

# VGCS (VAKUM ÖLÇER KALİBRASYON SİSTEMİ) İLE VAKUM ÖLÇERLERİN KALİBRASYONU

İlknur KOÇAŞ  
Gökçe Sevim SARIYERLİ

## ÖZET

Günümüz gelişmiş teknolojisinde hassas vakum ölçümleri önemli bir yer tutmaktadır. İlaç sektörü, otomotiv, savunma sanayi, gıda başta olmak üzere endüstride yaygın bir uygulama alanına sahiptir. Hacim içerisindeki gazların sürekli olarak vakum pompalarıyla boşaltılması suretiyle  $10^{-8}$  Pa vakum değerlerine birincil seviye vakum ölçüm sistemleri ile ulaşmak mümkün olmaktadır. VGCS referans ölçüm sistemi UME'de endüstrinin vakum kalibrasyon ihtiyaçlarını karşılama amacıyla kurulmuş  $10^{-4}$  Pa-133 kPa aralığında çalışan tam otomatik bir sistemdir. Fark basınç ölçerler, döner rotorlu tip vakum ölçerler, sıcak-soğuk katot tip ve ısı çift vakum ölçerler gibi farklı çalışma prensiplerine sahip vakum ölçerlerin kalibrasyonunu çok düşük belirsizlik değerlerinde gerçekleştirebilmektedir. Bu çalışmada UME Vakum Ölçer Kalibrasyon Sistemi tanıtılarak kalibrasyonun gerçekleştirilmesi anlatılmaktadır.

## 1. GİRİŞ

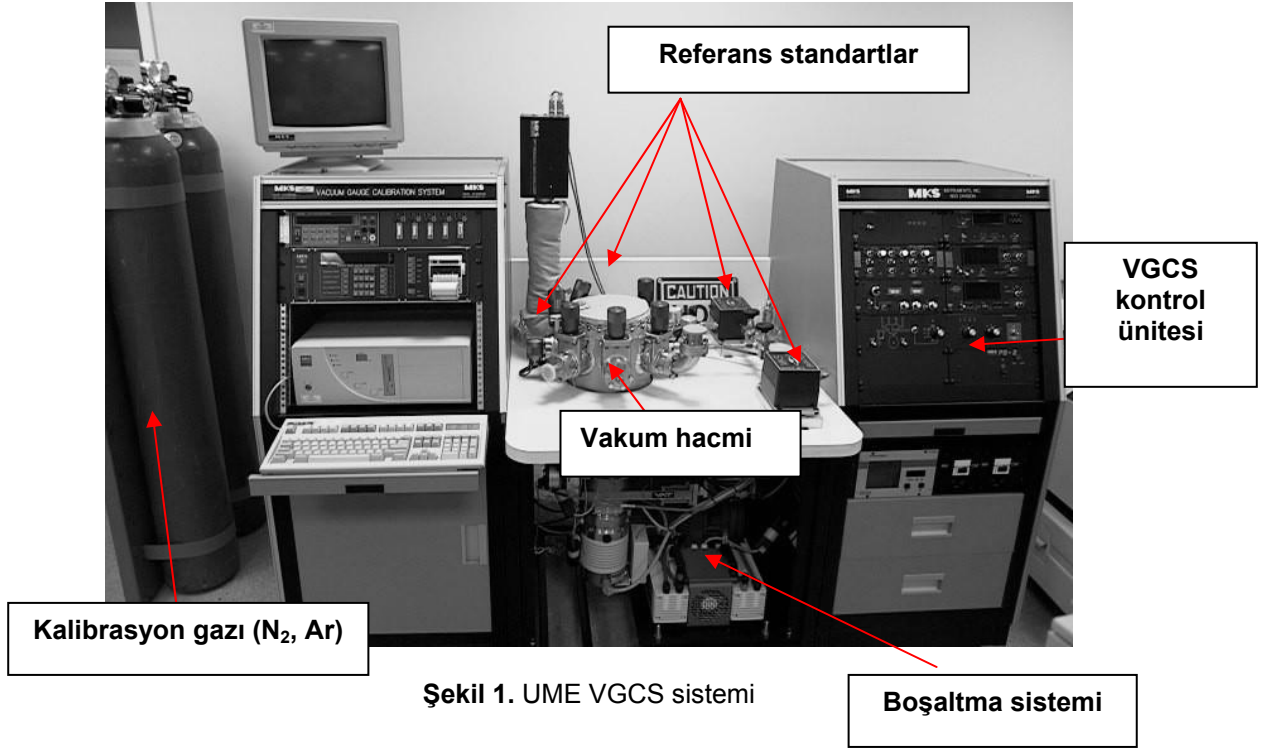
Yaygın bir uygulama alanına sahip vakum teknolojisinde, basınç değerinin yüksek doğrulukla ölçülmesi gerekliliği büyük önem taşımaktadır. O halde vakum ölçerlerin ne kadar hatayla ölçüm yaptığının belirlenmesi önemli bir husustur. Bu amaçla UME Basınç Laboratuvarı'nda çalışma aralığı  $10^{-4}$  Pa-133 kPa olan ikincil seviye vakum ölçer kalibrasyon sistemi kurulmuştur.

