M5-PMAx

GİRİŞ ve CİHAZIN TANITIMI

M5-PMAx, ilgili normların (EPA Method 5, EPA Method 17, ISO 9096, ISO 13284) referans tasarımları dikkate alınarak hazırlanmış karmaşık olmayan, aynı zamanda kullanım ve bakım sıklığı bakımından minimum zorluk seviyesinde tasarlanmış kompakt yapıda tam otomatik bir izokinetik örnekleme sistemidir.

Sistem temel olarak;

- Metrik 6-8-10-12mm paslanmaz çelik (AISI 316 L) giriş memesi seti, (seçimli olarak 7 - 14mm ye kadar)
- Seçilebilir (120-200cm arası) uzunlukta paslanmaz çelik regülasyonlu-ısıtmalı / ısıtmasız sonda hattı,
- 25*/47mm filtrelere uygun paslanmaz çelik ısıtmalı regülasyonlu filtre tutucu (opsiyoneldir),
- TS-ISO 10780'e uygun S tipi pitot tüpü,
- K tipi baca içi sıcaklık sensörü (0-600°C),
- J tipi ısıtma-regülasyon (sonda, filtre, hat) sıcaklık sensörleri (opsiyoneldir),
- Paslanmaz çelik "quick connect" tipi cihaz giriş portu,
- EPA Method 4 referans tasarımına uygun nem tayin düzeneği (opsiyoneldir),
- Nem tutucu şartlandırma şişesi,
- Yarıiletken tipi kuru gaz sıcaklık sensörü,
- Motorize T tipi 3 yollu debi/baypas valfi,
- 0 - 2500 Pa sayısal tip çift kanallı (baca hızı ve vakum hızı) fark basınçölçer,
- 0- 250 kPa sayısal tip mutlak basınç ölçer,
- 4.1m^3/saat debi ve 750 hPa** mutlak vakum kapasiteli kuru tip rotary vane (döner bıçaklı) vakum pompası,
- Raporlama için termal yazıcı (sarf malzeme gereksinimi yoktur),

Tasarım bakımından ISO9096 da anılan baca içi/baca dışı filtreli temel tasarım olmakla birlikte, daha basit bir yaklaşım olan EPA Method 17 ve daha komplike EPA Method 5 e de uygunluk gösterir. Özellikle hız ölçüm tekniği bakımından sayısal fark sensörlerinin kullanımı sisteme oldukça sağlam ve hassas hız ölçümü sağlamaktadır.

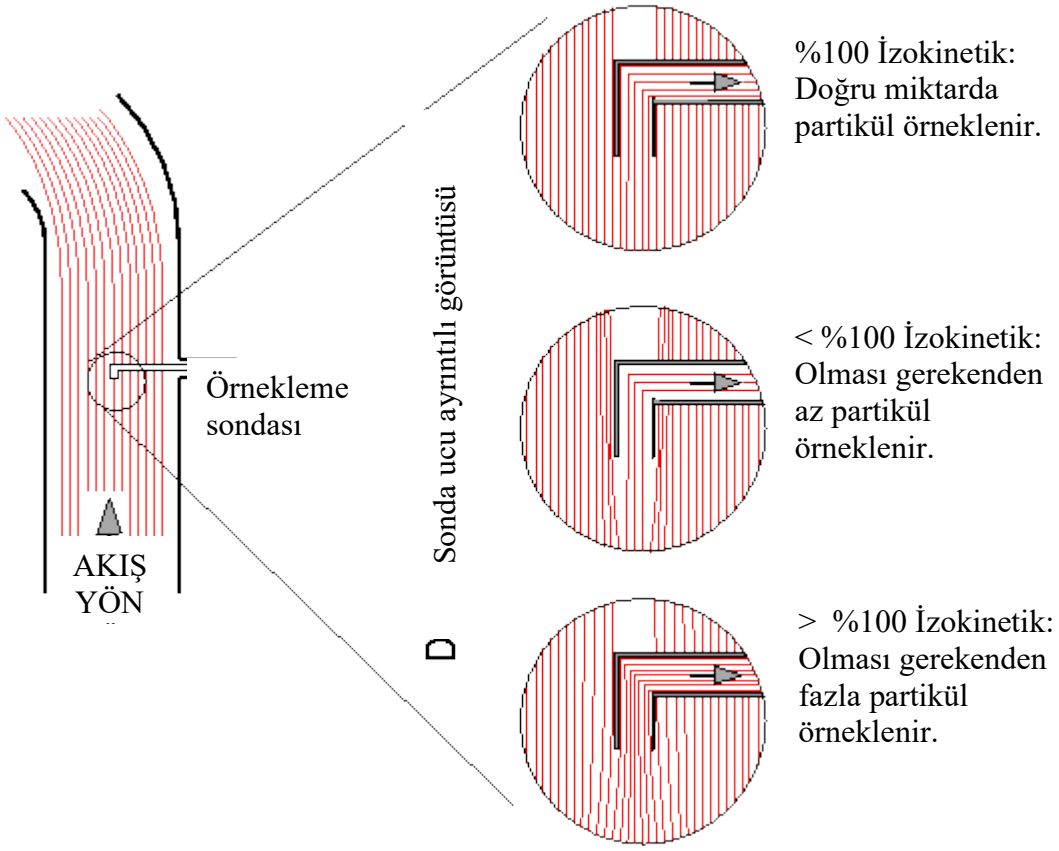
Baca dışı filtre kullanımı, potansiyel debi, nem ve konsantrasyondan bağımsız, geniş spektrumlu bir ölçüm-analiz olanağı sunmaktadır. Bu anlamda sistem;

- Sağlam yapılı,
- Az bakım gerektiren,
- Yüksek hassasiyette bir örnekleme sistemidir.

TEORİK ANLATIM

İZOKİNETİKLİK;

İzokinetiklik, iki veya daha fazla gaz kanalında eş kinetikliği (aynı hızda ve yönde) sağlamaktır. Yani baca şartlarında bulunan kinetik yapıyı ölçerek bacadan eş kinetik şekilde örnekleme yapmaktır.



Şekil 1 - İzokinetiklik

İzokinetik bir sistemin çalışma sistemi yukarıda Şekil 1 de anlatılmaktadır. İzokinetikliğin fazla veya eksik sağlandığı hallerde ana kütleye (baca şartları) uygun örneklem yapılamayacağı bu çizimde açıkça görülmektedir. Tam izokinetikliğin temin edilebilmesi ancak baca hızının tayin edilmesi ve bacadan **aynı hızda** örnek alınması ile mümkündür.

Fark basınç – hız ilişkisi;

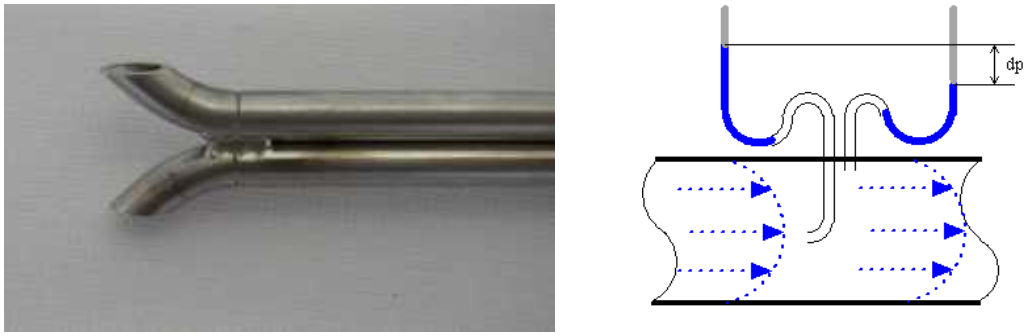
$V = (2\Delta P/d)^{1/2}$

V = Hız

ΔP = Fark basınç

d = Hava yoğunluğu (0°C, 101.325 kPa) = 1.2922 kg/m³ (TS-ISO 9096-2004 : 3.10)

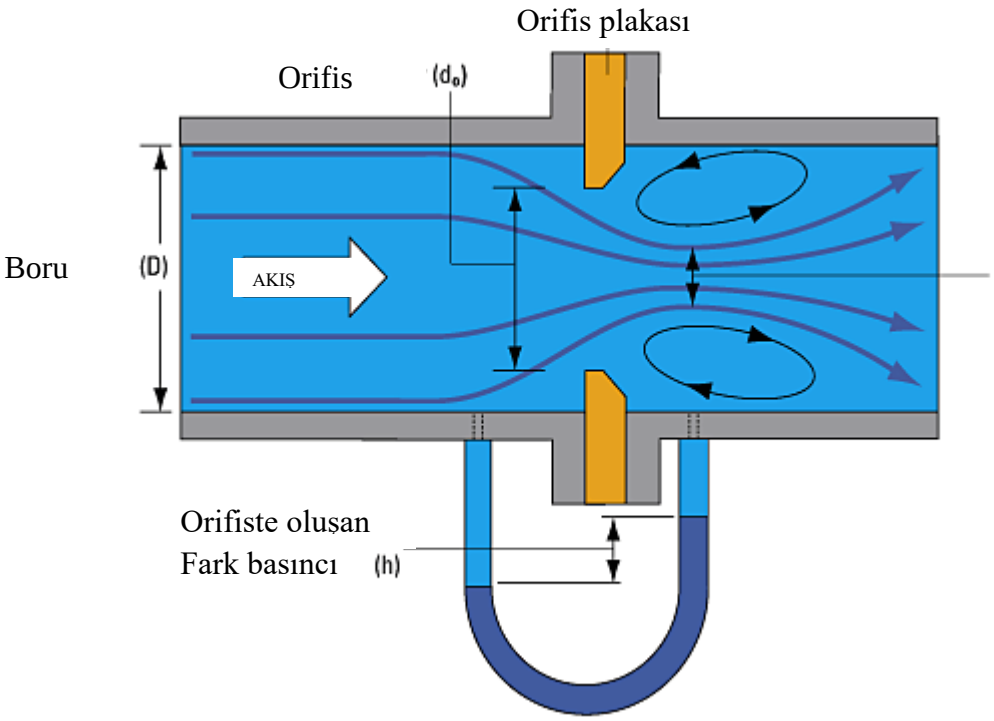
Temel fizik Formülünden hareketle kapalı veya açık kanallarda hareket halindeki havanın (pitot tüpü veya orifis aracılığıyla) fark basıncı ölçülerek hızı da tayin edilebilir.



Şekil 2 - S Tipi pitot tüpü ve pitot tüpü ile fark basınç ölçümü

Bu anlamda, baca gazı hızının pitot tüpü aracılığıyla tespit edilmesi ve örnekleme işleminin aynı hızda yapılmasıyla tam izokinetiklik temin edilmiş olur.

Örnekleme hızının tayin edilmesi için de aynı metot kullanılabileceği gibi orifis ile de ölçüm yapılabilir.



