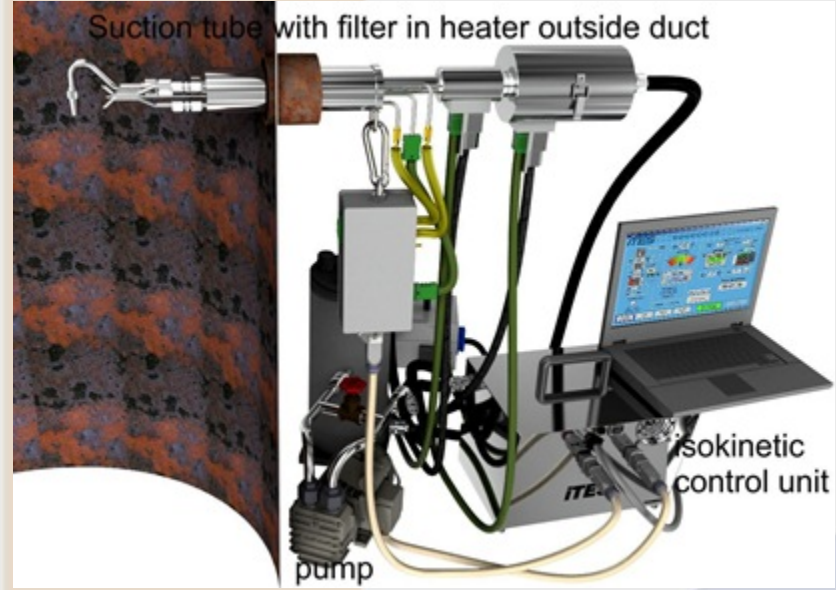


Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

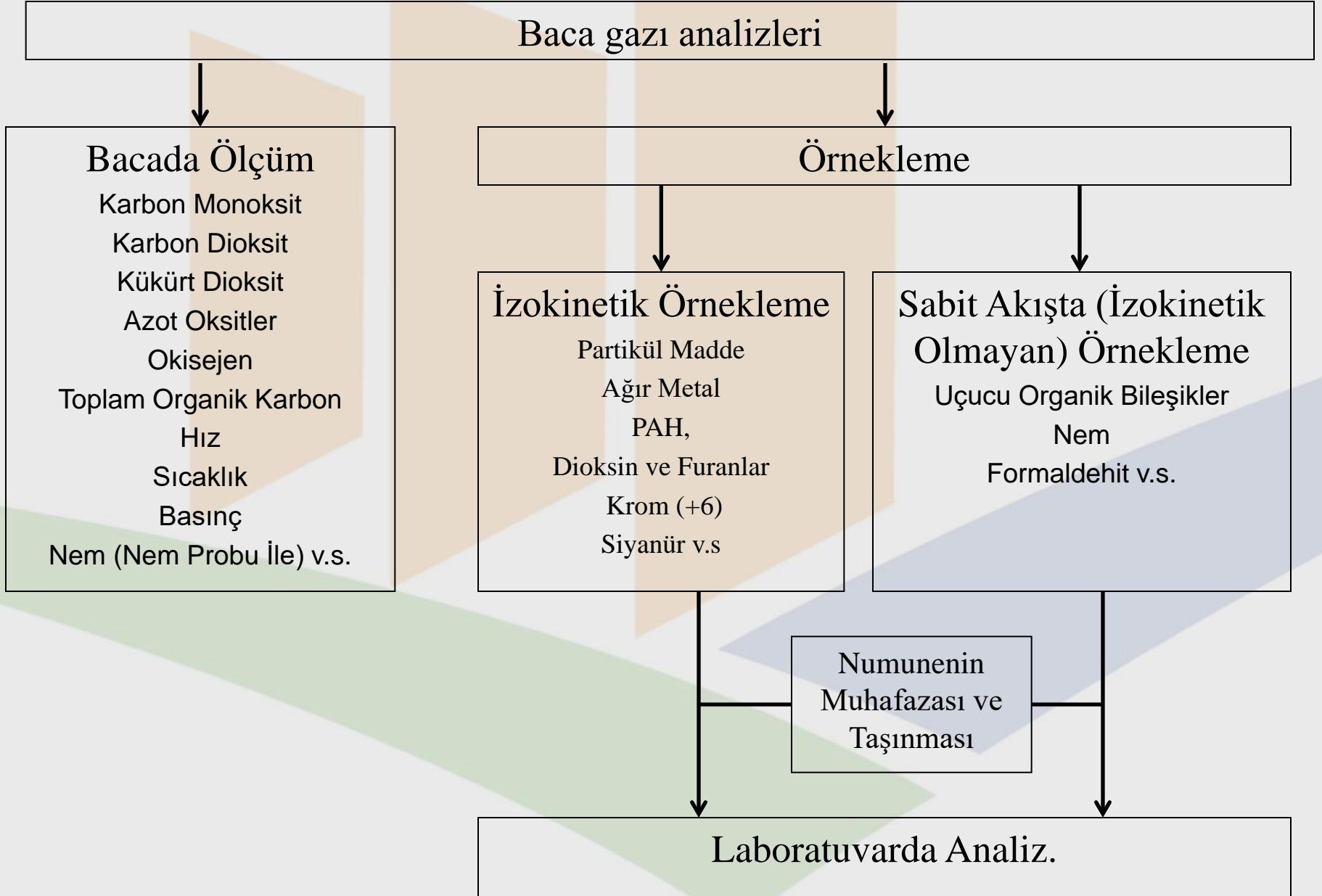


Hakan GÜNGÖR

Çevre Mühendisi

ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Daire Başkanlığı

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri



Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Bakanlığımızca Yetki Verilen Kapsam, Metotlar ve Parametreler ile İlgili Hususlar :

➤ Mevzuatlar

Tayin edilecek parametre Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği ve Atıkların Yakılmasına İlişkin Yönetmelik gibi çevre mevzuatlarında yer almalı.

➤ Metotlar

TS, ISO, EN, EPA, CARB, VDI, ASTM v.b. uluslararası kuruluşlarca kirletici parametrenin tayini için geliştirilmiş metotlar seçilmeli ve laboratuvarlarca yapılan çalışmalar bu metotlara göre yapılmalı.

➤ İşletme içi metotlar

Laboratuvarlarca işletme içi metot geliştirilmiş ise validasyon ve verifikasyon çalışmaları ile geçerli kılma çalışmaları yapılmalı.

➤ Akreditasyon

Yetki verilecek parametrenin tayin methodunda Laboratuvarın akreditasyonu olmalı

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Bakanlığımızca Yetki Verilen Kapsam, Metotlar ve Parametreler ile İlgili Hususlar :

➤ Yetkin personel

Laboratuvarda çalışan personeller gerekli şartları sağlamalı (sertifika, diploma, sağlık raporu v.b.)

➤ Cihaz, ekipmanlar ve malzemeler

Laboratuvarın kapsamına almak istediği metotlarla ilgili tüm cihaz ve ekipmanlar, sarp malzemeler, sertifikalı referans malzemeler v.b. metotlarda belirtildiği gibi temin edilmeli,

➤ Laboratuvar Şartları

Laboratuvarlar metotlarda belirtilen şartlara göre tasarlanmalı

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Ölçüm ve Örneklemeler ile İlgili Hususlar :

- Ölçüm ve örneklemeler yapılmadan önce ölçüm yerinde iş güvenliği ile ilgili hususlara dikkat edilmeli, iş güvenliği ile ilgili önlemler alınmalıdır.
- Ölçüm yerinin TS 15259 yada EPA 1 standartlarında belirtilen koşulları sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmelidir. Ölçüm yeri bu metotlara uygun olarak seçilmelidir. Bunun için ölçüm yerinde önceden fizibilite çalışması yapılmalıdır.
- Ölçüm yapılan yerde homojen bir gaz akışı olmalıdır.
- Tesis tam kapasite çalışırken en az üç ölçüm yapılmalıdır.
- Ölçüm öncesi ölçüm planı hazırlanmalıdır. (cihaz, ekipman, personel, parametre)
- Tüm formlar, cihaz kullanım talimatları, analiz talimatları ve kullanılan kimyasalların MSDS raporları ölçüm personelinin yanında olmalıdır.
- Doldurulan formlar ve cihaz çıktıları ile raporlama için gerekli tesis bilgileri gibi bilgiler eksiksiz hazırlanmalıdır.
- Tüm ölçümler öncesi nem, basınç sıcaklık ve hız gibi yardımcı parametreler ölçülmelidir.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Bacagazını Yerde Ölçüm

