artması ile su sayaçları ile ilgili kullanıcılara sağlanan teknik destek de yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu ölçümlere cevap veren ve ulusal standartlara izlenebilir sistemlere her zaman ihtiyaç duyulacaktır. Ancak dikkat edilmesi gereken bir başka önemli nokta da, ölçüm yapan yerler ve ölçüm sayısı arttıkça yapılan ölçümlerin kalitesinin düşmemesidir.

5. KAYNAKÇA

- [1] ISO 4185-1980, Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits-Weighing Method.
- [2] Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 4- Proving Systems, Section 8-Operation of Proving Systems.
- [3] TS EN 1434-1, Isı Ölçerler-Bölüm 1:Genel Özellikler.
- [4] OIML R 75-1 Heat Meters, Part 1: General Requirements.