Şekil 3 – Orifis plakası ile fark basınç ölçümü

Yukarıda da belirtildiği üzere, tespit edilen baca hızı ile aynı hızda örnekleme işlemi yapıldığı takdirde %100 izokinetiklik sağlanmış olur. Bunun sağlanabilmesi için, bacada L veya S tipi

pitot tüpleri ile hız ölçümü yapılır ve hızı orifis plakası ile ölçülen volumetrik ayarlı bir pompa ile aynı hızda örnekleme işlemi yapılır.

M5-PMAX CİHAZININ ANLATIMI ve ŞEMATİK YAPISI;

M5-PM cihazı izokinetikliğin sağlanabilmesi için sondaya entegre edilmiş bir S tipi pitot tüpü *(TS-ISO 9096-2004 : 6.1)* ile örnekleme (vakum) hattı sonuna bağlanmış kalibre edilmiş bir orifis plakasından *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.7.c-3)* yararlanır. Her iki kaynaktan alınan basınç farkı bilgisi iki ayrı fark basınç ölçer sensörüyle (0-2500 Pa) algılanır. Ve basınç ölçelerden alınarak hesaplanan iki kanalın hız verileri motorlu debi-bypass vanası aracılığıyla aynı değere getirilerek değişen şartlarda tam izokinetiklik sağlanmış olur. Ayrıca gerek pitot tüpü aracılığıyla algılanan baca hızı ve gerekse orifisden alınan vakum hızı, yine aynı kaynaklardan algılanan baca içi mutlak basıncı, baca içi sıcaklığı ve kuru gaz sıcaklığı verilerinden yararlanılarak düzeltme işlemine tabi tutulur.

Bunun için,

Orifis plakasından okunan vakum hattı fark basıncı, Bernoulli denkliğinden hareketle;

$$\mathbf{v} = \sqrt{\frac{\mathbf{2} * \mathbf{\Delta P}}{\mathbf{d}}}$$

v *Hız*
ΔP *Fark basınç*
d *Hava yoğunluğu (0°C, 101.325 kPa) = 1.2922 kg/m³ (TS-ISO 9096-2004 : 3.10)*

Formülünden hıza çevrilir (m/s)

Hesaplanan standart hız,

qva = A * v

v *Hız*
A *Orifis delik alanı*

Formülünden hacimsel hıza (debi) dönüştürülür (l/d).

%100 İzokinetikliğin sağlanabilmesi için,

vn = vs

vn *Giriş memesi hızı*
vs *Baca hızı*

Gerekli olduğundan,

Öncelikle hesaplanan kütlesel debi değerinin nem, sıcaklık ve mutlak basınç verilerine göre düzeltilmesi (TS ISO 9096 9.1) deki formüle göre yapılarak;

$$\boldsymbol{qm} = \mathbf{qva} * \frac{(\mathbf{100}-\mathbf{Ha})*\mathbf{Tm}*\mathbf{Pa}}{(\mathbf{100}-\mathbf{Hm})*\mathbf{Ta}*\mathbf{Pm}}$$

qm hesaplanan kütlesel gaz hızı
qva ölçülen kütlesel gaz hızı
Ha bağıl nem oranı (%)
Hm hesaplanan bağıl nem oranı (%0)
Ta kurugaz (sayaç) sıcaklığı (°K)
Tm hesaplanan gaz sıcaklığı (0°C -> 273.15°K)
Pa mutlak gaz (sayaç=atmosferik) basıncı (kPa)
Pm hesaplanan gaz basıncı (101.325 kPa)

Cihaz konsolu girişinde kullanılan su tutucu yardımı ile teorik olarak çekilen gaz kuru olarak kabul edilmektedir. (nem konsantrasyonu = 0 g/m^3) . Bu anlamda bu denklemde yer alan nem düzeltme katsayısı "1" olarak kabul edilir.

Yukarıdaki formülasyondan nihai giriş memesi kütlesel debisi elde edilir. İdeal şartlarda (sızdırmazlığın sağlanması halinde) qm=qn olacağından

vn = qm/An

vn Giriş memesi hızı
qm Vakum debisi
qn Vakum debisi (memeden geçen)
An Giriş memesi delik alanı

Formülüyle anlık düzeltilmiş giriş memesi hızı ve

Vm = qm * T

Vm Düzeltilmiş çekilen gaz hacmi
Qm Düzeltilmiş vakum debisi
T Zaman

Formülüyle da çekilen gazın hacmi hesaplanır.

Diğer yandan,
Pitot tüpü uçlarından okunan fark basınç değeri, TS-ISO 10780 8.2.4e uygun olarak,

$$\boldsymbol{vs} = \mathbf{K} * \mathbf{C} * \sqrt{\frac{\mathbf{Pd} * \mathbf{Ts}}{\mathbf{Pe} * \mathbf{Ms}}}$$

vs *gaz hızı*
K *pitot tüp katsayısı (0.84)*
C *kg/(k.mol.K) (129)*
Pd *pitot tüpünde ölçülen fark basınç (kPa)*
Ts *gaz sıcaklığı (°K)*
Pe *mutlak gaz basıncı (kPa)*
Ms *gazın mol kütlesi (29)*

Formülüyle hıza dönüştürülerek, mikrodenetleyicide veriler (vn = vs) PID veri işleme metoduyla zaman orantısal olarak eşleştirilmeye çalışılır. Bunun için oransal 3 yollu debi-bypass vanası mikrodenetleyici tarafından (+) veya (–) yönde hareket ettirilerek, sonuç veriler okunur ve vakum verisi ile baca verisinin eşitliği sağlanmamışsa işlem tekrarlanır. Bu sistemin çalışma aralığı +/- %3 tür. Yani vakum hızı ile baca hızı (düzeltilmiş değerler üzerinden) arasındaki fark +/- %3 seviyesinde ise vana harekete geçirilir. Böylelikle baca kararsızlığı, mekanik gecikmeler, sensör belirsizliği vb. faktörleri hesaba katıldığında, toplamda sürekli olarak izokinetiklik faktörünün + %15 -%5 bandında kalması sağlanmış olur.

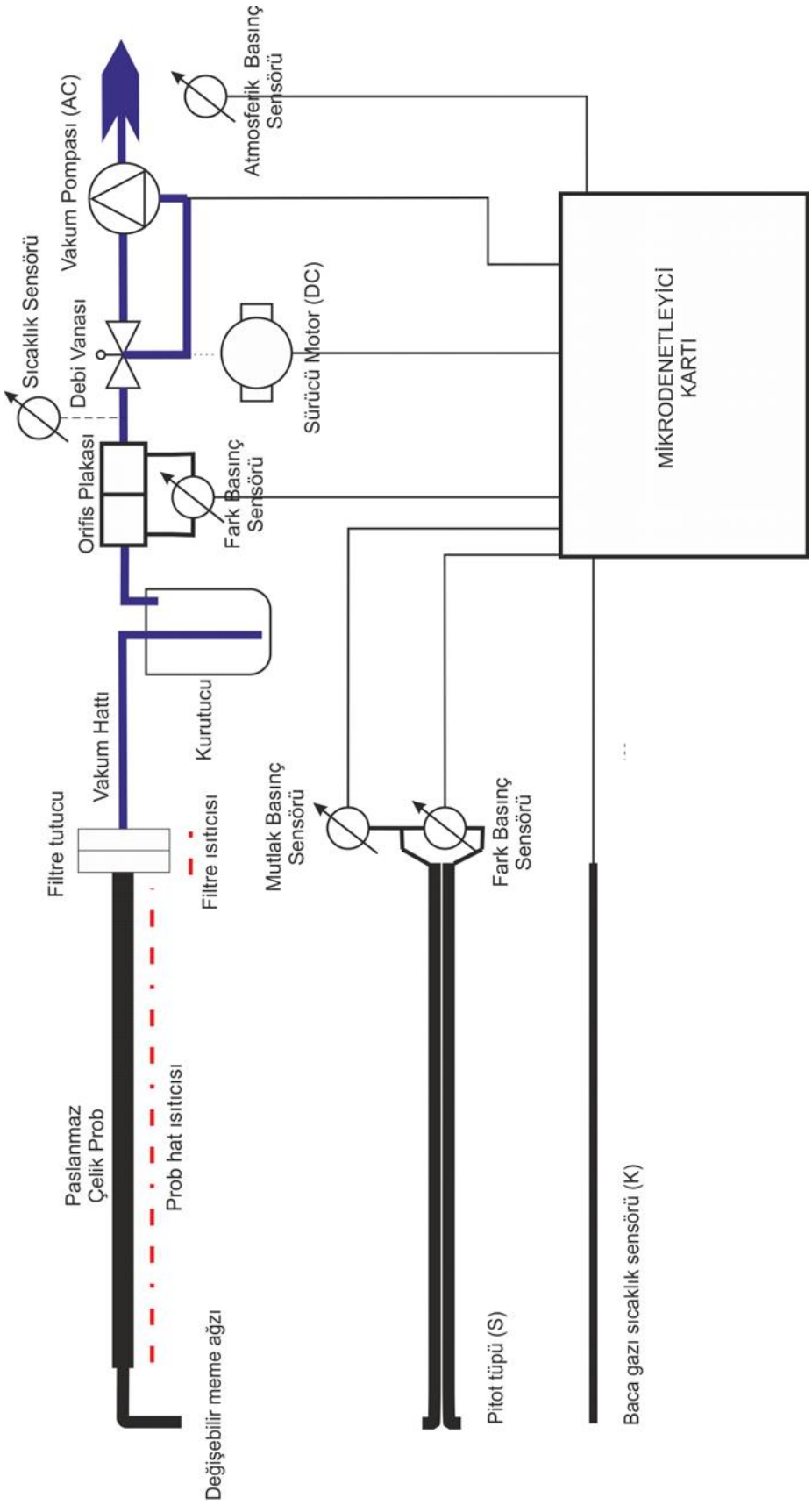
Opsiyonel ısıtmalı cihaz sondası paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, ısıtmalı ve ısı regülasyonludur *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.3).* Böylelikle sonda hattındaki olası yoğuşmadan kaynaklanacak girişimler engellenmiş olur. Sonda ucunda K tipi bir sıcaklık sensörü mevcuttur ve bu sayede baca sıcaklığı 0.1°C hassasiyetle okunabilir.

Cihazın filtre yuvası paslanmaz çelikten imal edilmiş olup, 47mm PTFE ya da cam elyafı bazlı filtreler için uygundur. Ayrıca filtrelerin içinde şartlandırılabileceği yapıda opsiyonel PTFE filtre kartuşları bulunmaktadır. Sızdırmazlığın sağlanabilmesi için fitre yuvasında silikon o ring conta mevcuttur *(EPA Method 5 : 6.1.1.5).* Filtre yuvası olası yoğuşma kaynaklı girişimleri engellemek için ısıtmalı ve ısı regülasyonludur. *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.4)*

Cihaz giriş portu ardından yoğunlaştırma kabı *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.7.a-1)* ve ilgili pnömatik bağlantılardan oluşur. Bağlantı seti tamamen krom ve paslanmaz çeliktir. Yoğuşturma kabı çıkışına kuple edilmiş yarıiletken tipi sıcaklık sensörü aracılığıyla kuru gaz sıcaklığı +/- 0.1°C hassasiyetle okunabilir.