- Elektrokimyasal hücre metodu, FTIR, NDIR, FID, Kemülülisans, Uv Spektro, Paramanyetik O₂ v.b. Ölçüm teknolojileri ile çalışan analizörler kullanılarak bacagazını (Yanma gazları, TOC) yerinde ölçüm yapmak mümkündür.
- Yerde Ölçüm yapan cihazların yöntem olarak iki prensipte ölçüm yapmaktadır;
 - ✓ Ekstraktif numune alma işleminde gazlar, cihaza taşınmadan önce aerosollerin, parçacıklı maddenin ve diğer bozucu maddelerin uzaklaştırılması için şartlandırılır.
 - ✓ Ekstraktif olmayan numune alma sisteminde ölçmeler yerinde yapılır ve numuneye sadece filtreleme işlemi uygulanır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Örneklemeler

- Bacagazını yerinde ölçüm yapılamayan durumlarda, bacagazı uygun metotlar ile uygun şartlarda katı veya sıvı absorbanlara alınır.
- Aborbanslara örneklenen numuneler metotlarda belirtilen muhafaza koşullarında laboratuvara getirilerek analiz edilir.
- Örneklenen numuneler için örnekleme ve analiz işlemleri arasındaki sürenin kısa olması istenir. Birçok metot bu süre için sınırlama koymaktadır.
- Örneklenen numuneler eğer soğuk ortamda muhafaza edilmeli ve taşınmalı ise örneklem personelinin yanında ve araçlarında uygun soğutucu ekipmanlar bulunmalıdır.
- Örnekleme ekipmanlarında örnekleme öncesi kirlilik istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle metotlarda yer alan ekipman şartlandırma kurallarına dikkat edilmelidir.
- Her örnekleme öncesi ve sonrası sisteme kaçak testi uygulanmalıdır. Sistem izin verilen kaçak oranları metotlarda belirtilmekte olup belirtilenden yüksek kaçak olan bir örnekleme düzeneği ile örnekleme işlemi yapılmamalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Örneklemeler

- Bacagazında örnekleme işlemi sabit akış ve izokinetik ve izokinetik-yan akışlı olarak üç şekilde yapılmaktadır.

1. Sabit akış Örnekleme :

- ✓ Sabit akış örneklemelemlerde metotlarda belirtilen örnekleme debisine uygun bir pompa ile örnekleme yapılmalıdır. Örnekleme debisinin alt ve üst limitlerine uyulmalıdır.

2. İzokinetik Örnekleme:

- ✓ İzokinetik olarak örneklenen tüm metotlar örnekleme ile ilgili genel kuralları partikül madde örnekleme metotlarına göre belirler.
- ✓ Örneğin EPA 29 ağır metal örnekleme EPA 5' e göre yapılır. TS EN 14385 ağır metal örnekleme TS EN 13284-1'e göre yapılır.
- ✓ Bu nedenle emisyon laboratuvarı personellerinin partikül madde örnekleme metotlarına (TS ISO 9096, TS EN 13284-1, EPA 5, EPA 17) hakim olması önemlidir.
- ✓ İzokinetiklik, baca gazı hızının örnekleme hızına eşit olmasıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Örneklemeler

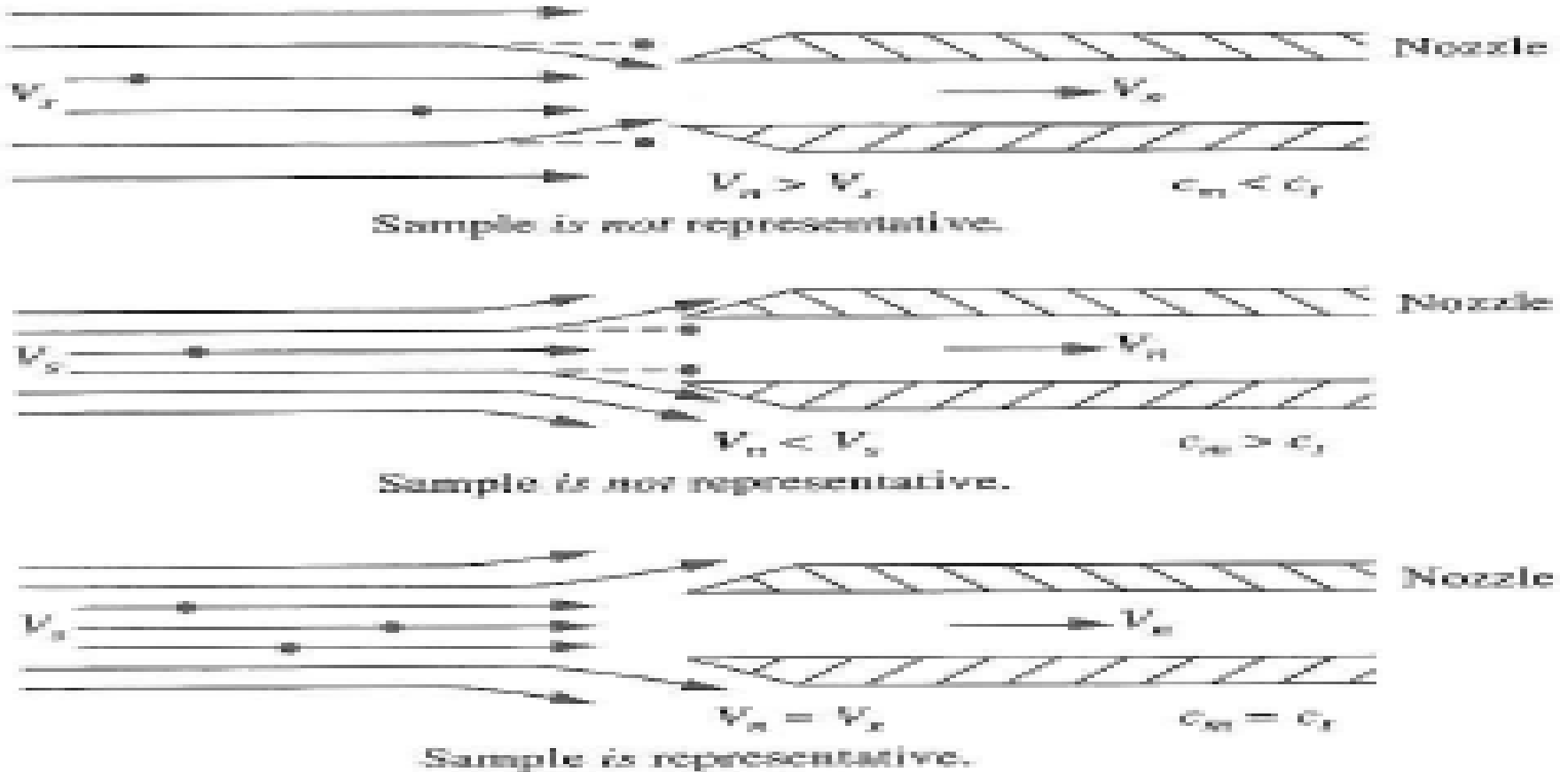
3. Yan akışlı izokinetik örnekleme:

- ✓ Bazı metotlar, izokinetik örnekleme yapılırken sisteme bir T bağlantısı ve ikinci bir pompa ilavesi ile yan akışlı bir örnekleme sistemini tarif eder (örn: EN 1911, EN 1948-1, ISO 11338-1).
- ✓ Yan akışlı örnekleme yapılmasındaki amaç; absorbanlama verimini yüksek olmasını sağlamaktır. Absorbansdan yüksek hızda akış geçerse absorpsiyon verimi düşebilir.
- İzokinetik örnekleme , örnekleme cihazlarının ilgili menülerine mutlak nem değeri girilmelidir. Mutlak nem değeri girilmez ise izokinetiklikten nem oranı kadar sapma olur.
- İzokinetiklik oranından sapma ile ilgili sınırlar metotlarda belirtilmektedir. Bu sınırlara uyulmalı, izokinetiklikten sapma sınırların dışına çıkmış ise örnekleme işlemi tekrarlanmalıdır.