Bu sistemde, referans olarak alınan doğruluğu yüksek vakum ölçerlerin, kalibrasyonu yapılan vakum ölçerler ile karşılaştırılması yöntemi kullanılmaktadır. VGCS sistemi ile pirani, ısı çift, sıcak-soğuk katot, CDG ve SRG gibi vakum ölçerlerin kalibrasyonu yapılmaktadır.

## 2. SİSTEMİN TANITIMI ve KALİBRASYON YÖNTEMİ

Sistemde 3 adet farklı çalışma aralığına sahip kapasitans manometre (CDG) ve 1 adet döner rotorlu tip (SRG) referans vakum ölçer olarak kullanılmaktadır. Referans vakum ölçerler ortak vakum hacmine bağlanmıştır. Sistemde vakum hacmindeki basıncın istenilen değerlerde elde edilmesi için kontrol ünitesi mevcut olup böylece tam otomatik veya yarı otomatik olarak kullanılabilir. Kullanılan gaz yüksek saflıkta nitrojen veya argon gazıdır.

Vakum ölçer kalibrasyon sistemi kapasitans manometre (CDG), pirani, ısı çift veya ısı iletkenlik tip vakum ölçer için yüksek basınç (düşük vakum) ve düşük basınç (yüksek vakum) olmak üzere iki ayrı modda kullanılabilir.



Düşük vakum modunda basınç kontrolü  $10^{-4}$ - $10^3$  Torr aralığında sağlanır. Bu çalışma modunda gerçekleştirilen kalibrasyonlarda geri besleme dönüştürücüsü olarak farklı basınç aralıklarında çalışan (1 Torr, 10 Torr, 1000 Torr) Baratron transfer standardı (CDG) kullanılır. Kalibrasyonun tüm skala aralığı uygun CDG'nin ve sinyal göstergesinin uygun aralık değerinin (1, 0.1, 0.01) seçilmesiyle oluşturulur.