Giriş setinin ardından vakum/örnekleme hattının hızını ayarlamaya yarayan motorize debi-bypass vanası ve hemen ardından sızdırmaz vakum pompası *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.7.a-2)* yer almaktadır. Pompa çıkış bağlantısına paralel olarak vakum hızını, debisini ve vakum hacmini ölçmek için bir adet kalibreli orifis plakası *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.7.a-3, b-3)* konuşlandırılmıştır *(TS-ISO 9096-2004 : 6.2.7.a-4).*

Şekil 4 te, cihazın teorik yapısı görülmektedir.



Şekil 4 – Cihazın basitleştirilmiş teorik yapısı

CİHAZIN KULLANIMI

Şekil 5 - EuroMetrics M5-PMAx cihazının önden görünümü

Genel Kullanım Kısıtlamaları:

1. **Cihaz kapağı açıkken herhangi bir sıvı ile teması engellenmelidir.**
2. **Vakum girişine sonda, hortum ya da hortum marpucu takılı değilken vakum çalıştırılmamalıdır.**
3. **Cihaz sadece 220v 50Hz (+/- %10) şebeke gerilimi ile çalıştırılmalıdır. Aşırı şebeke gerilimlerde cihaz garanti dışı kalacaktır.**
4. **Cihaz, ortam sıcaklığının +50°C'yi geçtiği durumlarda çalıştırılmamalıdır.**
5. **Şebeke-ortam (RFI-EMI) girişimlerinin yüksek olduğu ve veya şebekede harmonik bozulmanın yüksek olduğu hallerde cihaz direkt olarak şebekeye bağlanmamalıdır. Bu durumlarda cihazın çalışma garantisi bulunmamaktadır. Sağlıklı çalıştırma için arada tam sinüs inverter ya da tam sinüs on-line UPS kullanılmalıdır.**
6. **Topraklama bağlantısı uygun olmayan şebekelerde cihaz kesinlikle kullanılmamalıdır. (Tesislerde baca iç metal borusunda ya da probun temas ettiği herhangi bir yüzeyde elektrik kaçağı tespit edilirse cihaz bu bacada KESİNLİKLE KULLANILMAMALIDIR.)**
7. **Cihaz ters ya da yan konumda çalıştırılmamalıdır.**
8. **Su tutucu silikajel hazne içerisindeki silikajel materyal renk değiştirdiğinde mutlaka değiştirilmeli ya da rejenere edilmelidir. Pompa ya da sayaca sıvı girişimi tespit edildiğinde bu parçalar garanti dışı kalır.**
9. **Cihazın pompa çıkışı asla tıkanmamalıdır.**

Cihaz kullanım paneli;

Şekilde de görüldüğü üzere, cihaz paneli üzerinde cihazın elektriksel ve pnömatik giriş-çıkışları ve ayrıca bir adet termal yazıcı bulunmaktadır.

Cihaz kabininin sol yan panelinde cihazın besleme akım prizi yer almaktadır. Bu giriş standart IEC bağlantı soketi olup cihazın besleme gerilimi sadece AC 220v 50Hz dir. (+/- %10).

Ön panelin sol üst köşesinde cihazın enerji anahtarı (aç/kapa) ve sigorta soketi bulunmaktadır.

Enerji anahtarı ve sigorta soketinin hemen altında pitot tüpü hortumları için 6mm sıkmalı tip bağlantı soketleri bulunmaktadır. Proba entegre edilmiş S tipi pitot tüpüna bağlı hortumlar yönlerine (+/-) uygun olarak bu soketlere takılmalı ve sızdırmazlık için bağlantı somunları sıkılmalıdır. Tüp-hortum bağlantıları ters yapıldığı takdirde baca hızı 0 (sıfır) olarak görüntülenir.

Pitot bağlantı soketlerinin altında, vakum giriş bağlantısı bulunur. Bu, “quick connect” de denilen pnömatik basit kilitlemeli bir bağlantı elemanıdır, gövde ve marpuç olarak iki parçadan oluşur. Gövde panele sabit olup, marpuç hortum ucuna entegre edilmiştir. Gövdenin yan tarafında bulunan kilitleme halkası geri itildiğinde gövde marpucu serbest bırakır ve marpucun içeri ittirilmesi ile tekrar kilitlenmiş olur. Bu tip bağlantı elemanları çok yüksek vakum ve basınç şartları altında sızdırmazlık sağlamaktadırlar. Cihazın güvenliği bakımından bağlantı elemanından marpuç çıkarıldığı anda “check valve” vakum girişini kapatır. Böylelikle vakum hattına herhangi bir cismin kaçması engellenmiştir. Ancak

unutulmamalıdır ki bu durumda vakum pompasının girişi de tıkanmış olacaktır. Dolayısıyla cihaz bu şekilde iken çalıştırılmamalıdır.

Vakum girişinin hemen sağ tarafından sarı renkte standart tip baca termokupl bağlantısı yer almaktadır. Bu girişe yalnızca sondaya entegre edilmiş K tipi termokupl takılmalıdır. Bu giriş fişi yönlü olup (+/-) polarizasyonuna dikkat edilmeli ve ters yönde takılmak için zorlanmamalıdır.

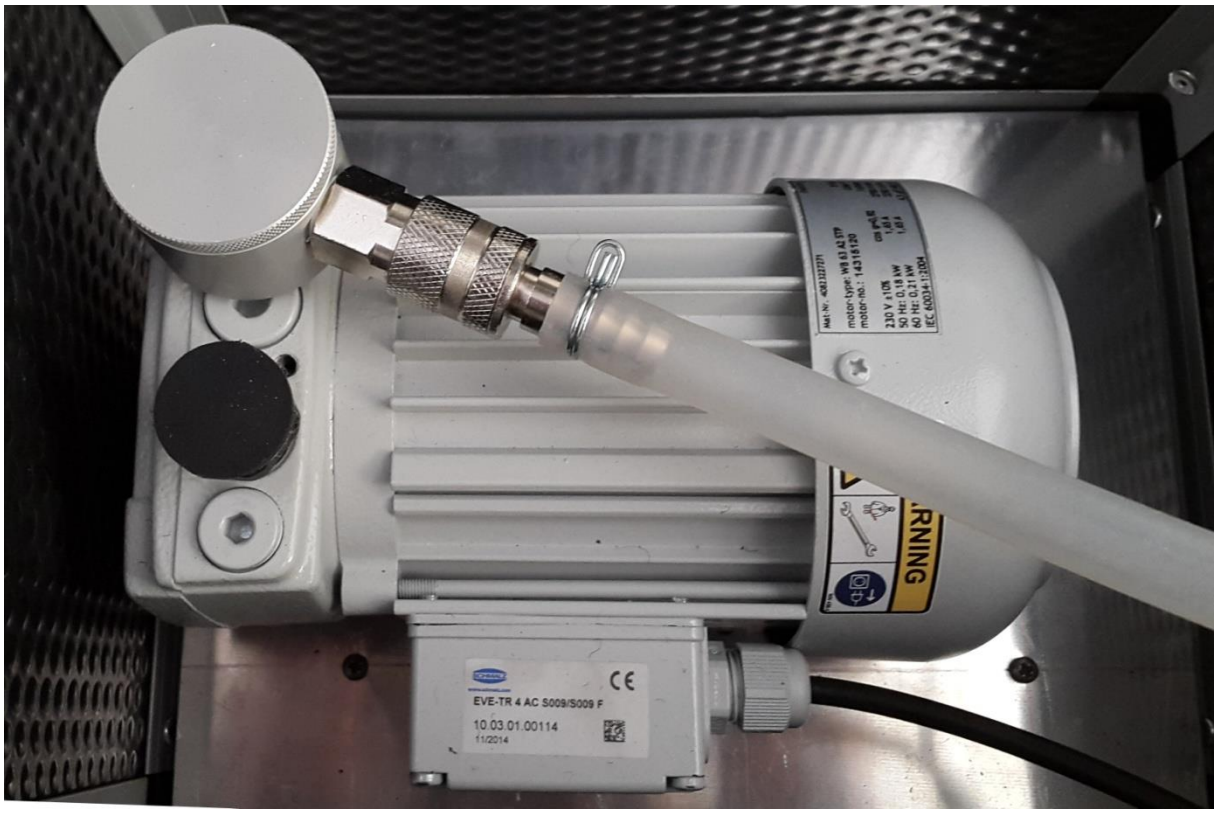
Termokupl girişinin hemen yanında veri giriş klavyesi bulunmaktadır. Klavye membran tipi olup bastırma kuvveti gerektirmez. Lütfen zorlamayınız. Her türlü işlem için klavye üzerinde bulunan [#] tuşu “işlem onayı” ve [*] tuşu “iptal” işlevi görmektedir.

Klavyenin üzerinde bulunan gösterge paneli nümerik olup, 4 satır ve 40 sütunluk verileri gösterebilir. Mavi ya da beyaz arka plana sahip, LCD yapıda ve arka plan aydınlatmalıdır.

Panelin sol alt köşesinde cihaz – pompa bağlantıları bulunmaktadır. Altta bulunan 4 pinli IP65 soket pompanın enerji çıkışı ve üstte bulunan quick pnömatik soket ise vakum bağlantısıdır.

Panelin sağ altında, termal tip raporlama yazıcısı bulunmaktadır. Yazıcı üzerinde bir adet fonksiyon tuşu, bir adet fonksiyon lambası ve rulo haznesi kilidi bulunmaktadır. Normal şartlar altında enerjili olduğu sürece yazıcı fonksiyon lambası 2 sn de bir yanacaktır. Eğer lamba bu sürede 3 kez yanıp sönüyorsa yazıcı içerisindeki kağıt bitmiş demektir. Bu durumda kilit mandalını geri çekerek kağıt haznesini açıp yazıcı kağıdını değiştirmeniz gerekmektedir. Bu yazıcı yalnızca 10m x 55mm lik termal yazıcı rulolarını desteklemektedir. (bazı modellerde fonksiyon tuşu bulunmaz)

Vakum Pompası;



Cihaz üzerinde bir adet 750hPa – 4.1m^3/saat vakum kapasiteli, asenkron 180VA elektrik gücüne sahip rotary vane (dönen bıçak) tipi vakum pompası bulunmaktadır. Pompa girişinde koruma amaçlı bir hava filtresi bulunur. En azından her 10 ölçümde bir olmak üzere filtre haznesinin üst kapağı saatin ters istikameti yönünde çıkarılarak içerisindeki filtre çıkartılmalı, gerekiyorsa basınçlı hava ve alkol ile temizlenmeli veya orijinali ile değiştirilmelidir. (bazı modellerde giriş filtresi bulunmaz) Çalıştığı sürece pompa çıkış portundan yüsek debili sıcak hava üflenmektedir. Bu anlamda işçi sağlığı bakımından dikkatli olunmalı ayrıca **pompa çıkışı asla tıkanmamalıdır**!