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

İzokinetiklik

- İzokinetik numune alma: Numune alma probunun girişindeki (nozuldaki) gaz hızı (v_n) ve yönünün, bacadaki numune alma noktalarındaki gazın hızı (v_s) ve yönü ile aynı olduğu akış hızında numune alma.
- Isokinetic oranı (%) = Gerçek örnekleme akış hızı /Gerekli numune akış hızı X 100



Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	Hız (TS ISO 10780)
Prensip	Gaz akışının ortalama hızı, borunun kesitinde belirli noktalarda azami hızı (v) belirlemek için kullanılan Pitot tüpü vasıtasıyla tayin edilir.
Cihaz ve Ekipman	Baca Gazı Hızını tespit edebilmek amacıyla basınç farkını ölçmek için L tipi ve S tipi pitot tüpleri kullanılmaktadır.
Önemli Hususlar	<p>Baca eksenine göre gaz akışının açısı 15°'den daha az olmalıdır Pitot tüpünün kullanılacağı kesit alanının herhangi bir noktasında ters akışı bulunmamalıdır.</p> <p>Asgari hızın, akış hızı ölçümü için kullanılan metodun tayin sınırından daha yüksek olması,</p> <p>En yüksek ve en düşük mevzi gaz hızlarının birbirine oranının 3:1'den daha az olması.</p> <p>Borunun iç çapında, hızın ölçüldüğü yere alt ve üst akış da en az 5 hidrolik çap mesafede ani değişiklikler olmamalıdır.</p> <p>Her hız ölçme noktasındaki mutlak sıcaklık, borunun kesit alanındaki ortalamadan % 5'den daha fazla sapmamalıdır.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	Hız (TS ISO 10780)
-------------------	--------------------

Pitot Tüpü Ortalama Basınç Farkı, Δp

Pitot tüpü ortalama basınç farkı, Δp , aşağıdaki bağıntı ile bulunur.

$$\bar{\Delta p} = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{\Delta p_i} \right)^2$$

Numune alma düzleminde ortalama gaz hızı, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\bar{v} = KC (T_s \bar{\Delta p} / p_e M_s)^{1/2} \quad (3)$$

Burada,

C: $129 \text{ (m/s) [kg/(kmol.K)]}^{1/2}$,

T_s : Baca gazının ortalama sıcaklığı, K,

M_s : Gazın mol kütlesi, 29 kg/kmol (gazın mol kütlesi 27 kg/kmol'den büyük ve 31 kg/kmol'den küçükse),

K: Pitot tüpü katsayısı,

p_e : Mutlak gaz basıncı, kPa,

$\bar{\Delta p}$: Pitot tüpündeki basınç farkının ortalama değeri, kPa

dir.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	Nem (EPA 4)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (< 21 l/dk) Not: Eğer isokinetik örnekleme ile birlikte Nem tayini yapılıyorsa örnekleme debisi 21 l/dk olacak şekilde nozul seçilmelidir.
Örnekleme Düzenegi	Isıtılmış ve bir parçacık filtresi ile donatılmış, paslanmaz çelik veya cam prob, Cam impinger serisi
Absorbans	Su
Analiz	Gravimetrik veya volumetrik
Açıklama	<p>21 lt/dak'yı geçmeyecek bir akış hızında en az 600 lt örnek toplanır. Örnekleme süresi boyunca silika jel çıkışındaki sıcaklığın 20 °C'yi geçmemesi sağlanacak şekilde buz takviyesi yapılır.</p> <p>Örnekleme zincirinde kullanılan hortumda ve bağlantı ekipmanlarında yoğuşmanın olmamalıdır.</p> <p>Nemli baca gazının içerisindeki partikül maddenin alınmalıdır.. Bu nedenle partikül maddenin tutulması için filtre kartuşu kullanılır.</p> <p>Isıtmalı prob 120 °C'ye veya daha fazla bir sıcaklığa ısıtılacak şekilde dizayn edilmelidir.</p>

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

Nem (EPA 4)

Yoğunlaşan Su Buharı Hacmi:

$$V_{wc(std)} = \frac{(V_f - V_i) \rho_w R T_{std}}{P_{std} M_w}$$
$$= K_1 (V_f - V_i)$$

$$K_1 = 0.001333 \text{ m}^3/\text{ml}$$

V(wc)(std): Yoğunlaşan su buharı hacmi, m³

V_f: İmpingerlerdeki son hacim (ml)

V_i: İmpingerlerdeki ilk hacim (ml)

Silika Jelde Toplanan Su Hacmi:

$$V_{wsg(std)} = \frac{(W_f - W_i) R T_{std}}{P_{std} M_w K_2}$$
$$= K_3 (W_f - W_i)$$

$$K_2 = 1.0 \text{ g/g}$$

$$K_3 = 0.001335 \text{ m}^3/\text{g}$$

V_{wsg}(std): Silikajelde toplanan su hacmi, m³

W_f: Son tartım(silika jel + impinger),g

W_i: İlk tartım(silika jel + impinger),g

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

Nem (EPA 4)

Numune gaz hacmi:

$$V_{m(\text{std})} = \frac{V_m Y P_m T_{\text{std}}}{P_{\text{std}} T_m}$$
$$= K_4 Y \frac{V_m P_m}{T_m}$$

$V_{m(\text{std})}$: Numune gaz hacmi, m^3

K_4 : $0.3855 \text{ } ^\circ\text{K}/\text{mmHg}$

Y : Kuru gaz ölçer kalibrasyon faktörü

V_m : Kuru gaz hacmi, m^3

P_m : Kuru gaz ölçerdeki mutlak basınç, mmHg

T_m : Kuru gaz ölçerdeki mutlak sıcaklık, $^\circ\text{K}$

Nem Muhtevası (B_{ws}):

$$B_{ws} = \frac{V_{wc(\text{std})} + V_{wsg(\text{std})}}{V_{wc(\text{std})} + V_{wsg(\text{std})} + V_{m(\text{std})}}$$

Not: Bu formüllerde standart sıcaklık 293 K kullanılmıştır, Ülkemizde ise standart sıcaklık 273 K'dir. Bu nedenle K_1 , K_3 ve K_4 sabitlerinin 273 K' göre düzeltilmesi gerekmektedir.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	Nem (İşletme içi Metot – Dijital Nem Sensörü)
Açıklama	<p>Baca gazında nem ölçümü için Standart Metotlar dışında işletme içi dijital sensörlü nem problemleri de kullanılmaktadır.</p> <p>İşletme içi metotların, Standart metotlar ile metot geçerli kılma çalışması yapılmalıdır.</p> <p>Dijital sensörlü nem probu kullanıldığında ölçülen nemin mutlak nem mi? Yoksa bağıl nem mi? olduğu hususu önemlidir.</p> <p>Bazı cihazlar sadece bağıl nem sonucu vermektedir. Bu gibi durumlarda ölçülen bağıl nemden mutlak nem hesaplanmalı ve hesaplamalarda mutlak nem kullanılmalıdır.</p> <p>Ayrıca izokinetik örnekleme cihazlarına ölçülen nem muhakkak girilmelidir. İzokinetik örnekleme cihazına ölçülen nem girilmez ise % nem oranı kadar izokinetiklikten sapma olur.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS EN 13649 (Uçucu Organik Bileşikler)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (0,1-0,5 l/dk)
Örnekleme Düzeneği	Çelik prob
Absorbans	Aktif karbon,
Muhafaza	Numune almayı takiben, tüpler serin ve karanlık bir ortamda taşınmalıdır. 7 gün içinde analiz edilmeyecekse 4 °C altında muhafaza edilmelidir.
Analiz	GC
Açıklama	<p>Bu standard 0,5 - 2000 mg/m³ aralığındaki kütle derişimleri için kullanılır.</p> <p>Ölçülü bir hacimdeki gazda bulunan organik bileşikler aktif karbon üzerine adsorbe edilebilir olmalıdır.</p> <p>Ölçmelerde girişime neden olabilecek tanecik halindeki madde uzaklaştırılmalıdır.</p> <p>Suyun yoğunlaşması önlenmelidir.</p> <p>Absorbansdan geçen gazının sıcaklığı, adsorpsiyon süresince 40 °C'yi geçmemelidir.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS EN 13649 (Uçucu Organik Bileşikler)
Açıklama	<p>Bacagazı yoğunlaşmaya neden olacak derecede nemli ise veya organik bileşiklerin kütle derişimlerinin sorbent borularının kapasitesini aşma riski varsa, seyreltme yapılmalıdır.</p> <p>Toplam örnekleme hacmi 100 mg'lık aktif karbon tüpü için 10 L ile 50 L arasında, hacimsel akış hızı, 0,1 L/min'lik ile 0,5 L/dak arasındadır olmalıdır.</p> <p>Her tüp serisi için en az iki tanık tüp analiz edilmelidir. Tanık değeri, ilgili bileşiğin emisyon sınır değerinin %5'inden daha büyük olan numune değerine eşdeğer ise, numune alma işlemi tekrar edilmelidir.</p> <p>Her bir organik bileşiğin absorbanı, çözücüsü ve analiz cihazı farklılıklar gösterebilir, aranılan parametreye göre absorban ve çözücü belirlemek gerekmektedir. Bunun için MDHS 96 Niosh v.b. Kaynaklar kullanılabilir.</p>

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

TS EN 13649 (Uçucu Organik Bileşikler)

MDHS 96

Method name*	Test compounds*	Sorbent**	Desorption solvent
Dichlorodifluoromethane etc	Dichlorodifluoromethane 1,2-Dichlorotetrafluoroethane Chlorodifluoromethane	C [c]	methylene chloride
Dichlorofluoromethane		C [d]	CS ₂
1,1-Dichloro-1-nitroethane		C	CS ₂
Difluorodibromomethane		C [e]	2-propanol
Dimethylacetamide		S	methanol
Dimethyl sulphate		P	diethyl ether
Dioxane		C	CS ₂
Diphenyl		T [q]	carbon tetrachloride
Epichlorohydrin		C	CS ₂