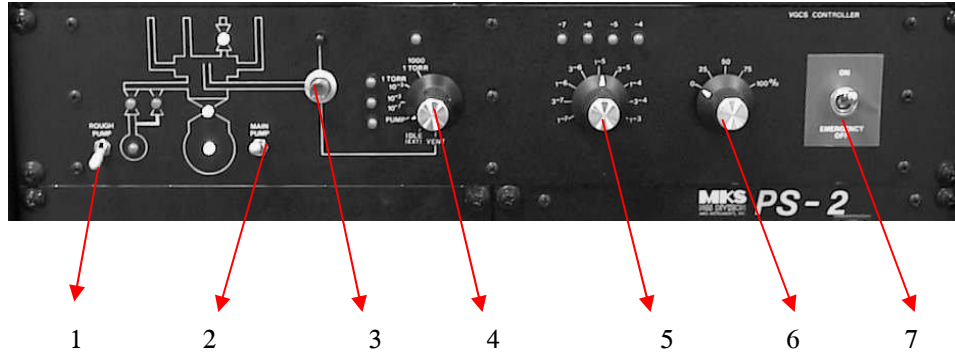
VGCS sistemi; soğuk ve sıcak katot tip ve döner rotorlu tip (SRG) vakum ölçer için yüksek vakum modunda kullanılmakta olup, basınç kontrolü  $1 \times 10^{-6}$ - $1 \times 10^{-3}$  mbar aralığında sağlanabilmektedir. Bu çalışma modunda gerçekleştirilen kalibrasyonlarda geri besleme dönüştürücüsü olarak iyonizasyon vakum ölçer kullanılır. Referans ölçer döner rotorlu tip vakum ölçerdir. Referans ölçerin ve kalibrasyonu yapılan ölçerin gösterdiği basınç değerleri karşılaştırılmak suretiyle kalibrasyon gerçekleştirilir.

### 3. KALİBRASYON İÇİN ÖN HAZIRLIKLAR

#### 3.1. Standardın Temizlenmesi ve Bakımı

Kalibrasyon öncesi sistemin "base pressure" değeri olan  $5 \times 10^{-8}$  Torr taban basınç değerine ulaşması gerekmektedir. Olması gereken taban basınç değerine ulaşamıyorsa, sistemin vakum hacmi içerisinde 1-2 saat süreyle ön temizleme işlemi yapılır.

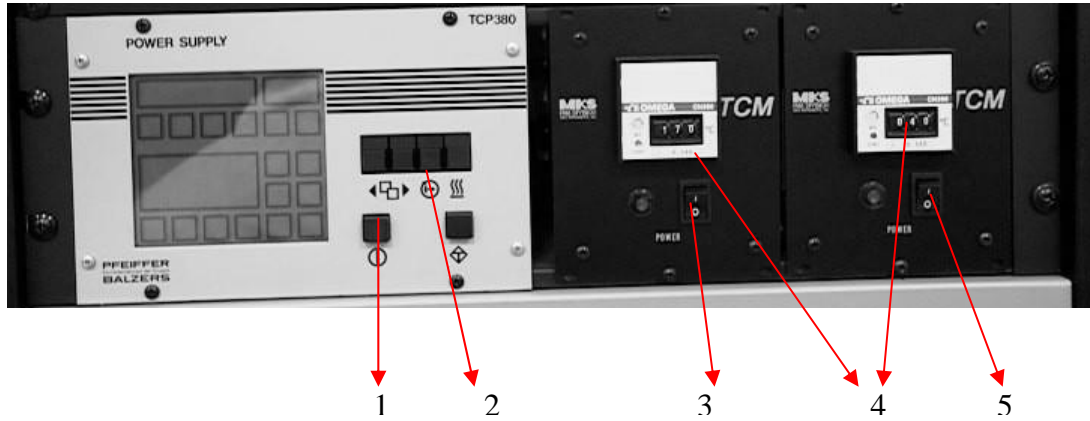
Bu işlemi takiben istenilen taban basınç değerine halen ulaşamamış ise aynı basınç değerinin ( $1 \times 10^{-5}$  Torr) oluşturulması ve sistem üzerinde mevcut olan ısıtma sisteminin çalıştırılması ile vakum hacmi  $170^{\circ}\text{C}$  'a kadar ısıtılarak 3-4 saat süre ile bekletilir. Bu uygulama ile sistem vakum hacmi iç yüzeyinde toplanmış olan muhtemel partiküller ve su buharı boşaltma sistemi ile atılmış olur.