Su tutucu birim;

Cihaz üzerinde, sıcaklık farkından dolayı oluşabilecek yoğuşmayı absorbe edebilmek amacıyla sızdırmaz bir su tutucu filtre bulunmaktadır. Filtre haznesine tamamen mavi renkli silikajel granül doldurulmalı Her örnekleme işlemi sonunda bu hazne kontrol edilmeli ve silikajel **rengi pembeleşmişse, kendi anahtarı aracılığıyla hazne kapağı çıkartılarak silikajel yenisi ile değiştirilmelidir**. Her değiştirme işleminden sonra kapak rakoru saatin tersi istikameti yönünde sıkılarak tekrar yerine takılmalı ve sızdırmazlık sağlanmalıdır.

Sonda (ISO 9096, baca dışı süzme tipi);

Cihaz sondası ISO 9096-2004 normunda anılan baca dışı süzme yöntemi şartlarını karşılayacak tarzda imal edilmiş, paslanmaz çelikten mamul ısıtmalı - regülasyonlu numune hattı ve filtre haznesinden oluşur. Ayrıca sonda ucunda bir adet K tipi baca içi sıcaklık sensörü (termokupl), TS-ISO 10780'e uygun S tipi pitot tüpü ve muhtelif hızların simülasyonu

bakımından ISO 9096-2004 (6.2.2) normunda belirlenmiş standartlara uygun giriş memeleri ve ara bağlantı elemanları bulunur.

Giriş memelerinin sondaya entegrasyonu için öncelikle, ara bağlantı elemanı (dirsek), uçlarındaki fitting kullanılarak sonda hattına bakış açısı 90° ve pitot tüplerine koşut (paralel) olacak şekilde monte edilmeli ve bir anahtar yardımıyla bağlantı sıkıştırılmalı, bu işlemden sonra giriş memesi bağlantı elemanına saat yönünde elle sıkılarak bağlanmalıdır. Bağlantıları sökmek için öncelikle giriş memesi ters saat istikametinde çevrilerek ara bağlantıdan ayrılmalı daha sonra ara bağlantı elemanı bir anahtar yardımıyla uçlarındaki fitting gevşetilerek sonda hattından ayrılır.

Sonda hattı sonunda, yoğuşmayı engelleyecek tarzda ısıtmalı ve ısı regülasyonlu olarak tasarlanmış, paslanmaz çelik malzemeden imal filtre tutucu ve haznesi yer alır.

Filtre tutucu, iki tarafında yer alan klipsler yardımıyla açılıp kapatılır. Tutucu içerisine 47mm filtreler için uygun yapıda PTFE (Teflon ^{tm}) den imal edilmiş filtre kasetleri konulur. Ayrıca sızdırmazlığın temini için filtre tutucu temas noktalarında 60mm silikon o-ring contası mevcuttur. Kasetlerin montajı/demontajı esnasında bu contanın yerinden çıkması halinde dikkatlice tekrar yerleştirilmelidir. Filtreler, bu kasetler içerisinde şartlandırılmalı, taşınmalı ve örnekleme işlemi yapılmalıdır. Kasetler iki parçadan oluşur; zemin ve ring. Filtrenin kasete takılabilmesi için öncelikle ring, zeminden ayrılır, filtre dikkatli bir şekilde zemine ortalanarak yerleştirilir ve ring takılarak bastırılır. Böylelikle filtre, hareket etmeyecek biçimde kasete sabitlenmiş olur. Kasetin filtre tutucuya yerleştirilmesi için kasetin açık tarafı sonda hattına gelecek (görülecek) şekilde kaset yuvasına oturtulur ve daha sonra filtre tutucunun sabit tarafı kaset yuvasına ortalanarak monte edilir daha sonra klipsler aracılığıyla sabitlenir ve kilitlenir.

Filtre tutucu haznesi, yukarıda belirtildiği gibi ısıtmalı ve ısı regülasyonludur. Isıtıcı rezistans hazne tabanında yer alır. İşçi sağlığı bakımından, filtre kasetleri değiştirilirken ısıdan koruyucu eldiven takılmalı ve zorunlu olunmadıkça metal aksama temas edilmemelidir.

Cihazın açılması ve çalıştırılması;

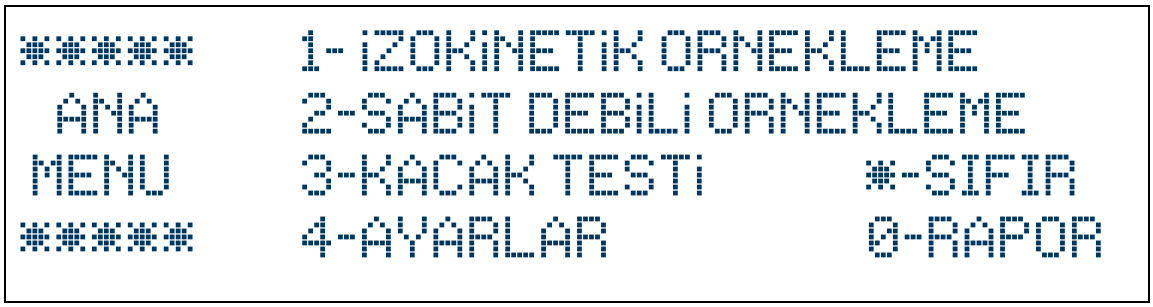
Cihaz, panelin sağında bulunan enerji girişinin üzerindeki aç-kapa anahtarından açılıp kapatılır.

Cihaza enerji verildikten sonra öncelikle sıfırlama işlemi yapılacaktır. Bu işlem sırasından cihaz ekranında;

İletisi görüntülenir.

Cihaz açılmadan önce ve bu işlem esnasında, sonda baca dışında bulundurulmalıdır. Aksi takdirde sıfır (baseline) kayması meydana geleceğinden tüm hız ölçümlerinde ciddi maddi hatalar meydana gelebilir.

Kısa bir süre sonra ekranda ana menü görüntülenecektir;

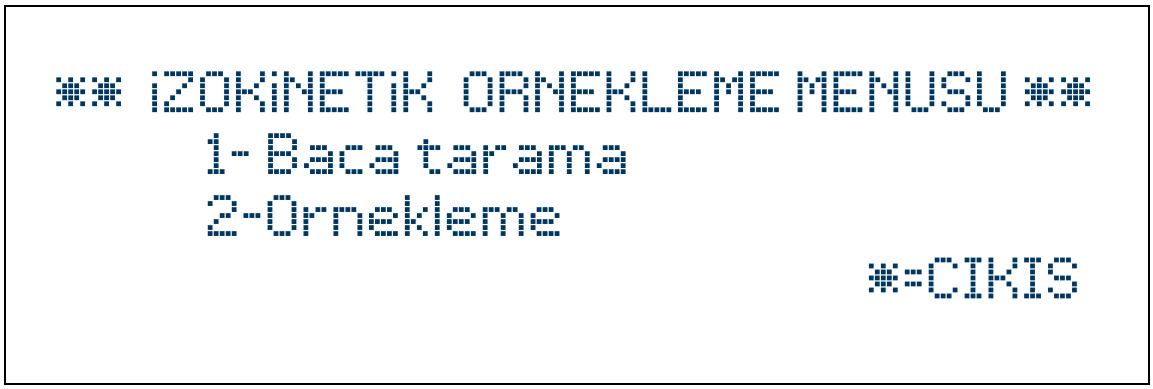


Bu ve tüm diğer menülerde erişim için klavye üzerindeki nümerik (0-9) tuşlardan yararlanılır ve her işlem için yalnızca bir kez tuşa basılır.

0- Rapor basımı:

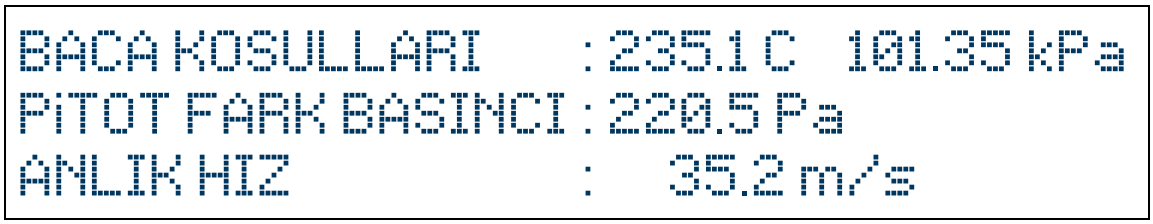
Cihaz hafızasında, bir sebepten henüz basılmamış rapor/raporlar mevcutsa ana menüde [0] tuşuna basılarak bu raporlar kağıda aktarılabilir. Bu işlemden önce yazıcıda kağıt olup olmadığı kontrol edilir. İşlem tamamlandığında, cihaz raporların düzgün basılıp basılmadığını soracaktır. [#] - Onay tuşuna basıldığında hafızada bulunan tüm raporlar silinir.

1- İzokinetik Örnekleme:



Ana menüden [1] tuşuna basılarak "izokinetik örnekleme menüsü" ne girilir. Bu menüde sırayla, [1]-Baca tarama, [2]-Örnekleme işlemlerine gidilebilir. Ana menüye dönmek için [*]-ÇIKIŞ tuşuna basılır.

İlgili normlara (ISO 9096, EPA M5, EPA M17) uygun bir örnekleme yapılabilmesi için örnekleme işleminden önce bacanın taranarak ortalama baca hızı, sıcaklığı ve mutlak basıncının tespit edilmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle [1]-Baca tarama işlemine geçilir ve sonda bacaya yerleştirilerek işlemin başlatılması için onay verilir [#]. İşlem sırasında ekranda anlık baca verileri görüntülenir;



Baca koşulları satırında, baca gazının anlık sıcaklığı ve bacanın anlık mutlak basıncı görüntülenir. Pitot tüpü uçlarında elde edilen anlık fark basınç herhangi bir düzeltme yapılmadan ikinci satırda yer alır. Fark basıncından elde edilen, birinci bölümde anlatıldığı şekilde hesaplanan sıcaklık ve mutlak basınç kompanzasyonu yapılmış gerçek hız, "ANLIK HIZ" olarak görüntülenir.

Tarama işlemi tamamlandıktan sonra hesaplama için [*] tuşuna basılarak işlem sonlandırılır. Ve ekranda;

Sonuç veriler görüntülenir. Bu ekranda iken [0] tuşuna basılırsa, bu veriler rapor halinde yazıcıdan çıkartılır. [*] tuşuna basılması halinde ana menüye dönülür. Ancak cihaz açık kaldığı sürece hesaplanan giriş memesi (nozzle) çapı verisi geçerli kalacaktır.