Niosh Metot List

Chemical	Meth No.	Method Name	Flow Rate (L/min)	Vol. (L) min max	Extraction	Analytical Technique	Sampler
Cyclohexanone	2549	VOLATILE ORGANIC CPDS (Screening)	0.01 - 0.05	1 - 6	thermal	TD/GC-MS	TD
Cyclohexanone	2555	KETONES I	0.01 - 0.2	1 - 10	CS ₂	GC-FID	A-CMS
Cyclohexanone	1300	KETONES I	0.01 - 0.2	1 - 10	CS ₂	CG-FID	CCT
Cyclohexene	1500	HYDROCARBONS, BP 36-216°C	0.01 - 0.2	5 - 7	CS ₂	CG-FID	CCT
1,3-Cyclopentadiene	2523	1,3-CYCLOPENTADIENE	0.01 - 0.05	1 - 5	Et Ac	GC-FID	Chrom104/ maleic anhy
2,4-D	5001	2,4-D and 2,4,5-T	1 - 3	15 - 200	MeOH	HPLC-UV	GFF
2,4-D acid; 2,4-D,2-ethylhexyl ester; 2,4-D,2-butoxyethyl ester	5602	CHLORINATED ORGANONITROGEN HERBICIDES (AIR SAMPLING)	0.2 - 1	12 - 480	reagent	GC-ECD	OVS-2

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	<p>Yanma Gazı Ölçümleri</p> <p>TS ISO 7935 – SO₂ Ölçümü</p> <p>TS ISO 12039 – CO, CO₂, O₂ Ölçümü</p> <p>EPA CTM 022 – NO, NO₂, NO_x Ölçümü</p> <p>EN 14789 – O₂ Ölçümü</p> <p>EN 15058 – CO Ölçümü</p> <p>EN 14792 – Nox Ölçümü</p> <p>EN 14791 – SO₂ Örnekleme ve Analizi</p>
Önemli Hususlar	<p>Örnekleme sistemine hava girişi veya sistemden dışarıya gaz kaçağı olmamalıdır</p> <p>Şartlandırılarak ölçüm hücresine taşınan numunenin ölçüm hücresine girmeden önce neminin alınması için uygun bir düzenek eklenmelidir.</p> <p>Baca gazları, toz ve kurum gibi partikül maddelerden temizlenebilmeleri için filtreden geçirildikten sonra analiz sistemine verilmelidir.</p> <p>Tesis, ölçümler sırasında tam kapasite ile çalışmalıdır.</p> <p>Sürekli rejimde çalışan tesislerde en büyük yükte en az üç ölçüm yapılmalıdır.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	Yanma Gazı Ölçümleri
Önemli Hususlar	<p>Baca Gazı ölçüm cihazının izlenebilir referans gazlarla doğrulaması yapılır.</p> <p>Cihaz ölçüm konumuna geçtikten sonra uygun bağlantı hortumlarının uygun yerlerde olduğu bir kez daha kontrol edilerek kaçak testi yapılması gerekir.</p> <p>Kükürt dioksit ve Azot Oksitlerin kayıplarını önlemek ve yanlış okumalara yol açmamak için numune alma hattı ısıtılmalıdır.</p> <p>Gaz ölçümü kapsamında yapılan deneylerle birlikte kütleli debi hesaplamalarının yapılabilmesi için hız, sıcaklık ve nem ölçümlerinin de yapılması gerekmektedir.</p> <p>Ölçüm Süresi:</p> <p>Ölçüm süreleri belirlenirken sensör tepki süresi (T90) esas alınmalıdır.</p> <p>(T90) : Bunun için Analizöre probun ucundan referans gaz verilmeli ve analizörün verilen referans gazın konsantrasyonunun % 90'ını okuduğu zaman bulunmalıdır.</p> <p>Ölçüm süresi mevzuatlarda yada standartlarda aksi belirtilmiyorsa 4xT90 süresi kadar olmalıdır.</p> <p>İki ölçüm arasında bekleme zamanı ise 3xT90 olmalıdır.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	EPA 5 Baca dışı / EPA 17 (Baca içi) (Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzenegi	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 105 °C de 2-3 saat saat desikatörde 2 saat
Nozul Çapı	3,2 mm'den büyük (tavsiye edilen 6,4 mm'den büyük)
Filtre verimi (0,3 pm)	> % 99,7
Sızıntı deneyi	< % 2
İzokinetik oranı	% 90-% 110
Analiz	Gravimetrik
Açıklama	Örnekleme yeri EPA 1'e göre seçilir. Her ölçüm için mutlaka tanık numune alınmalıdır. Tanık numunede toplanan partikül kütlelerinin gerçek numunede toplanan partikül kütlelerine oranı 1/5 veya ELD değerinin % 10'dan büyük olmamalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS ISO 9096 (Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzenegi	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf, kuvarz elyaf yada teflon filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 160 °C de 1 saat desikatörde 8 saat
Nozul Çapı	4 mm'den büyük (tavsiye edilen 8 mm'den büyük)
Filtre verimi (0,3 pm)	> % 99,5
Sızıntı deneyi	< % 2
İzokinetik oranı	% 90-% 110
Analiz	Gravimetrik
Açıklama	Örnekleme yeri EN 15259'a göre seçilir. Metodun çalışma aralığı 20 mg/m ³ - 1000 mg/m ³ 'dür Her ölçüm için mutlaka tanık numune alınmalıdır. Tanık numunede toplanan partikül kütlelerinin gerçek numunede toplanan partikül kütlelerine oranı 1/5 veya ELD değerinin % 10'dan büyük olmamalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

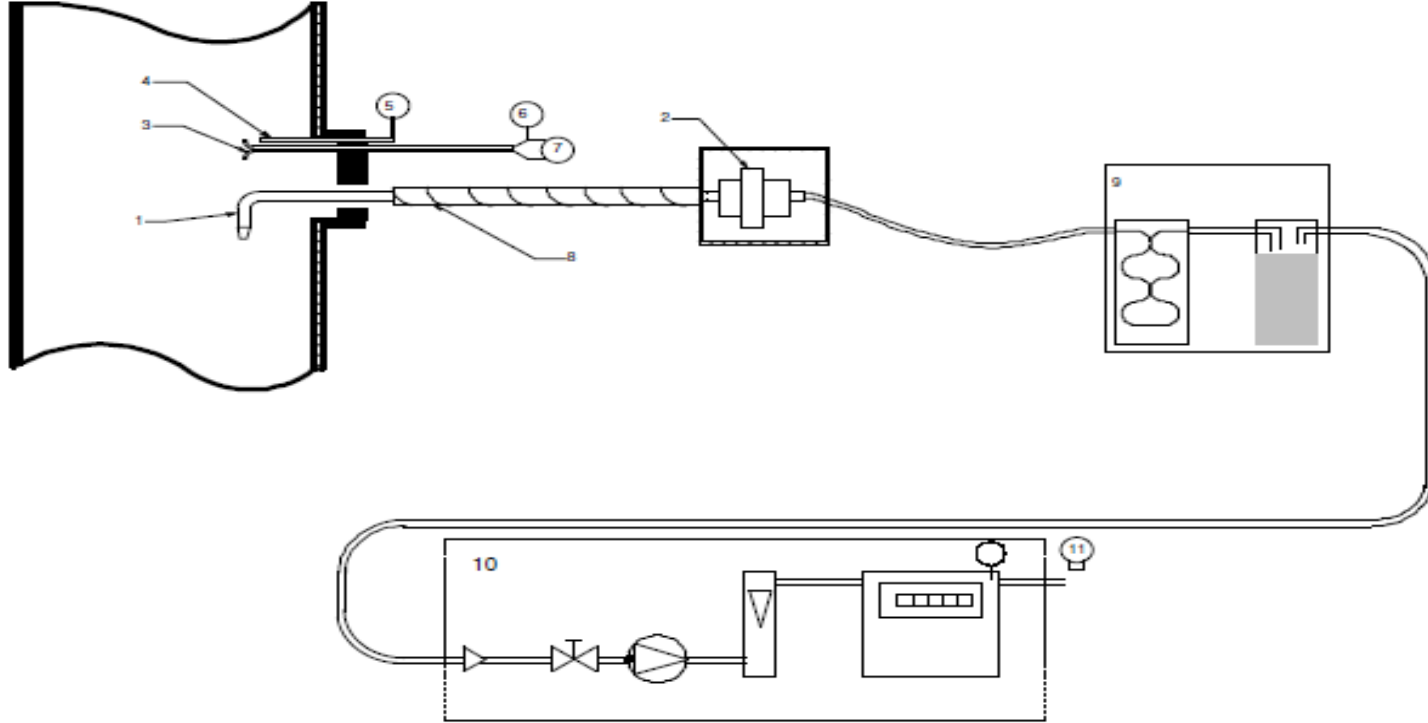
Metot / Parametre	TS EN 13284-1(Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzenegi	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf, kuvarz elyaf yada teflon filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 160 °C de 1 saat desikatörde 8 saat
Nozul Çapı	6 mm'den büyük (tavsiye edilen 8 mm'den büyük)
Filtre verimi (0,3 pm)	> % 99,5
Sızıntı deneyi	< % 2
İzokinetik oranı	% 95 - % 115
Analiz	Gravimetrik
Açıklama	Örnekleme yeri EN 15259'a göre seçilir. Metodun çalışma aralığı 5 mg/m ³ - 50 mg/m ³ 'dür Her ölçüm için mutlaka tanık numune alınmalıdır. Tanık numunede toplanan partikül kütlelerinin gerçek numunede toplanan partikül kütlelerine oranı 1/5 veya ELD değerinin % 10'dan büyük olmamalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