Şekil 2. VGCS kontrol ünitesi

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. Rough Pompa  | 4. Basınç seçim düğmesi                                |
| 2. Ana Pompa    | 5. $10^{-7} \div 10^{-3}$ Torr aralığı ayar düğmesi    |
| 3. VENT düğmesi | 6. 4 kademeli ayar ( $10^{-7} \div 10^{-3}$ Torr için) |
|                 | 7. Sistem ana güç şalteri                              |

Uygun basınç oluşturulduktan sonra test cihazının elektrik bağlantıları yapılır.



Şekil 3. Turbomoleküler pompa ve sistem ısıtıcı kontrol ünitesi

1. Turbomoleküler pompa açma/kapama tuşu
2. Turbomoleküler pompa stand-by düğmesi
3. Vakum hacmi ısıtıcı açma/kapama tuşu
4. Sıcaklık ayar numarötörü (vakum hacmi RGA için); RGA: Residual Gas Analyzer
5. RGA ısıtıcı açma/kapama tuşu

### 3.2. Test Cihazının Temizlenmesi ve Bakımı

Ölçme başlığının tipine göre uygun temizleme prosesi belirlenir. Bu işlemi takiben vakum ölçer kalibrasyon sistemine bağlanarak en az 16 saat boyunca vakum altında kalması sağlanır. Bu süre zarfında cihaz ortam ile ısıl dengeye ulaşır ve kalibrasyona başlanabilir.

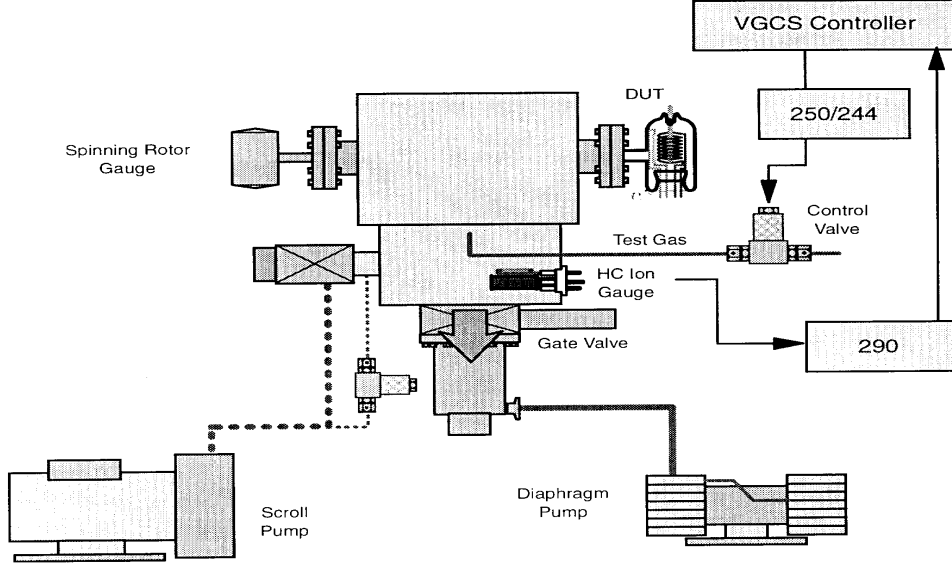
### 3.3. Ortam Şartlarının Kontrolü

Ortam şartları klima sisteminin merkezi kontrol ünitesi tarafından sürekli kontrol edilmeli ve laboratuvarında bulunan cihazlar ile de ölçülmelidir.

### 3.4. Test Cihazının Sisteme Montajı

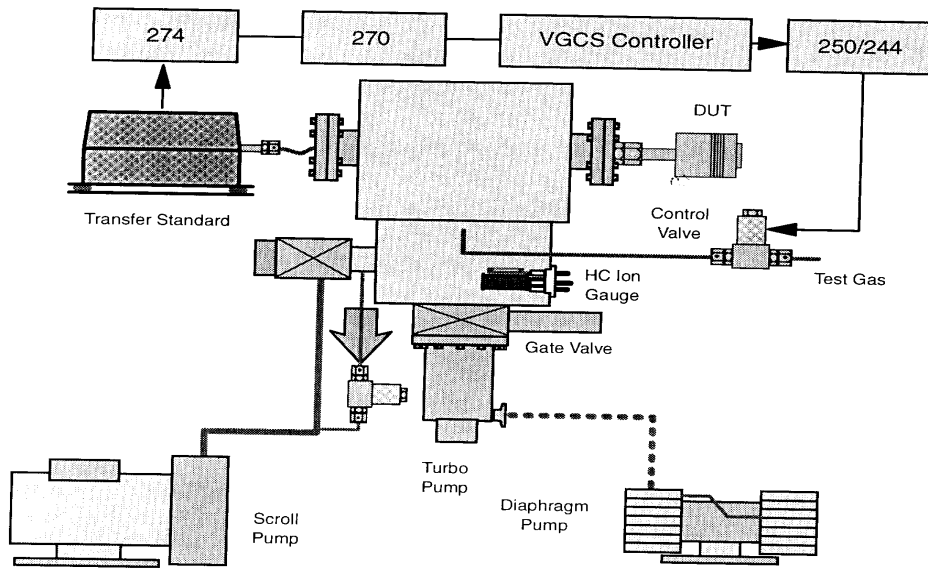
Kalibrasyon için gelen ölçerin sisteme bağlanması için standart adaptör ve boru bağlantı parçaları yeterli olmaktadır.

## 4. KALİBRASYON İŞLEMİ



Şekil 4. Düşük basınç çalışma modu

Bu çalışma modunda geri besleme ölçeri olarak iyonizasyon vakum ölçer kullanılır. Kalibrasyonu yapılan test cihazı (DUT-device under test) ve referans cihaz olan SRG vakum hacmine bağlanır.



Şekil 5. Yüksek basınç çalışma modu

Bu çalışma modunda referans cihaz olarak kapsaitans manometreler (CDG) ve kalibrasyonu yapılan test cihazı (DUT) vakum hacmine bağlıdır.

VGCS sisteminin tüm sistem ayarları gözden geçirildikten sonra kontrol ünitesi aracılığıyla gerekli pozisyon ayarlanılır. VGCS bilgisayar programı için kalibrasyonu yapılacak cihaza ait veriler, kalibrasyon aralığı, kalibrasyon noktaları vb. gerekli bilgiler girilir.

Kalibrasyon işlemine geçilmeden önce, test ölçerin maksimum ve minimum basınç değerleri referans standart ile kabaca mukayese edilerek doğruluğu gözlenir. Sıfır/span ayarları yapılarak ölçümün doğruluk hassasiyeti artırılır.

Kalibrasyon işlemi yüksek vakum çalışma modunda olduğunda bilgisayar programı yerine VGCS kontrol üniteleri kullanılarak veriler girilir. Sistem otomatik olarak her basınç noktası için uygun bir basınç aralığına girmeye çalışır. Basınç aralığına girilip, kararlılık sağlandığında test ölçerden okunan değer programa kaydedilir. Ölçümler sonucunda standart ve test basınç değerleri ile birlikte Error % reading değerleri elde edilmiş olur.

## 5. VERİLERİN ALINMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Referans standartta ve kalibre edilen cihazda oluşturulan basınç değerleri bilgisayar programından çıktı olarak alınır. Döner rotorlu tip vakum ölçerde otomatik olarak SRG çıktısı ve test ölçerden okunan değerler alınır.

Sıcak ve soğuk katot tipi vakum ölçerde referans standartta okunan değerler SRG-2CE göstergesi tarafından her 30 saniyede bir ölçüm alacak şekilde kaydedilir ve kendi yazıcısından çıktısı alınır. Test ölçerin basınç değerleri referans standartta okunan her değer için kendi göstergesinden okunur ve data tablosuna operatör tarafından kaydedilir. Elde edilen test ölçer ve standart ölçer basınç değerleri ile hata değerleri, hazırlanan Excel programı sayfasına operatör tarafından aktarılır. Sertifikada verilecek olan maksimum sapma ve bağıl hata değerleri seçilen basınç aralığına göre hesaplanmış olan basınç belirsizlik değeri ile birlikte hesaplanır.

## 6. BELİRSİZLİK BİLŞENLERİ

Belirsizlik bileşenleri, proses, referans ve testten gelen kısmi belirsizlik parametrelerinden oluşmaktadır. Bu belirsizlik parametreleri standart sapmalar şeklinde hesaplanır. Okuma kararsızlığı, kalibrasyondan gelen belirsizlik, offset'den gelen belirsizlik, sıcaklıktan gelen belirsizlik, uzun zaman kararlılığı, okumadan elde edilen belirsizlik gibi temel parametreler hesaba katılarak bileşik belirsizlik değeri hesaplanır.

## SONUÇ

Vakum gage kalibrasyon sistemi ticari olarak satın alınabilen ve endüstriyel kalibrasyon hizmetlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılan bir sistemdir. Sistem ilk bakışta karmaşık bir yapı sergilemekteyse de sistem bileşenlerinin referans vakum ölçerler, vakum hacmi, boşaltma sistemi ve otomasyon ünitesinden oluştuğu görülmektedir. Ticari sistemlerde belirli bir kullanım süresi sonunda ortaya çıkan arızaların giderilmesi genellikle ürünlerin üretimden kaldırılmasından dolayı mümkün olamamaktadır. O nedenle diğer ölçüm sistemlerinde olduğu gibi vakum ölçer kalibrasyon sistemlerinin de geliştirilmeye açık olması gerektiği unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] TÜBİTAK UME ,Basınç Grubu laboratuvarları ,Vakum Laboratuvarı Kalibrasyon Talimatları
- [2] VGCS-200 Automatic Vacuum Gauge calibration System Manual, MKS Ins. Inc.
- [3] VGCS-200 Traning Documents, MKS Ins. Inc.

## ÖZGEÇMİŞLER

### İlknur KOÇAŞ

1967 İstanbul doğumludur. 1988 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliğinden mezun olmuştur. 1991 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans programı'nı, tamamlamıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Konstrüksiyon Bilim Dalı'nda Doktora eğitimini 1999 yılında tamamlamış olup, 1990 -2000 yılları arasında aynı üniversitenin Konstrüksiyon Anabilim Dalı'nda öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. 2000 yılında TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü Basınç Laboratuvarı'nda başladığı görevi 2001 yılından bugüne Basınç ve Vakum Laboratuvarları'nın sorumlusu olarak sürdürmektedir. Basınç Metrolojisi alanında İtalya (INRIM) ve Fransa (LNE) Metroloji Enstitüleri'nde laboratuvar eğitimlerine ve ABD de gelişmiş basınç ölçer sistemlerinin kullanımı eğitimlerine katılmıştır. Halen BIPM CCM "high pressure working group" üyesi ve IMEKO üyesi olarak ülkemizi basınç metrolojisi alanında temsil etmektedir. TÜRKAK sektör komitesi üyesi olan İlknur Koçaş TÜRKAK tarafından gerçekleştirilen denetimlerde denetçi olarak görev almaktadır.

### Gökçe Sevim SARIYERLİ

1977 yılı İstanbul doğumludur. 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Müh. Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 2002 yılında Yüksek Mühendis, 2006 yılında Doktor ünvanını almıştır. Y.T.Ü. 'de 1999-2006 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2006-2007'de Öğretim Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2008 Ocak ayından itibaren TÜBİTAK UME Basınç Laboratuvarı'nda uzman araştırmacı olarak çalışmaktadır.