Diğer yandan, baca tarama işlemi sonucunda hesaplanan hıza bağlı olarak manuel olarak da meme çapı hesaplanabilir. Bunun için aşağıdaki tablo kullanılmalıdır:

Nozzle Çapı (mm) / Kütlesel Debi (l/d)	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,33	0,85	0,59	0,43	0,33	0,26	0,21	0,18
2	2,65	1,70	1,18	0,87	0,66	0,52	0,42	0,35
3	3,98	2,55	1,77	1,30	0,99	0,79	0,64	0,53
4	5,31	3,40	2,36	1,73	1,33	1,05	0,85	0,70
5	6,63	4,24	2,95	2,17	1,66	1,31	1,06	0,88
6	7,96	5,09	3,54	2,60	1,99	1,57	1,27	1,05
7	9,28	5,94	4,13	3,03	2,32	1,83	1,49	1,23
8	10,61	6,79	4,72	3,46	2,65	2,10	1,70	1,40
9	11,94	7,64	5,31	3,90	2,98	2,36	1,91	1,58
10	13,26	8,49	5,89	4,33	3,32	2,62	2,12	1,75
11	14,59	9,34	6,48	4,76	3,65	2,88	2,33	1,93
12	15,92	10,19	7,07	5,20	3,98	3,14	2,55	2,10
13	17,24	11,03	7,66	5,63	4,31	3,41	2,76	2,28
14	18,57	11,88	8,25	6,06	4,64	3,67	2,97	2,46
15	19,89	12,73	8,84	6,50	4,97	3,93	3,18	2,63
16	21,22	13,58	9,43	6,93	5,31	4,19	3,40	2,81
17	22,55	14,43	10,02	7,36	5,64	4,45	3,61	2,98
18	23,87	15,28	10,61	7,80	5,97	4,72	3,82	3,16
19	25,20	16,13	11,20	8,23	6,30	4,98	4,03	3,33
20	26,53	16,98	11,79	8,66	6,63	5,24	4,24	3,51
21	27,85	17,83	12,38	9,09	6,96	5,50	4,46	3,68
22	29,18	18,67	12,97	9,53	7,29	5,76	4,67	3,86
23	30,50	19,52	13,56	9,96	7,63	6,03	4,88	4,03
24	31,83	20,37	14,15	10,39	7,96	6,29	5,09	4,21
25	33,16	21,22	14,74	10,83	8,29	6,55	5,31	4,38
26	34,48	22,07	15,33	11,26	8,62	6,81	5,52	4,56
27	35,81	22,92	15,92	11,69	8,95	7,07	5,73	4,74
28	37,14	23,77	16,50	12,13	9,28	7,34	5,94	4,91
29	38,46	24,62	17,09	12,56	9,62	7,60	6,15	5,09
30	39,79	25,46	17,68	12,99	9,95	7,86	6,37	5,26
31	41,12	26,31	18,27	13,43	10,28	8,12	6,58	5,44
32	42,44	27,16	18,86	13,86	10,61	8,38	6,79	5,61
33	43,77	28,01	19,45	14,29	10,94	8,65	7,00	5,79
34	45,09	28,86	20,04	14,72	11,27	8,91	7,22	5,96
35	46,42	29,71	20,63	15,16	11,61	9,17	7,43	6,14
36	47,75	30,56	21,22	15,59	11,94	9,43	7,64	6,31
37	49,07	31,41	21,81	16,02	12,27	9,69	7,85	6,49
38	50,40	32,26	22,40	16,46	12,60	9,96	8,06	6,66
39	51,73	33,10	22,99	16,89	12,93	10,22	8,28	6,84
40	53,05	33,95	23,58	17,32	13,26	10,48	8,49	7,02

Nozzle Hızı (m/s)

Tablodaki gri zeminli bölge cihazın tam stabilite sağlayamadığı hızları ifade eder. Cihaz bu hızlarda emiş yapar ancak izokinetiklik tam olarak sağlanamayabilir.

Tablodaki beyaz zeminli ve siyah yazılı bölüm cihazın verimli olarak çalışabileceği alanı gösterir. Cihaz bu alan içerisinde verimli çalışabilir.

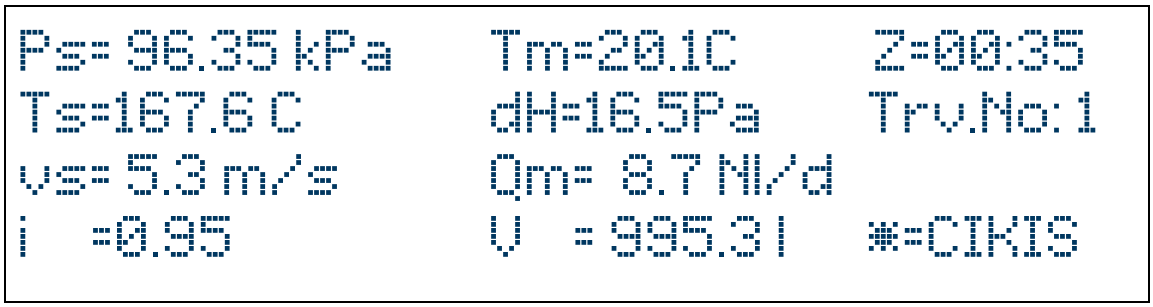
Tablodaki beyaz zeminli ve yeşil yazılı bölüm ise cihazın ideal şartlarda çalıştığı bölgeyi temsil eder. Kullanıcı elde edilen baca hızına göre üst kısımdaki nozzle çapı (kırmızı) alanından uygun olan seçimi yapmalıdır.

İzokinetik Örnekleme Menüsünden [2] tuşuna basıldığında izokinetik örnekleme işlemine geçilir.

Bu işleme geçilmeden önce ekranda sırasıyla giriş meme (NOZZLE) çapı ve toplam örnekleme süresi verileri girilmelidir. Her iki veri alanı da iki haneli olarak girilmelidir. Örneğin 4mm lik meme çapı verisi "04" olarak girilmelidir. Her iki alanda da onaylamak için [#] tuşuna basılır. Eğer onaylamadan çıkmak istiyorsanız bu durumda [*] tuşuna basılarak çıkılmalıdır. Bu alanlar boş geçildiğinde ekranda yazılı mevcut veri kabul edilmiş demektir. Örneğin daha önce baca taraması yaptırıldığında ekrana meme çapı olarak tarama işleminden elde edilen meme çapı gelecektir. Bu alan boş geçildiğinde bu veri kabul edilmiş olacaktır.

Bu veriden sonra sırasıyla örnekleme süresi 3 haneli olarak,
Dalış nokta sayısı 2 haneli olarak,
Baca numarası 2 haneli olarak ve
Baca bağıl nem oranı yine 2 haneli olarak girilmelidir.

Bundan sonra örnekleme işlemine otomatik olarak başlayacaktır. Ancak daha önce filtrenin yerleştirildiğinden, sondanın bacaya uygun şekilde ve ilgili normların düzenlediği biçimde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır.



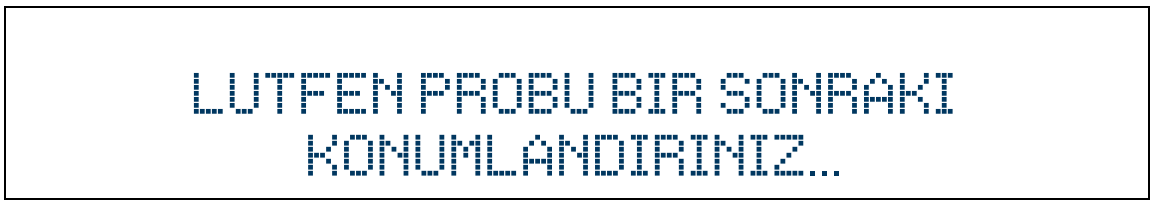
Örnekleme ekranında, gereksinim duyulan tüm verilerin görüntülenebilmesi açısından kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar TS ISO 9096-2004 normunda da belirtiliği şekillerinde;

Ps	*Baca içi mutlak basınç*	*vs*	*Baca hızı*
Tm	*Kuru gaz sıcaklığı*	*Qm*	*Vakum debisi*
Z	*Geçen süre*	*i*	*İzokinetiklik verimi (0.00 – 5.00)*
Ts	*Baca sıcaklığı*	*V*	*Sayaç hacmi*
dH	*Pitot tüp fark basıncı*		

Olarak kullanılmıştır.

İlgili normlar gereği izokinetiklik oranı deney süresince 1.00 + %15 -%5 olması gerektiğinden, cihaz değişen baca koşullarına uyum sağlamak amacıyla sürekli olarak kendi debisini değiştirebilmekte ve sonuç olarak giriş memesindeki efektif hız da aynı oranda değişebilmektedir. PID tipi algoritma kullanılarak yapılan bu işlem esnasında tipik hareket eşiği %3 dür. Yani cihaz baca hızı ile düzeltilmiş giriş memesi akış hızını karşılaştırarak, aralarındaki fark %3 ü geçtiği takdirde vanayı gerekli olduğu yönde hareket ettirmekte ve karşılaştırma işlemini tekrarlamaktadır. Bu sayede ortalama veriler dikkate alındığında sürekli olarak +/-%3 bandında kalınması mümkün olup, ani baca hızı değişikliklerinde meydana gelebilecek izokinetiklik uyumsuzlukları cihaz tarafından kullanıcıya alarm olarak bildirilmektedir. Ancak genel ortalamalar ve toplam deney süresi dikkate alındığında izokinetiklik oranı sürekli olarak 0.95 – 1.15 bandında kalacaktır.

Örnekleme işlemi sırasında kullanıcı tarafından yapılacak işlem sadece hesaplanmış dalma noktaları arasında ve uygun zaman aralıklarında sondayı hareket ettirmek olacaktır. Cihaz daha önceden girilmiş deney süresini dalış nokta adedine bölerek dalış noktası zaman aralıklarını hesaplar ve dalış noktası değiştirme zamanı geldiğinde ekranında;



İletisi ve iki kez bip sesi ile kullanıcıyı uyarır. Ayrıca bir önceki dalış noktasına dair ortalama veriler rapor olarak yazıcıdan çıkartılır.

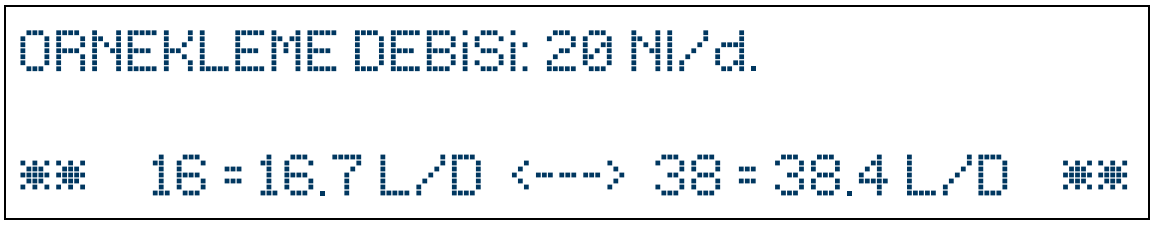
Baca hızının vana kumanda sınırları dışına çıkması (<1 m/s veya >60 m/s) halinde örnekleme işlemi otomatik olarak duraklatılacaktır. Bu durumda zamanlayıcı ve pompa durdurulur. Baca hızı tekrar kontrol limitleri dahiline girdiğinde ise işlem kaldığı yerden otomatik olarak devam ettirilir.

Örnekleme süresi bittiğinde ya da örnekleme işlemi sırasında kullanıcı tarafından [*] tuşuna basılıp durdurma işlemi onaylandığında, cihaz otomatik olarak raporlama işlemi yapacak ve ana menüye dönerek yeni komut beklemeye başlayacaktır. Yazıcıdan alınan rapor ayrıca cihaz belleğine de eklenecektir. Belleğin sık sık dolmaması için yaklaşık her 100 ölçümde bir ana menüden raporlar yazıcıya aktarılmaldır.

2- Sabit Debili Örnekleme:

Ana menüden [2] tuşuna basılarak sabit debili örnekleme işlemine geçilir. Eğer deneyin tabi olduğu norm örnekleme yaparken izokinetik şartların gerçekleştirilmesini talep etmiyorsa cihaz bu moda çalıştırılmalıdır. Sabit debili örnekleme için çalışma aralığı 3 – 40 Nl/dk dır.

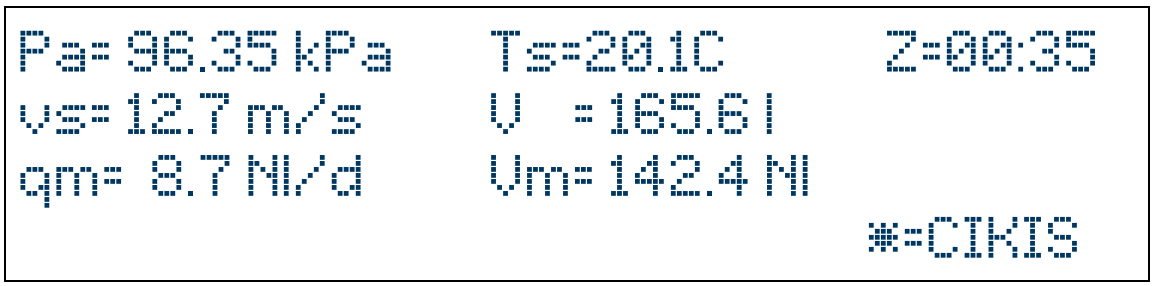
Bu işlem ekranında öncelikle sabit debi değeri,



Daha sonra örnekleme süresi,
En sonunda da nem değeri girilmelidir.

Her üç veri alanı da iki haneli olarak girilmelidir. Örneğin 5 Nl/d lık örnekleme debisi verisi "05" olarak girilmelidir. Her iki alanda da onaylamak için [#] tuşuna basılır. Eğer onaylamadan çıkmak istiyorsanız bu durumda [*] tuşuna basılarak çıkılmalıdır. Bu alanlar boş geçildiğinde ekranda yazılı mevcut veri kabul edilmiş demektir. Örneğin daha önce baca taraması yaptırıldığında ekrana meme çapı olarak tarama işleminden elde edilen meme çapı gelecektir. Bu alan boş geçildiğinde bu veri kabul edilmiş olacaktır. **Debi değeri olarak "16" girildiğinde "16.7", "38" girildiğinde ise "38.4" değeri otomatik olarak seçilecektir. Bu değerler PM10 örneklemesi için kullanılmalı ve bu durumda da cihazın çalışma marjının, set değeri üzerinden +/- %3 olduğu bilinmelidir.**

Nem değeri de girildiğinde sistem, örnekleme işlemine otomatik olarak başlayacaktır. Ancak daha önce filtrenin yerleştirildiğinden, sondanın bacaya uygun şekilde ve ilgili normların düzenlediği biçimde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Sabit debili örnekleme işleminde yalnızca 6mm giriş memesi kullanılmalıdır.



Sabit debili örnekleme işlemi ekranında, gereksinim duyulan tüm verilerin görüntülenebilmesi açısından kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar TS ISO 9096-2004 normunda da belirtiliği şekillerinde;

Pa	Baca içi mutlak basınç
Ts	Baca gaz sıcaklığı
vs	Baca hızı
V	Sayaç Hacmi
qm	Çekilen vakum debisi
Vm	Kurugaz hacmi

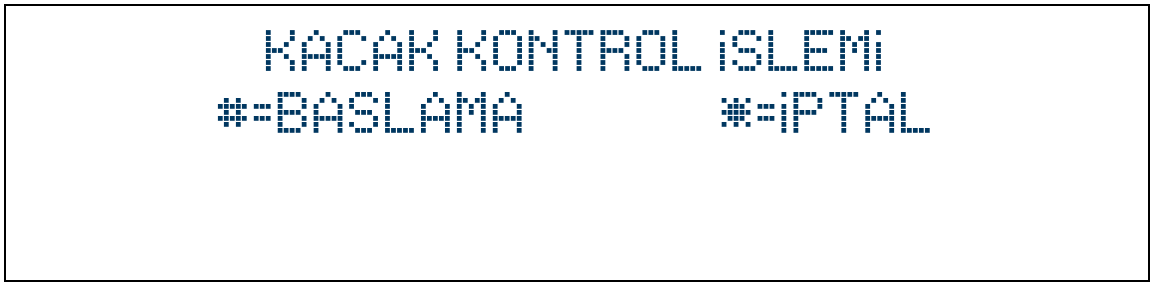
Sol üst köşede ise "geçen zaman" bilgisi yer almaktadır.

Örnekleme işlemi sırasında kullanıcı tarafından yapılacak işlem sadece hesaplanmış dalma noktaları arasında ve uygun zaman aralıklarında sondayı hareket ettirmek olacaktır.

Örnekleme süresi bittiğinde ya da örnekleme işlemi sırasında kullanıcı tarafından [*] tuşuna basılıp durdurma işlemi onaylandığında, cihaz otomatik olarak raporlama işlemi yapacak ve ana menüye dönerek yeni komut beklemeye başlayacaktır. Raporlama işlemi bittiğinde ekrana raporun düzgün basılıp basılmadığı iletisi gelecektir. Kullanıcı basılmış raporu kontrol ederek herhangi bir sorun olmadığından emin olmalıdır. Bu iletiye verilecek [#]- EVET yanıtı rapor bilgisinin bellekten silinmesine yol açar. Herhangi bir rapor sorununda [*]- HAYIR tuşuna basarak ilgili raporun belleğe alınmasını sağlayınız.

3- Kaçak testi:

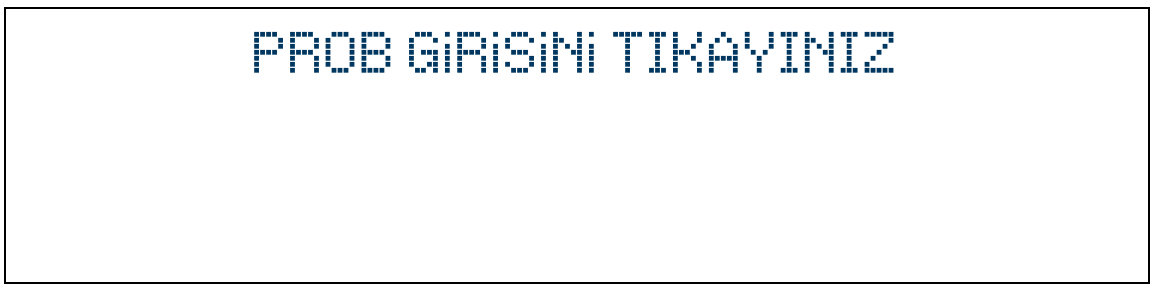
İlgili normlarda anıldığı şekliyle, her deneyden önce mutlaka ve her deneyden sonra seçimli olarak, ekipmanın verimliliğini teyit etmek için kaçak testi yapılmalıdır. Bu işleme başlamak için ana menüden [3] tuşuna basılır.



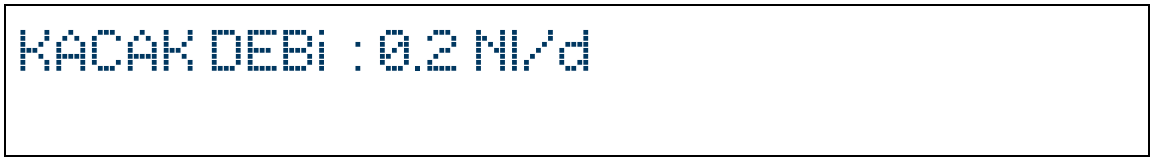
Giriş ekranında işleme başlamak için kullanıcıdan onay istenir. Bu durumdayken [#] tuşuna bastığınızda işlem başlayacaktır. [*] tuşu ise işleme başlamadan ana menüye dönülmesini temin eder.

İşleme başlama onayından önce, sondanın cihaza uygun biçimde takılı olduğundan ve sonda girişinin TIKALI OLMADIĞINDAN emin olunmalıdır.

Başlama onayı verildikten sonra cihaz vakum pompasının çalıştırır ve sabit bir değere kadar debiyi ayarlar (15 Nl/d).. Bu esnada sonda girişinin TIKALI OLMADIĞINDAN emin olunmalıdır.



Cihaz gereksinim duyduğu sabit debi miktarını ayarladıktan sonra, kullanıcıdan sonda girişini tıkamasını isteyecektir. Giriş uygun biçimde tıkandıktan sonra,

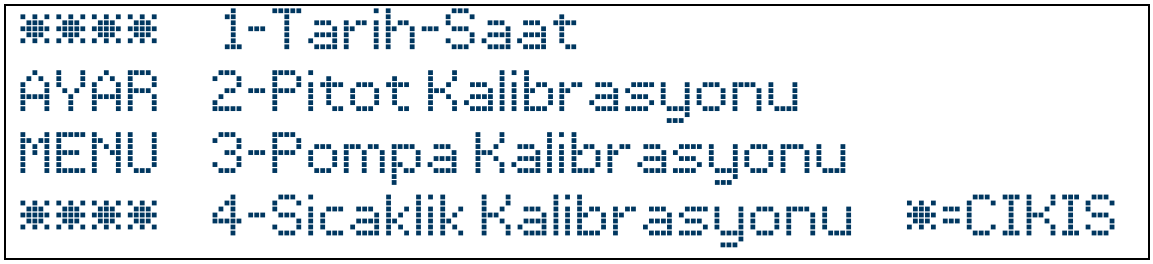


Anlık kaçak debi miktarını gösteren ekran görüntülenir. Kullanıcı gerek duyduğu sürece testi uygular. İşlemi sonlandırmak için [*] tuşuna basılmalıdır.

İlgili normlarda anılan kabul edilebilir kaçak debi miktarı, ortalama deney debisinin %2 si kadardır. Yani örneğin 20Nl/d ortalama debi için kabul edilebilir kaçak debi 0.4Nl/d dır.

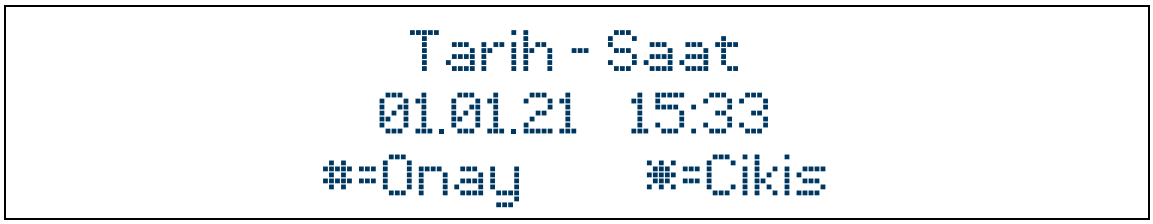
4- Ayarlar:

Ana menüden [4] tuşuna basılarak Ayarlar Menüsüne geçilir;



Bu menüde tarih saat ayarlaması ve kalibrasyon ekranları bulunur. Ana menüye dönmek için [*] tuşuna basılmalıdır.

[1] Tuşuna basıldığında, tarih ve saat ayarlaması kısmına girilecektir. Saat-tarih bilgileri bir kez girildiğinde tekrar girilmesine gerek yoktur. Cihaz enerjili olsun ya da olmasın cihaz saati normal olarak çalışır. Cihazın ana kartında bu saatin çalışmasını sağlayan bir pil mevcuttur (bios pili). Bu pil bittiğinde tarih – saat bilgisi 00.00.00 00:00 olarak görüntülenir. Bu durumda üretici firma ile temasa geçilmelidir.

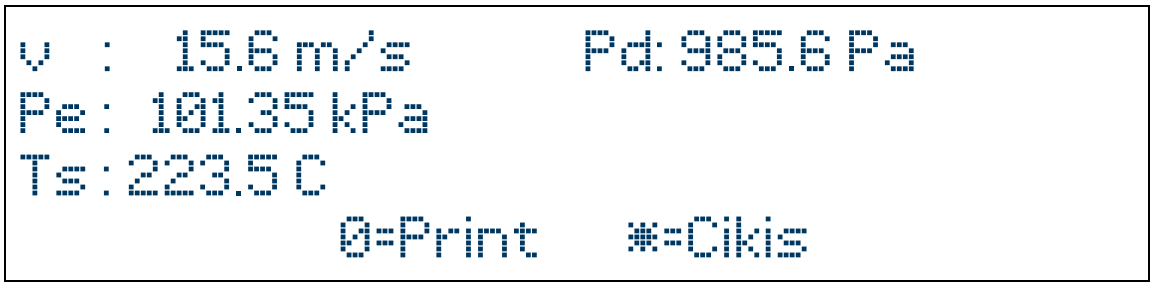


Bu ekranda tarih – saat bilgisi yalnızca 10 haneli olarak girilebilecektir. Tipik giriş formatı;

gg.aa.yy ss:dd

Şeklindedir. Format tamamlanmadan işlem onaylanmamalıdır. Eğer tarih – saat bilgisi değiştirilmek istenmiyorsa işlemin herhangi bir yerinde [*] tuşuna basılarak ana menüye dönülür. Format tamamlandığında [#] tuşuna basılarak kaydedilir.

Ayarlar menüsünden [2] tuşuna basılarak Pitot Kalibrasyonu kısmına geçilir. Bu kısımda yalnızca baca hız ölçümlerine ilişkin parametreler test ve kalibre edilebilecektir:



Pitot kalibrasyon ekranında, gereksinim duyulan tüm verilerin görüntülenebilmesi açısından kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar TS-ISO 10780 normunda da belirtiliği şekillerinde;

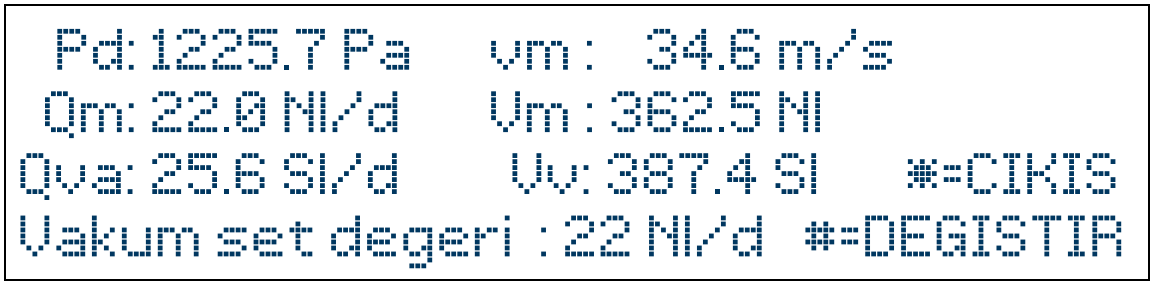
Ts	Baca sıcaklığı
Pe	Baca içi mutlak basınç
Pd	Pitot uçlarında okunan fark basınç
v	Baca hızı

Olarak kullanılmıştır. Kalibrasyon için pitot tüpü hortumlarının polarizasyonlarının doğru olduğundan emin olunmalıdır. “v” harfi ile ifade edilen hız değeri basınç ve sıcaklık kompanzasyonları yapılmış ve S tipi pitot tüpü için 0.84 ideal katsayı sabiti ile düzeltilmiş değerdir. Pd ise pitot tüpü uçlarından alınan fark basınç değeridir.

ÖNEMLİ NOT: Mutlak basınç kalibrasyonunda; referans basınç kaynağı, pitot tüpü bağlantılarının her iki ucuna aynı anda verilmelidir. Aksi takdirde fark basınç sensörleri arızalanabilir.

İşlemin herhangi bir anında [*] tuşuna basılarak ana menüye dönülebilir. Kalibrasyon raporu basmak için [0] tuşuna basılmalıdır.

Pompa ve orifis kalibrasyonu için Ayarlar Menüsünden [3] nolu tuşa basılmalıdır;



Pompa kalibrasyon ekranında, gereksinim duyulan tüm verilerin görüntülenebilmesi açısından kısaltmalar kullanılmıştır. Bu kısaltmalar TS-ISO 9096 normunda da belirtiliği şekillerinde;

Pd	Orifis uçlarında okunan fark basınç
vm	Çekilen vakum hızı
qva	Çekilen vakum debisi
Vv	Çekilen vakum hacmi
qm	Çekilen vakum debisi (Normalize)
Vm	Çekilen vakum hacmi (Normalize)

Olarak kullanılmıştır.

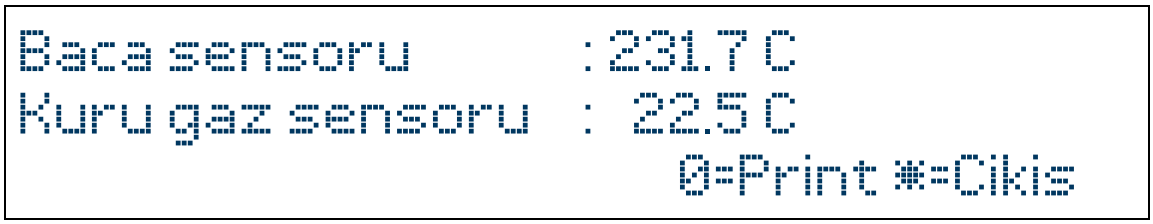
Mekanik tip debimetreler veya gaz sayaçları için qva, Vv değerleri, sıcaklık ve basınç düzeltmesi yapan elektronik debimetreler ya da gaz sayaçları için ise qm, Vm değerleri kullanılmalıdır. *Pd (orifis fark basıncı) ve vm (orifis hızı) bilgi amaçlı bir verilerdir. Cihaz dışından farklı ekipmanlarla karşılaştırılmaları mümkün değildir.*

Bu ekranda, arzu edilen debi değeri [#] tuşuna basıldıktan sonra 2 haneli olarak girilir. Örneğin 5 Nl/d lık örnekleme debisi verisi "05" olarak girilmelidir. Değeri onaylamak için [#] tuşuna basılır. Debi verisi onaylandığı anda vakum pompası çalışmaya başlayacak ve vakum girişinden set edilen debide (Nl/d) vakum çekilecektir. Sistemin vakum debi ayarlaması elektro mekanik vanalarla yapıldığından set edilen değerin elde edilmesi birkaç saniye alabilecektir. Aynı zamanda vana kumanda sisteminde tanımlı histerisis %3 olduğundan set edilen debi değeriyle elde edilen debi değeri arasında %3 lük bir fark olması normaldir.

Ekrandaki verileri rapor halinde almak için [0] tuşuna, ana menüye dönmek için [*] tuşuna basılmalıdır.

Önemli : Vakum pompası çalışır haldeyken vakum giriş portuna sonda, hortum bağlantısı ya da hortum marpucu takılı olmalıdır.

Sıcaklık kalibrasyonu için Ayarlar Menüsünde iken [4] nolu tuşa basılır.



Baca sensörü, sondanın giriş ağzında pitot tüpüne paralel olan K tipi termokupldur.

Kuru gaz sensörü, cihazın içinde pnömatik kurutucunun çıkışına entegre edilmiş yarı iletken sıcaklık algılayıcısıdır.

Ekrandaki verileri rapor halinde almak için [0] tuşuna, ana menüye dönmek için [*] tuşuna basılmalıdır.

Cihaz Çıktılarının İncelenmesi;

Kalibrasyon kısa raporları dışında cihazın iki tip rapor çıktısı mevcuttur:

1- Sabit Debili Örnekleme Raporu;

```
XXXXXXX YYYYYYY LABORATUVARI
AAAAAAAA BBBBBB CCCC ANKARA

SABiT DEBiLi ORNEKLEME RAPORU
-----------------------------------------------
Cihaz Seri       : M5PMA – 9999
Baslangic        : 25/01/13  15:22
Bitis            : 25/01/13  15:32
Ayarlanan Sure   : 10 dk.
Ornekleme Sure   : 10:01
Ort.vakum debi   : 19.6 Nl/d
Cekilen hacim    : 196.0 Nl
Sayac hacmi      : 228.4 l
Ort.Baca sicak   : 20.3 C
Mutlak basinc    : 93.20 kPa
Atmosfer basnc   : 93.34 kPa
Referans basnc   : 101.33 kPa
Kurugaz sicakl.  : 20.2 C
Referans sicakl  : 0.0 C
Nem              : 5.00
```

Yukarıda örnek bir sabit debili örnekleme raporu görülmektedir. Yazıcı şaryo genişliği sınırlaması (32 karakter) olduğundan raporda bazı kısaltmalar yapılması gerekli olmuştur. Buna göre;

Cihaz Seri	*Cihazın model ve seri numarası*
Baslangic	*Deneyin başlangıç saati ve tarihi*
Bitis	*Deneyin bitiş saati ve tarihi*
Ayarlanan sure	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş deney süresi*
Ornekleme sure	*Toplam deney süresi (gerçekleşen)*
Ort.vakum debi	*Ortalama vakum çekiş debisi (sıcaklık ve basınç kompanzasyonlu)*
Cekilen hacim	*Toplam çekilen gaz hacmi (sıcaklık ve basınç kompanzasyonlu)*
Sayac hacmi	*Toplam çekilen gaz hacmi (ham veri)*
Ort.Baca sicak	*Ortalama baca gazı sıcaklığı*
Mutlak basinc	*Ortalama baca mutlak basıncı*
Atmosfer basnc	*Ortalama atmosferik basınç*
Referans basnc	*Sabit veri. Hesaplamalarda esas alınan referans basınç*
Kurugaz sicakl.	*Ortalama gaz sıcaklığı (kuru bazda sayaç girişinde)*
Referans sicakl	*Sabit veri. Hesaplamalarda esas alınan referans sıcaklık*
Nem konsantr	*Baca nem konsantrasyonu bilgisi*

2- İzokinetik Örnekleme Raporu;

```
XXXXXXX YYYYYYYY LABORATUVARI
AAAAAAAA BBBBBB CCCC ANKARA

  iZOKiNETiK ORNEKLEME RAPORU
-------------------------------------------------
Cihaz Seri       : M5PMA – 9999
Baslangic        : 25/01/16  13:20
Ayarlanan Sure   : 10 dk.
Baca No          : 1
Travers Sayisi   : 6
Nozzle capi      : 6.0 mm
Atmosfer basnc   : 93.54 kPa
Atmosfer basnc   : 701.55 mmHg
Hava yogunlugu   : 1.2922 kg/m3
Pitot katsayi    : 0.84
Nem              : 8.00
```

Yukarıda örnek bir izokinetik örnekleme raporunun başlık kısmı görülmektedir. İzoknetik örnekleme deneyi başlar başlamaz bu rapor yazıcıdan çıkartılır. Diğer örnekte olduğu gibi bu raporda da kısaltmalar mevcuttur. Buna göre;

Cihaz Seri	*Cihazın model ve seri numarası*
Baslangic	*Deneyin başlangıç saati ve tarihi*
Ayarlanan sure	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş deney süresi*
Baca No	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş baca indeks numarası*
Travers Sayisi	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş travers noktaları sayısı*
Nozzle capi	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş meme (nozzle) çapı*
Atmosfer basnc	*Ortalama atmosferik basınç*
Hava yogunlugu	*Sabit veri. Hesaplamalarda esas alınan referans hava gaz yoğunluğu*
Pitot katsayi	*Sabit veri. Hesaplamalara esas S tipi pitot tüpü katsayısı*
Nem	*Kullanıcı tarafından girilen baca nem konsantrasyonu bilgisi*

```
BACA NO          : 1
TRAVERS NO       : 1
Sure             : 01:40
Ort.baca hizi    : 5.6 m/s
Sayac hacmi      : 14.5 l
Baca sicakligi   : 24.3 C
Sayac gaz sic.   : 30.4 C
Baca mutlk bas.: 93.50 kPa
Baca mutlk bas.: 701.24 mmHg
Pitot dP         : 17.71 Pa
Pitot dP         : 0.1328 mmHg
izokin.verimi    : 0.98
```

Yukarıda örnek bir izokinetik örnekleme raporunun dalış noktaları ara raporu görülmektedir. İzoknetik örnekleme deneyinde dalış noktaları arasında bu rapor yazıcıdan çıkartılır. Her dalış noktası için ayrı bir rapor çıkartılır. Diğer örnekte olduğu gibi bu raporda da kısaltmalar mevcuttur. Buna göre;

BACA NO	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş baca indeks numarası*
DALIS NOKTA NO	*Raporun ait olduğu dalış noktası*
Sure	*Bir önceki travers noktasından beri geçen süre dd:ss*
Ort.baca hizi	*İlgili dalış noktasındaki ortalama baca hızı*
Sayac hacmi	*O ana kadar çekilen gaz hacmi (ham veri)*
Baca sicakligi	*İlgili dalış noktasındaki ortalama baca gazı sıcaklığı*
Baca mutlk bas.	*İlgili dalış noktasındaki ortalama baca mutlak basıncı (kPa ve mmHg)*
Pitot Dp	*İlgili dalış noktasındaki ortalama pitot fark basıncı (Pa ve mmHg)*
İzokin.verimi	*İlgili dalış noktasındaki ortalama izokinetiklik verimi **

```
  iZOKiNETiK ORNEKLEME RAPORU
-----------------------------------------------
Cihaz Seri       : M5PMA – 9999
Baslangic        : 25/01/16  13:20
Bitis            : 25/01/16  13:30
Ornekleme Sure : 10:01
Baca no          : 1
Ort.baca hizi    : 6.9 m/s
Ort.vakum debi : 9.0 Nl/d
Kurugaz hacmi  : 90.1 Nl
Sayac hacmi      : 108.8 l
Baca gaz sic.    : 24.4 C
Kurugaz sicakl   : 31.3 C
Referans sicakl  : 0.0 C
Baca mutlk bas : 93.48 kPa
Baca mutlk bas : 701.11 mmHg
Sayac basinci    : 93.54 kPa
Sayac basinci    : 701.55 mmHg
```

Referans basnc	: 101.30 kPa
Referans basnc	: 760.05 mmHg
Pitot dP	: 26.34 Pa
Pitot dP	: 0.1976 mmHg
izokin.verimi	: 0.99

Yukarıda örnek bir sonuç izokinetik örnekleme raporu görülmektedir. İzoknetik örnekleme deneyinin sonunda bu rapor yazıcıdan çıkartılır. Diğer örneklerde olduğu gibi bu raporda da kısaltmalar mevcuttur. Buna göre;

Cihaz Seri	*Cihazın model ve seri numarası*
Baslangic	*Deneyin başlangıç saati ve tarihi*
Bitis	*Deneyin bitiş saati ve tarihi*
Ornekleme sure	*Toplam deney süresi (gerçekleşen)*
Baca No	*Kullanıcı tarafından belirlenmiş baca indeks numarası*
Ort.baca hizi	*Deney genelinin ortalama baca hızı*
Ort.vakum debi	*Deney genelinin ortalama emiş debisi (normalize)*
Kurugaz hacmi	*Toplam çekilen gaz hacmi (sıcaklık ve basınç kompanzasyonlu)*
Sayac hacmi	*Toplam çekilen gaz hacmi (ham veri)*
Baca sicakligi	*Deney genelinin ortalama baca gazı sıcaklığı*
Sayac gaz sicakl	*Deney genelinin ortalama gaz sıcaklığı (kuru bazda sayaç girişinde)*
Referans sicakl	*Sabit veri. Hesaplamalarda esas alınan referans sıcaklık*
Baca mutlak bas.	*Ortalama baca mutlak basıncı (kPa ve mmHg)*
Sayac basinci	*Ortalama sayaç gaz mutlak basıncı (kPa ve mmHg)*
Referans basnc	*Sabit veri. Hesaplamalarda esas alınan referans basınç(kPa ve mmHg)*
Pitot Dp	*Ortalama pitot fark basıncı (Pa ve mmHg)*
İzokin.verimi	*Deney genelinin sonuçları bakımından ortalama izokinetiklik verimi**

*** <u>İzokinetiklik veriminin hesaplanması :</u>**

$$i = \frac{\text{Sayaç hacmi} \times \frac{273}{273 + \text{Sayaç gaz sıcaklığı (C°)}} \times \frac{\text{Sayaç basıncı (mmHg)}}{760\ \text{mmHg}}}{\text{Baca hızı} \times \text{Nozül kesit alanı} \times \text{Süre} \times \frac{273}{273 + \text{Baca sıcaklığı (C°)}} \times \frac{\text{Baca basıncı}}{760\ \text{mmHg}} \times \frac{100 - \text{nem}}{100}}$$

Örnek;

Örnek rapordaki veriler dikkate alınacak olursa;

Sayaç hacmi = 108,8 l
Sayaç Gaz Sıcaklığı = 31,3 °C
Sayaç Basıncı (mutlak) = 701,55 mmHg
Baca Hızı = 6,9 m/s
Nozül Kesit Alanı = 6 mm -> 0,00002827m^2 = 0,02827 dm^2
Süre = 10:01 dakika = 601 saniye
Baca Sıcaklığı = 24,4 °C
Baca Basıncı (mutlak) = 701,11 mmHg
Nem oranı = %8

$$İ = \frac{108,8 \times \frac{273}{304,3} \times \frac{701,55}{760}}{6,9 \times 0,02827 \times 601 \times \frac{273}{297,4} \times \frac{701,11}{760} \times \frac{92}{100}}$$

$$İ = \frac{108,8 \times 0,89714 \times 0,923}{117,23 \times 0,91795 \times 0,92251 \times 0,92} = \frac{90,09}{91,33}$$

İ = 0,986 -> cihaz çıktı gösterimi iki desimal hane ile = **0,99**

Önemli Not:

Cihaz üzerine takılı mekanik gaz sayacı üzerinden hesaplanacak SAYAÇ HACMİ değerleri ile cihaz tarafından debi üzerinden hesaplanan ve çıktıya yansıyan SAYAÇ HACMİ değerleri arasında cihazınızın debi kalibrasyonuna bağlı olarak +/- %2 (sayaç bakımından +/-%2 ve cihaz debimetrik kalibrasyonu bakımından +/-%2) civarında farklılık oluşabilir. Bu durumda cihazın çıktıları baz alınarak hesaplanan (ve cihazın hesapladığı) izokinetiklik verimi ile sayaç değerleri baz alınarak hesaplanan izokinetiklik verimi arasında da aynı oranda farklılık meydana gelecektir. **Mekanik gaz sayacı ölçümlerde/hesaplamalarda referans olarak alınmamalıdır.**

CİHAZIN TEKNİK VERİLERİ:

Çalışma Ortamı : 0 – 50°C, 80-110 KPa, 0-%70 RH

PİTOT / ORİFİS FARK BASINÇ ve HIZI (BACA/VAKUM)

Hassasiyet : 1.33 Pa – 1.2m/s
Algılama sınırı : 2.66 Pa – 1.7 m/s
Doğrusal Cevap Sınırı : 2490.89 Pa – 52.1 m/s

KÜTLESEL GAZ DEBİSİ (HESAPLANMIŞ DEĞERLER BAKIMINDAN)

Hassasiyet : 0.1 l/d
Algılama sınırı : 3.0 l/d
Doğrusal Cevap Sınırı : 59.0l/d

GAZ HACMİ (HESAPLANMIŞ DEĞERLER BAKIMINDAN)

Hassasiyet : 0.1 l
Algılama sınırı : 1.0 l
Doğrusal Cevap Sınırı : SINIRSIZ

MUTLAK BASINÇ (BACA ve ORİFİS)

Ölçüm aralığı : 80-110 KPa
Hassasiyet : 0.1 KPa
Belirsizlik : +/- 0,375 KPa

BACA SICAKLIĞI

Ölçüm aralığı : 0-600°C
Hassasiyet : 0.1°C
Belirsizlik : %1 (FS)

KURU GAZ SICAKLIĞI

Ölçüm aralığı : 0-100°C
Hassasiyet : 0.1°C
Belirsizlik : %1 (FS)

ÜRETİCİ FİRMA :

özgürkolay tasarım

Ostim OSB Mah.1213.Cad. No:1/6 Yenimahalle – ANKARA
Tel: (312) 325 44 82