TS EN 13284-1 ve TS ISO 9096 (Partikül Madde)



Baca Dışı Partikül Örnekleme

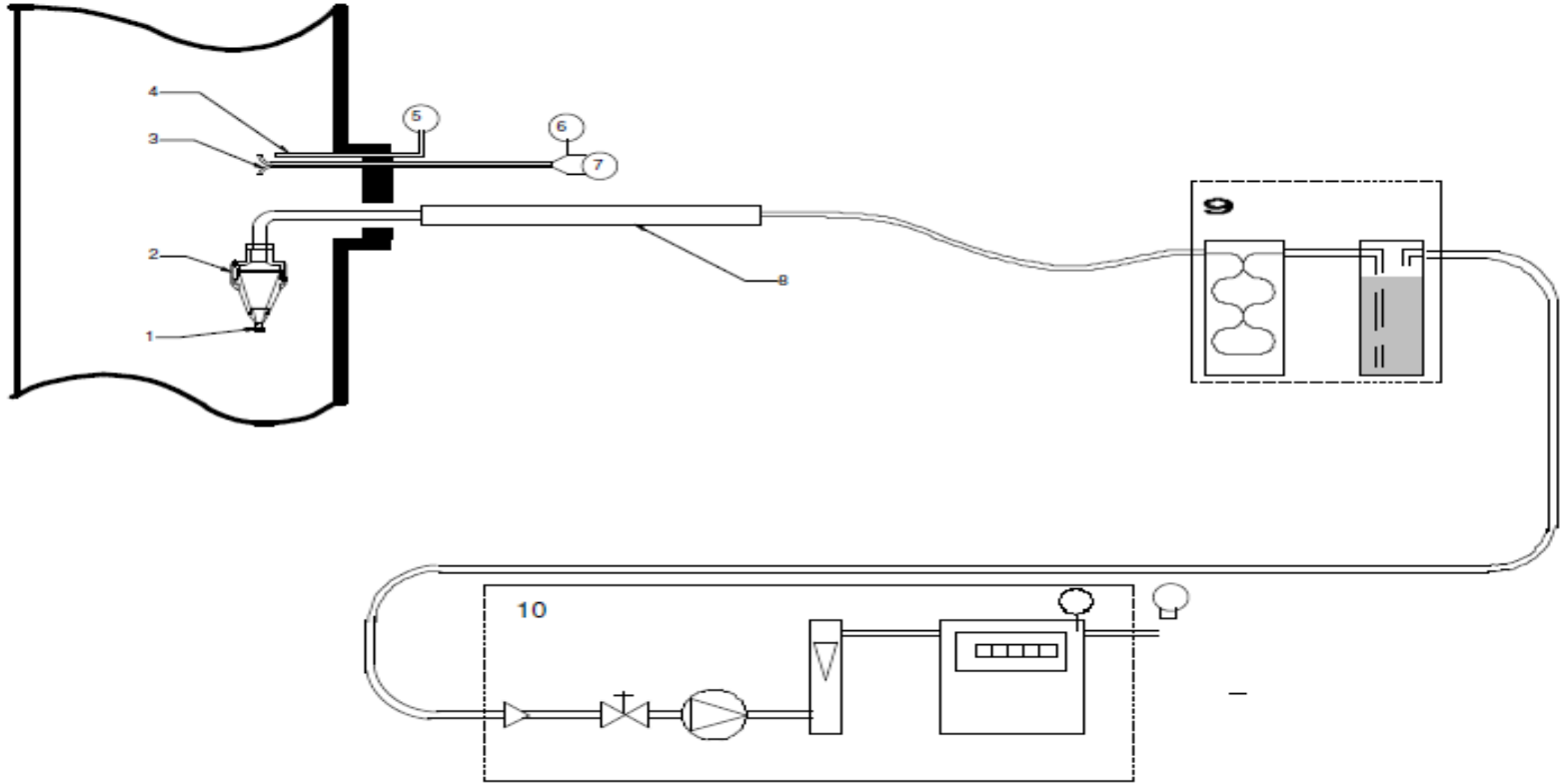
1) Başlık; (2) Isıtıcılı filtre tutucu; (3) pitot tüpü; (4) sıcaklık probu; (5) sıcaklık ölçer; (6) statik basınç ölçer; (7) diferansiyel basınç ölçer; (8) ısıtıcılı prob (9) gaz kurutma cihazı; (10) vakum ünitesi akış kontrolü ve gaz sayacı; (11) Barometre

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

TS EN 13284-1 ve TS ISO 9096 (Partikül Madde)



Baca içi Partikül örnekleme

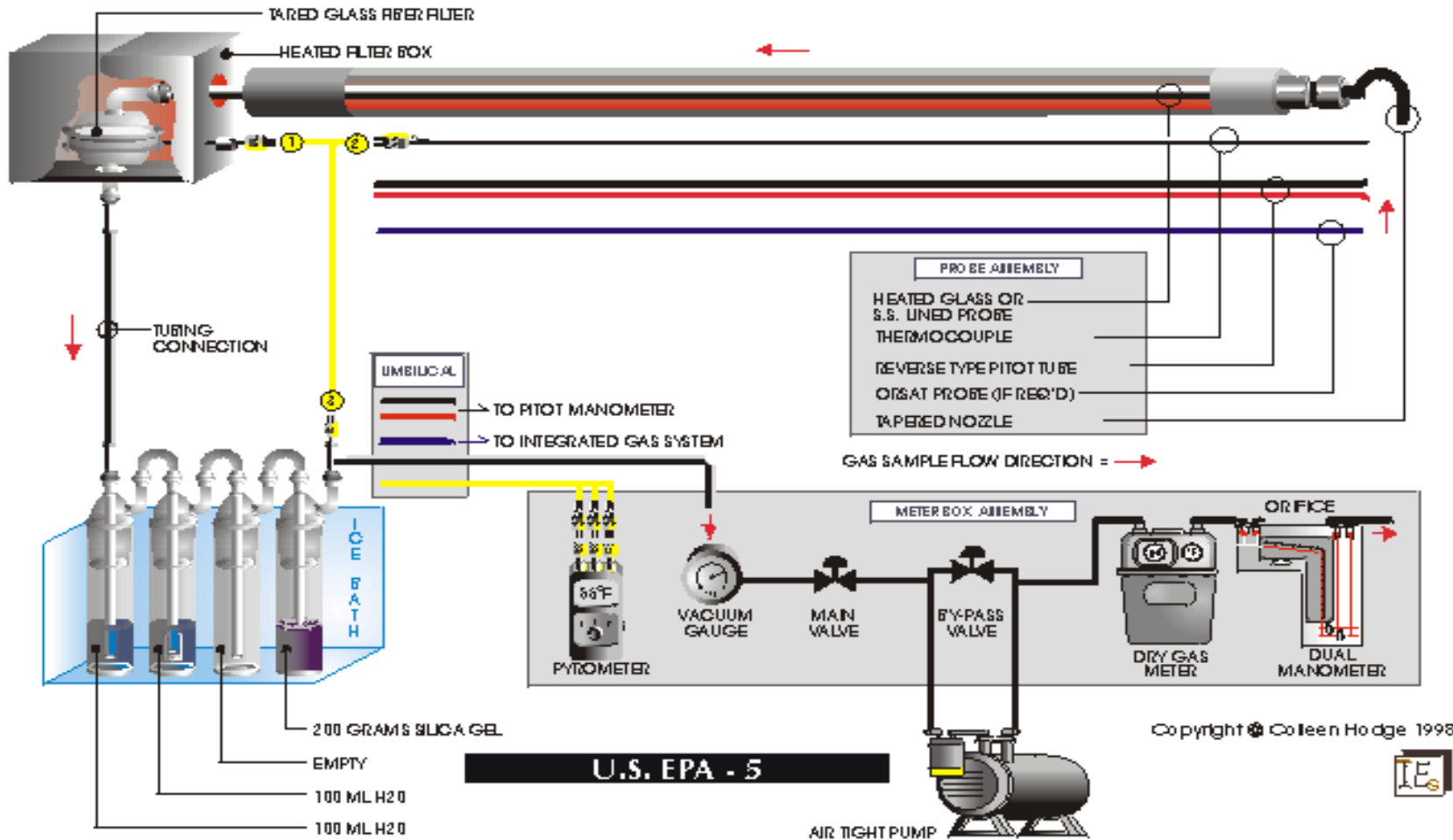
- (1)Başlık; (2) Filtre tutucu; (3) pitot tüpü; (4) sıcaklık probu; (5) sıcaklık ölçer;
(6) statik basınç ölçer; (7) diferansiyel basınç ölçer; (8) ısıtıcı/izoleli prob
(9) gaz kurutma cihazı; (10) vakum ünitesi akış kontrolü ve gaz sayacı

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

EPA 5 Baca dışı (Partikül Madde)

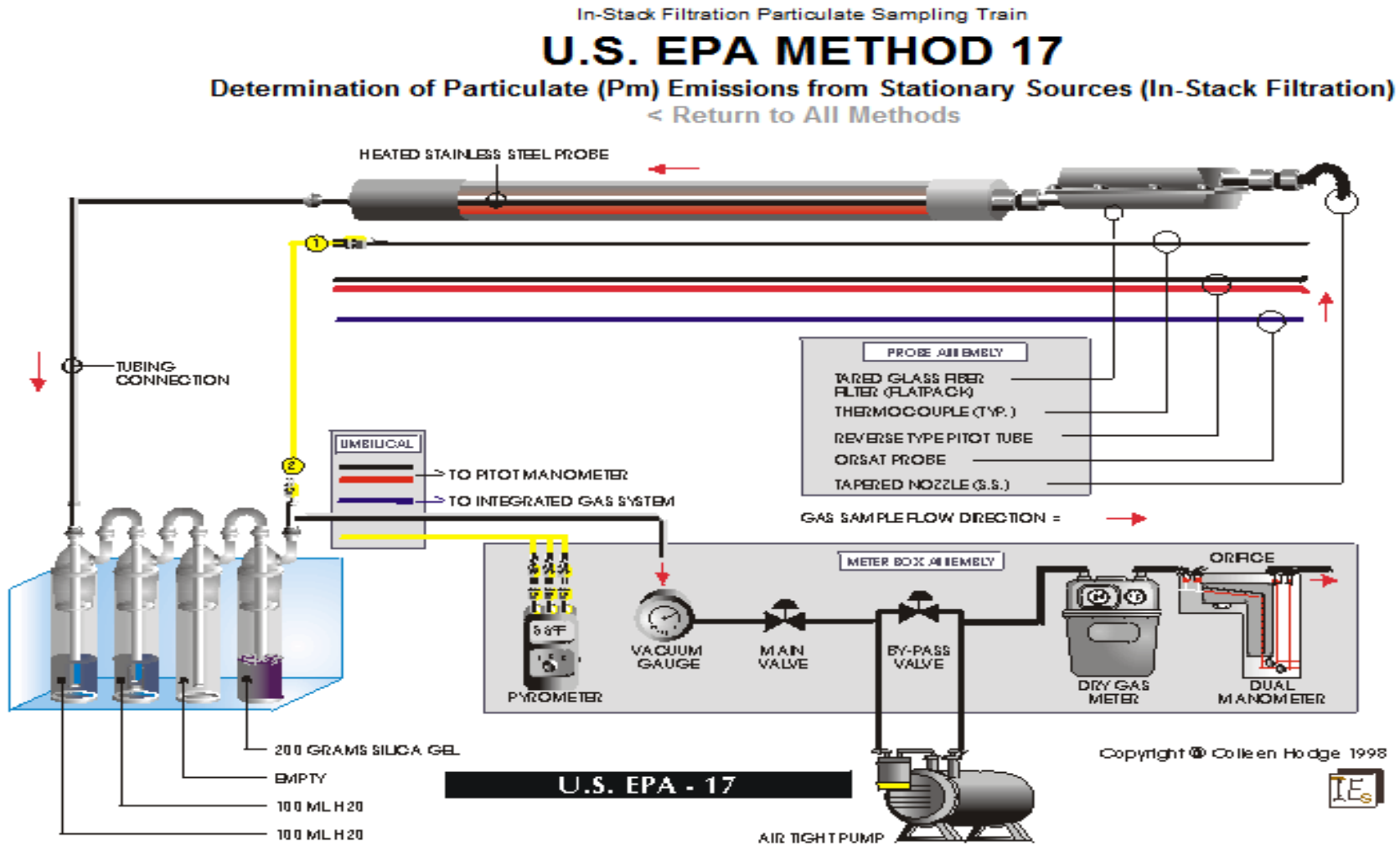


Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre

EPA 17 Baca içi (Partikül Madde)



Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	EPA 29 /Ağır Metaller (Sb , As, Ba, Be, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, P, Se, Ag, Tl ve Zn)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (EPA5)
Örnekleme Düzenegi	Cam veya Kuvars Malzeme
Absorbans	HNO ₃ /H ₂ O ₂ Çözeltisi + KMNO ₄ / H ₂ SO ₄ çöz(Hg Örneklenecekse)
Muhafaza	
Analiz	AAS, ICP-OES, ICP MS
Açıklama	<p>ICP için yaklaşık analitik dedeksiyon limitleri :</p> <p>Sb (32 ng/ml), As (53 ng/ml), Ba (2 ng/ml), Be (0.3 ng/ml),Cd (4 ng/ml), Cr (7 ng/ml), Co (7 ng/ml), Cu (6 ng/ml), Pb (42 ng/ml), Mn (2 ng/ml), Ni (15ng/ml), P (75 ng/ml), Se (75 ng/ml), Ag (7 ng/ml), Tl (40 ng/ml), ve Zn (2 ng/ml).</p> <p>AAS için yaklaşık analitik dedeksiyon limtileri:</p> <p>Sb (200 ng/ml), As (2 ng/ml), Ba (100 ng/ml), Be (5 ng/ml), Cd (5 ng/ml), Cr (50 ng/ml), Co (50 ng/ml), Cu (20 ng/ml), Pb (100 ng/ml), Mn (10 ng/ml), Ni (40 ng/ml), Se (2 ng/ml), Ag (10 ng/ml), Tl (100 ng/ml), ve Zn (5 ng/ml).</p>

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

EPA 29 /Ağır Metaller

TABLE 29-1—IN STACK METHOD DETECTION LIMITS (UG/M³) FOR THE FRONT-HALF, THE BACK HALF, AND THE TOTAL SAMPLING TRAIN USING ICAP, GFAAS, AND CVAAS

Metal	Front-half: probe and filter	Back-half: impinters 1-3	Back-half: impringers 4-6^a	Total train
Antimony	¹ 7.7 (0.7)	¹ 3.8 (0.4)		¹ 11.5 (1.1)
Arsenic	¹ 12.7 (0.3)	¹ 6.4 (0.1)		¹ 19.1 (0.4)
Barium	0.5	0.3		0.8
Beryllium	¹ 0.07 (0.05)	¹ 0.04 (0.03)		¹ 0.11 (0.08)
Cadmium	¹ 1.0 (0.02)	¹ 0.5 (0.01)		¹ 1.5 (0.03)
Chromium	¹ 1.7 (0.2)	¹ 0.8 (0.1)		¹ 2.5 (0.3)
Cobalt	¹ 1.7 (0.2)	¹ 0.8 (0.1)		¹ 2.5 (0.3)
Copper	1.4	0.7		2.1
Lead	¹ 10.1 (0.2)	¹ 5.0 (0.1)		¹ 15.1 (0.3)
Manganese	¹ 0.5 (0.2)	¹ 0.2 (0.1)		¹ 0.7 (0.3)
Mercury	² 0.06	² 0.3	² 0.2	² 0.56
Nickel	3.6	1.8		5.4
Phosphorus	18	9		27
Selenium	¹ 18 (0.5)	¹ 9 (0.3)		¹ 27 (0.8)
Silver	1.7	0.9 (0.7)		2.6
Thallium	¹ 9.6 (0.2)	¹ 4.8 (0.1)		¹ 14.4 (0.3)
Zinc	0.5	0.3		0.8

^aMercury analysis only.

¹Detection limit when analyzed by ICAP or GFAAS as shown in parentheses (see section 11.1.2).

²Detection limit when analyzed by CVAAS, estimated for Back-half and Total Train. See sections 13.2 and 11.1.3.

Note: Actual method in-stack detection limits may vary from these values, as described in section 13.3.3.

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

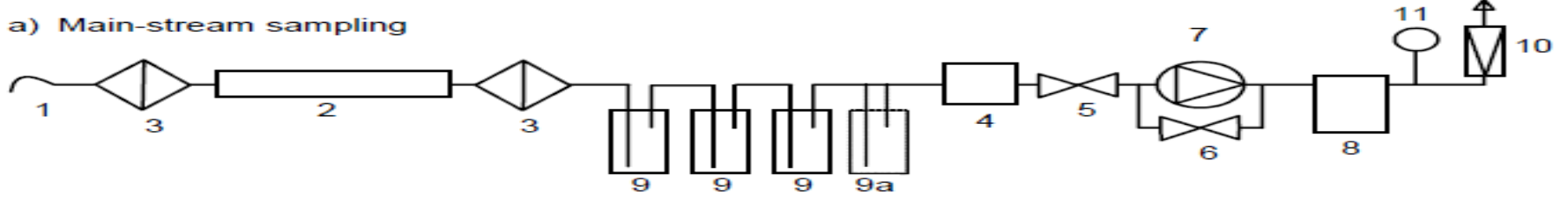
Metot / Parametre	TS EN 14385 /Ağır Metaller (As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, TI ve V)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (TS EN 13284-1) İzokinetik – Yan akışlı (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzenegi	Cam, Kuvars, PTFE veya Titanyum Malzeme
Absorbans	HNO ₃ /H ₂ O ₂ Çözeltisi
Muhafaza	Numuneler PE şişelerde 6 °C'nin altındaki bir sıcaklıkta taşınmalı ve saklanmalıdır. En geç 2 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	AAS, ICP-OES, ICP MS
Açıklama	<p>Yöntem, 0,005 mg/m³ - 0,5 mg/m³ aralığında geçerlidir.</p> <p>Analitik prosedürler ve / veya numune alma prosedürleri, her element için tespit limitinin en az 1 µg / m³ olması gerektiği şekilde düzenlenmelidir.</p> <p>Üçüncü emici elemanın kütle konsantrasyonu toplamın % 10'undan fazla ise bir veya daha fazla element için örneklenen gaz konsantrasyonu, daha sonra genel sonuç reddedilir.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

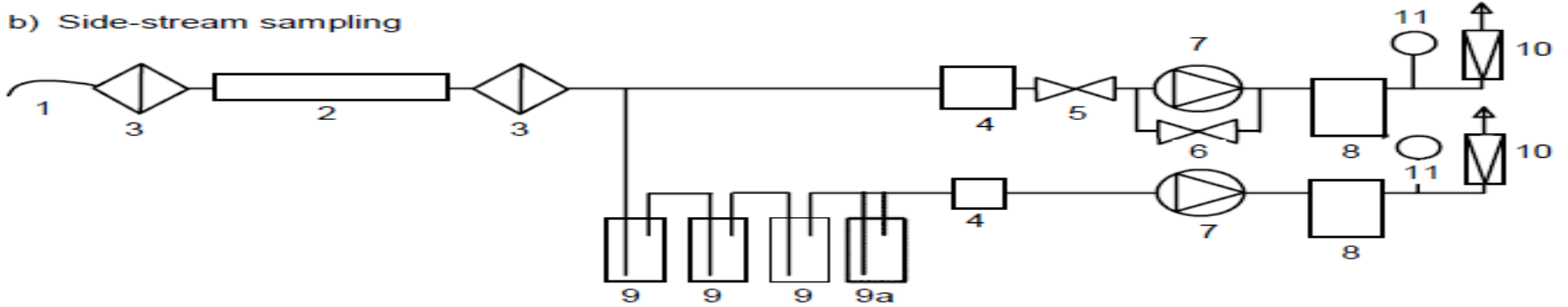
Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

TS EN 14385 /Ağır Metaller

a) Main-stream sampling



b) Side-stream sampling



Key

- | | | | |
|---|--|----|--------------------------------------|
| 1 | Nozzle | 7 | Pump |
| 2 | Probe | 8 | Gas volume meter |
| 3 | Filter
(either behind or in front of the probe) | 9 | absorber |
| 4 | Dryer | 9a | Safety bottle (optional) |
| 5 | Main-stream valve | 10 | Gas flow meter |
| 6 | By-pass valve | 11 | Temperature and pressure measurement |

Figure B.1 – Examples for isokinetic sampling equipment

Eğer yan akışlı sistem seçilirse ana ve yan akış oranları $\pm\%10$ da sabit tutulmalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	EPA 26A /Halojenler (HCl, Hbr, HF, Cl ₂ , Br ₂ ,)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (EPA 5)
Örnekleme Düzenegi	Cam, Kuvars (Bağlantı elemanları Teflon olabilir.)
Absorbans	0,1 N H ₂ SO ₄ ve 0,1 N NaOH
Muhafaza	Toplanan HCl ve Cl ₂ 4 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	İyon Kromatografisi
Açıklama	<p>Sülfirik asit çözeltisi halidleri (HBR, HF, HCl) absorblarken Halojenlerin geçmesine izin verir, Sodyumhidroksit çözeltisi halojenleri absorblar.</p> <p>HCl için dedeksiyon limiti 0,2 µg/ml dir. Diğer parametrelerde HCl dedeksiyon limitine benzer olmalıdır.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS EN 1911 (HCl)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (2 -3 l/dk örnekleme debisi) İzokinetik (yan akışlı , 2 -3 l/dk debi) (TS EN 13284-1) İzokinetik (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzeneği	Cam, Kuvars (Bağlantı elemanları PTFE olabilir.)
Absorbans	Saf su
Muhafaza	Toplanan HCl ve Cl ₂ 4 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	1. Gümüş titrasyon: potansiyometrik yöntemi Metodun dedeksiyon Limiti 0,5-1 mg/l aralığındadır. 2. Civa-tiyosiyanat spektrofotometri Metodun dedeksiyon limiti 0,05-0,1 mg/l aralığındadır. 3. İyon Değişimi Kromatografisi Metodun dedeksiyon limiti 0,05-0,1 mg/l aralığındadır.
Açıklama	Metot bacagazında 1 mg/m ³ ile 5000 mg/m ³ arasında HCl konsantrasyonu için geçerlidir. İlk impingerda absorbans verimliliği % 95 den büyük olmalıdır. İmpingerlardaki numuneler ayrı ayrı analizlenmeli ve ilk impingerdaki absorpsiyon verimliliği % 95 den büyük olmalıdır. Bu şart sağlanmıyorsa izokinetik örnekleme yan akışlı olmak zorundadır. Şahit numune konsantrasyonu ELV' nin % 10'ndan küçük olmalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS ISO 15713 (HF)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (2 -3 l/dk örnekleme debisi) İzokinetik (yan akışlı , 2 -6 l/dk debi) (TS EN 13284-1) İzokinetik (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzenegi	Cam, (Bağlantı elemanları PTFE olabilir.)
Absorbans	NaOH
Muhafaza	
Analiz	İyon Seçici Elektrot
Açıklama	Metot bacagazında 1 mg/m ³ ile 5000 mg/m ³ arasında HCl konsantrasyonu için geçerlidir. Dedeksiyon limiti yaklaşık olarak 0,1 m ³ lük bir numune hacmi ile 0,1 mg / m ³ dür. Absorbans verimliliği % 95 den büyük olmalıdır. Şahit numune konsantrasyonu Ölçülen numune konsantrasyonunun % 10'ndan küçük olmalıdır.

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	EPA CTM 027 (NH ₃)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (EPA 17)
Örnekleme Düzenegi	Cam veya kuvarz (Bağlantı elemanları Teflon olabilir.)
Absorbans	0,1 N H ₂ SO ₄
Muhafaza	Numuneler 4 °C'de taşınmalı ve saklanmalı en geç 2 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	İyon Kromatografi
Açıklama	2. İmpingerda ölçülen konsantrasyon 1. impingerda ki konsantrasyonun % 10'undan büyük ise 3. impingerda analiz edilmelidir.

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	EPA 323 (Formaldehit)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (0,2 ile 0,4 l/dk)
Örnekleme Düzenegi	Paslanmaz çelik kaplamalı kuvars cam prob.(Bağlantı elemanları Teflon olabilir) (Midget impinger kullanılır)
Absorbans	Saf su (20 ml)
Muhafaza	Numune şişeleri buzun üstünde muhafaza edilir. Mümkün olduğunca çabuk analiz edilmelidir. (14 günü geçen analiz sürlerinde numunede % 5'den fazla bozulma olmaktadır.)
Analiz	Spektrofotometre
Açıklama	

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	ISO 11338-1 (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar - PAH)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (TS ISO 9096)
Örnekleme Düzenegi	Cam, Kuvarz yada Titanyum
Absorbans	Katı absorbanslar: XAD-7 , PU Köpük, Porapak PS, Sıvı absorbans : Dietilen Glikol
Metotlar	Metot A: Seyreltme metodu Metot B: Isıtılmış filtre/kondenser/adsorber metodu Metot C: Soğutulmuş prob/adsorber metodu
Muhafaza	1 hafta içerisinde, tercihen ise 24 saat içerisinde ekstrakte edilir. Numuneler koyu bir ortamda -7 °C'de saklanmalıdır.
Analiz	ISO 11338-2 Metoduna göre Ekstraksiyonu ve analizi yapılır. HPLC veya GC MS
Açıklama	

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	ISO 11338-1 (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar - PAH)
Önemli Hususlar	<p>Örnekleme işleminden önce tüm ekipmanlar aseton, diklorometan ya da metanol, ve daha sonra toluen ile çalkalanır. Bu işleme alternatif olarak ise, tüm parçaları metanole batırıp, 2 saat boyunca ultrasonik titreşime maruz bırakılır ve ardından da 2 saat boyunca 150°C'de kurutulur.</p> <p>Örneklemeden önce internal standart eklenir. (C-13 nitelikli PAH). Fluorene-d10, pyrene-d 10, ve benzo[k]fluorene-d12 iyi seçimdir, bunların saflığı %98 veya daha iyidir.</p> <p>Absorbans olarak XAD-2 kullanılıyorsa Absorbansdan geçen gaz hızı n fazla 34 cm/s olmalıdır.</p> <p>Absorbans olarak PU Köpük kullanılıyorsa Absorbansdan geçen gaz hızı n fazla 30 cm/s olmalıdır.</p> <p>Her bir örnek alımından sonra prob temizlenmelidir. Probu çalkalandığı sular, diğer numunelere analiz için eklenmelidir.</p>

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS EN 1948 -1 (Dioksin ve furanlar - PCDD/PCDF)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzenegi	Cam, Kuvarz yada Titanyum
Absorbans	Katı absorbanslar: XAD-7 , PU Köpük, Porapak PS, Sıvı absorbans : Dietilen Glikol
Metotlar	Metot A: Seyreltme metodu Metot B: Isıtılmış filtre/kondenser/adsorber metodu Metot C: Soğutulmuş prob/adsorber metodu
Muhafaza	Numuneler, ışıktan korunarak, 4°C'nin altında depolamaya uygun bir yerde muhafaza edilir. Numune bulunduran her bir kap için, gerekli kayıtlar tutulmalıdır.
Analiz	TS EN 1948-2 Metoduna göre ekstraksiyon TS EN 1948-3 Metoduna göre analiz yapılır. HRGC/HRMS
Açıklama	Tanık numunenin değeri, numune almada kullanılan aynı hacim için limit değerin %10'unu aşmamalıdır.

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

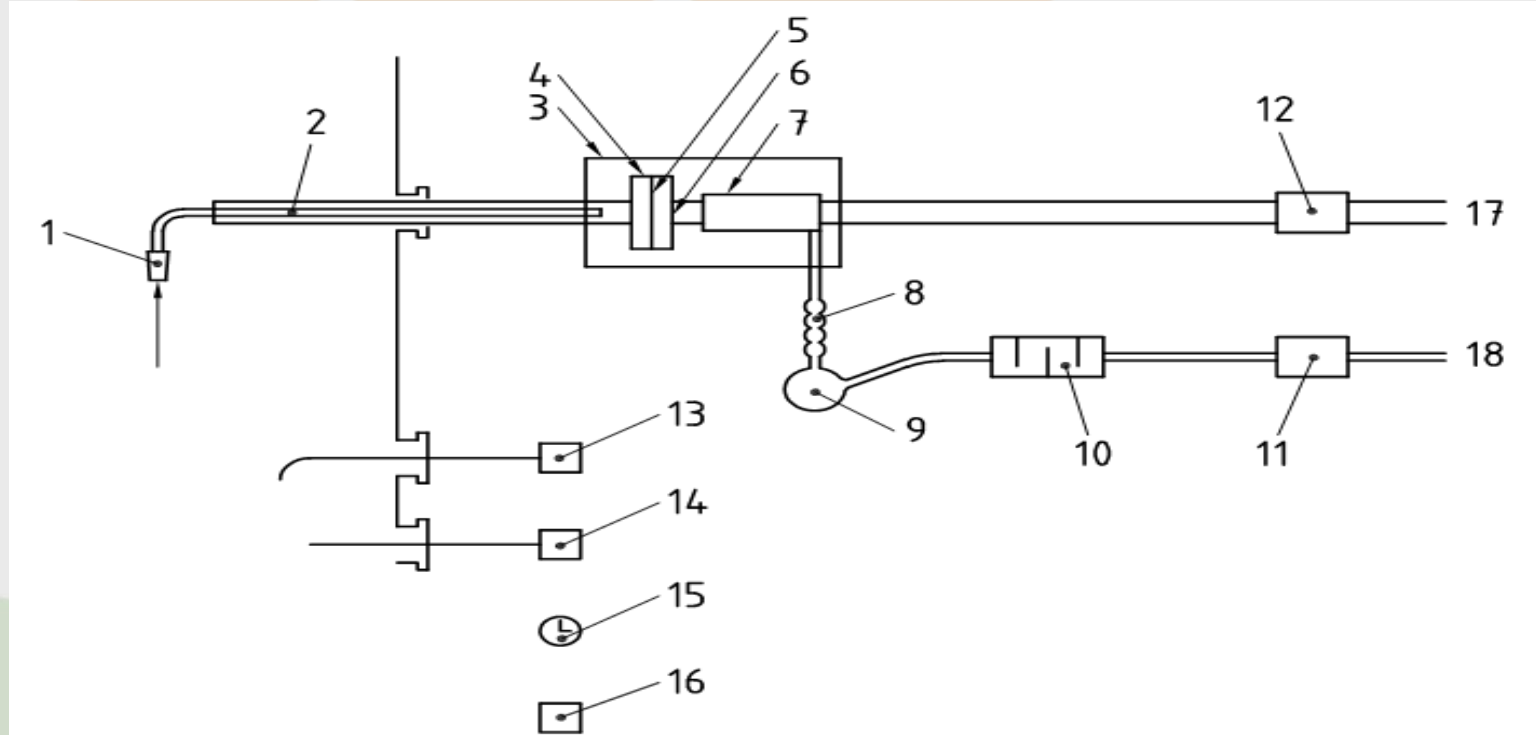
Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

Metot / Parametre	TS EN 1948 -1 (Dioksin ve furanlar - PCDD/PCDF)
Önemli Hususlar	<p>Numune alma hattı, laboratuvarında gözle görünen bütün bulaşmalar, deterjan ve bunu takiben su ile yıkanarak temizlenir, iyonları giderilmiş su ile çalkalanır, kurutulur ve toluen ile çalkalanır.</p> <p>Ana toplama parçalarına, numune alma işleminden önce numunenin türevlerinin geri kazanma hızının tayini için, $^{13}\text{C}_{12}$ etiketli PCDD/PCDF ilave edilir.</p> <p>Sonda hariç cam malzeme, etüvde 400-450 °C da bir kaç saat pişirilerek şartlandırılır.</p> <p>Numune almada en uzun süre, 8 saattir.</p>

Bacagazi Ölçüm ve Örneklemeleri

Başlıca Ölçüm, Örnekleme ve Analiz Metotları

PAH ve Dioksin/ Furanlar için en yaygın kullanılan numune alma şeklinin şematik gösterimi



- | | | | | | |
|---|--|----|--|----|---------------------------------|
| 1 | sampling nozzle | 7 | flow divider | 13 | gas velocity and pressure meter |
| 2 | probe (evenly heated) | 8 | condenser | 14 | gas-temperature sensor |
| 3 | temperature-regulated casing (box) ($T < 125$ °C) | 9 | condensate bottle (1 litre) | 15 | timer |
| 4 | filter holder | 10 | solid adsorber and/or impinger unit | 16 | atmospheric-pressure sensor |
| 5 | filter (diameter 125 mm) | 11 | suction device, side stream max. 15 l/min | 17 | main stream |
| 6 | temperature control | 12 | suction device, main stream max. 120 l/min | 18 | side stream |

Figure B.3 — Schematic representation of a sampling device for Method B (with flow division)

Bacagazı Ölçüm ve Örneklemeleri

Diosin ve Furan Numunelerinin Analiz Laboratuvarına teslim edilirken aşağıdaki bilgilerde verilmelidir.

Örneklemeden sonra Analiz Laboratuvarına gönderilen numunenin kabul formunda şu bilgiler olmalıdır:

1. Analiz Metodu,
2. Tarih,
3. Laboratuvar Adı,
4. Toluen, Dietilenglikol Filtre, Hexan, Dikolorometan ve XAD2'nin lot numaraları
5. Her saklama kabının ve şişenin numaraları,
6. Koruma şekli
7. Numunenin alınış tarihi,
8. Sampling standartının lot numarası
9. Sampling standartının spike miktarı
10. Spike yapan personel
11. Numuneyi alan personel ve imzası

TEŞEKKÜRLER

HAKAN GÜNGÖR

Çevre Mühendisi

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI