ÇEVRE ÖLÇÜM VE ANALİZ LABORATUVARLARI YETERLİK YÖNETMELİĞİ

ÇED, İzin ve Denetim GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Laboratuvar Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

Esra TURAN KILIÇ
Uzman
Yeterlik ve Kalite Şube Müdürlüğü



KONU BAŞLIKLARI

- Mevzuat
- Laboratuvarların Yetkilendirilmesi
- Amaç, Kapsam
- Genel İlkeler
- Laboratuvar bölümleri, Laboratuvarların asgari özellikleri, Personel güvenliği, Metot seçimi, Kayıt ve defter tutma, Numune kabul
- Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesi, Kapsam dışı parametreler
- Taşeron laboratuvar kullanımı, Laboratuvarlar arası işbirliği, Eğitim, Personel, Numune alma, Örnekleme, Yerinde ölçüm/analiz, Raporlama, Asgari Fiyat Tarifesi, Bildirim Zorunluluğu, Gizlilik

KONU BAŞLIKLARI

- Yerinde İnceleme/Denetim İşleyişi
- Yeterlik belgesi başvurusu, Yerinde inceleme
- Web sitesi/Duyurular
- Uzaktan denetim, Yeterlilik ve karşılaştırma testleri, Yerinde denetim, Sahada denetim
- Yeterlik belgesinin askıya alınması, Kapsam veya parametre askıya alma, Yeterlik belgesinin askı süreci, Yeterlik belgesi iptali
- Ceza Puanları, Saha Denetimleri
- Emisyon Paneli

MEVZUAT

1 Ekim 2004 tarih ve 9931 Sayılı Bakan Oluru

Çevre Ölçüm ve Analiz faaliyetlerini gerçekleştiren kamu ve özel laboratuvarların yetkilendirmelerine dair ilk düzenlemeler Bakan oluru ile başlatılmıştır.

5 Eylül 2008 tarih ve 26988 sayılı Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği

Çevre Mevzuatı kapsamında her türlü izin, izleme ve denetimlere esas teşkil eden ölçüm ve analizleri yapacak laboratuvarların yetkilendirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenleme amacıyla Yönetmelik yayımlanmıştır.

25 Aralık 2013 tarih ve 28862 sayılı Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği (Revizyonu)

Yerinde inceleme ve denetim faaliyetlerinin ayırımı yapılmıştır.
Analiz personeli, kalite yöneticisi, laboratuvar sorumlusu görevlerine kriterler getirilmiştir.
Ceza puanı uygulaması getirilmiştir.
Ön Yeterlik Belgesi kaldırılmıştır.
Belge askı, belge iptal durumları detaylandırılmıştır.

2016 – Çevre Laboratuvarları Denetim Kılavuzu

Yerinde inceleme ve denetim esnasında dikkat edilecek hususlar kılavuz ile belirlenmiş ve laboratuvarlar arasındaki uygulama farklılıklarının azaltılması hedeflenmiştir.

LABORATUVARLARIN YETKİLENDİRİLMESİ

2021 Kasım ayı itibari ile Bakanlığımızca yetki verilen laboratuvarların sayısı 231'e ulaşmıştır.

Bakanlığımızca yürütülen yetkilendirme faaliyetleri sonucu oluşan Çevre Laboratuvarları Sektörünün istihdam potansiyeli yaklaşık 3000 personel civarındadır.

Bunun yanında söz konusu laboratuvarlara eğitim, bakım-onarım, kalibrasyon hizmeti veren, cihaz ve sarf malzeme satışı yapan lojistik birimler de bulunmaktadır.



LABORATUVARLARIN YETKİLENDİRİLMESİ

Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği revize edilerek 25.12.2013 tarih ve 28862 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.

Laboratuvarların yetkilendirilmesi, izlenmesi ve denetlenmesi bu yönetmeliğe göre yapılmaktadır.

Yönetmelikle, Laboratuvarların ve Bakanlığımızın yetki ve sorumlulukları belirlenmiştir.





YÖNETMELİĞİN AMACI

Bu Yönetmeliğin amacı, Çevre mevzuatı kapsamında sonuçları Bakanlığa veya Bakanlık tarafından denetim yetkisi devri yapılmış kurum ve kuruluşlara ibraz edilecek her türlü izin, lisans, iç izleme ve denetime esas teşkil eden ölçüm ve analizleri yapacak, özel veya kamuya ait kurum ve kuruluş laboratuvarlarının yetkilendirilmesine, ölçüm ve analiz kalitesinin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

YÖNETMELİĞİN KAPSAMI

Bu Yönetmelik, özel veya kamuya ait çevre ölçüm ve analizleri yapan laboratuvarlara Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesi düzenlemek amacıyla yapılacak yetkilendirmenin başvuru, değerlendirme, inceleme, belgelendirme, denetleme, belge askı ve iptali ile benzeri konulardaki esas ve usulleri kapsar.

Bu Yönetmelik iş ve işçi sağlığı konusundaki düzenlemeleri içermez.

GENEL İLKELER

Çevre mevzuatında yer alan ancak herhangi bir laboratuvar tarafından Yeterlik Belgesi başvurusunda bulunulmamış veya yetki verilmemiş ölçüm ve analizlerin yaptırılacağı laboratuvar ve sonuçlarının geçerliliği ile ilgili karar, söz konusu mevzuatı yayımlayan ilgili Bakanlık birimine aittir.

GENEL İLKELER

Bu Yönetmelik kapsamında yetkilendirilmiş laboratuvarları bulunan işletmeler, tesisler, organize sanayi bölge müdürlükleri, belediyeler, ticaret odaları ve bunların iştirakleri ile Bakanlık tarafından denetim yetkisi devri yapılmış kurum ve kuruluşlar, iç izleme dışında kendi kuruluş bünyesinde yer alan tesis ve işletmelerin çevre izin ve lisansına ve denetlenmesine esas teşkil edecek ölçüm ve analizleri yapamaz.

Laboratuvarlar akreditasyon kurumundan(TÜRKAK) akredite olmak zorundadır.

TÜRKAK
Test
TS EN ISO/IEC 17025
AB-0059-T

GENEL İLKELER

Laboratuvar hizmeti dışında çevre danışmanlık, gözetim ve ÇED hizmeti veren kurum ve kuruluşlar, laboratuvar hizmeti ile ilgili personeli ayrı tanımlamak zorundadır; bu kurum veya kuruluşlar işlerini üstlendikleri firmalara ait izin, iç izleme ve denetime esas teşkil edecek ölçüm ve analizleri yapamazlar.

GENEL İLKELER

Yeterlik Belgesi almış bir laboratuvar, herhangi bir özel veya tüzel kişiliğe kendisi adına temsilcilik veremez, numune aldıramaz, rapor düzenletemez.

Numune alma ve örnekleme yetkisi talep eden laboratuvar, Bakanlıktan gerekli yetkiyi almak zorundadır.

GENEL İLKELER

Yeterlik Belgesine sahip laboratuvarlar, kamuya ait alanlarda oluşan, sorumlusu tespit edilemeyen veya telafisi mümkün olmayan sonuçlara neden olabilecek kirlilik durumlarında Bakanlık veya İl Müdürlüğünce talep edilen analiz ve ölçümleri yapmak ve sonuçlarını raporlamak zorundadır.





LABORATUVAR BÖLÜMLERİ

Laboratuvar Bölümleri

- İdari Bölüm
- Laboratuvar Hizmet Bölümleri
- Numune kabul bölümü
- Tartım bölümü
- Arşiv bölümü





LABORATUVARLARIN ASGARİ ÖZELLİKLERİ

Laboratuvar alanlarında, analiz metotları ve cihaz özellikleri dikkate alınarak, kontrol altına alınması gereken sıcaklık, nem gibi ortam şartları düzenli olarak izlenir ve kayıt altına alınır.



Laboratuvarda geçici depolanacak atıklar için, atıkların risk grupları ve saklama şartlarına göre Çevre Kanunu uyarınca çıkarılan Atık Yönetimi Mevzuatına uygun geçici depolama alanı oluşturulur.



LABORATUVARLARIN ASGARİ ÖZELLİKLERİ

Laboratuvarlarda analizlerin ve kullanılan cihazların gerektirdiği özel koşulları sağlamak üzere uygun aydınlatma, iklimlendirme ve havalandırma sistemleri bulundurulur.

Yeterlik belgesine sahip özel laboratuvarların dış cephe tabelalarında; kamuoyunu bilgilendirmek ve yetkili laboratuvar olduğunu belirtmek amacıyla Bakanlık logosuna yer verilir. Buna ilişkin esaslar Bakanlıkça düzenlenir.

LABORATUVARLARIN ASGARİ ÖZELLİKLERİ

Kullanılan patlayıcı, parlayıcı ve boğucu gaz içeren gaz tüpleri bina içinde veya dışında, boş ve dolu gaz tüpleri ayrı ayrı yerlerde, tamamı düşmeye karşı kelepçeli veya zincirle bağlı, dik bir şekilde, açık alev ve kıvılcımlardan, aşındırıcı kimyasallardan uzak serin ve kuru yerde muhafaza edilir.



PERSONEL GÜVENLİĞİ

Laboratuvarlar, laboratuvarda ve sahada personelin güvenliği için uygun giysi, baret, emniyet halatı, maske, eldiven, iş gözlüğü gibi kişisel koruyucu donanımlara sahip olmalıdır.





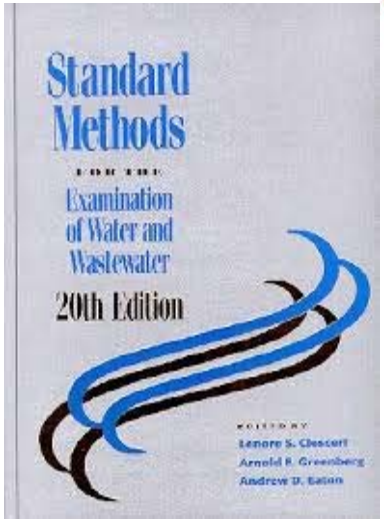
PERSONEL GÜVENLİĞİ

Yerinde ölçüm ve analiz yapan laboratuvarlar, ölçüm ve analiz noktasının konumuna göre gerekli emniyet tedbirlerinin alınmış olduğunun kontrolünü yapmak zorundadır.

İşin yapılacağı alandaki emniyet koşullarının riskli olması veya ölçüm/analiz metodunun gerekliliklerinin sağlanmaması durumlarında, numune alma, örnekleme veya ölçümü yapılamayan kaynaklarla ilgili durumun tutanak altına alınması zorunludur.

METOT SEÇİMİ

- Mevzuattaki limit değerleri karşılayabilen
- Ölçüm aralıklarına uygun
- Ulusal/uluslararası geçerliliği olan
- Geçerli kılınmış
- Güncel



TSE

EPA

KAYIT VE DEFTER TUTMA

Laboratuvarlar aşağıda belirtilen kayıt ve defterleri düzenli olarak tutmak, numune kabul ile analiz/ölçüm kayıtlarını ise elektronik ortamda muhafaza etmek zorundadır.

- Personele ait özgeçmiş, iletişim, eğitim, sertifika ve benzeri bilgiler
- İmzalanmış ve onaylanmış ölçüm ve analiz raporlarının basılı veya güvenliği sağlanmış elektronik ortam kopyası.
- Cihaz, alet ve ekipman listesi.
- Kimyasal madde kayıtlarını.
- Metotların geçerli kılınması ve ölçüm belirsizliği kayıtları.

NUMUNE KABUL

Laboratuvar tarafından kabul edilen numuneler barkod sistemi ile kayıt altına alınır.





NUMUNE KABUL

Numune, numune alma yetkisine sahip bir kurum/kuruluş tarafından alınır.

İç izlemeler hariç olmak üzere, numunenin mühürlenmiş olması gerekir.

Numune kabına ve orijinal mührüne müdahale edilmez veya değiştirilemez.

Numuneye ait evrakta veya tutanakta herhangi bir tahrifat yapıldığına dair bir bulgunun tespit edilmemesi gerekir.

ÇEVRE ÖLÇÜM VE ANALİZLERİ YETERLİK BELGESİ

Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesi akredite laboratuvarlara verilir.

Çevre Ölçüm ve Analizleri Yeterlik Belgesinin geçerlik süresi

5 yıldır.



T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü

ÇEVRE ÖLÇÜM VE ANALİZLERİ YETERLİK BELGESİ

Belge No : Y-XX/XXX/XXXX
Kapsam : Emisyon, İmisyon
Düzenleme Tarihi : XXX
Laboratuvar Adı : XXXXX
Adres : XXXXX

Yukarıda açık adı ve adresi belirtilen kurum/kuruluş Ek Liste'de belirtilen kapsamda 25 Aralık 2013 tarih ve 28862 sayılı R.G.de yayımlanan Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarları Yeterlik Yönetmeliği'ne göre ölçüm ve/veya analiz yapmaya ve bu çerçevede rapor hazırlamaya yetkilidir.

BELGENİN

BAŞLANGIÇ TARİHİ : XX. XX. XXXX
BİTİŞ TARİHİ : XX. XX. XXXX

EK: PARAMETRE LİSTESİ (1 Sayfa)

Mehrali ECER
Bakan a.
Genel Müdür

Güncelleme Tarihi/No: /
Yenileme Tarihi/No: -

1 / 7

KAPSAM DIŞI PARAMETRELER

Çevre mevzuatında yer alan ancak akreditasyonu mümkün olmayan veya analiz/ölçüm metodu olmayan parametreler ile hesaplama yoluyla bulunan parametreler Bakanlıkça uygun bulunması halinde belge kapsamına eklenebilir.

Çevre mevzuatında yer alan ancak Bakanlıkça yetki verilmemiş parametrelerin bilimsel kurum/kuruluşlarca gerçekleştirilen ölçüm ve analiz sonuçları, Bakanlığın ilgili birimi tarafından değerlendirilir.

TAŞERON LABORATUVAR KULLANIMI

Laboratuvar, yetkili olduğu kapsam ve parametrelerde,

-İş yoğunluğu,

-Geçici kapasite düşmesi,

-Cihaz arızası gibi

önceden tahmin edilemeyen sebeplerden dolayı hizmet veremediğinde, Yeterlik Belgesinde yer alan parametrelerde, bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak Yeterlik Belgesi almış laboratuvarları, taşeron laboratuvar olarak kullanabilir.

TAŞERON LABORATUVAR KULLANIMI

Laboratuvar, taşeron laboratuvarın yaptığı işlerden Bakanlığa ve müşteriye karşı sorumludur ve analiz raporunun ekinde taşeron laboratuvarının analiz raporunun da ibraz edilmesi gerekmektedir.

LABORATUVARLAR ARASI İŞBİRLİĞİ

Laboratuvar, Yeterlik Belgesi kapsamında yer almayan parametrelerde işbirliği yapabilir.

İşbirliği yapacak laboratuvarların, Bakanlıkça verilmiş Yeterlik Belgesine sahip olması ve analiz raporunun ekinde işbirliği yaptığı diğer laboratuvarların raporlarının bulunması gerekmektedir.

LABORATUVARLAR ARASI İŞBİRLİĞİ

En fazla beş laboratuvarla işbirliği yapılabilir.

Laboratuvar, yetkili olmadığı kapsamda işbirliği yapamaz. Örneğin: Atık suda yetkili olmayan bir laboratuvar, atık su kapsamında işbirliği yapamaz.

LABORATUVARLAR ARASI İŞBİRLİĞİ

İşbirliği yapılan her bir kapsam için metot sayısı baz alınır.

Örn: Deniz suyu kapsamında 6 metotta yetkili bir laboratuvar en fazla 6 metotta deniz suyu kapsamı için işbirliği yapabilir.

LABORATUVARLAR ARASI İŞBİRLİĞİ

Laboratuvar numune alma kapsamında işbirliği yapamaz; ilk defa Yeterlik Belgesi alan laboratuvarlar Yeterlik Belgesi başlangıç tarihinden itibaren bir yıl süre ile numune alma kapsamında işbirliği yapabilir.

Laboratuvar, numunenin işbirliği yapılan laboratuvara uygun saklama koşullarında gönderilmesinden sorumludur.

EĞİTİM

Laboratuvarın, Kalite Yöneticisi ve temsilcisinin TS EN ISO/IEC 17025, dokümantasyon ve iç tetkik eğitimini, en az bir personelin de metotların geçerli kılınması/teyidi ve ölçüm belirsizliği eğitimini almış olması zorunludur.

Bakanlık, mevzuat gereği veya gerekli gördüğü konularda eğitime katılma veya sertifika alma zorunluluğu getirebilir.

Laboratuvar, çalışanlarının mesleki riskler konusunda bilgilendirilmesini, temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimini almasını sağlar.

PERSONEL

Laboratuvar; en az iki ölçüm/analiz sorumlusu olmak üzere, laboratuvar sorumlusu, kalite yöneticisi ve numune kabul ve/veya raporlama sorumlusu görevini yürütecek asgari dört personel bulundurmakla yükümlüdür.

Laboratuvar sorumlusu aynı zamanda ölçüm ve analiz yapabilir.

Laboratuvar sorumlusu ve kalite yöneticiliği görevini üstlenecek personelin farklı kişiler olması zorunludur.

Laboratuvar sorumlusu, bu Yönetmeliğin hüküm ve esaslarını takip etmekle yükümlüdür.

NUMUNE ALMA, ÖRNEKLEME, YERİNDE ÖLÇÜM/ANALİZ

Numune alma ve örnekleme yetkisi laboratuvarın kapsamı ile sınırlıdır.

Örneğin: Arıtma çamuru kapsamında yetkisi olmayan laboratuvar, arıtma çamurundan numune alma yetkisine sahip olamaz.

NUMUNE ALMA, ÖRNEKLEME, YERİNDE ÖLÇÜM/ANALİZ

Örnekleme yetkisi talebinde bulunan laboratuvarın akredite olması şartı aranmaksızın, örnekleme için başvurduğu kapsamda herhangi bir parametrede ölçüm ve analiz yetkisi olması ve bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak başvuru yapması zorunludur.

Örn: Emisyon örneklemeden yetki alması için, belgesinde emisyon kapsamında ölçüm veya analiz yetkisinin olması gerekir.

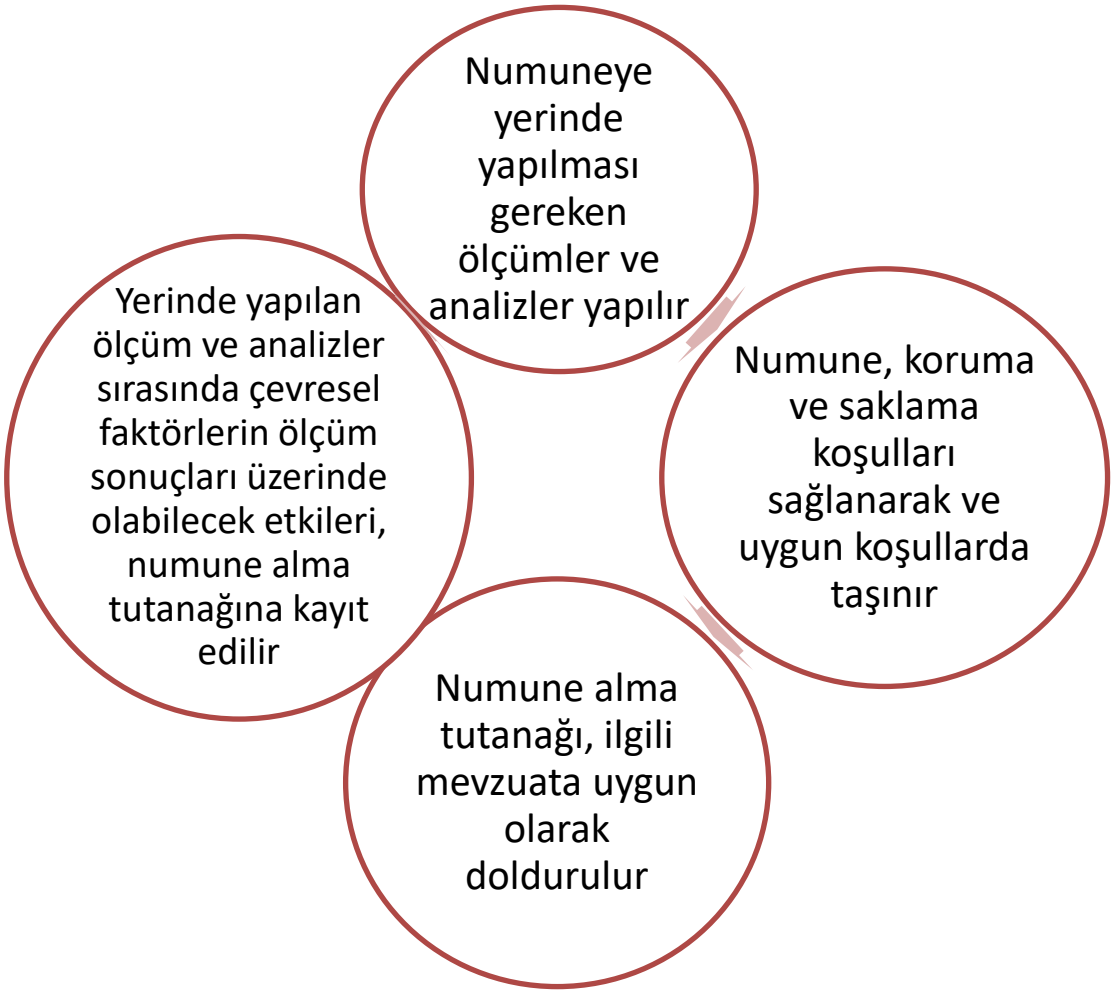
NUMUNE ALMA, ÖRNEKLEME, YERİNDE ÖLÇÜM/ANALİZ

Laboratuvar, yerinde ölçülmesi gereken parametreler için numune alma yetkisine sahip olmak zorundadır.

Örneğin: pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, iletkenlik v.b parametreler, yetki belgesinde yer almalıdır.



NUMUNE ALMA, ÖRNEKLEME, YERİNDE ÖLÇÜM/ANALİZ



RAPORLAMA

Laboratuvar tarafından yapılan ölçüm ve analizlerin sonuçları doğru, açık, kesin ve tarafsız bir rapor haline getirilir.

Raporlar, ilgili mevzuatta biçim ve içerik açısından istenen şartları sağlamak zorundadır.

RAPORLAMA

Laboratuvarın yetkili olmadığı herhangi bir parametreye ait ölçüm, analiz ve hesaplama sonuçları hiçbir şekilde çevre mevzuatına esas teşkil edecek raporlarda yer alamaz.

Her türlü izin, lisans, iç izleme ve denetim amaçlı numunelerin ölçüm ve analiz raporlarında, Bakanlık logosu, logo altında Yeterlik Belgesi numarası ve akreditasyon kurumuna ait logonun yer alması zorunludur.

RAPORLAMA

Aşağıdaki şartlarda ölçüm ve analiz raporlarının tüm sayfalarında "Bu rapor çevre mevzuatına ilişkin resmi işlemlerde kullanılamaz." İbaresi açıkça yer alır ve Bakanlık logosu kullanılamaz. Bu raporlar Bakanlığa veya Bakanlık tarafından denetim yetkisi devri yapılmış resmi kurum ve kuruluşlara ibraz edilemez.

RAPORLAMA

Numune alma yetkisi olmayan kurum/kuruluş, laboratuvar ve kişiler tarafından alınan veya resmi mührü bozulmuş numuneler,

Özel taleple istenen analizler,

Laboratuvarın kapsamında yer almayan bir parametreyle ilgili yapılan ölçüm ve analizler.

RAPORLAMA

Laboratuvarların Bakanlığa veya Bakanlık tarafından denetim yetkisi devri yapılmış kurum ve kuruluşlara ibraz edilecek izin, lisans, iç izleme ve denetime ilişkin, resmi ölçüm ve analiz raporları hukuki işlemlerde delil olarak kullanılabilir. Bu raporlarda aksini belirten ifadeler kullanılamaz.

ASGARİ FİYAT TARİFESİ

Laboratuvarlar çevre mevzuatına esas teşkil edecek ölçüm ve analizlerde, Bakanlıkça belirlenen asgari fiyat tarifesinin altında ücret uygulayamaz.

4/1/2002 tarihli ve 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu ve bu kanun hükümlerinden muaf olan kamu kurum kuruluşlarınca ihale yoluyla alınan ölçüm ve analiz hizmetleri için asgari fiyat tarifesinin uygulanması zorunluluğu aranmaz.

BİLDİRİM ZORUNLULUĞU

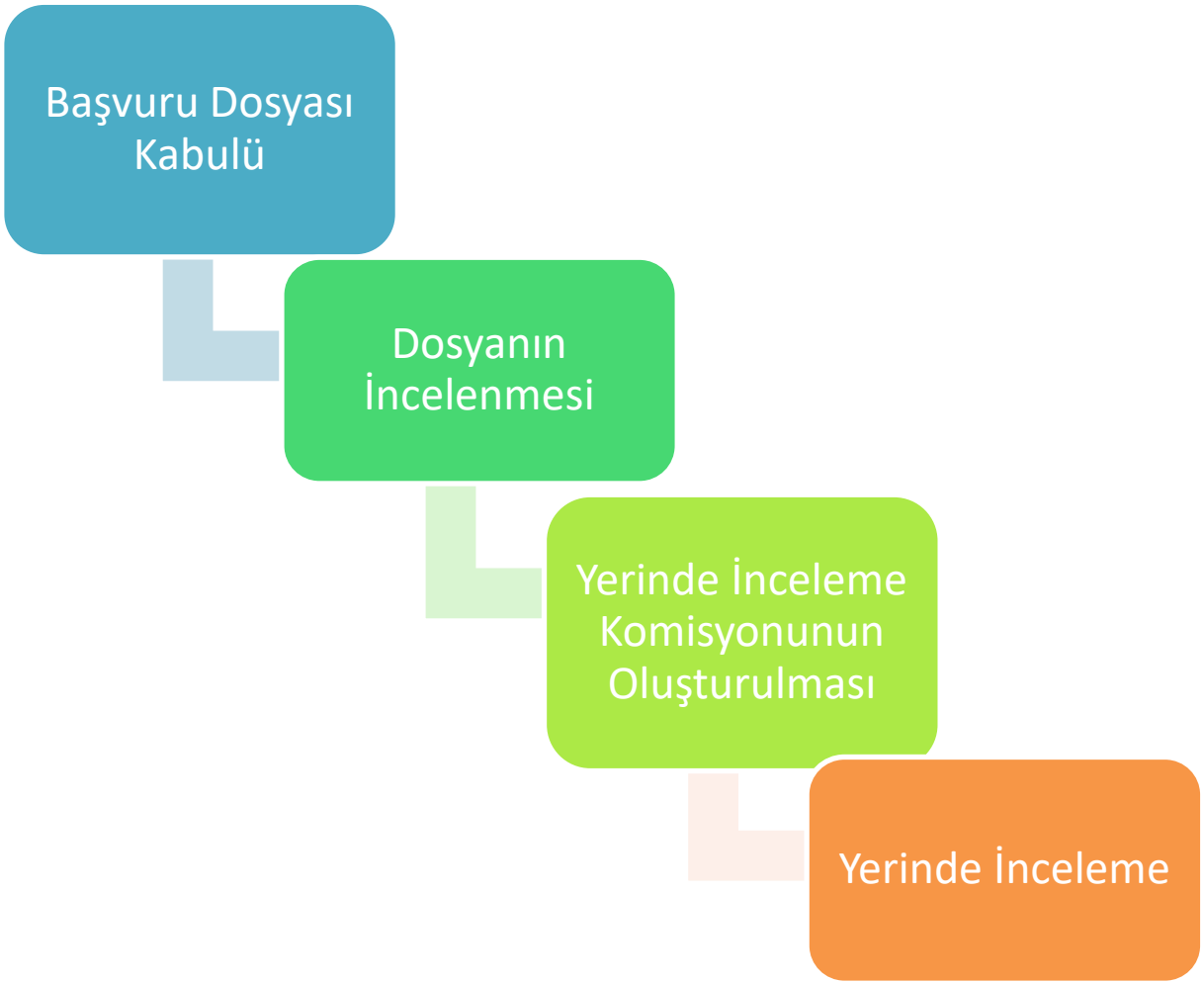
Laboratuvar, Akreditasyon belgesi, adres, unvan değişikliği, personel, cihaz ve ekipman alımları ile Bakanlıkça düzenlenen veya katılması zorunlu tutulan yeterlik/karşılaştırma testlerini yönetmelikte belirtilen süreler içerisinde Bakanlığa bildirmek zorundadır.

Laboratuvar yapacağı ölçümleri Bakanlıkça belirlenecek yazılım programları aracılığı ile önceden Bakanlığa bildirmek zorundadır. (https://elab.cevre.gov.tr).

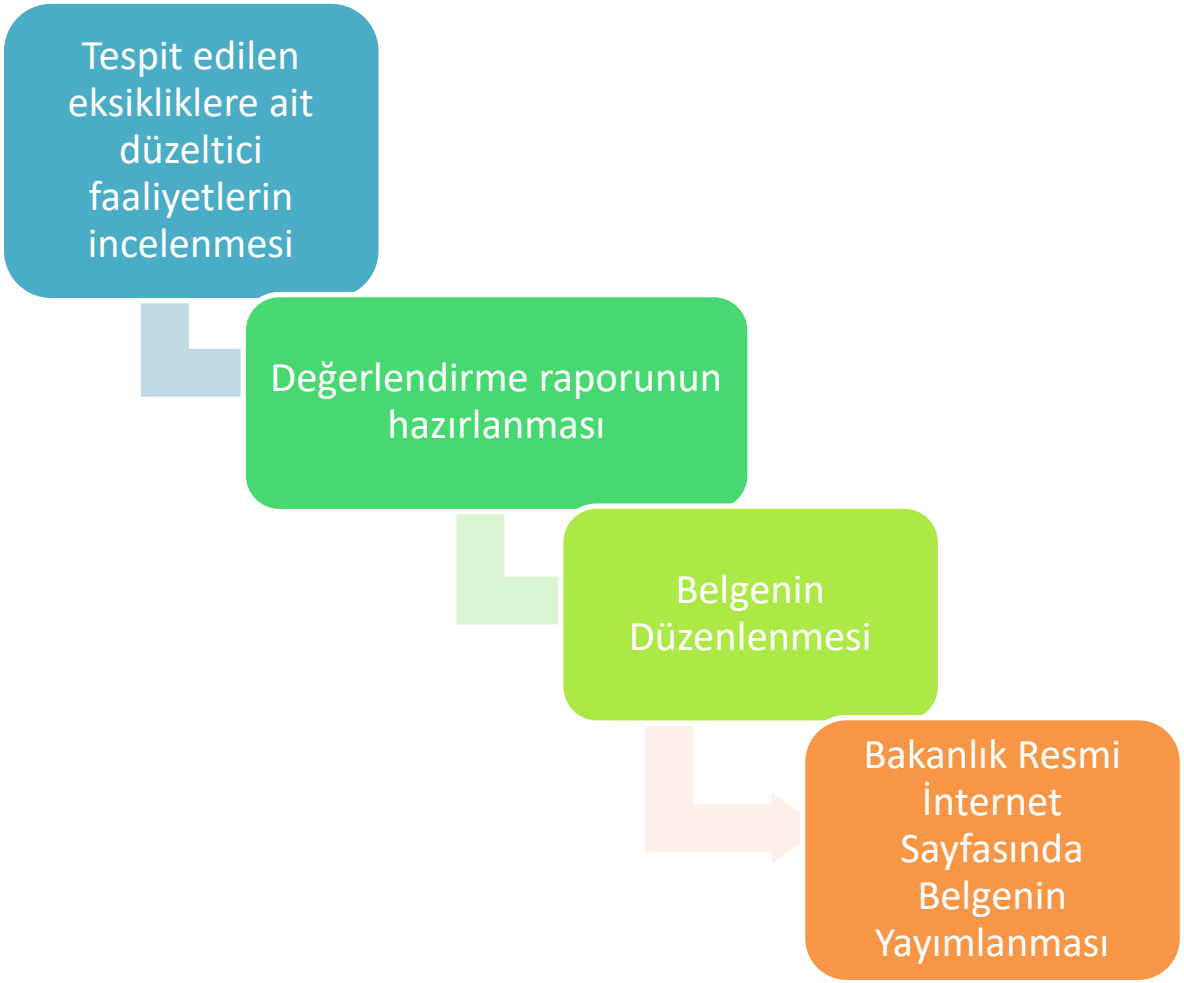
GİZLİLİK

Laboratuvar, müşterilere ait bilgilerle, müşterilere ait numunelerin ölçüm ve analiz sonuçlarına ilişkin bilgileri, üçüncü şahıslara veremez.

İNCELEME/DENETİM İŞLEYİŞİ



İNCELEME/DENETİM İŞLEYİŞİ



YETERLİK BAŞVURUSU

Yeterlik belgesi başvuruları, Bakanlık tarafından bir ay içerisinde değerlendirilir. Eksiklik tespit edilmesi halinde başvuru yapan laboratuvara eksikliklerin tamamlanması için bildirim tarihinden itibaren iki ay süre verilir. Bu süre içerisinde eksiklikleri tamamlanmayan başvurular, ücreti iade edilmeksizin geçersiz sayılır.

Eksiklikleri bulunmayan veya eksikliklerini tamamlamış olan laboratuvar, Bakanlıkça en geç üç ay içerisinde yerinde incelenir.

YERİNDE İNCELEME

Başvurusu kabul edilen laboratuvarın yerinde incelenmesi amacıyla en az iki Bakanlık personelinden oluşan inceleme komisyonu kurulur.

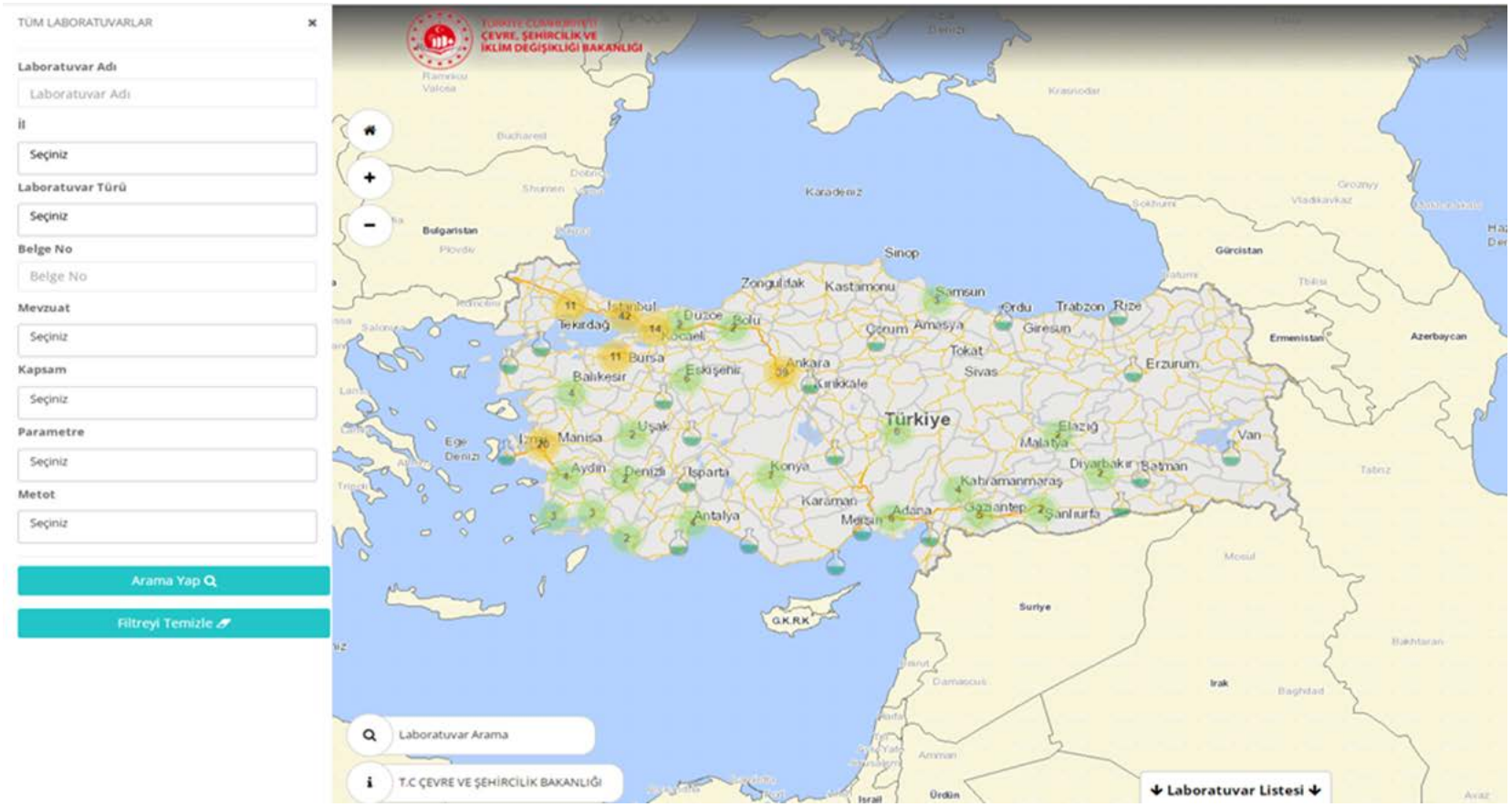
İncelemelerde, başvuruda bulunan laboratuvarın laboratuvar sorumlusu, kalite yöneticisi ve analiz personelinin hazır bulunması gereklidir.

İnceleme sırasında, komisyon görevlilerine her türlü bilgi ve belgenin ibraz edilmesi ve inceleme komisyonunca verilen numunelerin analizlerinin yapılması zorunludur.

Yerinde incelemelerde; laboratuvarların bu Yönetmelik hükümlerine uygunluğu incelenir. İnceleme esnasında, başvuru yapılan ölçüm veya analizlerin tamamı veya gerekli görülenlerin yapılması inceleme komisyonunca istenir.

WEB SİTESİ

Web adresi https://elab.cevre.gov.tr/labsorgu/

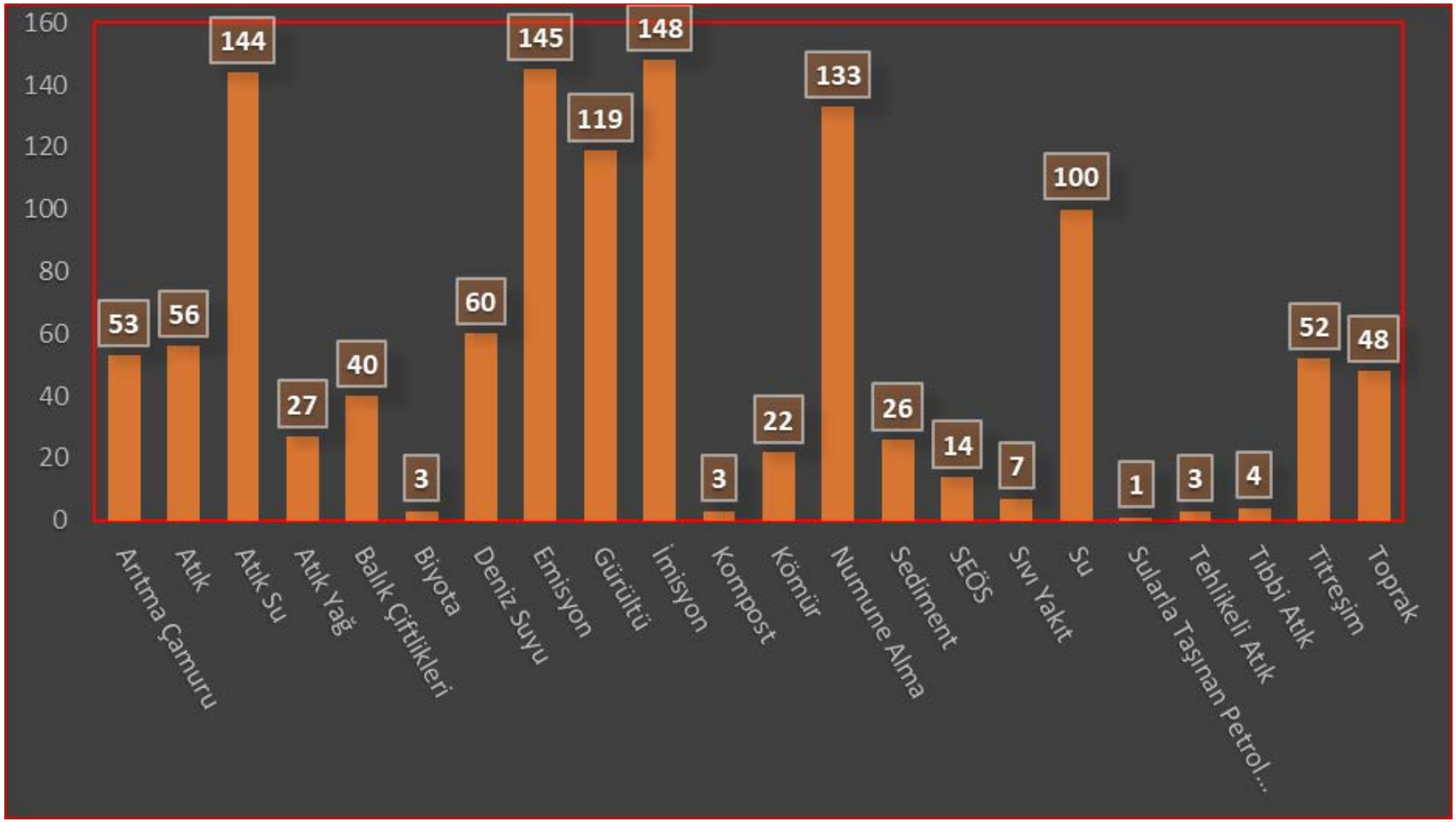


WEB SİTESİ

Yetkilendirilmiş Çevre Laboratuvarlarının kapsamlarına, yetki sürelerine, iletişim bilgilerine Bakanlık resmi internet sayfasından ulaşılabilir.

Bu sistem üzerinden laboratuvarlar, il bazında ve yetkilendirilmiş oldukları kapsam ve parametreler çerçevesinde rahatlıkla sorgulanabilir.

KAPSAMLARA GÖRE DAĞILIM



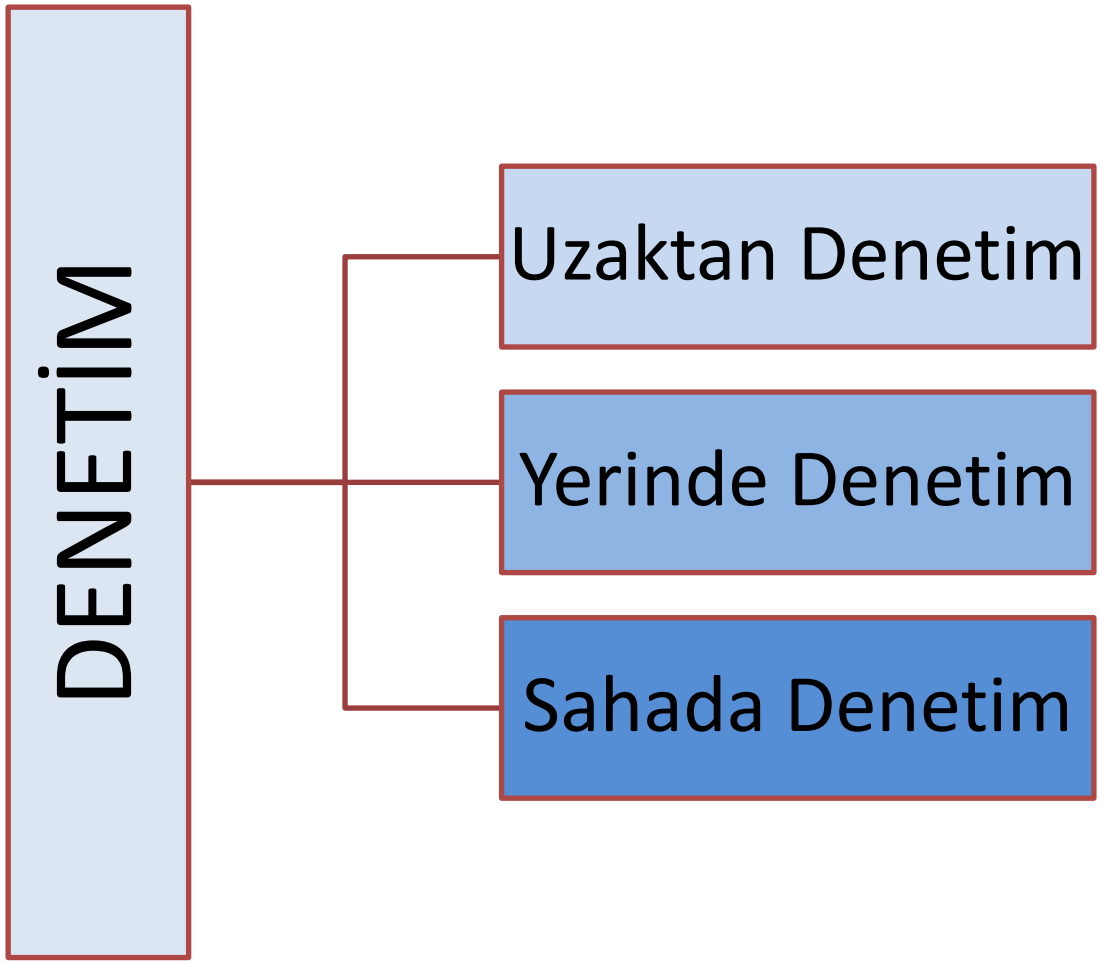
DUYURULAR

Yetkilendirilmiş laboratuvarlar için yönetmeliğe ek olarak uygulanması istenen konular ile ilgili duyurulara da Bakanlık Çevre Referans Laboratuvarı resmi internet sayfasından ulaşılabilmektedir.

Duyurular bölümünün laboratuvarlar tarafından takip edilmesi zorunludur.



DENETİM



UZAKTAN DENETİM, YETERLİK VE KARŞILAŞTIRMA TESTLERİ

Bakanlık, gerekli gördüğü hallerde, laboratuvarların, uzaktan denetim amacıyla Bakanlıkça düzenlenecek veya organize edilecek yeterlik ve/veya karşılaştırma testlerine katılım ve sonuçlarını, ulusal veya uluslararası kuruluşlarca düzenlenen yeterlik ve/veya karşılaştırma testlerine katılım ve sonuçlarını isteyebilir.

2010 yılından itibaren Bakanlığımız tarafından yetki verilen laboratuvarlara çeşitli kapsam ve parametrelerde yeterlilik testleri düzenlenmektedir.

YERİNDE DENETİM

Laboratuvarlar, bu Yönetmelik esasları kapsamında haberli veya habersiz denetlenir.

Haberli denetimler, Bakanlıkça belirlenen yıllık planlı denetim programı çerçevesinde gerçekleştirilir.

Yerinde denetimlerde laboratuvarların bu Yönetmelik hükümlerine uygunluğu denetlenir. Denetim esnasında, kapsamda yer alan ölçüm veya analizlerin tamamı veya gerekli görülenlerin yapılması denetim komisyonunca istenebilir.

Denetimde yönetmeliğin gerekliliklerinin sağlanıp sağlanmadıklarına bakılmakta ve ceza puanları listesinde yer alan uygunsuzlukların tespit edilmesi durumunda ceza puanı işletilmektedir.

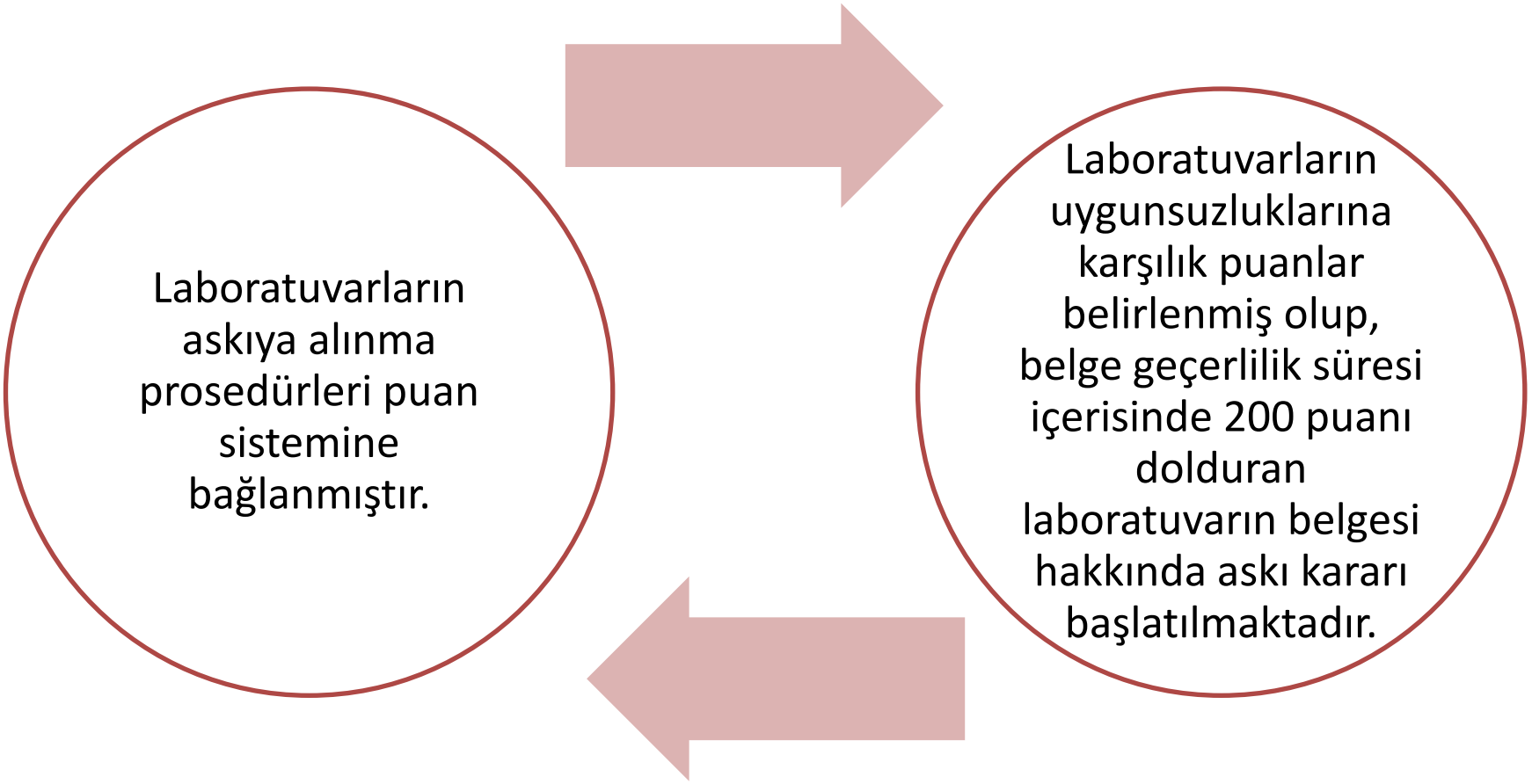
SAHADA DENETİM

Bakanlık, ölçüm programında bildirimi yapılmış ölçümlerden gerekli gördüklerini, sahada haberli veya habersiz denetleyebilir.

Denetimlerde, ilgili laboratuvarın ölçüm programı aracılığıyla Bakanlığa bildirmiş olduğu ölçüm detayları ve bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak çalışıp çalışmadığı denetlenir.



YETERLİK BELGESİNİN ASKIYA ALINMASI



YETERLİK BELGESİNİN ASKIYA ALINMASI

Yeterlik Belgesi süresi içerisinde, Laboratuvar Değerlendirme Formunda yer alan en büyük ceza puanına ait aynı uygunsuzluğun, iki kez tekrarlanması halinde laboratuvarın yeterlik belgesi bir ay süre ile askıya alınır; alınan ceza puanı mevcut puandan düşürülür.

Laboratuvarın akreditasyon belgesinin askıya alınması halinde, yeterlik belgesi de askıya alınır. Askıya alma süresi akreditasyon belgesinin askıya alınma süresi ile aynıdır.

KAPSAM VEYA PARAMETRE ASKIYA ALMA

Laboratuvarın akreditasyon belge kapsamının veya parametresinin askıya alınması durumunda, ilgili kapsam veya parametre de askıya alınır. Askıya alma süresi akreditasyon belgesinin askıya alma süresi ile aynıdır.

Metoda ve mevzuata aykırı ölçüm veya analiz yapıldığının tespiti durumunda uygunsuzluk giderilene kadar ilgili kapsam veya parametre askıya alınır.

YETERLİK BELGESİNİN ASKI SÜRECİ

Yeterlik belgesi kapsamı veya parametresi askıda olan laboratuvar, bu süre içinde askıda olan kapsam veya parametrede çevre mevzuatının uygulanmasına esas teşkil edecek ölçüm, analiz ve numune alma işlemleri yapamaz, rapor düzenleyemez. Ancak askı tarihinden önce bitirmiş olduğu ölçüm ve analizlere ait raporları düzenleyebilir.

Askı tarihinden önce ölçümüne başlanmış ve halen devam eden uzun süreli ölçüm ve analizleri, sözleşmesi bulunan taşeron laboratuvara verileri ile birlikte devredebilir. Söz konusu ölçüm/analiz ve raporlamasından işi devir alan laboratuvar sorumludur.

BELGE İPTALİ

Aşağıdaki hallerde yetkili laboratuvarın yeterlik belgesi iptal edilir:

- Akreditasyon belgesinin iptali.
- Bakanlığı yanıltıcı bilgi, belge ve ölçüm/analiz raporlarının ibraz edilmesi.
- Yerinde inceleme ve denetim sürecinde Bakanlık personelinin görevini yapmasını engelleyici tutum ve davranışlarda bulunması.
- Bu Yönetmelik hükümlerine aykırı faaliyetin tespiti.

BELGE İPTALİ

İbraz edilen belgelerde, ölçüm ve analiz raporlarında tahrifat yapılması ya da ölçüm ve analizlerin kasıtlı olarak yanlış raporlandığının tespit edilmesi hallerinde, laboratuvarın yeterlik belgesi iptal edilir.

Yeterlik belgesi iptal edilen laboratuvarın sahibi ve ortakları, iptal tarihinden itibaren bir yıl süre ile yeni bir yeterlik belgesi için Bakanlığa başvuruda bulunamaz.

CEZA PUANLARI

Belge kapsamında yer almayan herhangi bir parametreye ait ölçüm, analiz ve hesaplama sonuçlarının çevre mevzuatına esas teşkil edecek raporlarda yer alması durumunda (40 Puan)



CEZA PUANLARI

Numune alma yetkisi olmayan kurum/kuruluş, laboratuvar ve kişiler tarafından alınan numunelere ait hazırlanan, veya özel taleple istenen veya kapsam dışı ölçüm/ analizlerin yer aldığı raporların tüm sayfalarında; «Bu rapor çevre mevzuatına ilişkin resmi işlemlerde kullanılamaz.» ibaresinin açıkça okunabilir şekilde yer almaması durumunda (30 puan)

Bu raporlarda Bakanlık logosunun kullanılması durumunda (30 puan)

CEZA PUANLARI

Akreditasyon belgesinde değişiklik ve iptal edilen kapsam, parametre ve metotların bildirilmemesi durumunda

(30 puan)

Ölçüm Programına uyulmaması durumunda (40 Puan)

Sertifika gerektiren konularda sertifikasız personelin ölçüm veya analiz yaptığının tespit edilmesi durumunda (40 Puan)

CEZA PUANLARI

Laboratuvar hizmeti dışında çevre danışmanlık, gözetim ve ÇED hizmetleri veren kurum ve kuruluşların, laboratuvar hizmeti ile ilgili personeli ayrı tanımlamaması veya üstlendikleri işlere ait izin ve denetime esas teşkil edecek ölçüm ve analizleri yapması durumunda (40 Puan)

CEZA PUANLARI

Askıya alınan kapsam, parametrede askı süresi boyunca çevre mevzuatının uygulanmasına esas teşkil edecek ölçüm, analiz ve numune alma işlemleri yapılması ve/veya rapor düzenlenmesi durumunda (40 Puan)

CEZA PUANLARI

Taşeron kullanımı ve işbirliği yapılması durumlarında, laboratuvarın analiz sonuç raporunun ekinde taşeron laboratuvarın veya işbirliği laboratuvarının analiz raporunun eklenmemesi durumunda (10 Puan)

CEZA PUANLARI

İlgili mevzuatlarda, eğitimlerde ve metotlarda belirtilen kurallara uyulmaması durumunda

(10 Puan)

Yönetmelikte belirtilen rapor formatına uyulmaması durumunda (10 Puan)

Raporlarda ilgili mevzuatında belirlenmiş tablo ve sınır değerlerin yanlış yazılması durumunda (3 Puan)

CEZA PUANLARI

Ölçüm yapılacağı önceden bildirilen tesiste, ölçüm için gerekli şartların olmadığının tespiti durumunda (10 Puan)

Laboratuvarın, denetlemeye gelen görevlilere her türlü bilgi ve belgeyi ibraz etmemesi durumunda (20 Puan)



SAHA DENETİMLERİ

- Ölçüm tarihi, saati, cihaz ve personelin programa uygunluğu
- Ölçüm yerinde bulundurulması zorunlu ekipman, form vb. kontrolü
- Ölçümlerin metot ve mevzuata uygunluğu

SAHA DENETİMLERİ

- Ölçüm süresince laboratuvarın tesiste bulunmama durumu (Ölçüm programına uyulmaması)
- Metot gereği bulunması gereken ekipmanların eksikliği (Metoda uygun ölçüm yapılmaması)
- Asgari ölçüm sürelerine uyulmaması (Metoda uygun ölçüm yapılmaması)
- Asgari travers nokta sayısına riayet edilmemesi (Metoda uygun ölçüm yapılmaması)

SAHA DENETİMLERİ

Ölçüm personelinin, bildirimdeki personelden farklı olması (Ölçüm programına uyulmaması)

Ölçüm öncesi doğrulama ve kaçak testlerinin yapılmaması (İlgili mevzuatlarda, eğitimlerde ve metotlarda belirtilen kurallara uyulmaması)

Tesisin ölçüm için gerekli şartları sağlamaması(baca deliği, platform olmaması vb.) (Ölçüm yapılacağı önceden bildirilen tesiste, ölçüm için gerekli şartların olmaması)

EMİSYON PANELİ
(elab.cevre.gov.tr)

Emisyon Ölçüm Programı, Bakanlığımızca yetkili Çevre Ölçüm ve Analiz Laboratuvarlarının, Emisyon/İmisyon/Gürültü/Titreşim kapsamlarındaki ölçümlerine ait tarih, saat, personel, cihaz, parametre, metot gibi bilgilerinin, belirli bir süre öncesinden girilerek kayıt oluşturulduğu bir yazılım programıdır.

EMİSYON PANELİ

Programla, Bakanlığımız tarafından ölçüm ve analiz yapma yetkisi verilen laboratuvarların yaptıkları ölçümlerin denetimlerinin etkin bir hale getirilerek, kalitenin devamlılığı amaçlanmaktadır.





EMİSYON PANELİ

Bu programla İl Müdürlüklerimiz, kendi illerinde yapılacak ölçümleri takip edilebilmekte ve denetimlerini önceden planlayabilmektedirler.





EMİSYON PANELİ

Laboratuvarlar tarafından https://elab.cevre.gov.tr/ adresinden, ölçüm tarihinden en az 5 gün öncesinden çevre mevzuatına ilişkin ölçüm bilgileri girilir.

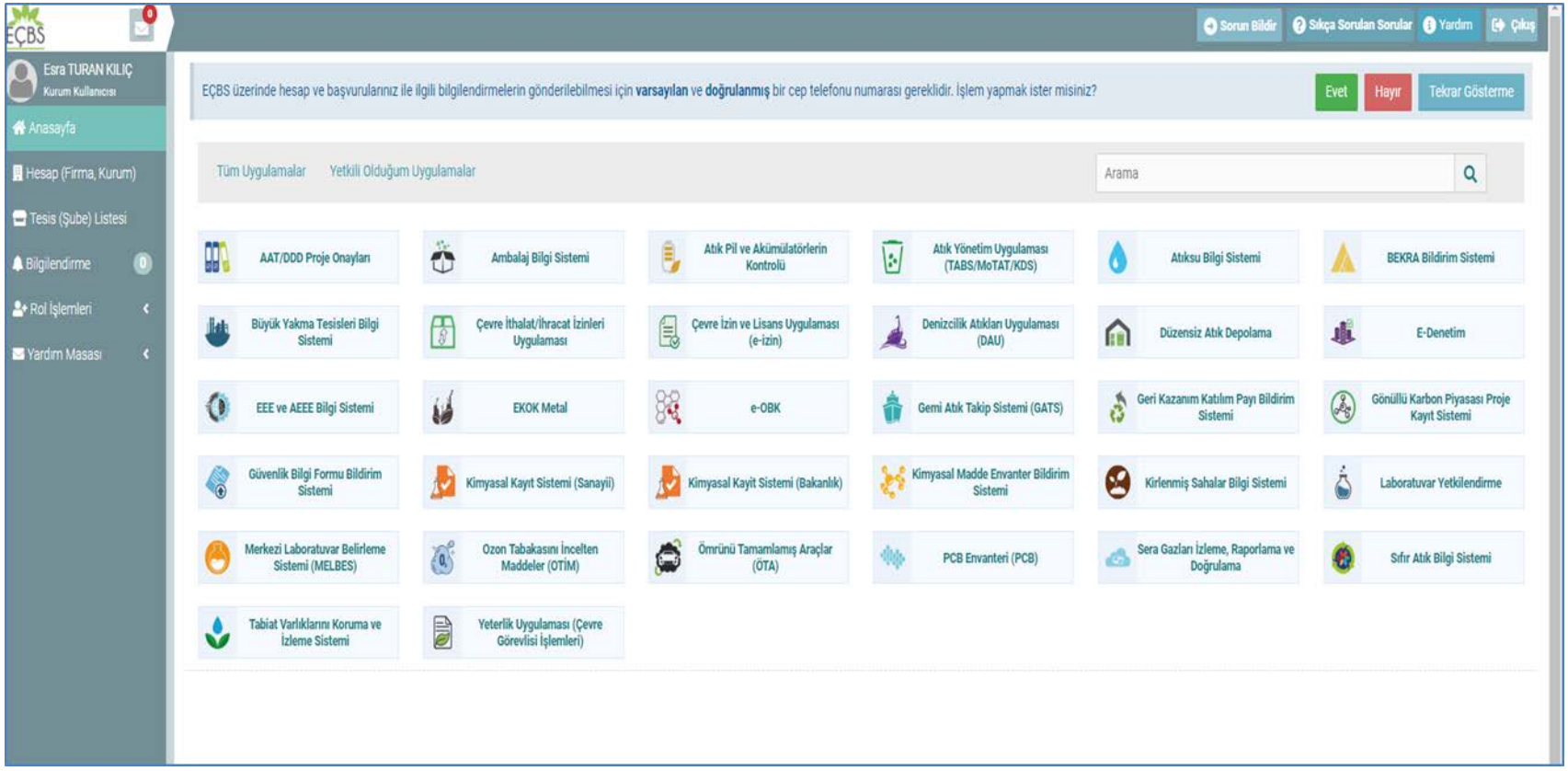
Ölçüm tarihine 2 gün kala ‘Bakanlığa Gönder’ işlemi yapılır.



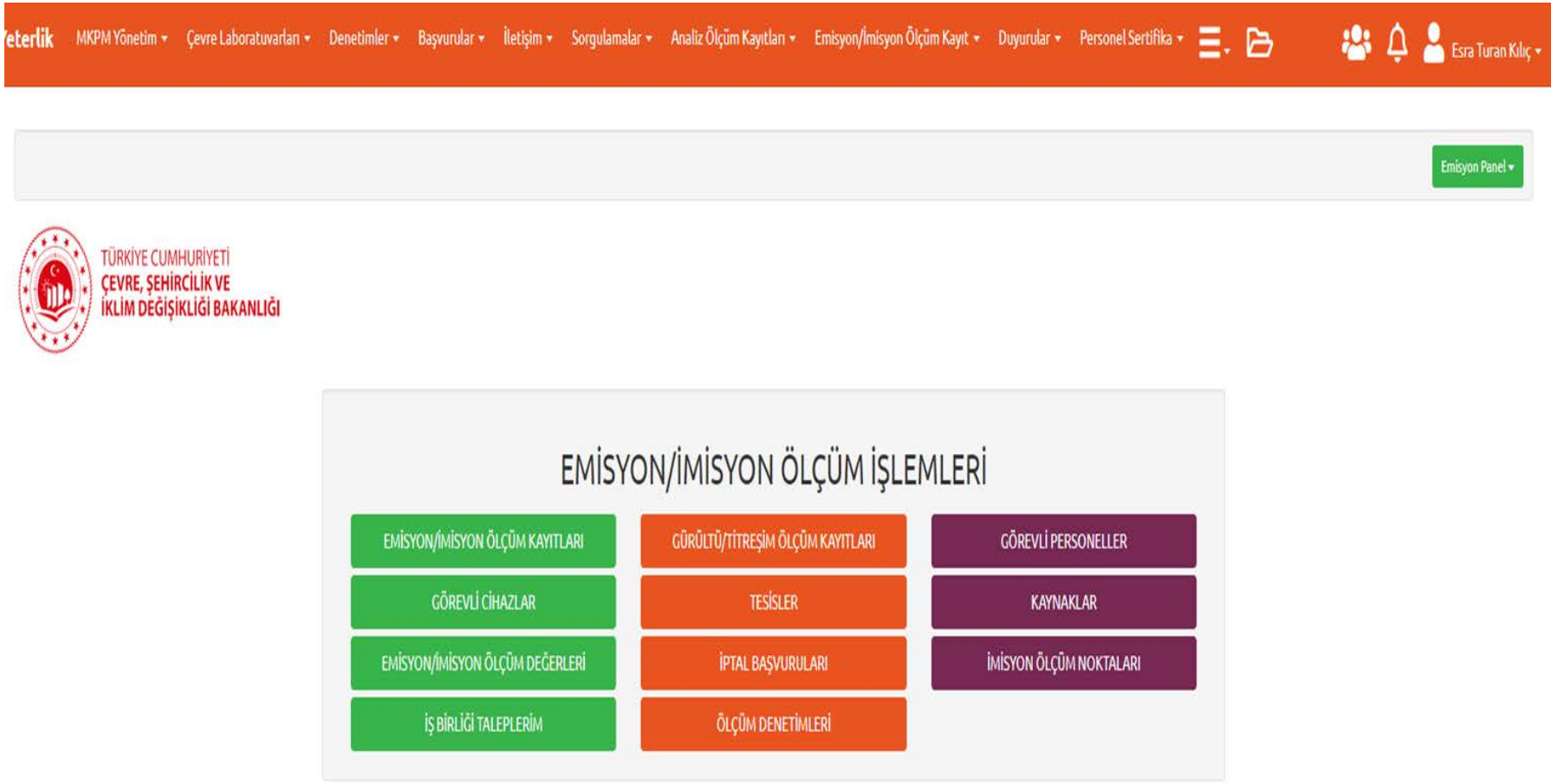
EMİSYON PANELİ

https://elab.cevre.gov.tr/

Laboratuvar Yetkilendirme Uygulaması



EMİSYON PANELİ



EMİSYON PANELİ

Emisyon Ölçümlerinde aynı personel ve cihazın, aynı tarihte, birden fazla kayıtta yer alması sistem tarafından engellenmektedir.



EMİSYON PANELİ

Her ölçüm parametresi için sistem otomatik olarak süre belirler, laboratuvar bu sürenin altında ölçüm süresi giremez.



EMİSYON PANELİ

Sistemde her tesis için kaynak tanımlamaları yapılmakta olup, baca özellikleriyle (çapı, yüksekliği, koordinatları vb.) birlikte hangi parametrelerin ölçüleceği detayları, kayıtta yer almaktadır.



EMİSYON PANELİ

Emisyon Panelinde, laboratuvarlar iptal işlemlerini gerekçelerini sunmak suretiyle, kendileri yapabilmektedirler.

Laboratuvarlar, ölçüm sonuçlarını sisteme yükleyebilecekler böylece tesis bazında Bakanlık envanterine önemli katkıda bulunacaklardır.

Bu nedenle; ölçüm sonuçlarının en kısa süre içerisinde sisteme girilmesi büyük önem arz etmektedir.

TEŞEKKÜR EDERİM



T.C

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

HAVA YÖNETİMİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI



Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Emisyon - İmisyon Ölçümlerine İlişkin Hususlar

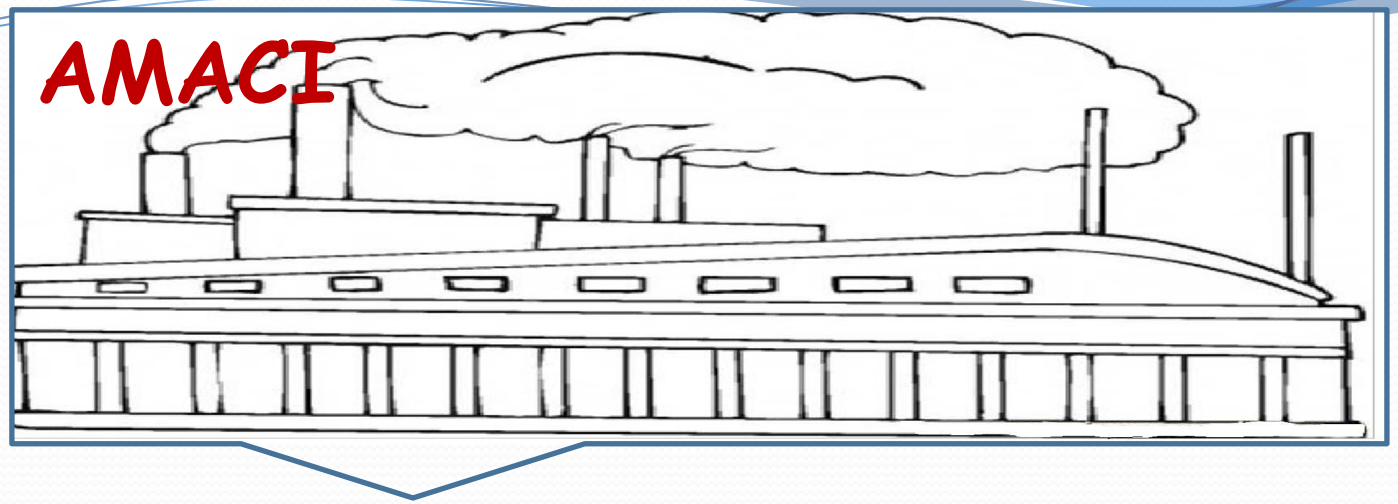
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Önleme Şubesi

Aralık 2021

Sunumun içeriği

- SKHKK Yönetmeliğinin Amacı ve Uygulama Alanları
- Tesislere özel emisyon parametreleri
- Emisyon parametrelerinin belirlenmesi
- Ölçümler için esaslar
- Emisyon sonuçlarının değerlendirilmesine ilişkin esaslar

AMACI

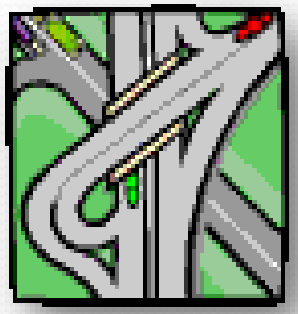


- Sanayi ve Enerji Üretim tesislerinin Faaliyeti Sonucu

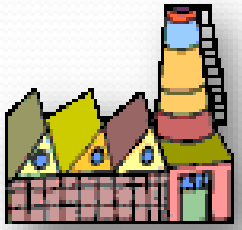
Atmosfere atılan emisyonları,

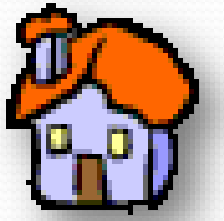
Kontrol Altına Almak





Egzoz Gazı Emisyonlarının Kontrolüne Dair Yönetmelik



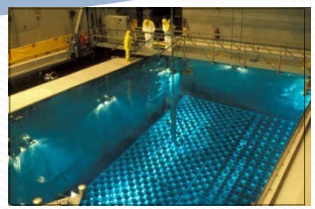


Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği





İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü





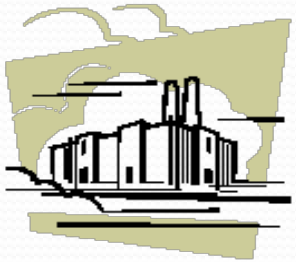
Nükleer yakıt ve diğer radyoaktif maddelerle ilgili tesis, alet ve düzeneklerd
e

YÖNETMELİĞİN UYGULAMA ALANLARI

- Yönetmelik, tesislerin kurulması ve işletilmesi için gerekli olan;
  - Çevre İzni başvurularında,
  - ÇED Kapsamındaki başvurularda,

Ve,

- Çevre Kanunu,Türk Ceza Kanunu, Kabahatler Kanunu kapsamında ve ilgili yönetmeliklere göre yapılacak işlemlerde, uygulanacak hüküm ve esasları **kapsar.**



TEKNİK DEĞERLENDİRME ESASLARI

HAVA KALİTESİNİN KORUNMASI

TÜM KİRLETİCİ EMİSYONLARIN KONTROL ALTINA ALINMASI

BACA KAYNAKLI KİRLETİCİ EMİSYONLAR

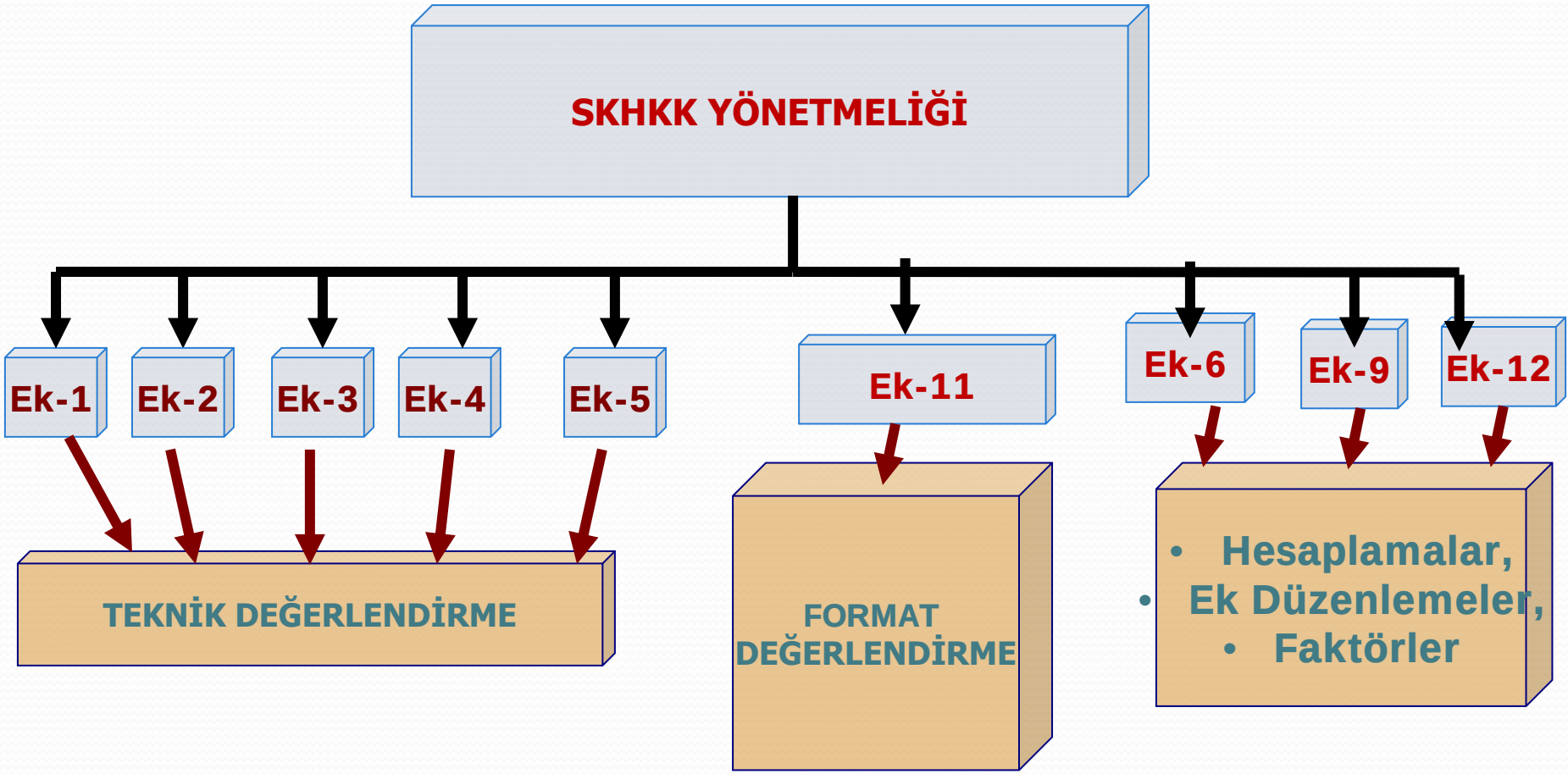
- KONSANTRASYON SINIR DEĞERLERİ
- KÜTLESEL DEBİ EŞİK DEĞERLERİ
- BACA GAZI HIZI VE YÜKSEKLİKLERİ İÇİN LİMİT DEĞERLER
- SÜREKLİ EMİSYON ÖLÇÜM SİSTEMLERİ GEREKLİLİĞİNE İLİŞKİN HUSUSLAR

BACA DIŞI KAYNAKLI KİRLETİCİ EMİSYONLAR

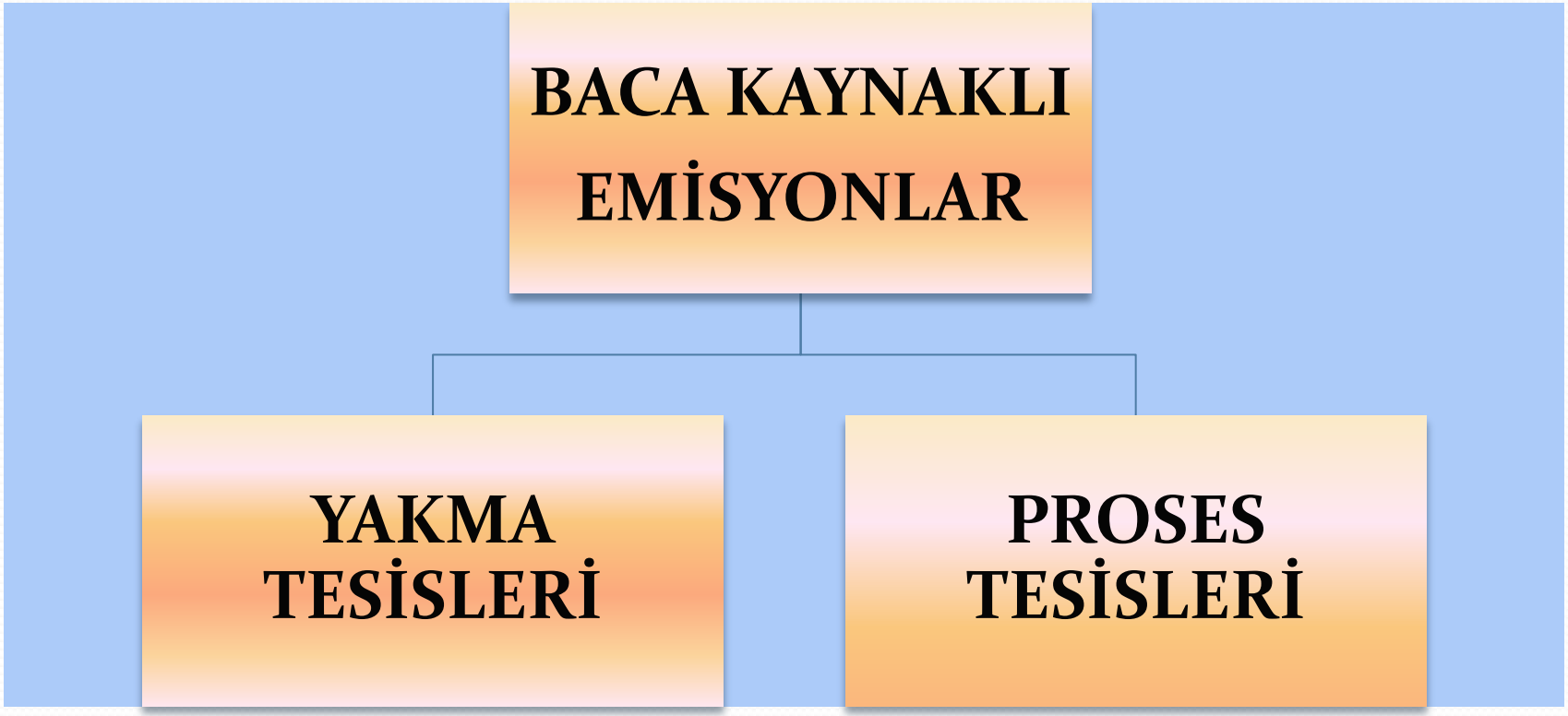
- KIRMA, ELEME, TAŞIMA, DEPOLAMA VB. İŞLEMLER İÇİN ÖNLEMLER
- TESİS İÇİ ÖLÇÜMLER
- EMİSYON FAKTÖRLERİ
- KAÇAK EMİSYONLARIN AZALTILMASI VE KONTROL ALTINA ALINMASI
- KÜTLESEL DEBİ EŞİK DEĞERLERİ

- KÜTLESEL DEBİ EŞİK DEĞERLERİ
- HAVA KALİTESİ MODELLEMESİ VE ÖLÇÜMLERİ
- HAVA KALİTESİ SINIR DEĞERLERİ

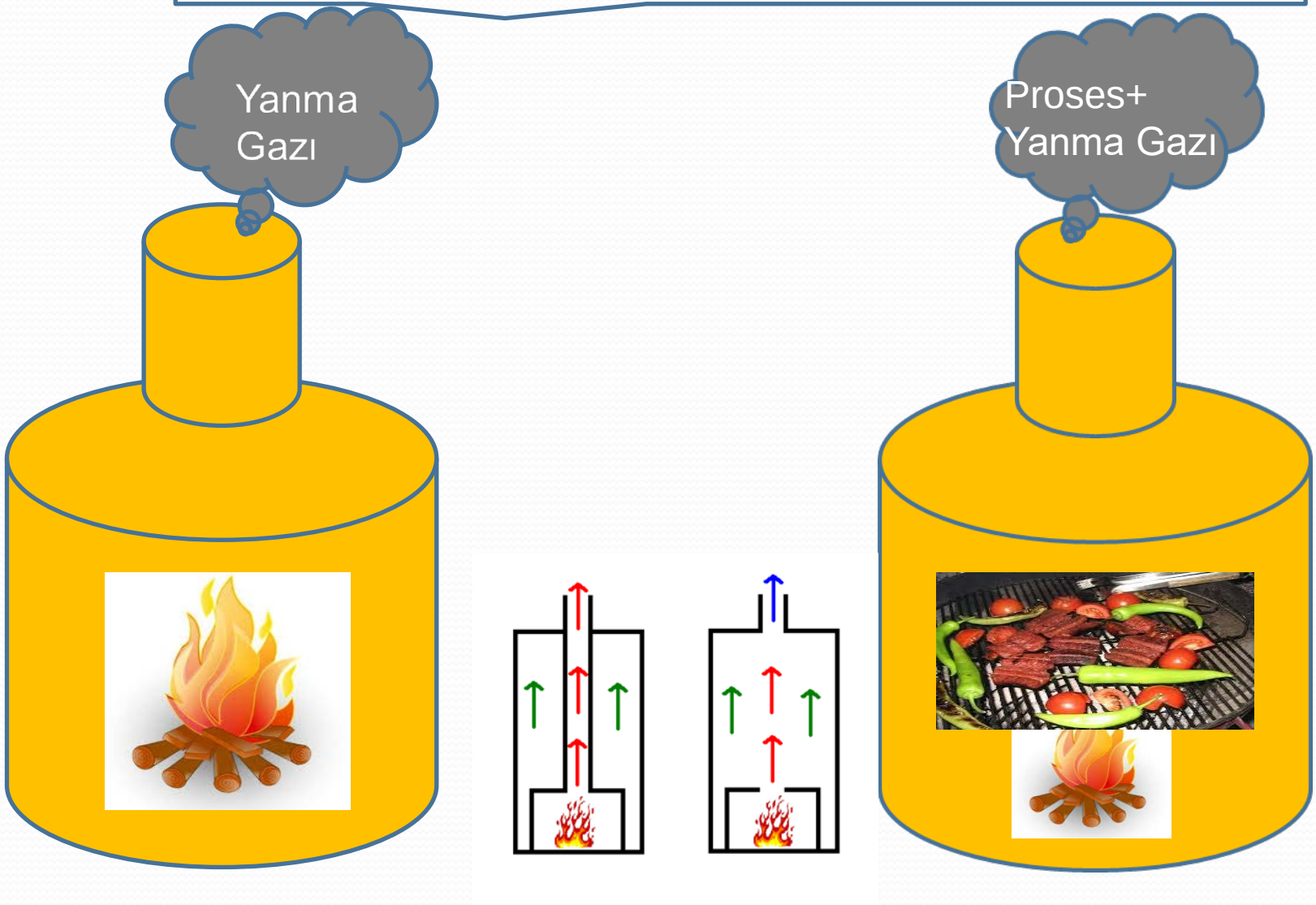
TEKNİK DEĞERLENDİRME ESASLARI



EK-5
TESİSLERE ÖZEL EMİSYON PARAMETRELERİ



PROSES/YAKMA TESİSLERİ



YAKMA TESİSLERİ

- Kullanılan Yakıt,
- Isıl Güç,
- Yakma Prosesi,
- Faaliyete Geçme Tarihi

KATI YAKITLI YAKMA TESİSLERİ

	Mevcut Tesis (2019 öncesi)	Mevcut Tesis (2019 sonrası)	Yeni Tesis	50 mw altı
Katı Yakıt	Toz, SO_2, NO_2, CO, HCl, HF	Toz, SO_2, NO_2, CO, benzopiren	Toz, SO_2, NO_2, CO, benzopiren	Toz, SO_2, NO_2, CO 500 Kw altı islilik
Petrol Koku	Toz, SO_2, NO_2, CO Organik bileşikler, inorganik toz	Toz, SO_2, NO_2, CO, benzopiren Cd, Ta, Sb, Ar, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	Toz, SO_2, NO_2, CO, benzopiren Cd, Ta, Sb, Ar, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn,	Toz, SO_2, NO_2, CO Organik bileşikler
Biyokütle	Toz, SO_2, NO_2, CO, HCl, HF, TOC		SO_2, NO_2, benzopiren	Toz, SO_2, NO_2, CO, HCl, HF, TOC

SIVI YAKITLI YAKMA TESİSLERİ

	Mevcut Tesis 2019 öncesi	Mevcut Tesis 2019 sonrası	Yeni Tesis	50 MW altı
Sıvı Yakıt	Toz, SO_2, NO_2, CO,	Toz, SO_2, NO_2, CO, Ar, Pb, Cd, Cr, Co, Ni, V	Toz, SO_2, NO_2, CO, Ar, Pb, Cd, Cr, Co, Ni, V	Toz, SO_2, CO 2 MW altı islilik
Fuel-oil dışındaki yakıtlarda	Toz, SO_2, NO_2, CO, Ar, Pb, Cd, Cr, Co, Ni			

GAZ YAKITLI YAKMA TESİSLERİ

	Mevcut Tesis 2019 öncesi	Mevcut Tesis 2019 sonrası	Yeni Tesis	50 MW altı
Doğal gaz, Fuel gaz, LPG	Toz, SO_2, NO_2, CO	Toz, SO_2, NO_2, CO	Toz, SO_2, NO_2, CO	Toz, SO_2, NO_2, CO
Yüksek Fırın Gazı				
Demir-çelik sanayiinde ortaya çıkan gazlar	Toz, SO_2, CO			Toz, SO_2, CO
Sıvılaştırılmış gaz				Toz, SO_2, NO_2, CO
Kok fırınında oluşan düşük kalorili gazlar	Toz, SO_2, CO			Toz, SO_2, CO
Yüksek fırınlarda oluşan düşük kalorili gazlar				

GAZ TİRBÜNLERİ

	Mevcut Tesis 2019 öncesi	Mevcut Tesis 2019 sonrası	Yeni Tesis	50 MW altı
Gaz Yakıtlar	İslilik, SO_2, CO, NO_2	NO_2, CO	SO_2, NO_2, CO	Toz, SO_2, CO, NO_2 (10 MW üstü)
Doğal gaz		NO_2, CO		
Sıvılaştırılmış gaz				
Kok fırınında oluşan düşük kalorili gazlar				
Yüksek fırınlarda oluşan düşük kalorili gazlar				
Doğal gaz hariç gaz yakıtlar		NO_2, CO	NO_2, CO	
Sıvı yakıtlar		NO_2, CO	NO_2, CO, islilik	

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Kullanılan Yakıt,
- Prosesi
- Kullanılan Hammadeler
- Ürün ve Yardımcı Ürünler

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Atıkların Ortadan Kaldırıldığı Tesisler
- Atık Geri Kazanım ve Nihai Bertaraf Tesisleri
- Toprak Ürünleri Tesisleri
- Demir - Çelik Üretimi ve Demir Dışı Metallerin Üretildiği Tesisler

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Asit Üretim Tesisleri
- Alüminyum Üretim Tesisleri
- Karpit, Klor, Florür, Kükürt ve Hidroflorik asit Üretim Tesisleri
- Ağaç Ürünleri Üretim Tesisler

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Petrol ve petrol türevleri üretim tesisleri
- Taş kömürü gazlaştırma tesisleri
- Yol yapım Tesisleri
- Cam üretim Tesisleri
- Kimyasal madde, ilaç üretim tesisleri

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Gıda Üretim Tesisleri
- Metal yüzeylerin boyandığı tesisler

PROSES TESİSLERİ
(BACA KAYNAKLI)

- Ek-5'de belirtilen emisyon parametreleri,
- Ek-1'e göre ölçülmesi gereken emisyon parametreleri
- Kütlesel bilanço yöntemine göre

EK-1
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRME

Analiz Yapılacak Parametreler:

- Kapasite raporları,
- Güvenlik bilgi formları,
- Proses akım şemaları,
- Reaksiyonlar,
- Ürünler ve yan ürünler

göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.

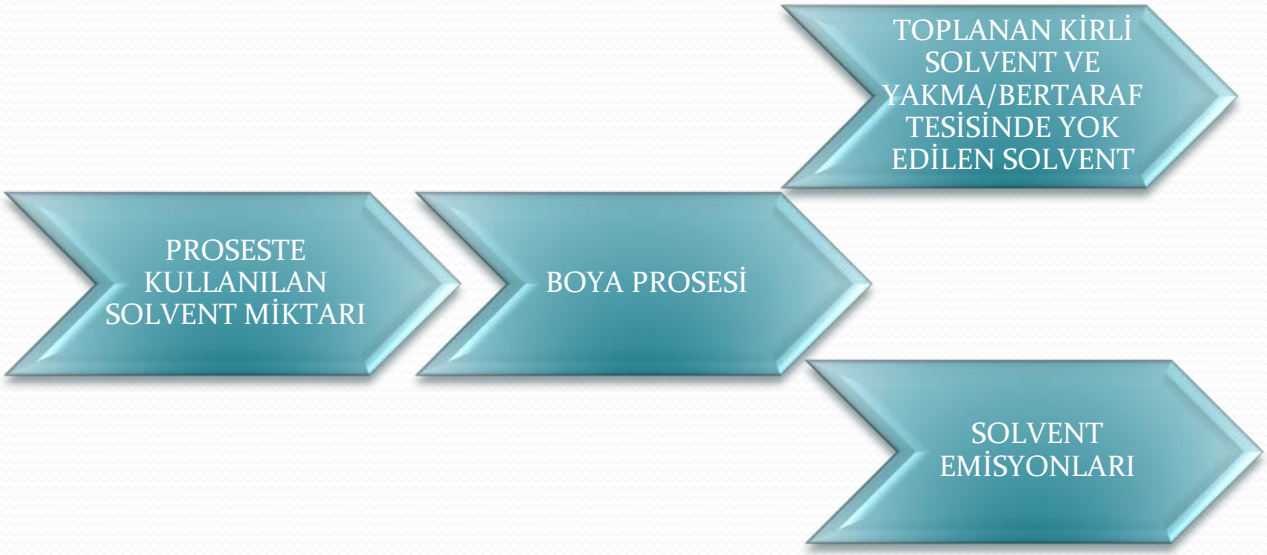
EK-1
KAPSAMINDA DEĞERLENDİRME

Analizi yapılan parametrelerin

Ek-1'de yer alan Tablolardaki zararlılık sınıfları belirlenerek,

Ölçüm sonuçları değerlendirilmelidir.

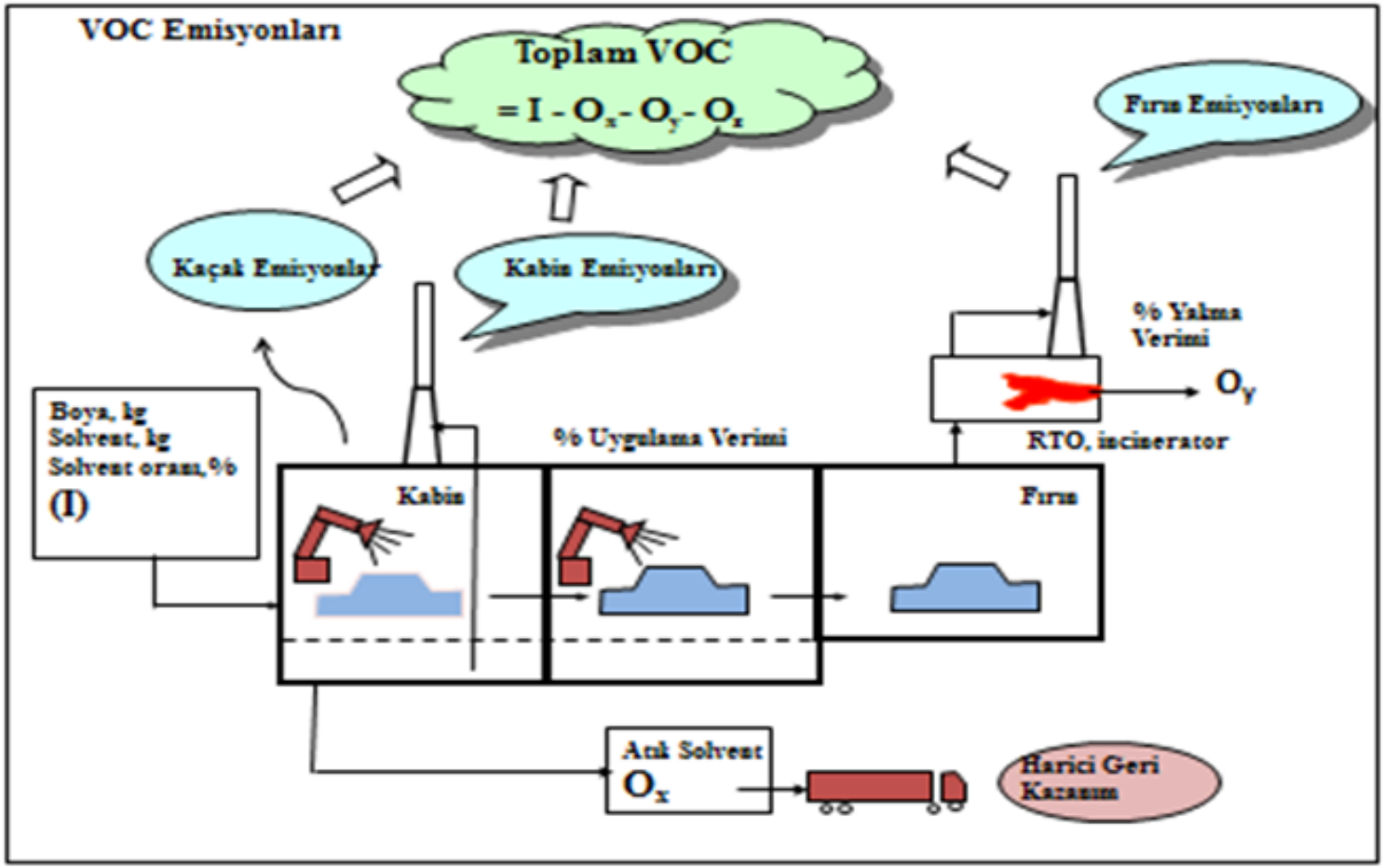
KÜTLESEL BİLANÇO YÖNTEMİ



KÜTLESEL BİLANÇO YÖNTEMİ



Solvent Yönetim Planı – Kütle Denge Modeli



PROSES TESİSLERİ
(BACA DIŞI KAYNAKLI)

- Depolanan Madde ve Miktarı
- Prosesi (Kırma, Eleme, Dolum boşaltım vb.)
- Emisyon Azaltım Teknikleri
- Emisyon Miktarlarının Hesaplanması

DEPOLAMA TESİSLERİ

- Tankerlere dolum,
- Bağlantı ekipmanları,
- Nefeslikler,

Kaynaklanan emisyonlar için Ek-12 kapsamında kütlesel debi tespiti yapılmalıdır.

DEPOLAMA TESİSLERİ

Nefesliklerden kaynaklanan emisyonlar ;

EPA TANKS Yazılımı Kullanılarak Hesaplanmalıdır.

- Bu yazılım her tank için ayrı ayrı kullanılmalıdır.
- Raporlarda son beş yıllık mahsül hareketinin bilgileri bulunmalıdır.

TAŞ ÇIKARMA, KIRMA VE SINIFLANDIRMA TESİSLERİ

Toz emisyonu:

Ek-12 kapsamında kontrollü ve kontrolsüz olarak verilen emisyon faktörleri kullanılarak kütlesel debi tespiti yapılmalıdır.

Kontrollü duruma ilişkin tedbirler Ek-1'de örneklendirilmiştir.

TAŞ ÇIKARMA, KIRMA VE SINIFLANDIRMA TESİSLERİ

- Tane boyutu 5mm'den büyük maddelerin doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinde çöken toz,
- Tane boyutu 1mm ile 5mm arasında ise doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinde PM 10 ve çöken toz,
- Ölçümleri yapılmalıdır.
- Tane boyutu 1mm'den küçük maddeler için, doldurma, ayırma, eleme, taşıma, kırma, öğütme işlemlerinde kullanılan makinalar kaçak emisyona neden olmayacak şekilde kapalı mekanlarda çalışılmalıdır.

ÖLÇÜME İLİŞKİN ESASLAR

- Ölçüm Yerleri
- Ölçüm Programı
- Değerlendirme ve Rapor

EMİSYON ÖLÇÜM NOKTALARI

- Türk Standartları, EPA, DIN veya CEN Normlarına Uygun,
- Tehlike Yaratmayacak biçimde, kolayca ulaşılabilir ve gerekli bağlantılara imkan tanıyacak,

şekilde olmalıdır.

Emisyon ölçüm yerlerine ilişkin teknik detaylar Bakanlıkça belirlenmektedir.

EMİSYON ÖLÇÜMÜ

- Ölçüm cihazları ve ölçüm metotları Türk Standartlarına, DIN, EPA veya CEN Normlarına uygun, olmalıdır.
- Ölçüm Sonuçlarının birbirleri ile kıyaslanmasını mümkün kılacak şekilde olmalıdır.
- Emisyon ölçüm süreleri kısa olmalıdır.
- Toz ölçümlerinde izokinetik şartlar sağlanması gerekmektedir.
- Sürekli rejimde çalışan tesislerde en büyük yükte çalışırken en az üç ardışık ölçüm,
- Değişen işletme şartlarında çalışan tesislerde en az ve en fazla emisyonun meydana geldiği yeterli sayıda ölçüm,

ÖLÇÜM SONUÇLARI RAPORLAMA

- Ayrıntılı ölçüm verileri,
- Ölçüm metotları,
- İşletme şartları,
- Yakıt, hammade, ürün ve yardımcı ürünler,
- Atık gaz temizleme sistemine ilişkin işletme bilgileri

yer almalıdır.

ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

- Bakanlıkça yeterliliği olan akredite olmuş laboratuvarlarca yapılıp yapılmadığı,
- Ölçüm sonuçlarının Yönetmelik sınır değerlerine göre birim düzeltmelerinin hesaplamaları,
- Fazla havada karbondioksit ve oksijen düzeltmeleri,
- Kütlesel debi hesaplamaları,

Kontrolü yapılmalıdır.

SÜREKLİ ÖLÇÜMLERE İLİŞKİN ESASLAR

- Ek-5
- Ek-3
- Madde - 26

Ek-5 GEREĞİNCE SÜREKLİ ÖLÇÜM ZORUNLULUĞU

A.1 Büyük Yakma Tesisleri için Sürekli Ölçüm Sistemleri

- SO2, NOx, CO, toz konsantrasyonlarını,
- emisyon sınır değerleri belirlenmiş parametreleri,

bacada sürekli ölçüm cihazı kullanarak ölçmesi gerekmektedir.

Sürekli ölçümler; ilgili proses işletme parametrelerinden

oksijen muhtevası, sıcaklık, basınç ve su buharını ihtiva eder.

Ek-5 GEREĞİNCE SÜREKLİ ÖLÇÜM ZORUNLULUĞU

Petrolkoku Kullanan

A.2. Isıl gücü 5 MW ve üzeri olan yakma tesisleri;

- Toz, CO, SO2, NOX konsantrasyonlarını,
- Yanma bölgesi sıcaklığını,

C.6. Dolamit, Manyezit ve Kömür Yakma Tesisleri ile C.5. Kireç Fabrikaları;

- Yanma bölgesi sıcaklığını,

C.5. Ek Yakıt Kullanan Kireç Fabrikaları

- Yanma bölgesi sıcaklığını,

bacada sürekli ölçüm cihazı kullanarak ölçmesi gerekmektedir.

Ek-5 GEREĞİNCE SÜREKLİ ÖLÇÜM ZORUNLULUĞU

C.7. Çimento Fabrikaları

Döner Fırın Bacasında;

- Toz, CO, SO2, NOX konsantrasyonlarını,

F.4. Tav Fırınları

- SO2 konsantrasyonunu,

H. Asit Üretim Tesisleri

bacada sürekli ölçüm cihazı kullanarak ölçmesi gerekmektedir.

Ek-3 GEREĞİNCE SÜREKLİ ÖLÇÜM ZORUNLULUĞU

ISIL GÜCE BAĞLI OLARAK

36 GJ/saat (10 MW) ve üstünde ısıl güce sahip olan sıvı ve katı yakıtlı yakma sistemleri;

- Yanma Kontrolünü (CO2 veya O2 ve CO),
- 100 GJ/saat (27778 kW) ve üstünde ısıl güce sahip olan katı yakıt ve fuel-oil ile çalışan yakma sistemleri ;
- Toz ve hacimsel debiyi,

bacada sürekli ölçüm cihazı kullanarak ölçmesi gerekmektedir.

Ek-3 GEREĞİNCE SÜREKLİ ÖLÇÜM ZORUNLULUĞU

KÜTLESEL DEBİYE BAĞLI OLARAK

PARAMETRE	EŞİK DEĞER (BACA)
TOZ	10 kg/saat
SO_2	60 kg/saat
KLOR	1 kg/saat
TOC	10 kg/saat
NO	20 kg/saat
Cl^-	2 kg/saat
F^-	1 kg/saat
H_2S	2 kg/saat
CO (Yakma tesisleri)	5 kg/saat
CO (Diğer Tesisler)	50 kg/saat
1. Sınıf özel toz	2 kg/saat
2. Sınıf özel toz	5 kg/saat

SÜREKLİ ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ (BYT HARİÇ)

1 (bir) yıl içindeki işletim saatleri açısından:

- Hiç bir takvim ayındaki emisyon ölçümlerinin ortalaması emisyon sınır değerlerini geçmiyorsa,
- Kükürt dioksit ve toz için: 48 saatlik tüm ortalama değerlerin %97'si, emisyon sınır değerlerinin %110'unu geçmiyorsa,
- Azot oksitler için: 48 saatlik tüm ortalama değerlerin %95'i, emisyon sınır değerlerinin %110'unu geçmiyorsa,

emisyon sınır değerlerine uyulduğu kabul edilir.

BYT SÜREKLİ ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

1 (bir) takvim yılı içindeki işletim saatleri süresince:

- Geçerli günlük ortalamaların hiç birinin ilgili değerleri aşmaması,
- Yıl boyunca bütün onaylanmış saatlik ortalama değerlerin, ilgili değerlerin % 200 ünü aşmaması,

durumunda emisyon sınır değerlerine uyulduğu kabul edilir.

BYT SÜREKLİ ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Her bir tek ölçüm sonucunun % 95 güven aralığı değerleri emisyon sınır değerlerinin aşağıda belirtilen yüzdelerini aşmaz.

➢ PARAMETRE	➢ YÜZDE
Kükürtdioksit	➢ % 20
Azotoksitler	➢ % 20
Toz	➢ % 30
CO	➢ % 10

BYT SÜREKLİ ÖLÇÜM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

- Bir gün içinde üç adetten fazla saatlik ortalama değerin sürekli ölçüm sistemindeki arıza veya bakım sebebi ile geçersiz olduğu durumda o günün ölçümleri geçersiz kalır.

- Bir yıl içerisinde ondan fazla günün benzer şartlardan dolayı geçersiz kalması durumunda yetkili merci işletmeciden sistemin güvenirliğini artırması konusunda gerekli tedbirleri almasını talep eder.

BYT SÜREKLİ ÖLÇÜMLERE İLİŞKİN İSTİSNALAR

- İşletim ömrü 10.000 çalışma saatinden az olan yakma tesisleri için,
- Doğal gaz kullanılan kazanlarda SO2 ve toz, doğalgaz kullanan gaz türbinlerinde ise SO2 ve toz için,
- Baca gazı arıtma tesisinin bulunmadığı ancak bilinen kükürt muhteviyasına sahip sıvı yakıt kullanan gaz türbinleri veya kazanlarda SO2 için,
- Biyokütle kullanan kazanlar için, işletmecinin SO2 emisyonlarının belirtilen emisyon oranlarını hiçbir şartta aşamayacağını ispat ettiği durumlarda SO2 için,

sürekli ölçüm gerekmeyebilir. Bu durumda, en geç altı ayda bir aralıklı ölçümler yapılmalıdır.

HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

İşletmenin tamamından kaynaklanan emisyon debileri (Baca kaynaklı, baca dışı kaynaklı)

- Tablo 2.1'deki eşik değeri aşan parametreler için;

Hava Kalitesi modellemesi ve ölçümleri yapılmalıdır.

HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

Önemli Tanımlar

Tesis Etki Alanı : r=50 X h olan alan , 2X2 km (alan)

İnceleme Alanı: Etki alanı içinde 1X1 km

Hava Kalitesi Modeli : HKKD hesaplanır, ölçüm noktaları belirlenir.

HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

Ölçüm Süreleri

Aktif ölçüm

En az 2 nokta , 1 ay

Pasif Ölçüm

En az 8 nokta (4+2+2) , 2 ay

Çöken Toz Ölçümü

Birer aylık 2 ay olmak üzere 2 ölçüm

HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ

Önemli Ölçüm Esasları

- Yer seviyesinden 1,5-4,0 metre arasındaki yüksekliklerde,
- Binadan veya ekili alandan en az 1,5 metre uzaklıkta
- TSE standardı veya Bakanlıkça kabul edilen uluslararası standartlar ile,
- Bakanlıkça yetki verilen laboratuvarlarca yapılmalıdır.

HAVA KALİTESİ SINIR DEĞERLERİ

Uzun Vadeli Değer (UVD)

- Yapılan bütün ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalaması,

Kısa Vadeli değer (KVD)

- Maksimum günlük ortalama değer veya
- İstatiksel olarak sıralanan ölçüm sonuçlarının %95'ine tekabül eden değer,

TEYİT ÖLÇÜMLERİ

İşletmeci,

her 2 iki yılda bir,

izin anında öngörülen verilerden herhangi bir sapma olup olmadığını ve tesiste yapılan iyileştirmeleri rapor etmek zorundadır.



İLGİNİZ İÇİN

TEŞEKKÜR EDERİM.

0 312 586 31 53

derya.sarioglu@csb.gov.tr

0 312 586 31 46

sezin.cepe@csb.gov.tr

ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı

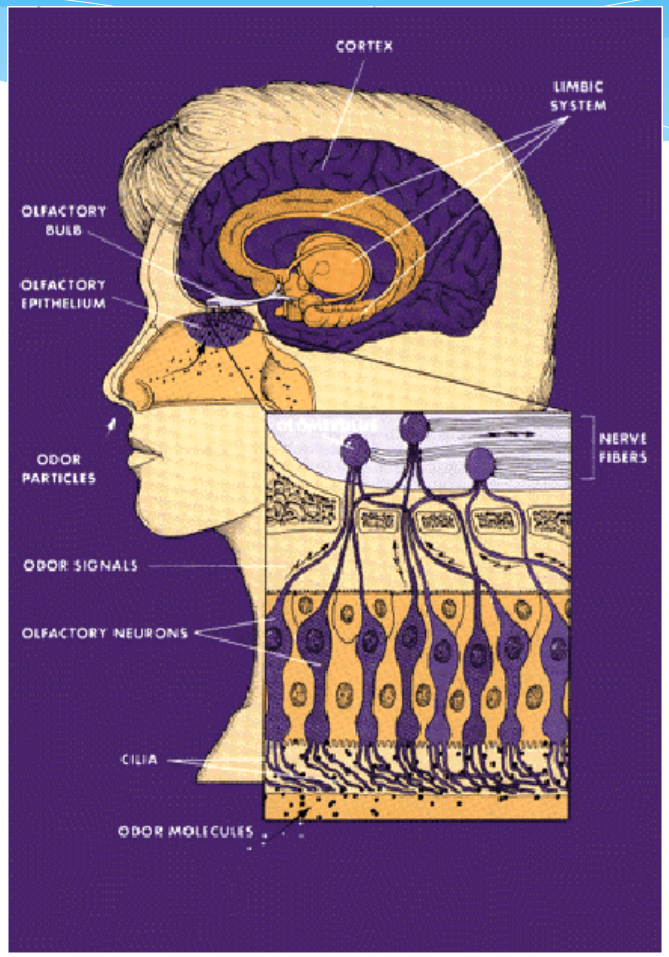
KOKU OLUŞTURAN EMİSYONLARIN KONTROLÜ HAKKINDA YÖNETMELİK

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Önleme Şube Müdürlüğü

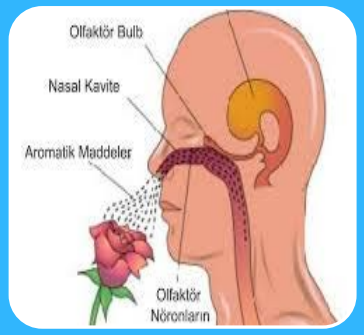
Koku

İnsanda;

koku alma duyusunu harekete geçiren ve kokunun algılanmasına neden olan uçucu maddelerin yarattığı etkidir.



SUNUMUN İÇERİĞİ

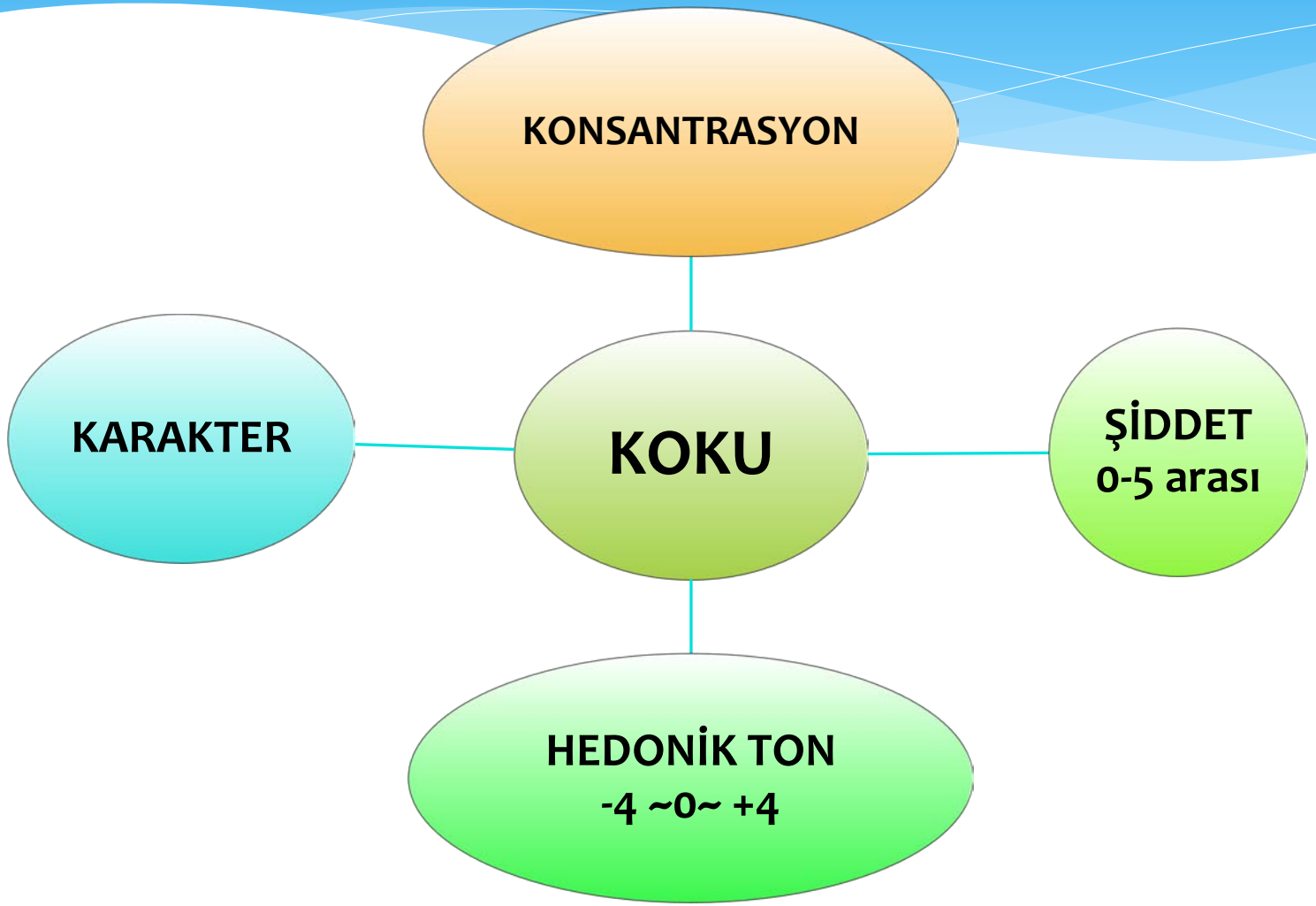


KOKU HAKKINDA TANIMLAR ve TEKNİK DETAYLAR



YÖNETMELİĞİN AMACI VE TEKNİK UYGULAMASI

KOKUNUN BİLEŞENLERİ



ALANSAL veya YAYGIN KOKU KAYNAĞI



NOKTASAL KOKU KAYNAĞI



KAÇAK KOKU KAYNAKLARI







Yerlerinin belirlenmesi kolay olmayan, aynı zamanda etrafa emisyon miktarı belli olmayan koku yayan kaynaklardır.

Numune Alma

Numune alma ve hazırlama, ölçüm sisteminin en önemli öğesidir.

Ölçüm sonucunun kalitesini ve güvenilirliğini etkiler.

Dikkatli örnek alma hata paylarını azaltır.

Koku Numunesi Nasıl Alınır?

- Kokulu gaz örneği vakumlu örnek alma cihazı ile örnekleme torbalarına alınır.
- Örnek analiz edilmek üzere laboratuara getirilir ve torba olfaktometre'ye bağlanarak koku analizleri yapılır.



Numune Alma Torbaları

- Temiz ve kokudan arınmış olmalıdır.
- Alınan örnekle torbanın yapıldığı malzeme kimyasal reaksiyon vermemelidir.
- Kokuyu soğurmamalıdır.
- Kokuya karşı geçirgen olmamalıdır.
- Işığa karşı dayanıklı olmalıdır.
- Mekanik gerilmelere ve darbelere karşı dayanıklı olmalıdır.
- 30 saat içinde ölçüm yapılmalıdır.



Numune Alma Torbaları

EN 13725 standardına göre;

- Polyethyleneterephthalate (PET, Nalophan)
- Polyvinylfluoride (PVF, Tedlar)
- Tetrafluoroethylene hexafluoropropylene copolymer (FEP)

Örnekleme esnasında kullanılacak materyaller;

- PTFE (polytetrafluoroethylene)
- Paslanmaz çelik
- Cam



Alansal Koku Kaynağından Numune Alma

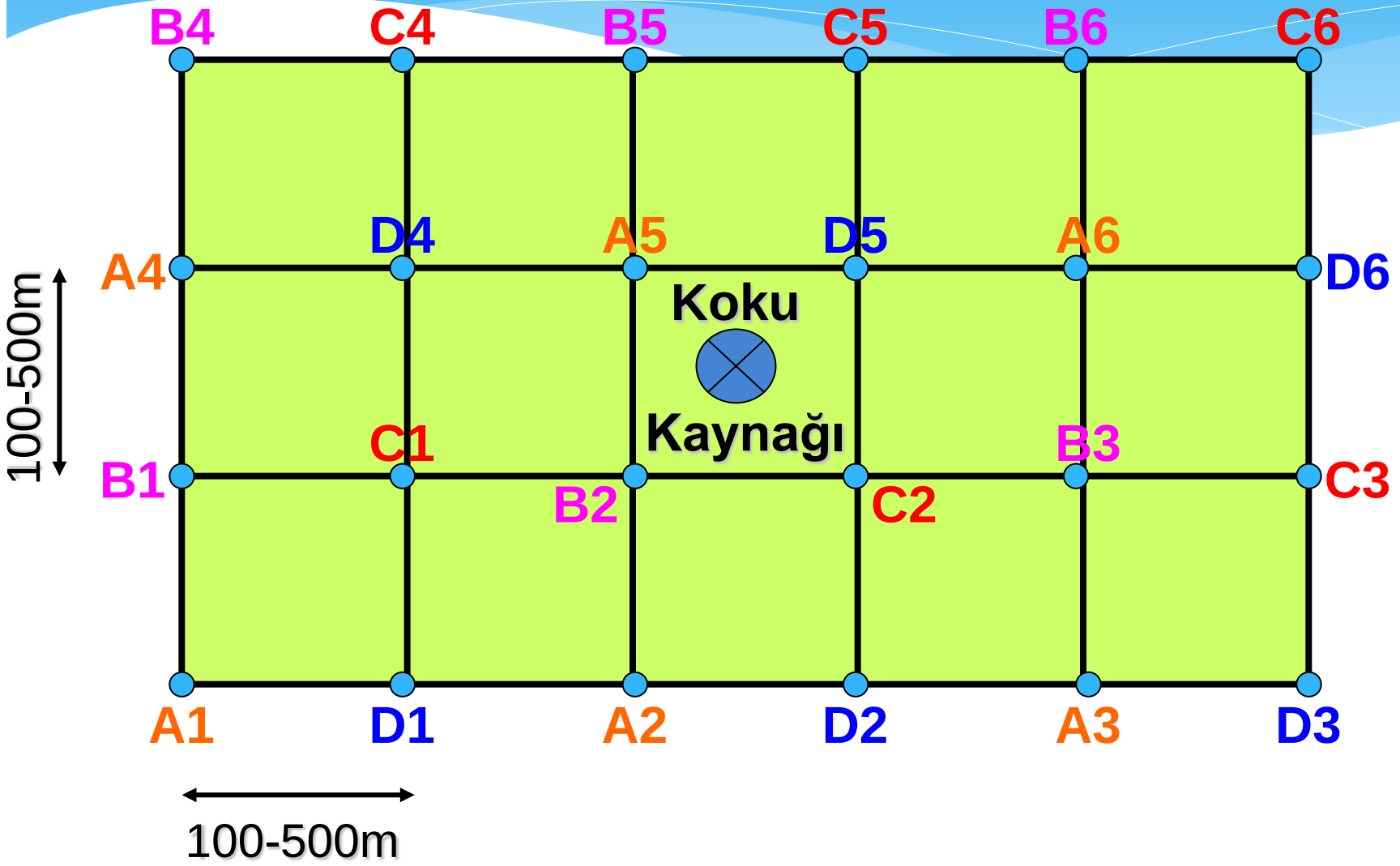




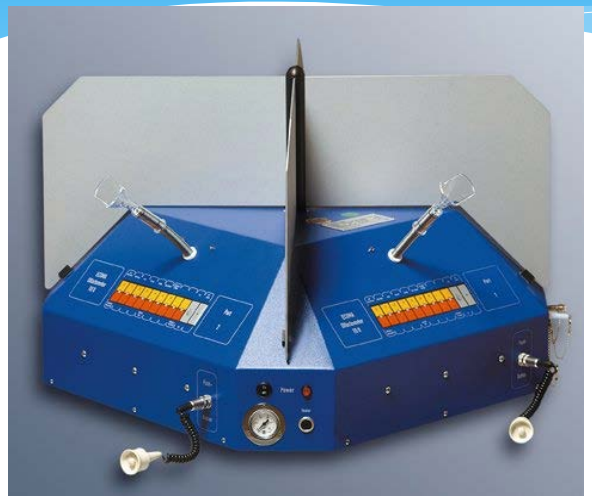
- Aktif alan kaynaklarda kullanılan örnekleme bacası
- Taban alanı 1 m^2
- Baca çapı: 0.15 m

Koku İmisyonu Ölçümleri

Değerlendirme Alanı



Koku Emisyonu Ölçüm Yöntemi



Olfaktometre



Elektronik Burun



GC/MS (Gaz Kromatografisi/
Kütle Spektrometresi)

OLFAKTOMETRE



Ecoma TO8

Olfaktometrik Ölçüm

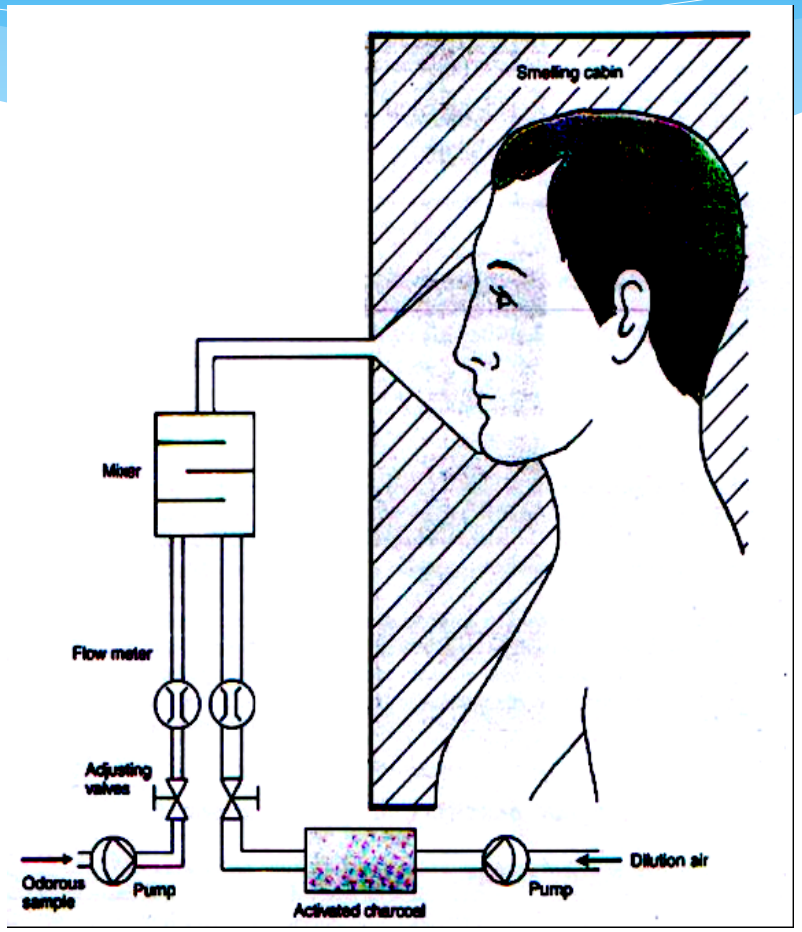
LİDER PANELİST+4 PANELİST

- **Standart bir test kimyasalı olan n-butanol ile yapılan testler sonucunda 20-80 ppb (62-246µg/m³) konsantrasyon aralığında kokuyu hissedenler standart burna sahip panelistler olarak nitelendirilirler.**



Panelistler Nasıl Belirlenir?

- Kokulu gaz örneği kokusuz hava ile seyreltilir.
- Kokulu hava panelistlere sırasıyla verilir ve koku hissi sorgulanır.
- Panelistler çok sayıda seyrelme adımlarına tabi tutulurlar.



PANELİSTLER

- **Ölçümden yarım saat öncesine ve sonrasına** kadar yemek yememeli, su dışında her hangi bir içecek içmemeli, sakız çiğnememeli, tatlı veya şeker yememeli, sigara içmemelidir.
- Ölçüm günü parfüm, deodorant veya kokulu diğer kozmetik ürünleri kullanmamalıdır.
- Ölçüm öncesi sarımsak veya kokulu baharatlar ihtiva eden yiyeceklerden sakınmalıdır.
- Nezle, grip, sinüzit, alerjik enfeksiyonlar gibi hastalıklara yakalanmış olanlar ölçümlere katılamazlar.
- Ölçüm sırasında iyi konsantre olmalı, ölçüm liderinin direktiflerine uymalıdır.

Olfaktometrik Ölçüm

TO8 by ecoma GmbH — Measurement of odour threshold - yes/no — Software by SPS Productions Version: 1.5.3.0

Laboratory: TÜBITAK Marmara Research Centre Beris Mah., 41470 Gebze, KOCAELI, TÜRKYIE

Sample: kurutma baca1

Project: 59A8102

Measurement result

28774 OU_E/m^3 (44,6 dB) (*1)

28774 OU_E/m^3 (44,6 dB)

Panel members	Round 1	ΔZ	Round 2	ΔZ	Round 3	ΔZ	Round 4	ΔZ
DS	23170	-1,2	46341	1,6	46341	1,6	23170	-1,2
SC	23170	-1,2	23170	-1,2	23170	-1,2	46341	1,6
YS	46341	1,6	23170	-1,2	46341	1,6	46341	1,6
NGA	11585	2,5	23170	-1,2	23170	-1,2	23170	-1,2

Panel members	Err. ref. air	Err. blanks
DS	0	0 / 0
SC	0	0 / 0
YS	0	0 / 0
NGA	0	0 / 0

	DS	SC	YS	NGA
1. Ölçüm	Log 91 = 2.0	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6	Log 181 = 2.3
2. Ölçüm	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6
3. Ölçüm	Log 181 = 2.3	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6
4. Ölçüm	Log 181 = 2.3	Log 362 = 2.6	Log 362 = 2.6	Log 181 = 2.3
Toplam / 4	9.0/4 = 2.30	10.2/4 = 2.60	10.2/4 = 2.60	9.6/4 = 2.40
Z_{ITE}, KB/m³	$10^{2.30}$ = 181	$10^{2.60}$ = 362	$10^{2.60}$ = 362	$10^{2.40}$ = 256
Toplam / 16	39.1 / 16 = 2.445			
$Z_{ITE,Pan}$, KB/m³	279			

Koku Emisyon Ölçüm Raporu Nasıl Hazırlanmalıdır?

Örnekleme Verileri

Kokuya neden olan kaynak/işletme/tesisin adı, adresi, telefon numarası, faks numarası.	xxxxxxxxxx A.Ş. 0312 1234567 03121234568
İşletme/tesis yetkilisinin adı ve soyadı	Xxxxxxx Xxxxxxxxx
Koku kaynak/kaynaklarının tanımı ve isimlendirilmesi	Noktasal Kaynak / Fermantör Bacası 1 / Fermantör Bacası 2
Koku örneğinin tanımı (kokunun neyi andırdığı)	Ekşi Maya Kokusu
Örneklemenin gerçekleştirildiği tarih ve saati	08.02.2018 Saat 14:00
Örnekleme koşullar	Yağışlı Hava
Örnekleme sırasındaki tesis/proses koşulları	Tam kapasite çalışılıyor
Örneklemeyi yürüten uzmanın adı ve soyadı	Zzzzz ZZZZZZZZZ
Koku kaynağındaki örnekleme yeri	Baca 1 Numune alma noktası
Kullanılan gaz örnekleme torbalarının cinsi ve hacmi	Polyvinylfluoride Torba 20L

Örnekleme Verileri	
Ölçüm Sonuçları (Olfaktometre ölçümleri)	1000 KB/m3
Ölçüm yeri, zamanı ve saati.	08.02.2018 16:00
Ölçümü yürüten uzmanın adı ve soyadı.	AAAA AAAAAAAAAA
Ölçüm sırasındaki koşullar.	Normal
Başlangıçta belirlenen gaz seyreltme aralıkları.	1/640 1/320 1/160
Ölçüm öncesi ön seyreltme veya seyreltme faktörü.	1/100 1/50 1/25
Ölçümde yer alan lider panelist ve panelistlerin kişisel kodları	EK DS EÇ MA
Panelistlere sunulan örnek sayısı.	4
Ölçümler sırasında panelistlere sunulan seyreltme oranları.	1/128 1/64 1/32
Panelistlerin verdiği boş tepki sayısı ve yeri.	2-3-2-1
Sunulan tüm seyrelmelerdeki panelist tepkileri (ölçüm sonuç matrisi).	
Kullanılan her panelist için; referans maddeye (n-butanol) verilen tepkilere göreve kişisel koku eşik değeri tahmini.	20ppm 30ppm 40ppm 20 ppm
Kaynağa ait koku konsantrasyonu.	

Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik

- Amaç&Kapsam&Dayanak
- Tanımlar & Kısaltmalar
- Görev Yetki & Sorumluluklar
- Koku Emisyonu için Hüküm ve Sınır Değerler
- Şikayetlerin Değerlendirilmesi
- Koku Emisyonu Ölçümü ve Sonuçların Değerlendirilmesi
- İdari Yaptırımlar

YÖNETMELİĞİN AMACI;

Kokuya sebep olan emisyonların kontrolüne ve azaltılmasına yönelik idari ve teknik usul ve esasları düzenlemektir.

ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Hava Yönetimi Dairesi Başkanlığı

YÖNETMELİĞİN KAPSAMI;

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer alan faaliyet ve tesislerin



Çevresel Etki Değerlendirmesi



Denetim ve Şikayetin Değerlendirilmesi



İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü

Koku Oluşturan İşletme/Tesisler

MADDE 6

- İşletmenin kamuya ve çevreye olan zararlı etkilerini mevcut en iyi üretim veya arıtım teknikleri uygulayarak **koku oluşumunu önlemekle,**
- **Koku önleme tedbirlerini almakla,**
- Şikâyet halinde, **koku önleme tedbir/ek tedbirlerini almakla,**
- **Koku emisyonu sınır değerlerini sağlamakla,**
- Yetkili merci talep etmesi halinde, **koku emisyonunu ölçtürmekle yükümlüdür.**

KOKU EMİSYONU OLUŞTURAN BAZI TESİSLER İÇİN HÜKÜMLER

MADDE 7

- Kesimhaneler
- Kümesler ve ahırlar
- Hayvan yağlarının eritildiği tesisler
- Et ve balık ürünlerinin tütsülendiği tesisler
- Hayvansal yan ürünlerin işlendiği tesisler
- Gübre (tezek) kurutma tesisleri
- Düzenli depolama tesisleri

KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

EK-1

Tesis Türüne Göre

- Gıda Sanayi
- Hayvan Çiftlikleri
- Kesimhane ve Hayvansal Yan Ürün Depolama
- Hayvansal Yan Ürün İşleme
- Balık Unu ve Yağı Üretim
- Atıksu Arıtma Tesisleri
- Tabakhanaler
- Diğer Tesisler

KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- **Kapalı sistemler**: Kokuya neden olan ancak proses gereği koku oluşumunun önlenemeyeceği ön çökeltme havuzu, aerobik ve anaerobik arıtma havuzu, arıtma çamuru bertarafı gibi ünitelerin üzerlerinin kapatılarak kokulu gazların çevreye yayılmasının önlenmesi ve toplanarak arıtılması,
- **Biyofiltreden geçirme:** Tüm organik işletme gazlarının biyofiltreden geçirilmesi,
- **Bacalarda–flare:** Oluşan kokulu gazların çeşitli durumlarda, flare bacası ile yakılması (Bu kapsamda yer flare sistemi önlenir.)

Atıksu Arıtma Tesisleri



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Proses Kontrolü
- Depolama
- Absorbsiyon
- Biyo-filtre
- Oksidasyon



Gıda Sanayi

KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Ahırların temiz ve kuru tutulması,
- Nem tutmayan zemin kaplamaları kullanılması,
- Tesisin çevredeki birimlerle olan uzaklığına göre kapasite sınırlaması getirilmesi,
- Hayvanların beslenme rejimini değiştirerek koku emisyonunun azaltılması,

Hayvan Çiftlikleri



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Maddelerin hızlı prosese sokulması,
- Yan ürünlerin kısa süre için ve düşük sıcaklıkta depolanması,
- Yoğuşturulamayan buhar ve gazların yakılması,
- Proses suyunun proses-dışı sudan ayrılması,
- Proses/tesis havasının toplanarak yakma tesisinde yakılması,
- Koku tutucu yedek sistemler (Aktif karbon, v.b).

Kesimhane ve Hayvansal yan ürünlerin depolanması



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Pişirme buharının yoğuşturulması,
- Yoğuşturulamayan buhar ve gazların yakılması veya biyofiltrasyonu,
- Buhar ve gazların termal oksidasyonu ve/veya biyofiltrasyonu,
- Tüm proses hattının kapatılması,
- Rendering öncesinde suyun kandan alınması (buhar koagülasyonu ile)

Hayvansal Yan Ürünlerin İşlendiği Faaliyetler (Rendering);



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Taze hammadde kullanılması
- Proses havasının toplanarak yakılması

Balık Unu ve Yağı Üretim Faaliyeti



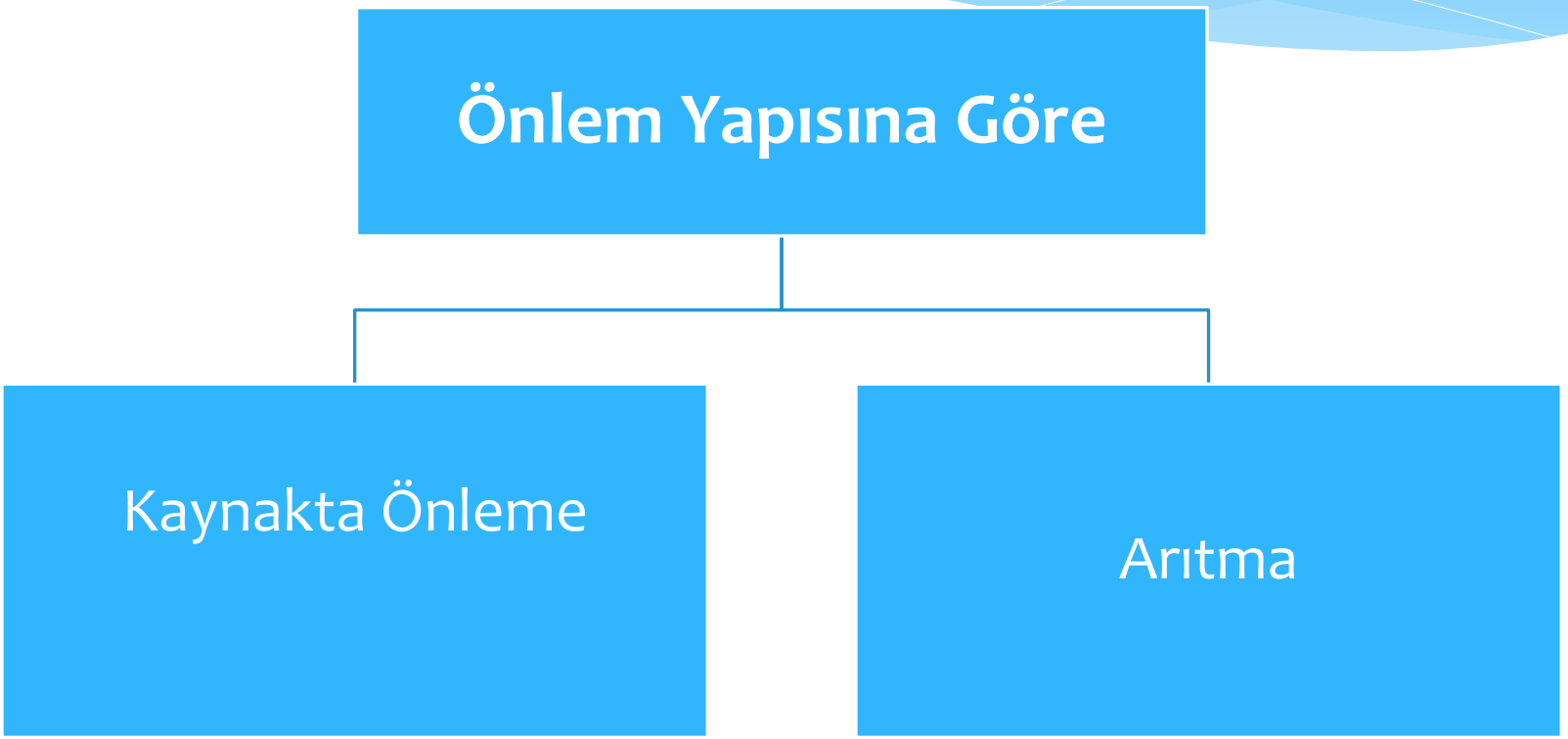
KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

- Kapalı sistemlerin kullanılması
- Uygun depolanması
- Stok akış kontrolü yapılması
- Islak yıkama sistemleri ile kokulu gazların arıtılması
- Adsorbsiyon
- Biyo-filtreleme
- Atık gaz insinerasyonu

Tabakhaneler



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER



KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

Uygun hammadde kullanımı

Koku oluşumuna neden olmayacak hammaddelerin tercih edilmesi, aradaki olası maliyet farkının arıtma maliyeti göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi,

Uygun hammadde/atık depolama

Depoların ve depolama koşullarının belirli standartlarda yapılması,

Proses kontrolü

Optimum Sıcaklık

Sızıntı / kaçakların önlenmesi

Sızıntı ve kaçakların önlenmesi için işlemlerin kapalı ortamlarda gerçekleştirilmesi, boru ve kazanlarda kaçakların önlenmesi, kokulu proses gazlarının toplanarak arıtılması,

KOKU EMİSYONU AZALTIMI İÇİN TEKNİKLER

Yoğuşturma	• Atık gazdaki çözücü buharları ya da diğer kokulu gazları, sıcaklıklarını çiğ noktalarının altına düşürerek ayırmaya yarayan bir tekniktir.
Adsorpsiyon	• Gaz moleküllerinin, belirli bileşikleri diğerlerine tercih eden katı yüzeylerde tutunduğu ve dolayısıyla sıvıdan ayrıldığı heterojen bir tepkime
Biyofiltrasyon	• Kokulu gaz bakteri ortamından geçirilerek gazın içerisindeki çeşitli maddelerin besin olarak bakterilerce parçalanması sağlanır.
Biyo-yıkama	• Islak gaz yıkama biyolojik parçalamayla birleştirilir. Yıkama suyu kokulu gaz bileşenlerini oksidize edebilecek bakteri barındırır.
Biyo-damlatma	• Biyo yıkamanın aksine, bakteri popülasyonu bir yatak malzemesi üzerinde tutunmuştur.
Termal oksidasyon	• Atık gaz akışı içindeki kokulu gazların, içeriğindeki karışımın hava veya oksijen ile birlikte, bir fırında, parlama noktasının üzerindeki bir sıcaklığa ısıtılması ve karbondioksit ve suya dönüşmek üzere tam yanma sağlayacak kadar yeterli bir süre yüksek sıcaklığın korunması yoluyla oksidasyon işlemidir.
Katalitik oksidasyon	• Katalitik oksitleyiciler, termal oksitleyicilere çok benzeyen bir şekilde çalışırlar. Aradaki en büyük fark, alev bölgesinden geçen gazın bir katalizör yatağından da geçmesidir. Katalizör, oksidasyon tepkimesi hızını artırarak daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşmesini sağlar.

TEKNİK DEĞERLENDİRME



ŞİKAYET



Koku Şikayet Denetim Formu Doldurulur.

Yönetmelik kapsamında tanımlanan koku probleminden **kaynaklanmıyorsa**





Şikayet SONLANDIRILIR

TEKNİK DEĞERLENDİRME



ŞİKAYET



Koku Şikayet Denetim Formu Doldurulur.

Yönetmelik kapsamında tanımlanan koku probleminden kaynaklanıyorsa;

Madde7'deki mi? Önlemlerin alınıp alınmadıkları incelenir

Tesis; Önlem Almışsa veya Madde 7 kapsamında olmasa dahi

Koku Emisyon Raporu Hazırlar

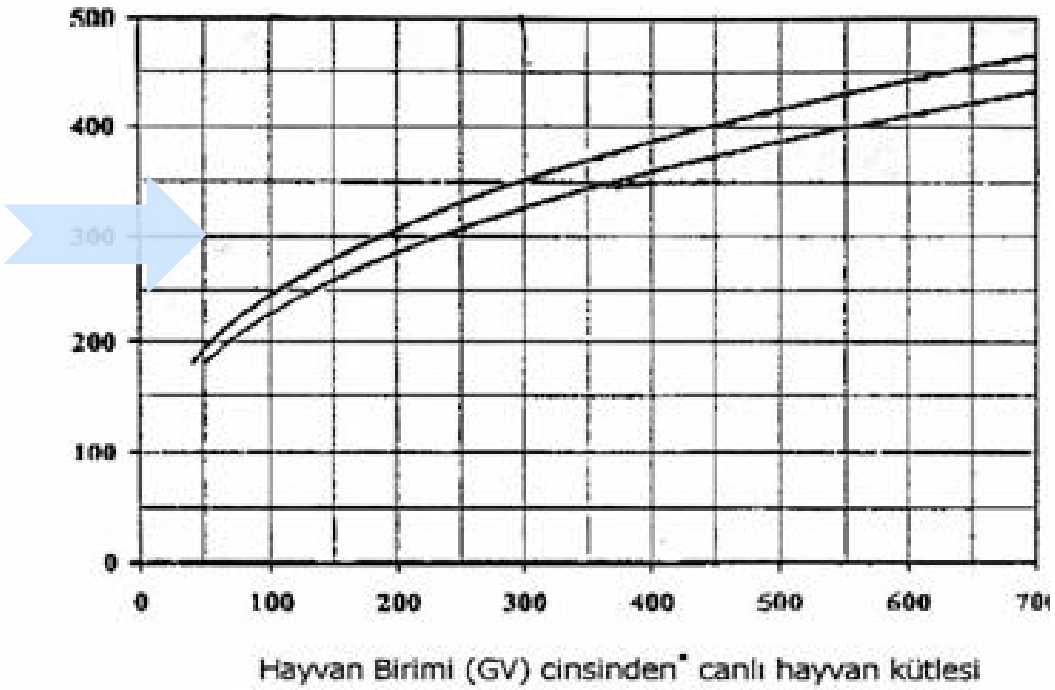
Önlem Almamışsa

İDARİ YAPTIRIM



TEKNİK DEĞERLENDİRME

ÇED



10) Büyükbaş/küçükbaş hayvanları cinsinden, hayvan yeri sayısını canlı hayvan kütlesine dönüştürme faktörleri aşağıda gösterilmiştir. Barındırma yönteminden büyük ölçüde farklı üretim yöntemleri için ortalama münferit hayvan kütlesi (büyükbaş/küçükbaş hayvan cinsinden) münferit olarak tespit edilebilir.

Hayvan Cinsi(Büyükbaş/Küçükbaş Hayvanlar)	Ortalama Münferit Hayvan Kütlesi
1. Yüklü ya da yüksüz dişi	0,30
2. 10 kg'a kadar yavrulu dişi	0,40
3. Yetiştirilen yavru (25 kg'a kadar)	0,03
4. Genç dişi (90 kg'a kadar)	0,12
5. Besi hayvanları (110 kg'a kadar)	0,13
6. Besi hayvanları (120 kg'a kadar)	0,15

*1 GV (büyükbaş/küçük baş hayvan birimi) = 500 kg canlı hayvan

11) Kümes hayvanları cinsinden, hayvan yeri sayısını canlı hayvan kütlesine dönüştürme faktörleri aşağıda belirtilmiştir.

Hayvan Cinsi(Kümes Hayvanları)	Ortalama Münferit Hayvan Kütlesi
Yumurtlayan kümes hayvanları	0,0034
Genç kümes hayvanları (18. Haftaya kadar)	0,0014
35 güne kadar besi piliçleri	0,0015
49 güne kadar besi piliçleri	0,0024
Yetiştirilen pekin ördekleri(3. Haftaya kadar)	0,0013
Besi pekin ördekleri (7. haftaya kadar)	0,0038
Yetiştirilen uçan ördek (3. Haftaya kadar)	0,0012
Besi uçan ördeği (10. Haftaya kadar)	0,0050
Yetiştirilen hindi (6. Haftaya kadar)	0,0022
Besi hindisi, dişi kanatlılar (16. haftaya kadar)	0,0125
Besi hindisi, erkek kanatlılar (21. haftaya kadar)	0,0222

Emisyon Ölçüm Raporu Değerlendirme

Ölçüm sonucu;

1000 KB/m3 veya daha az ise	→	SONLANDIRILIR
1000-10.000 KB/m3 aralığında ise	→	TEDBİR ALINMASI VE ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ İÇİN ÖLÇÜM İSTENİR.
10.000 KB/m3 ten büyük ise	→	MADDE-16 KAPSAMINDA İDARİ YAPTIRIM YAPILIR VE TEDBİR ALINMASI İSTENİR.

ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



E-posta: derya.sarioglu@csb.gov.tr
Tel: 0312 586 3153

ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ
İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
İZİN ve LİSANS DAİRESİ BAŞKANLIĞI

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ GEREĞİNCE

Hava Emisyonu konulu Çevre İzni kapsamında; Emisyon-İmisyon Ölçümleri ve Sürekli Emisyon Ölçüm Sistemleri İle İlgili Emisyon Ölçüm Raporlarının İncelenmesi ve Karşılaşılan Durumlar

DUYGU HOŞAFCIOĞLU
KİMYAGER

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nda; çevreye olumsuz etkileri olan işletmelerin faaliyette bulunabilmeleri için çevre izni, atıkların geri kazanımı, geri döşümü ve bertarafına ilişkin iş ve işlemlerle iştigal eden işletmelerin ise lisans almaları gerektiği belirtilmektedir.

Bu kapsamda; Çevre Kanununun uygulanabilmesi için 10.09.2014 tarih ve 29115 sayılı Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği yayımlanmış; 16.10.2021 tarihinde ise Çevre İzin Ve Lisans Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile revize edilmiştir.

Bu yönetmeliğin Ek-1 ve Ek-2 listelerinde yer alan işletmelerin faaliyette bulunabilmeleri için Çevre İzni veya Çevre İzin ve Lisansı almaları gerekmektedir.

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ

İzin/Lisansa Tabi İşletme ve Faaliyetler

Tesisler ve faaliyetler, Kirletici Vasıfları dikkate alınarak iki liste altında 10 ana başlıkta toplanmıştır.

1. **1-Enerji endüstrisi**
2. **2-Madencilik ve Yapı Malzemeleri Endüstrisi**
3. **3-Metal Endüstrisi**
4. **4-Kimya ve Petrokimya Endüstrisi**
5. **5-Yüzey Kaplama Endüstrisi**
6. **6-Orman Ürünleri ve Selüloz Tesisleri**
7. **7-Gıda Endüstrisi, Tarım ve Hayvancılık**
8. **8-Atık Yönetimi**
9. **9-Maddelerin Depolanması Doldurma ve Boş.**
10. **10-Diğer Tesisler**

Çevreye Kirletici Etkisi Yüksek Olan 54 faaliyet — EK-1

Çevreye Kirletici Etkisi Olan 125 faaliyet — EK-2

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ

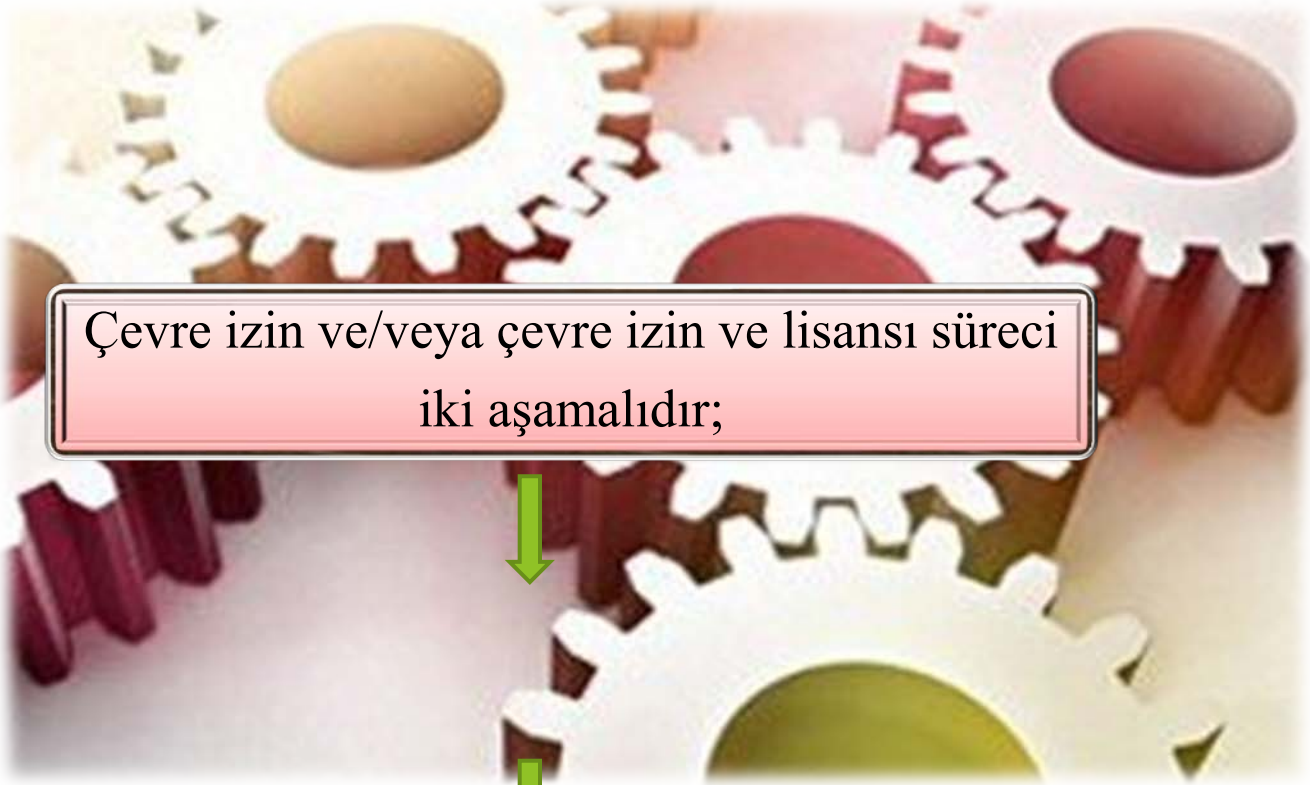
Yetkili Merciiler

BAKANLIK

EK-1
İşletme ve Faaliyetler

ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İL MÜDÜRLÜKLERİ

Ek-2
İşletme ve Faaliyetler



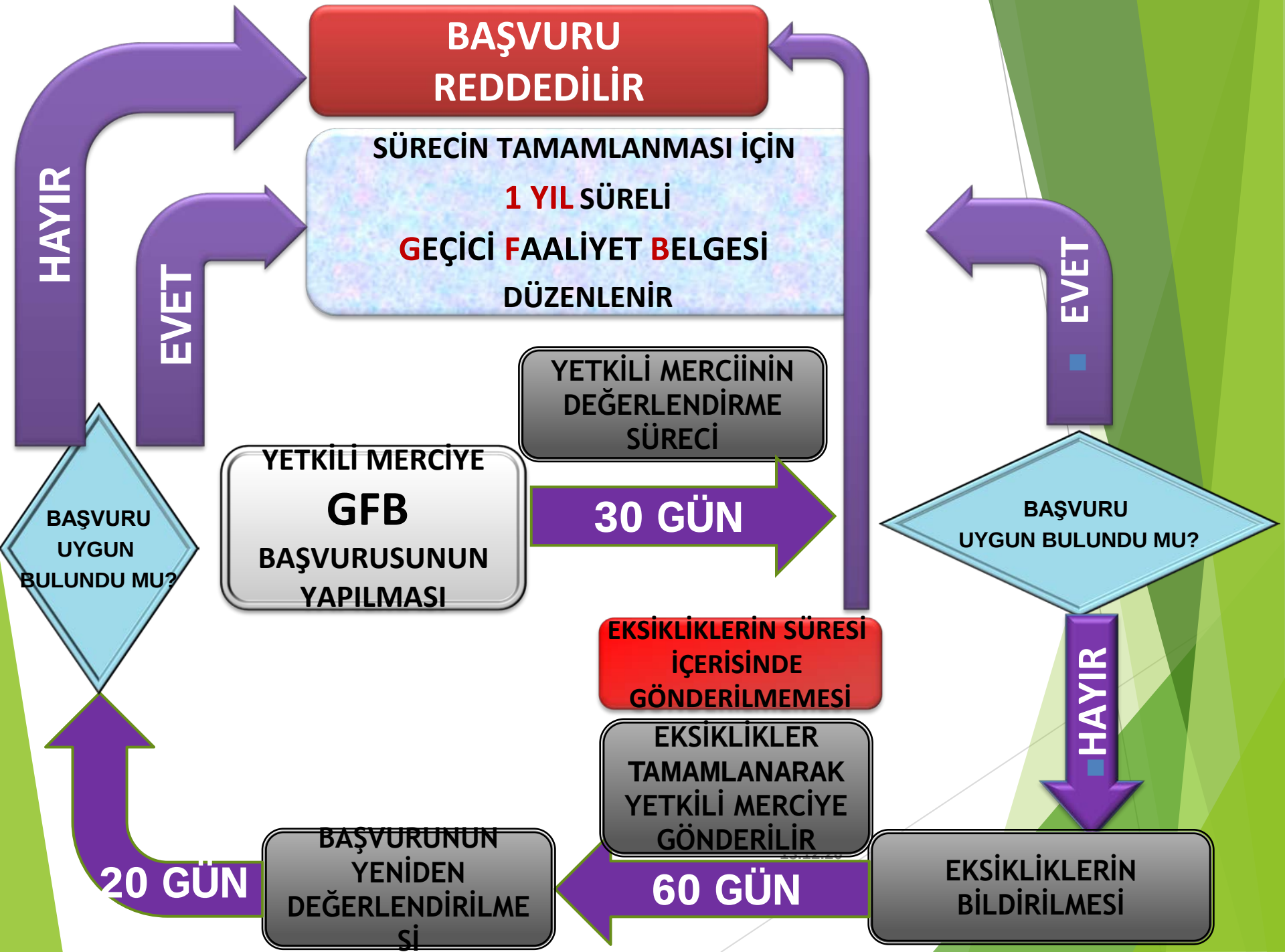
Çevre izin ve/veya çevre izin ve lisansı süreci iki aşamalıdır;

Çevre İzin ve Lisans Sürecinin Tamamlanması

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ

I. AŞAMA

GEÇİCİ FAALİYET BELGESİNİN VERİLMESİ


BAŞVURU REDDEDİLİR
HAYIR
EVET
SÜRECİN TAMAMLANMASI İÇİN
1 YIL SÜRELİ
GEÇİCİ FAALİYET BELGESİ
DÜZENLENİR
EVET
YETKİLİ MERCİİNİN DEĞERLENDİRME SÜRECİ
BAŞVURU UYGUN BULUNDU MU?
YETKİLİ MERCİYE
GFB
BAŞVURUSUNUN YAPILMASI
30 GÜN
BAŞVURU UYGUN BULUNDU MU?
EKSİKLİKLERİN SÜRESİ İÇERİSİNDE GÖNDERİLMEMESİ
HAYIR
EKSİKLİKLER TAMAMLANARAK YETKİLİ MERCİYE GÖNDERİLİR
20 GÜN
BAŞVURUNUN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
60 GÜN
EKSİKLİKLERİN BİLDİRİLMESİ

GFB aşamasında sunulması gereken ortak belgeler

- ÇED Belgesi
- Sicil Gazetesi
- Kapasite Raporu
- İş Akım Şeması ve Proses Özeti

GFB aşamasında İzin konularına göre istenen özel belgeler (Yönetmelik Ek-3B'de yer alan)

- İl Müdürlüğü Uygunluk Yazısı

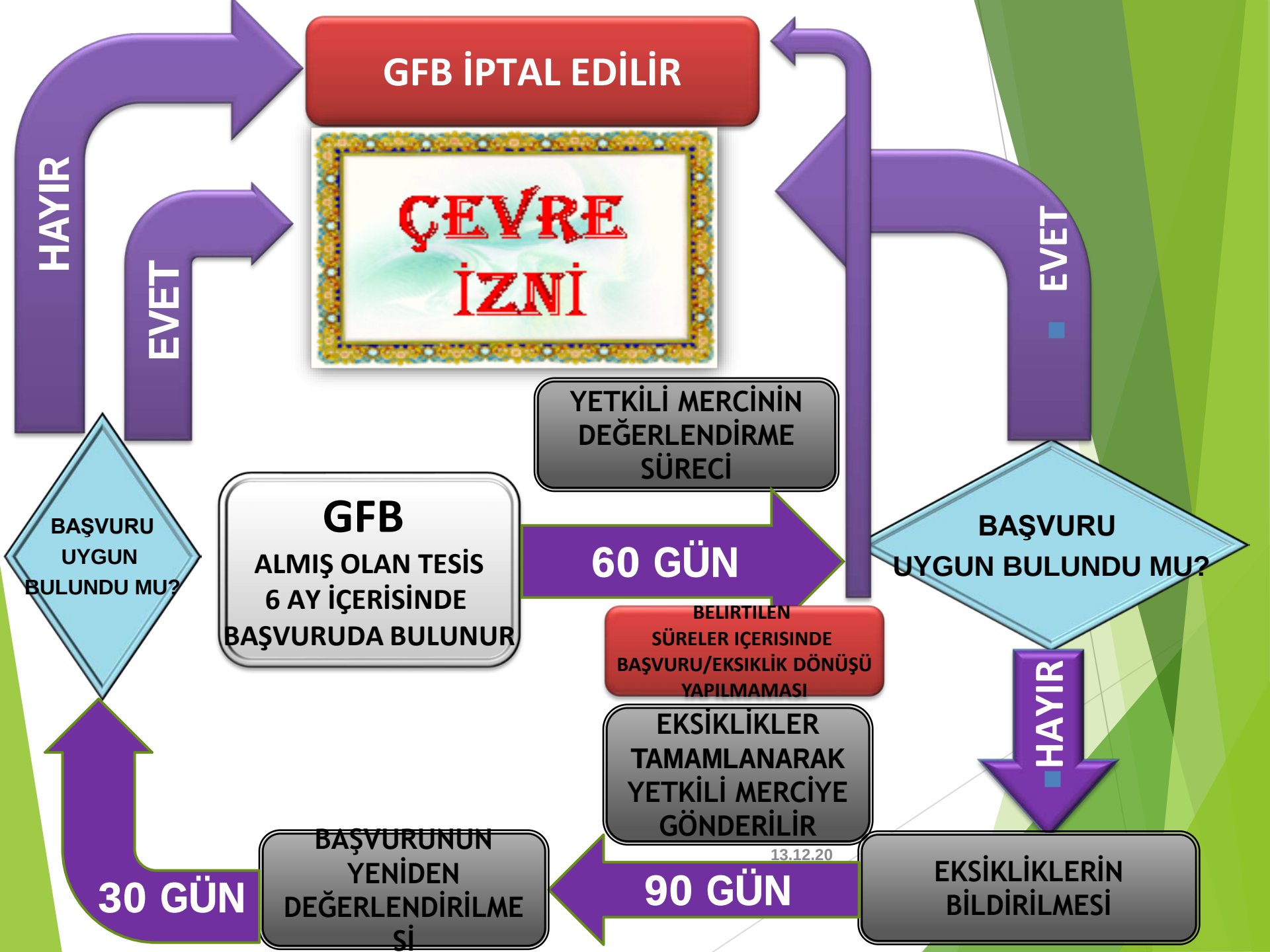
Hava Emisyonu Konulu Çevre İzni aşamasında sunulması gereken belgeler(Yönetmelik Ek-3C'de yer alan)

- Emisyon Ölçüm Raporu

ÇEVRE İZİN VE LİSANS YÖNETMELİĞİ

II. AŞAMA

ÇEVRE İZİN VE LİSANS SÜRECİNİN TAMAMLANMASI


GFB İPTAL EDİLİR
HAYIR
EVET
ÇEVRE İZNİ
EVET
YETKİLİ MERCİNİN DEĞERLENDİRME SÜRECİ
BAŞVURU UYGUN BULUNDU MU?
GFB
ALMIŞ OLAN TESİS 6 AY İÇERİSİNDE BAŞVURUDA BULUNUR
60 GÜN
BAŞVURU UYGUN BULUNDU MU?
BELİRTİLEN SÜRELER IÇERISINDE BAŞVURU/EKSIKLİK DÖNÜŞÜ YAPILMAMASI
HAYIR
EKSİKLİKLER TAMAMLANARAK YETKİLİ MERCİYE GÖNDERİLİR
30 GÜN
BAŞVURUNUN YENİDEN DEĞERLENDİRİLMESİ
90 GÜN
EKSİKLİKLERİN BİLDİRİLMESİ

SANAYİ KAYNAKLI HAVA KİRLİLİĞİNİN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ



Emisyon ölçüm raporunun değerlendirilmesi ve karşılaşılan hususlar:

Ek-1 kapsamında değerlendirme;

- İşletmelerde tozlu maddelerin üretimi, işlenmesi, taşınması, doldurulması, boşaltılması ve tasnifi işlemleri; Tane boyutu dikkate alınarak tesis içerisinde çöken toz ve PM10 ölçümlerinin yapılması,
- Tablo2.1'de yer alan toz kütlesel debi değerinin (1 kg/saat) (Ek-12'de belirlenen emisyon faktörlerine göre hesaplanan) aşılması durumunda ise tesis etki alanında Ek-2 kapsamında yapılacak model çalışması sonucu belirlenen noktalarda çöken toz ölçümlerinin yapılması,
- Yakma sistemleri hariç tüm emisyon kaynaklarında toplam toz miktarı 0,1 kg/saati aşması halinde özel toz analizinin yapılması,

- Ek-1’de yer alan sınır değerlerle birlikte hüküm şeklindeki maddelerin de emisyon ölçüm raporunda değerlendirilmesi gerekmektedir.
- SKHKKY Ek-1.c Gereğince Açıkta Depolanan Yığma Malzeme:
- SKHKKY Ek-1.d Gereğince Toz yapıcı yanma ve üretim artıklarının taşınması ve depolanması:
- SKHKKY Ek-1.e Gereğince Tesis İçi Yolların Durumu:
- SKHKKY Ek-1.f Gereğince Filtrelerin Boşaltılması:

GEREKMEKTEDİR.

Valilik Tespit Raporundaki bilgiler ile rapordaki bilgilerin birbiri ile uyuşması gerekmektedir.

T.C.
KAHRAMANMARAŞ VALİLİĞİ
Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü

Tablo 1: Bacalara ilişkin detaylı bilgiler

No	Baca Kodu	Baca Adı	Ait olduğu ünite/tesis	Temsil ettiği ünite sayısı	Kullanım amacı (Yakma/Proses/ Proses Dışı)	Bacanın Tabandan Yüksekliği (m)	Bacanın Çatıdan Yüksekliği (m)	Emisyon Azaltıcı tedbirler (belirtiniz)	On-line izleniyor mu?
1	1	Potası Ergitme Ocağı 1 'e Ait Davlumbaz Bacası	1	1	Proses	11,8	4,8	Sulu Sistem Filtre bulunmaktadır	Hayır

Yönetmelik Maddesi	Tozumaya Karşı Alınan Önlemler
Ek-1.b.2	-
Ek-1.c	Hava kalitesini etkileyecek açık alanda depolanan yığma malzeme bulunmamaktadır.
Ek-1.d	Tesiste artık madde oluşmamaktadır.
Ek-1.e	Tesis içi yollar belli aralıklarla temizlenmektedir.
Ek-1.f	Döküm Bacasında filtre sistemi mevcut değildir.

Ek-2; kapsamında değerlendirme

İşletmenin tamamından kaynaklanan emisyon debileri (Baca kaynaklı, baca dışı kaynaklı) Tablo 2.1'deki eşik değeri aşan parametreler için Hava Kalitesi ölçümleri yapılmalıdır.

- **Gaz:**
  - Pasif örnekleme tüpü
  - En az 8 nokta (4+2+2) ,
  - 2 ay süreli ölçüm(SKHKKY Ek-2 -h.3 gereğince)



- **Havada asılı PM**
  - 1 ay sürekli 2 noktada (Aktif ölçüm)



- **Çöken Toz**
  - 1' er aylık 2 noktada
  - 2 ölçüm (SKHKKY Ek-2 -h.4 gereğince)



Hava Kalitesi ölçümlerinde, ölçüm yapılan *her noktadaki ölçümlerin* sınır değeri sağlaması,

İmisyon ölçümlerinin çevre şartları da dikkate alınarak işletmenin tam kapasite ile çalıştığı zamanlarda yapılması gerekmektedir.







Ek-3 kapsamında değerlendirme;

- Üç ardışık zamanda ölçülen emisyon değerlerinin hiç biri Yönetmelikte verilen sınır değerleri aşmamalıdır.
- Ek-3.d.2 Isıl kapasitesi 27778 kW ve üstünde olan katı yakıt ve fuel-oil ile çalışan yakma sistemleri ile 10 kg/saat ve üstünde toz emisyonu yayan tesisler toz emisyonu konsantrasyonunu sürekli ölçen yazıcılı bir ölçüm cihazı ile donatmalıdır.
- Ek-3.d.4 Isıl kapasitesi 10 MW ve üstünde olan sıvı ve katı yakıtlı yakma sistemleri yanma kontrolü için yazıcılı bir baca gazı cihazı (CO2 veya O2 ve CO) ile donatılmalıdır.

Ek-4 kapsamında değerlendirme;

- Yakma tesisleri ve üretim şeklinden kaynaklanan baca gazı hızları;
- Prosesten kaynaklanan atık gazların çıktığı bacaların atmosfere açıldığı noktaların atmosfer koşullarından etkilenmemesi için bacalara şapka konulmasının teknik bir zorunluluk olması durumunda, bacaya monte edilecek şapkanın bacanın bitiminden bir (1) baca çapı kadar yükseklikte olması ve atık gazların serbest hava akımı tarafından, engellenmeden taşınması gerekmektedir.
- Anma ısıl gücüne göre küçük ölçekli ve büyük ölçekli tesislerde asgari baca yüksekliği; (Abak hesabına göre)
- Isıl gücü olmayan tesislerde asgari baca yüksekliği dağılımı engellemeyecek şekilde yerden 10 metre veya çatının en yüksek noktasından itibaren en az 1.5 m olmalıdır.


C:\Users\RAPORLAMA1\Desktop\DİRK
graflar\K-2K-1.jpg



Tablo 7. Emisyon Kaynağ

Emisyon Kaynağı	
K-5	



Ölçüm noktalarını net olarak gösterilmesi gerekmektedir.









Kaçak Emisyonlar













SKHKK Yönetmeliği gereği bütün emisyon kaynakları baca marifeti ile toplanarak atılmalıdır.

Ek-5 kapsamında değerlendirme;

- Ek-5'de yer alan sınır değerlerle birlikte hüküm şeklindeki maddelerine de emisyon ölçüm raporunda yer verilmesi,
- Tesiste hangi üniteden kaynaklı emisyonların hangi emiş sistemi (emiş sistemlerinin mevcut ünitede oluşan emisyonları toplayacak şekilde dizayn edilmesi) ile toplanarak hangi bacadan atmosfere verildiğinin net olarak (fotoğraflarla desteklenerek) raporda belirtilmelidir.
- Ölçüm ve analizlere ilişkin cihazların raporlama çıktıları şayet çıktı vermiyor ise saha formlarının rapora eklenmesi;

Ek-5 değerlendirmesine örnek;

Bir raporda dökümhane değerlendirmesi;

Tesiste bulunan dökümhane bacasında yapılan emisyon ölçümleri Ek-5.G "Dökümhaneler" başlığı altında değerlendirilmiştir. Ancak söz konusu madde de yer alan "toz ihtiva eden atık gazlar bir toz tutma sisteminden geçirildikten sonra dış havaya atılmalıdır." hükmü kapsamında bir değerlendirme yapılmamıştır.

- Tehlikesiz atık geri kazanımı yapan işletmelerde gerçekleştirilen ergitme proses bacalarında; Toz,TOC/VOC, HCI, HF, PAH ve tehlikeli atık geri kazanımı yapan işletmelerde ise bunlara ek olarak dioksin – furan ölçüm/analizlerinin yapılması gerekmektedir.

SKHKK Yönetmeliği Ek-5 göre yanlış değerlendirmeler;

Baca Tipi ve Boyutları (m)		Dairesel	Baca Çapı	Dikdörtgensel	Baca Boyutları
		-	-	✔	0,3*0,3
Baca Yüksekliği(m)		Yerden	S.D.	Çatıdan	Sınır Değer
		7,7	10[1]	1,7	1,5[1]
Parametreler		1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SKHKKY Sınır Değerleri
Gaz Sıcaklığı (°C)		23,6	20,1	23,7	22,47	-
Basınç		928,4	929,8	930,1	929,43	-
Nem (%)		1,27	1,31	1,30	1,29	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)		4,9	5	5,1	5,00	4[2]
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)		1587,60	1620,00	1652,40	1620,00	-
N.Ş.da Baca G.D. (Nm^3/saat)		1339,24	1384,98	1395,98	1373,34	-
N.Ş.da Kuru Baca.G.D. (Nm^3/saat)		1322,23	1366,83	1377,84	1355,58	-
İslilik*		1	0	0	0,3	-
Toz	mg/Nm^3	0,958	0,855	0,767	0,860	178,7[3]
	kg/sa	0,0013	0,0012	0,0011	0,0012	10[4]
HF**	mg/Nm^3	0,17339	0,19835	0,16304	0,17826	
	kg/sa	0,00023	0,00027	0,00022	0,00024	0,05[6]
HCl**	mg/Nm^3	0,83540	0,71023	0,66495	0,73686	

- SKHKKY Ek-5 Altıncı grup tesisler Dökümhanelere ait örnek tabloda SKHKKY Ek-5 G kapsamında toz (75 mg/Nm3) için sınır değer olmasına rağmen, toz için sınır değeri Ek-1 göre değerlendirme yapılmış.

Dökümhaneler (G Yedinci Grup Tesisler) başlığı altında değerlendirmesinin yanı sıra aynı zamanda, Altıncı Grup Tesisler F-2 Çelik Üreten Konverterler, Elektirikli Ark Ocakları, İndüksiyonlar Ergitme ve Vakumlu Ergitme tesisler başlığı altında değerlendirilmesi gerekmektedir. Ve bu madde altında toz için sınır değer 25 mg/m3 olarak verilmiştir.

Elektrikli İndüksiyon Ocağı Bacası (1) 06.08.19							
Kullanılan Yakıt Türü	Elektrik						
Kullanılan Yakıt Miktarı	m3/saat (Sıvı ve Gaz Yakıtlar)		kg/saat (Katı Yakıtlar)		-		
Isıl Gücü	MW	-					
Baca Çapı	0,25 x 0,50					Sınır değer	Ekteki Yeri
Baca Yüksekliği Yerden	8					-	Ek-4 b.4
Baca Yükseliği Çatıdan	2					1,5	Ek-4 b.4
Parametre	Birim	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama		
Hız	m/s	9,60	9,70	9,80	**9,70**	4	Ek-4 a.2
Sıcaklık	°C	41,40	43,40	43,10	**42,63**	-	-
Basınç	hPa	988,10	1002,80	1004,90	**998,60**	-	-
Nem	%	0,86	0,85	0,90	**0,87**	-	-
Bacagazı Debisi	m^3/saat	4320,00	4365,00	4410,00	**4365,00**	-	-
NŞA Bacagazı Debisi	Nm^3/saat	3658,94	3728,34	3778,25	**3721,84**	-	-
NŞA Kuru Bacagazı Debisi	Nm^3/saat	3627,34	3696,70	3744,39	**3689,48**		
Oksijen Oranı	%	18,10	18,10	18,10	**18,10**	-	-
Referans Oksijen	%	-				Referans	Ek-5 G
Toz							
İslilik	Bacharach	1,00	1,00	1,00	1,00	-	-
Toz Konsantrasyonu	mg/m^3	38,21	37,22	35,11	**36,85**	-	-
	mg/Nm^3	44,87	44,20	41,79	**43,62**	-	-
	mg/Nm^3 $\%O_2$	44,87	44,20	41,79	**43,62**	75,00	Ek-5 G

Tesiste yakıt olarak elektrik kullanılmasına rağmen raporda herhangi bir değerlendirme yapılmamış ?

Tablo.5.1. Birim Ürün Başına Düşen Elektrik Tüketimi

Ürün(ler)	Elektrik Enerjisi Tüketimi
Tesiste Üretilen Birim Ürün Elektrik Miktarı	-

Tablo.5.2. Tesis Yakıt Durumu

KAYNAK	YAKIT	
	Yakıt Türü	Temin Edildiği Yer
	-	-

(-) Tesiste yakıt kullanılmamaktadır

Sınır Değeri Aşan Parametreler

Konsantrasyonlar (mg/Nm^3) ve Kütlesel Debiler (kg/sa)						
Toz	mg/Nm^3	21,10	19,78	20,90	20,59	75 (EK-5.F.5.2)
	kg/sa	0,4356	0,4134	0,4240	0,4243	10 (Ek-3.d.2)
İslilik	Bacharach	2	2	2	2	2 (EK-5.F.5.1)
	ppm	33	36	38	36	

- Atık gazların islilik derecesi Bacharach skalasına göre 2'nin altında olmalıdır.

Flor	mg/Nm^3	0,380	0,390	0,396	0,389	2	Ek-5-F.6.3
Klor	mg/Nm^3	0,380	3,456	2,428	2,088	3	Ek-5-F.6.3
SKHKKY Aşırı Derece Tehlikeli Maddeler							
PCDD ve PCDF Kons.(Toplam I-TEQ)(ng/Nm^3)		0,1767	0,0197	0,0221	0,0728	0,1 [3]	
PCDD ve PCDF Küt.Deb.(Top. I-TEQ)(mg/saat)		0,00264	0,00030	0,00033	0,00109		

[1] SKHKKY Ek 4 b.4. gereğince çalıdan yükseklik sınır değeri kullanılmıştır.
[2] SKHKKY Ek 4'de yer alan sınır değerlerdir.
[3] SKHKKY Ek 1.j 'de yer alan sınır değerlerdir.
[4] Yönetmelik gereğince sınır değer yoktur.

DEĞERLENDİRME

SKHKKY EK 1'E GÖRE DEĞERLENDİRME

Ek 1.j. Aşırı Derece Tehlikeli Maddeler

Aşağıda listelenen maddeler, ortamda kalıcı ve birikim etkisi gösterdiğinden, baca gazındaki emisyon konsantrasyonu aşağıdaki sınır değerlere uygun olmalıdır ve verilen sınır değerleri sağlayacak gerekli her türlü önlem alınmalıdır.

Poliklor dibenzodioksinler (PCDD) ve Poliklor dibenzofuranlar (PCDF) 0,1 ng/Nm3

Ek 1.j. Aşırı Derece Tehlikeli Maddelerin Değerlendirilmesi

Tesiste bulunan 1 nolu bacada tespit edilen PCDD/F emisyonları SKHKKY Ek 1 – J gereğince değerlendirilmiş olup konsantrasyon değerleri sınır değerlerin altında olduğundan Yönetmelikte belirtilen şartlar sağlanmaktadır.

Hesaplama Hataları







EMİSYON KAYNAĞI	
Baca No	1
Kaynak Kodu	TVB-01
Marka	---
İmal Tarihi	---
Çatı Özelliği	Bağımsız
Baca Çapı (m)	1,1 X 0,9
Baca Kesiti (m2)	0,9900

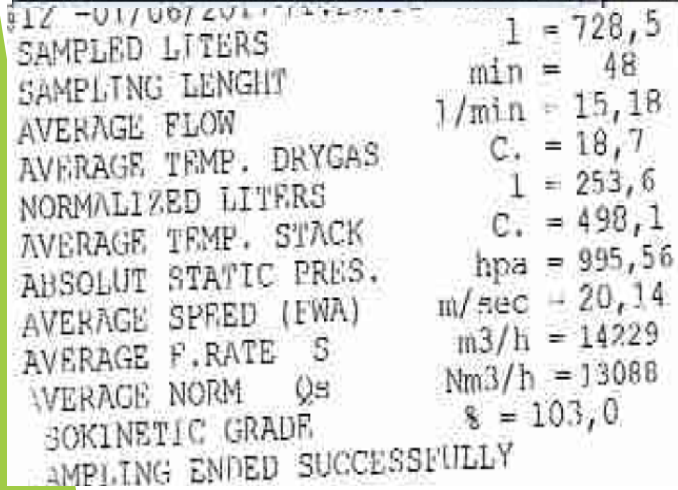
EMİSYON KAYNAĞI	
Baca No	2
Kaynak Kodu	TVB-02
Marka	---
İmal Tarihi	---
Çatı Özelliği	Düz
Baca Çapı (m)	0,61 X 0,64
Baca Kesiti (m2)	0,3904

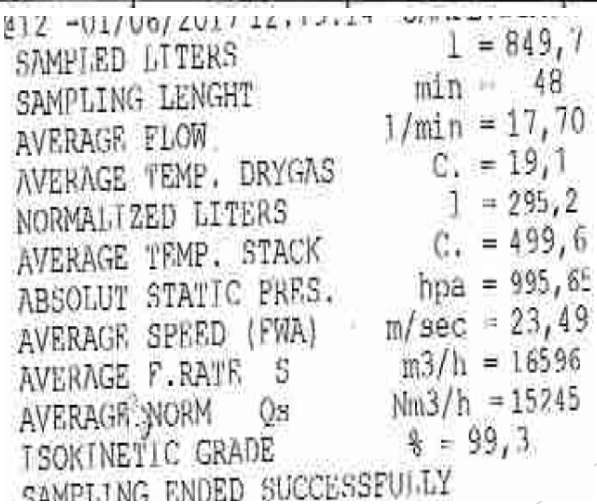
EMİSYON KAYNAĞI	
Baca No	4
Kaynak Kodu	TB-02
Marka	---
İmal Tarihi	---
Çatı Özelliği	Eğik
Baca Çapı (m)	0,51 X 0,51
Baca Kesiti (m2)	0,2601

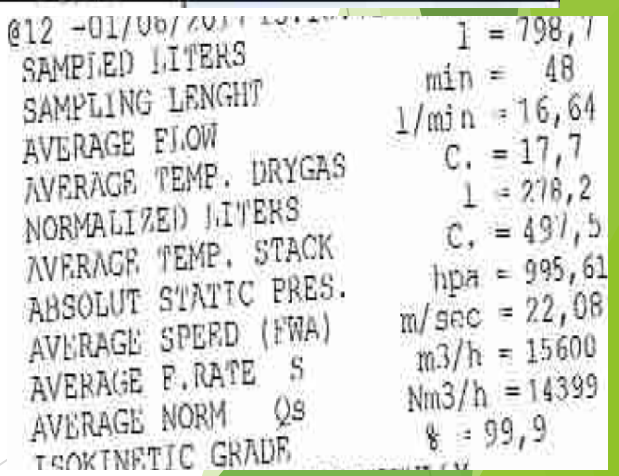
Cihaz çıktısı hataları

	Yakıt Türü	Biyogaz	Isıl Güc (MW)	3,352
Baca Tipi ve Boyutları (m)	Dairesel	Baca Çapı	Dikdörtgensel	Baca Boyutları
	✔	0,50	-	-
Baca Yüksekliği(m)	Yerden	S.D.	Çatıdan	Sınır Değer
	15,00	10,45	3,00	3,00

Parametreler	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SKHKKY Sınır Değerleri
Gaz Sıcaklığı (°C)	499,4	500,2	498,7	499,43	-
O_2 (%)	7,21	7,56	7,42	7,40	-
Basınç (mbar)	995,56	995,65	995,61	995,61	-
Nem (%)	4,10	4,00	4,10	4,07	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)	20,14	23,49	23,49	22,37	≥4 (Ek-4 a.1.)
Baca Gazı Debisi (m^3/saat)	14228,91	16595,69	16595,69	15806,76	-
N.Ş.da Baca G.D. (Nm^3/saat)	4942,54	5759,21	5770,18	5490,64	-
N.Ş.da Kuru Baca.G.D. (Nm^3/saat)	4739,89	5528,85	5533,60	5267,35	-







Baca gazı hızı ile ilgili hatalar

Parametreler	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SKHKKY Sınır Değerleri
Gaz Sıcaklığı (^{0}C)	18,59	20,34	12,67	17,2	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)	2,50	5,52	6,26	4,76	≥4 m/sn(Ek-4.a.2)
Baca Çapı (m)		0,38			-
Gerçek Baca Gazı Debisi, ıslak (Nm^3/h)	1020	2253	2555	1942	-
Gerçek Baca Gazı Debisi, Kuru (Nm^3/h)	752	1650	1774	1392	-
Basınç(Kpa)	95,74	95,71	88,35	93,27	-
Toz Kons (mg/Nm^3)	1,5765	1,3850	1,1680	1,3765	165,5(mg/Nm^3) Ek-1.b.1
Toz Emisyonu (kg/st)	0,0012	0,0023	0,0021	0,0018	10(Ek-2-tablo.2.1)

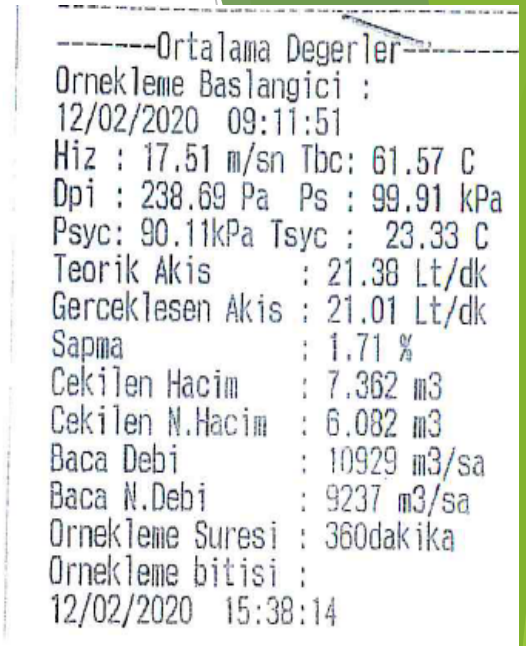
Parametreler	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama	SKHKKY Sınır Değerleri
Gaz Sıcaklığı (^{0}C)	17,17	15,16	17,86	16,73	-
Baca Gazı Hızı (m/sn)	7,13	6,86	2,57	5,52	≥4 m/sn(Ek-4.a.2)
Baca Çapı (m)		0,50			-
Gerçek Baca Gazı Debisi, ıslak (Nm^3/h)	5037	4847	1816	3900	-
Gerçek Baca Gazı Debisi, Kuru (Nm^3/h)	3414	3311	1332	2686	-
Basınç(Kpa)	88,25	88,35	95,72	90,77	-
Toz Kons (mg/Nm^3)	0,5682	0,4947	0,6293	0,5641	164,43(mg/Nm^3) Ek-1.b.1
Toz Emisyonu (kg/st)	0,0019	0,0016	0,0008	0,0015	10(Ek-2-tablo.2.1)

Ölçüm raporlarında düzeltme hesaplamalarında kullanılan basınç, sıcaklık ve nem parametrelerinde sisteme yüklenmesi gerekmektedir.

Ölçüm Tarihi	27.03.2018	27.03.2018	27.03.2018	
Basınç (mbar)	1.018,3	1.018,3	1.018,2	
Gaz Sıcaklığı (°C)	35,4	35,5	35,8	35,6
Gaz Hızı (m/sn)	7,46	7,41	7,75	7,54
Baca Kesiti (m^2)	0,126	0,126	0,126	
Gaz Debisi (m^3/saat)	3.373,11	3.350,51	3.504,24	3.409,29
Gaz Debisi (Nm^3/saat)	2.963,13	2.941,16	3.072,75	2.992,34







Dioksin Furan ölçümü 6 saat yapıldığı beyan edilmesine rağmen cihaz başlangıç ve bitiş saati arasındaki fark 6 saatten az…

Emisyon Ölçüm Raporundaki ölçüm tarihi ile Emisyon Özet Raporundaki tarihlerin uyuşmaması

Numunenin Kabul Tarihi *The date of receipt of test item*	07.09.2019
Açıklamalar *Remarks*	-
Deneyin Yapıldığı Tarih	04.09.2019-07.09.2019 (ÖLÇÜM TARİHİ)

EMİSYON ÖLÇÜM TARİHİ	21.12.2018-22.12.2018
RAPOR ONAY TARİHİ	06.11.2019

Raporun Adı : EMİSYON ÖLÇÜM RAPORU
Name of Report

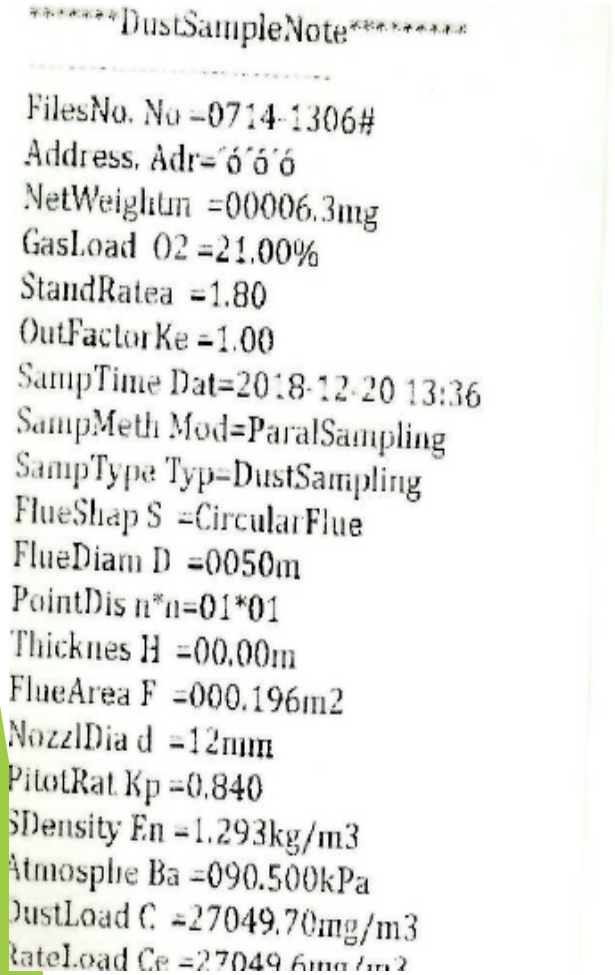
Ölçüm Tarihi : 09-18.10.2017
The Date of Measurement

Tablo 1. 13-14.12.2017 ve 05.01.2018 tarihinde ölçülen bacalara ait ölçüm ham verileri.

Kaynak No	Emisyon Kaynağı	Kullanılan Standart	Çap / Kesit (m)	Port	Travers	Nozul Çapı (mm)	Pitot Tüp Dif.Basınç (Pa)	Hız (m/sn)
1	Kontinü Scr Bacası	TS EN 13284-1	1,50	2	9	7,6	100,982	8,3
							100,936	8,1
							100,966	8,6
2	Kontirod Katot Ergitme Bacası	EPA METOD 5	1,40	2	9	7,6	98,965	6,9
							98,954	7,1
							98,758	6,8
3	Kalıp Soğutma Havalandırma Ve SCR Döküm Tekeri Altı Buhar Bacası	TS EN 13284-1	0,65	2	5	7,6	101,989	12,4
							101,989	12,1
							104,931	12,3
4	Scr Arkası Emisyon Dairesi Havalandırma Bacası	TS EN 13284-1	0,25	1	1	7,6	64,723	4,8
							66,685	4,9
							62,762	4,6
5	Kütük Holü Testere Yağ Ve Talaş Siklonu	TS EN 13284-1	0,30	1	1	7,6	90,790	10,3
							90,815	10,1
							90,964	10,4
6	Kütük Döküm Elektrikli Ergitme Fırını Bacası	TS EN 13284-1	0,80	2	5	7,6	81,395	8,8
							78,453	8,7
							86,298	8,7

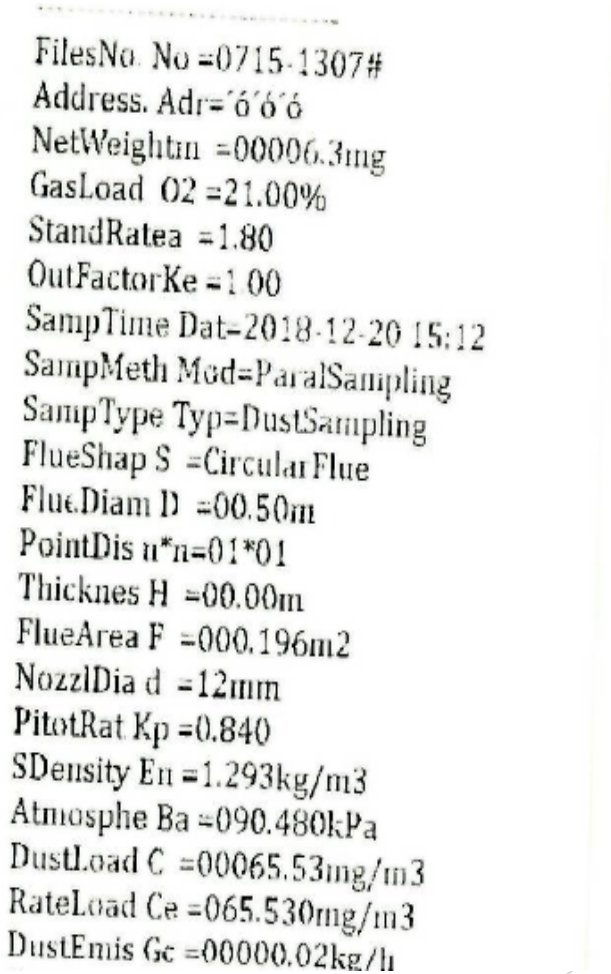
Ölçümün yapıldığı tarih
Date of measure

25-28.12.2018

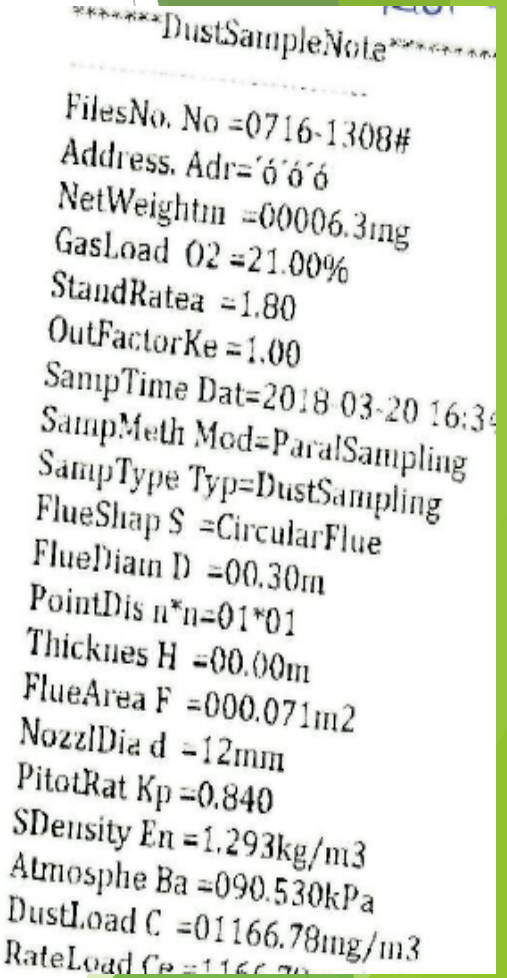


*******DustSampleNote********

FilesNo. No =0714-1306#
Address. Adr=´ó´ó´ó
NetWeightm =00006.3mg
GasLoad O2 =21.00%
StandRatea =1.80
OutFactorKe =1.00
SampTime Dat=2018-12-20 13:36
SampMeth Mod=ParalSampling
SampType Typ=DustSampling
FlueShap S =CircularFlue
FlueDiam D =0050m
PointDis n*n=01*01
Thicknes H =00.00m
FlueArea F =000.196m2
NozzlDia d =12mm
PitotRat Kp =0.840
SDensity En =1.293kg/m3
Atmosphe Ba =090.500kPa
DustLoad C =27049.70mg/m3
RateLoad Ce =27049.6mg/m3



FilesNo. No =0715-1307#
Address. Adr=´ó´ó´ó
NetWeightm =00006.3mg
GasLoad O2 =21.00%
StandRatea =1.80
OutFactorKe =1.00
SampTime Dat=2018-12-20 15:12
SampMeth Mod=ParalSampling
SampType Typ=DustSampling
FlueShap S =CircularFlue
FlueDiam D =00.50m
PointDis n*n=01*01
Thicknes H =00.00m
FlueArea F =000.196m2
NozzlDia d =12mm
PitotRat Kp =0.840
SDensity En =1.293kg/m3
Atmosphe Ba =090.480kPa
DustLoad C =00065.53mg/m3
RateLoad Ce =065.530mg/m3
DustEmis Gc =00000.02kg/h



*******DustSampleNote********

FilesNo. No =0716-1308#
Address. Adr=´ó´ó´ó
NetWeightm =00006.3mg
GasLoad O2 =21.00%
StandRatea =1.80
OutFactorKe =1.00
SampTime Dat=2018-03-20 16:3
SampMeth Mod=ParalSampling
SampType Typ=DustSampling
FlueShap S =CircularFlue
FlueDiam D =00.30m
PointDis n*n=01*01
Thicknes H =00.00m
FlueArea F =000.071m2
NozzlDia d =12mm
PitotRat Kp =0.840
SDensity En =1.293kg/m3
Atmosphe Ba =090.530kPa
DustLoad C =01166.78mg/m3
RateLoad Ce =1166.7

- TOC ölçümü birinci sınıfa giren organik bileşiklerin sınır değerlerine göre değerlendirilmiş olup aşılmadığı belirtilmiştir, ancak VOC arasında yer alan ve benzer tesislerde oluştuğu bilinen Benzen parametresi üçüncü sınıfa giren kanserojen maddeler kapsamındadır ve düşük sınır değerdedir. Bu nedenle özellikle benzen parametresi olmak üzere ayrıntılı VOC analizi yapılması gerekli görülmektedir.

Parametre		1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama	Belirsizlik		S.D./Madde
Toz	mg/m³	5,54	5,62	5,60	5,59	±	-	-
	mg/Nm³	6,08	6,16	6,13	6,12	±	0,03	179,6 / Ek-1.b.1
TOC	mg/Nm³	5,10	4,95	5,04	5,03	±	0,12	20*/Ek-1.h.1.2.2

I'inci sınıfa giren maddeler (0,5 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	0,10 mg/Nm3
II'nci sınıfa giren maddeler (5 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	1 mg/Nm3
III'üncü sınıfa giren maddeler (25 g/saat ve üzerindeki emisyon debileri için)	5 mg/Nm3

Tablo 1.3.1. Kanserojen maddeler

I. sınıf	II. sınıf	III. sınıf
-Benzo(a)antrasen	-3,3'-Diklora-(1,1'-bifenil)	-Akrilonitril
-Benzo(a)piren	-3,3-Diklorbenzidin (+tuzları)	-Benzen
-Benzo(j)florenten	-Dietil sülfat	-1,3-bütadien
-Benzo(k)florenten	-Dimetil sülfat	-Bütadien
-Berilyum ve bileşikleri	-1,2-Epoksietan	-1-Klor-2,3-epoksipropan

- Teyit Ölçümlerinde rapor tarihi esas alınır.
- Çevre İznine esas sunulan hiçbir Emisyon Ölçüm Raporunun 2 yılı geçmemesi gerekmektedir.
- VOC ölçümlerinde analiz yapılması halinde, MSDS lere ve kapasite raporlarında yer alan hammaddelere bakılarak analizi yapılacak parametreler tespit edilmelidir.
- Tesislerde bulunan kimyasal depolama tankları ile ilgili SKHKKY gereğince Ek-12 değerlendirmelerinin ve hesaplamalarının yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜRLER..







ATIKLARIN YAKILMASINA İLİŞKİN YÖNETMELİK







ATIKLARIN YAKILMASINA İLİŞKİN YÖNETMELİK



- Atıkların yakılmasıyla, çevre üzerine olabilecek olumsuz etkileri ve ortaya çıkabilecek riskleri, uygulanabilir yöntemlerle önlemek ve sınırlandırmak amacıyla 6 Ekim 2010 Tarih 27721 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.



- *7 Nisan 2017 tarihli ve 30031 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan değişiklik ile Yönetmelik revize edilmiştir.*

KAPSAM

- Atık yakma ve beraber yakma tesisleri için gerekli asgari şartları kapsar

İSTİSNALAR



Cam şişeler vb. yerlerde kullanılan mantar tıpalar



Radyoaktif atıklar



Petrol ve gaz kaynaklarının aranmasından, işletilmesinden kaynaklanan ve tesis içinde yakılan atıklar.



İnşaat ve yıkım atıklarından çıkan halojenli organik bileşik içermeyen tahta atıklar



Hayvan kadavraları



Tarım ve ormancılık kaynaklı bitkisel atıklar



YAKMA TESİSİ

Termal yolla atıkların bertarafına yönelik tesisler

- Oksitleme ile yakma

(Döner Fırın, Akışkan Yatak, Izgaralı Sistemler)

- Piroliz
- Gazlaştırma
- Plazma



BERABER YAKMA TESİSİ

Ana gayesi enerji üretimi veya ürün imal etmek olan, atıkları alternatif veya ek yakıt olarak kullanan, yakıt anma ısıl güç değerinin **%40'ına kadarını tehlikeli atıklardan** sağlayan tesisler

- Çimento Fabrikaları
- Kireç Fabrikaları

atığın termal olarak bertarafı hedefleniyorsa

LİSANS - DENEME YAKMASI

GEÇİCİ FAALİYET BELGESİ

DENEME YAKMASI

DENEME YAKMASI SONUÇ RAPORU

LİSANS

Yakma veya beraber yakma tesisleri:

- Bakanlıktan lisans almakla yükümlüdür.
- GFB alan tesis deneme yakması yapılmadan ve sonuç raporu olumlu çıkmadan faaliyetine başlayamaz.
- Yakma tesisleri için **3 ay**, beraber yakma tesisleri için ise **1 hafta** süreyle deneme yakması yapılır.
- Tek tür atık yakacak olan atık yakma tesislerinde **bir haftadan daha az olmamak koşuluyla** Bakanlıkça belirlenecek sürede deneme yakması yapılır.
- Deneme yakması esnasında en yüksek klor içeriği bileşeni, en düşük yanma ısısı gibi olumsuz koşullar esas alınarak ölçümlerin yapılması zorunludur.
- Sonuç raporunun olumlu çıkması halinde tesis faaliyetine devam eder.

GENEL KURALLAR

- Yakma öncesinde atığın nitelikleri belirlenir. (içeriğinde radyoaktif madde bulunup bulunmadığı, kalorifik değeri, PCB, PCP, Cl, F, S ve ağır metal içeriği)





- Tehlikeli ve tehlikesiz atıkların yakılmasına veya beraber yakılmasına ilişkin **aynı emisyon limit değerleri** uygulanır.

İŞLETME KOŞULLARI

Başlangıçta min 850 ºC veya 1100 ºC'ye ulaşıncaya kadar

850 ºC veya 1100 ºC yi muhafaza edemediği zaman

Arıtma cihazının arıza yapması ve herhangi bir kirletici parametrenin emisyon limit değerini aşması durumunda

Atık besleme sistemi devre dışı bırakılır.

YAKMA VE BERABER YAKMA TESİSLERİNİN İŞLETİLMESİ

Yakma tesislerinde işlemden kaynaklanan gazın, ikinci yanma odasında 850 °C sıcaklıkta en az iki saniye kalması zorunludur.

İçeriğinde %1'den fazla halojenli organik maddeler bulunan atıklar yakıldığında sıcaklığın 1100 °C'ye yükseltilmesi zorunludur.

Fırın sıcaklığının 850ºC veya 1100ºC altına düşmesi durumunda yedek brülör otomatik olarak devreye girecek şekilde teşkil edilmelidir.

İŞLETME KOŞULLARI

Cüruf ve taban küllerinde TOK içeriği %3'den az

Tutuşma sırasında maddede ki kayıp, kuru ağırlığının %5'inden az

Gerektiği takdirde atıklara ön işlem uygulanır.

EMİSYONLAR VE ÖLÇÜM KOŞULLARI

ATIK YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-5

BERABER YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-2

- Baca gazındaki emisyonlar ve kütlesel debi tayini için yapılan ölçümler bütünü temsil edecek ve emisyon ölçüm sonuçlarının birbiri ile karşılaştırılmasına olanak verecek şekilde en az üç ardışık zamanda yapılır.



ATIKLARI BERABER YAKAN ÇİMENTO FABRİKALARI İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-2

Baca Gazı Sıcaklığı 273 ^{o}K

Basınç 101,3 kPa

%10 oksijen

Toplam toz	30 mg/m^3
HCl	10 mg/m^3
HF	1 mg/m^3
Mevcut tesisler için NOx	800 mg/m^3
Yeni tesisler için NOx	500 mg/m^3

ATIKLARI BERABER YAKAN ÇİMENTO FABRİKALARI İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-2

Cd + Tl	0,05 mg/m^3
Hg	0,05 mg/m^3
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5 mg/m^3

Dioksinler ve Furanlar	0,1 ng/m^3

SO_2	50 mg/m^3
TOK	10 mg/m^3

CO için emisyon limit değeri Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen limit değerdir.

ATIK YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Baca Gazı Sıcaklığı 273 ^{o}K

Basınç 101,3 kPa

%11 oksijen

Ek-5/a

PARAMETRE	Günlük ortalama değerler
Toplam toz	10 mg/m^3
TOK	10 mg/m^3
Hidrojen klorür (HCl)	10 mg/m^3
Hidrojen florür (HF)	1 mg/m^3
Kükürt dioksit (SO_2)	50 mg/m^3
Azot Oksitler NOx	200 mg/m^3

ATIK YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-5/b

PARAMETRE	Yarım saatlik ortalama değerler	
	A (%100)	B (% 97)
Toplam toz	30 mg/m^3	10 mg/m^3
TOK	20 mg/m^3	10 mg/m^3
Hidrojen klorür (HCI)	60 mg/m^3	10 mg/m^3
Hidrojen florür (HF)	4 mg/m^3	2 mg/m^3
Kükürt dioksit (SO_2)	200 mg/m^3	50 mg/m^3
Azot Oksitler NOx	400 mg/m^3	200 mg/m^3

ATIK YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-5/c

PARAMETRE	Asgari 30 dakika ve azami 8 saatlik bir örnekleme süresi boyunca bütün ortalama değerler	
	A (%100)	B (% 97)
Cd + Tl	0,05 mg/m^3	0,1 mg/m^3
Hg	0,05 mg/m^3	0,1 mg/m^3
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0,5 mg/m^3	0,5 mg/m^3

ATIK YAKMA TESİSLERİ İÇİN EMİSYON LİMİT DEĞERLERİ

Ek-5/ç

PARAMETRE	Asgari 6 saatlik ve azami 8 saatlik bir örnekleme süresi boyunca bütün ortalama değerler
Dioksinler ve Furanlar	0,1 ng/ m^3

Ek-5/d

PARAMETRE	Günlük ortalama değerler	30 dakikalık ortalama değerler	10 dakikalık ortalama değerler
		A (%100)	B (% 95)
CO	50 mg/m^3	100 mg/m^3	150 mg/m^3

DENETİM VE İZLEME



Sürekli Ölçüm Cihazı ile Ölçülen Parametreler:

- NO_X
- CO
- Toplam toz
- TOK
- HCl
- HF
- SO_2

Sürekli ölçümlerin kontrol ve teyidi amacıyla **yılda en az 4 kez**

İşletme sırasında ölçülmesi gereken diğer parametreler:

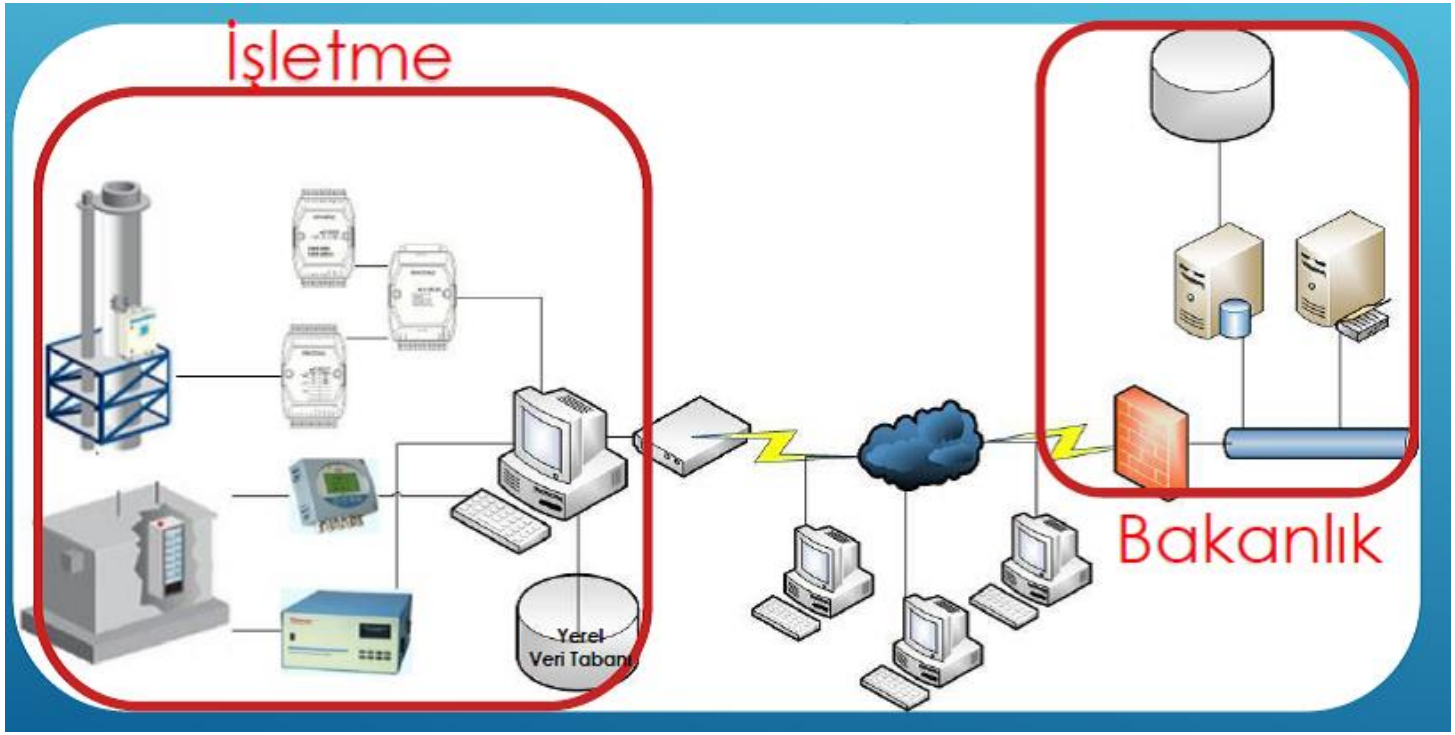
- Kazan ısısı
- Kazan basıncı
- Buhar içeriği
- O_2 konsantrasyonu

Dioksin ve furanlar işletmenin ilk yılı **3 ayda bir**, sonraki yıllarda ise **yılda en az 2 kez,**

Ağır metaller, poliaromatik hidrokarbonlar, **yılda en az 2 kez**

DENETİM VE İZLEME

- Atıkların yakılması sonucunda havaya verilen emisyon ve kirletici parametreler için sürekli izleme sistemi kurulur ve yıllık gözetim testleri ile denetlenir.



OLAĞANDIŞI İŞLETME KOŞULLARI

- Teknik olarak engellenemeyen arıtma veya ölçüm cihazlarında meydana gelen her türlü ara verme, bozulma veya arıza için müsaade edilen azami süre lisans belgesinde belirtilir.
- Emisyon limit değerlerin aşılması halinde, yakma veya beraber yakma tesisi veya yakma hattı hiçbir şart altında aralıksız dört saatten uzun süre atık yakmaya devam edemez. Bu tür durumlardaki toplam işletme süresi bir yıl boyunca altmış saatten az olmak zorundadır.

OLAĞANDIŞI İŞLETME KOŞULLARI

- Geçerli bir günlük ortalama değer elde etmek amacıyla, sürekli ölçüm sisteminin arızası veya bakımı nedeniyle herhangi bir gün içinde, en fazla beş tane yarım saatlik ortalama değer sayılmaz.
- Sürekli ölçüm sisteminin arızası veya bakımı nedeniyle, bir yıl içinde en fazla on tam gün, günlük ortalama değeri olarak sayılmaz.

KALINTILAR

- Yakma ve beraber yakma tesisinin faaliyetlerinden kaynaklanan kalıntıların miktarları ve zararları en aza indirilir.

- Atık Yönetimi hiyerarşisi dikkate alınmalı,

- Baca gazı külü, kazan tozu, yanma gazlarının arıtımından çıkan kuru kalıntılar ve toz halindeki kalıntıların çevreye yayılmalarını engellemek amacıyla kapalı sistemde taşınır.

- Yanma kalıntıların uzaklaştırılması veya geri dönüşümü için kalıntıların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kirletme potansiyellerinin belirlenmesi gerekir.

- Baca gazlarının temizlenmesinden kaynaklanan atık sular, Yönetmeliğin Ek-4'ünde yer alan sınır değerleri sağlamalıdır. Bu atık suların, deşarjı, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği çerçevesinde atık su deşarjı konulu çevre iznine tabidir.

TEŞEKKÜR EDERİM

Melik Cem SUÇEKEN
Çevre Mühendisi

Refet Sinem ATGIN
Çevre ve Şehircilik Uzmanı

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü
Sıfır Atık ve Atık İşleme Dairesi Başkanlığı
Sanayi Atıkları Bertaraf Şube Müdürlüğü

0 (312) 586 30 99
0 (312) 586 31 03

mcem.suceken@csb.gov.tr
rsinem.atgin@csb.gov.tr



T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

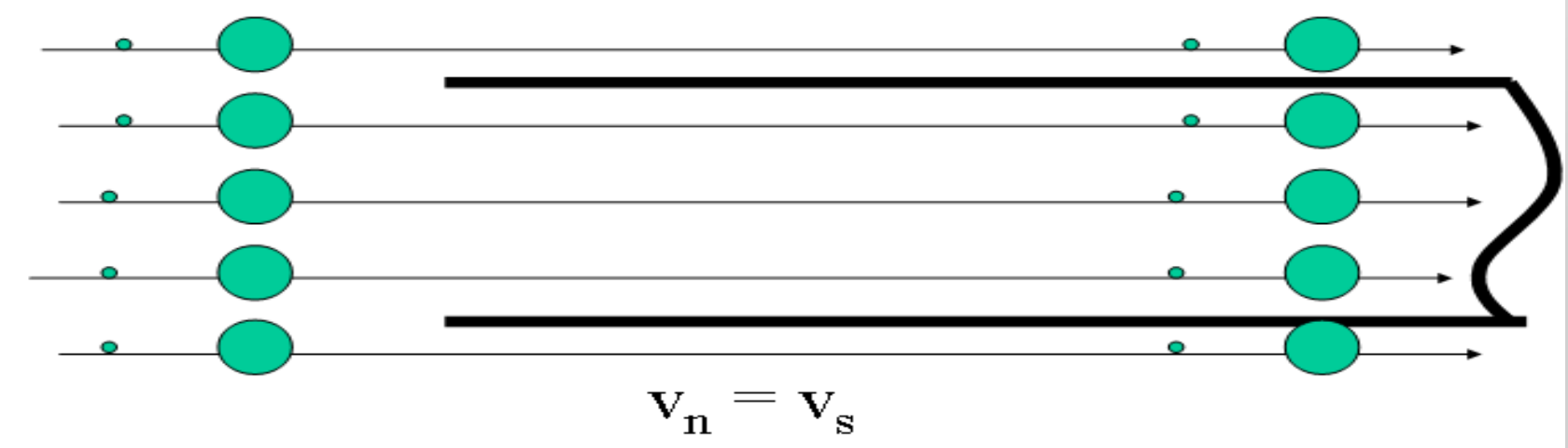
ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Mustafa ALTUNDAĞ
Kimya Mühendisi

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

TS EN 15259

- Hidrolik Çap: Alanın dört katınının ölçüm düzleminin çevre uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. **dH=4A / P**
- İzokinetik Numune Alma: bir kaynakta akım şartları bozulmadan numune alınmasıdır. Yani gaz hızı ile aynı hızda numune çekmektir.

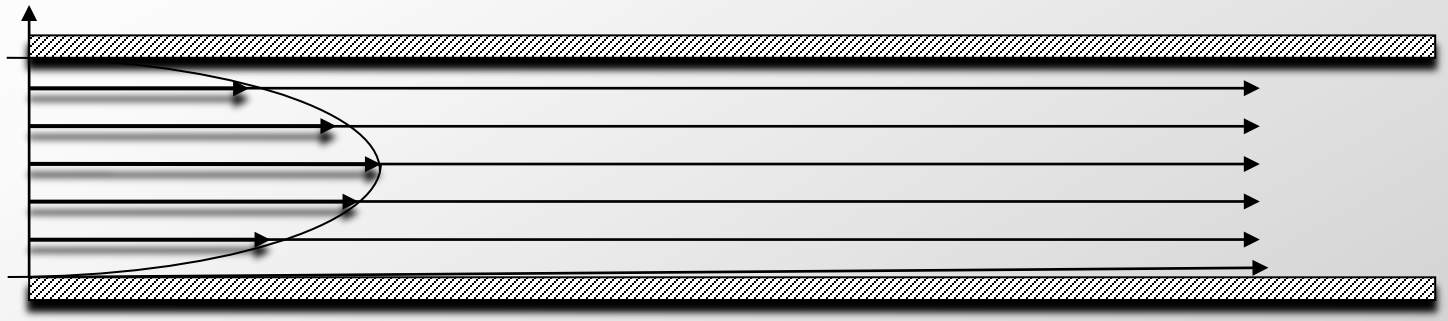


ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

- **Yer İncelemesi:** İşi gerçekleştirmek için ölçüm yerine ulaşmadan önce, fiziksel ve lojistik durumun bütünüyle anlaşılmasının sağlanması amacıyla, emisyon ölçümleri alınmadan önce deney laboratuvarı tarafından gerçekleştirilen ziyaret.
- Numune alma yeri ile ilgili münferit metotlarda (EN,EPA vs.) farklı yaklaşımlar benimsenmiş olmasına rağmen tüm metotlarda temelde homojen laminer akış hızının olmasının öneminden bahsedilir.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Hız profilinin laminer akış profilini temsil etmesi gerekir. Laminer akış profilinde hız ortada maksimum, kenarlara doğru sürtünmeden dolayı düşük olması gerekir.



Baca İçerisindeki Akış

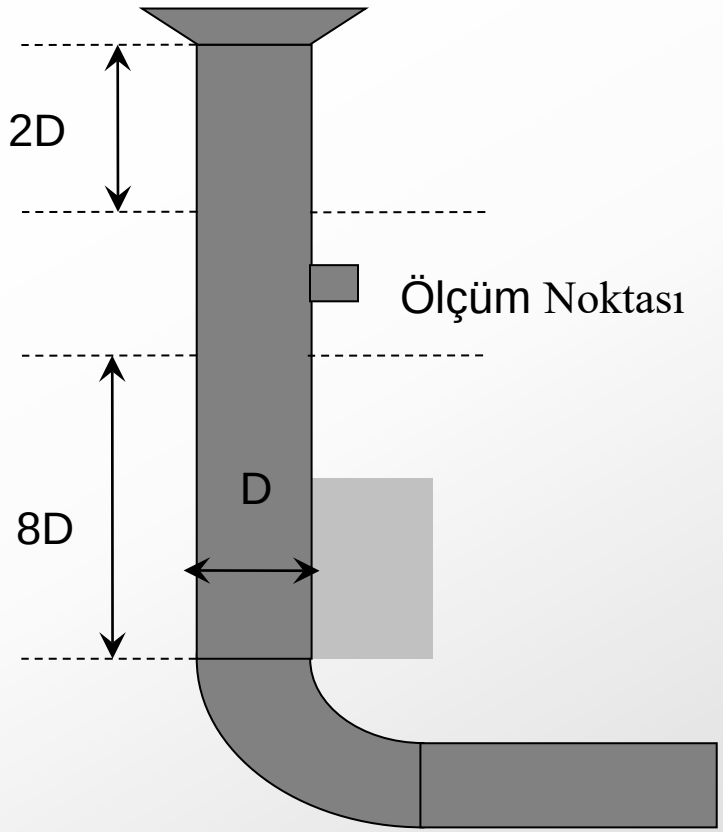
ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

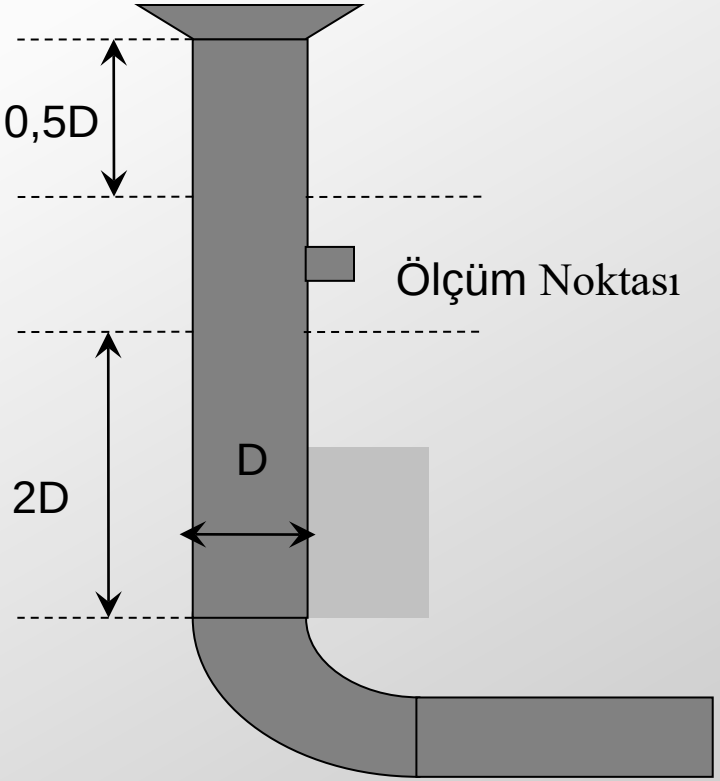
Numune alma yeri ile ilgili münferit metotlarda (EN,EPA vs.) farklı yaklaşımlar benimsenmiş olmasına rağmen tüm metotlarda temelde homojen laminer akış hızının olmasının öneminden bahsedilir.



ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

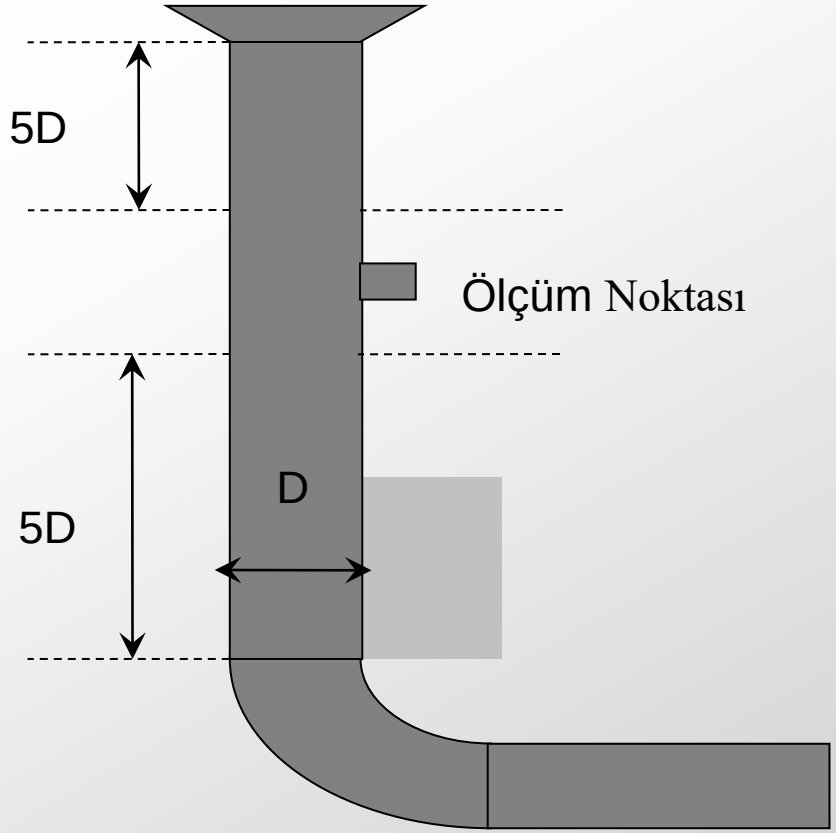
Epa'ya Göre Numune Alma Noktaları





ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

TS EN 9096'ya Göre



ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dikkat Edilecek Hususlar:

- Mühendislik veya işlemsel tedbirlerle herhangi bir tehlikeden kaçınma,
- Önemli pozitif basınç alanlarından kaçınma,
- Emisyon ölçümlerini gerçekleştiren personelin kendilerini tehlikeye sokabilecek her türlü işletme hatalarına karşı bilgilendirilmesinin sağlanması için tedbirlerin alınması,
- Çalışma platformunun veya ölçüm yerinin tesis binası içerisine yerleştirilme olasılığı,
- Çalışma alanının ısı ve tozdan korunması,
- Personel ve kullanılan cihaz için gerekli çevre şartlarının sağlanması için örneğin hava koruyucu ve ısıtma gibi koruyucu tedbirler

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dikkat Edilecek Hususlar:

- Kararlı bir emisyon ölçüm için, en iyi uygulama en az üç ölçüm almaktır. Kararsız emisyonların ölçümü durumunda, ölçüm hedefini karşılamak için numune sayısı arttırılabilir. Yasal amaçlar için uygunluk izleme durumlarında, münferit ölçümlerin sayısı, izin belgesinde belirtilir.
- Emisyon ölçümlerinin zamanlama ve süresi, ölçüm hedefine göre ölçüm planında belirtilmelidir. Belirtilen yerlerde, mevzuatın öngördüğü münferit ölçümlerin numune alma süresi idari hükümler veya diğer yasal mevzuat emisyon ölçümlerinde kullanılmalıdır.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dikkat Edilecek Hususlar:

- Elle yapılan yöntemler için, ölçülen bileşenin düşük derişimlerinden şüphelenildiği durumlarda, ölçüm yönteminde belirtilen izin verilebilen en uzun numune alma süresi, açık alan gereğini karşılamak amacıyla ilk önce kullanılmalıdır.
- Numune alma zamanlaması ve süresi, incelenen tesisin emisyon davranışı için uygun olmalıdır.

<u>Aşağıdaki durumlar arasında bir ayrım yapılmalıdır:</u>

- Sürekli süreçler (sabit zamanlı),
- Zaman içinde değişen etkiler ile sürekli süreçler,
- Kesikli süreçler.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dikkat Edilecek Hususlar:

Ölçüm tarihleri ölçüm planında belirtilmelidir. Bu tarihler aşağıda verilenleri sağlamak için seçilmelidir:

- Ölçüm hedefinin karşılanması,
- Uygun süreç şartlarının mevcut olması (örneğin tesis ve atık gaz temizleme faaliyetinin gereği),
- Yerinde ölçüm için altyapı,
- Ölçüm ve analitik sistemlerin varlığı ve
- Personel ve yardımcıların varlığı.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dikkat Edilecek Hususlar:

Aşağıda verilen ölçüm hazırlıkları deney laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmelidir:

- Ölçümün çalışma süresi boyunca gerekli personel temin edilmelidir,
- Ölçümün çalışma süresi boyunca gerekli ölçüm cihazı, uygulanacak olan münferit ölçüm standartlarının gereklerine göre temin edilmelidir,
- Ölçüm filtreleri ve numune alma malzemeleri hazırlanmalıdır,
- Ölçüm tarihleri teyit edilmelidir,
- Kullanılan ölçüm sistemleri kontrol edilmeli, ayarlanmalı veya yerinde kalibre edilmelidir.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Ölçüm ve Numune Alma Planı:

Baca gazında ve imisyonda (Çevre Havası) ölçüm veya numune alımlarında önce numune alma planı oluşturulmalıdır. (TS EN 15675 Bölüm 5.7)

<u>Ölçüm ve numune alma planında</u>

–Ölçümün amacı,
–Ölçüm yerinin uygunluğu,
–Ölçülecek parametreler,
–Ölçüm metotları,
–Ölçüm personelleri,
–Ölçümde kullanılacak cihazlar, ekipmanlar, kimyasal, absorbans cam malzeme v.b. malzemeler,
–Ölçüm tarihi ve saati,
–Numunenin muhafazası için gerekli ekipmanlar,
–Ölçüm verilerinin kaydı (form, cihaz çıktısı v.b.)
bilgilerinin yer alması gerekmektedir.

Not: Gerekli ekipmanları planlarken iş güvenliği ekipmanlarının da bu planda yer alması, ayrıca ölçüm yerinin iş güvenliği açısında uygunluğunun kontrolü önemli bir husustur. Planlamada iş güvenliği ile ilgili hususlara da dikkat edilmesi gerekmektedir.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Ölçüm Düzlemi:

Ölçüm yerleri; (baca, çatı v.b.) ;

- ✓ Ölçüm yapmaya uygun yeterli alana,
- ✓ Ölçüm cihazlarının ve ekipmanlarının taşınması için gerekli düzeneklere (vinç, asansör v.b.),
- ✓ Personelin ulaşımına uygun (merdiven, asansör v.b.),
- ✓ İş güvenliği tedbirleri alınmış,
- ✓ Ölçüm personelleri, cihazları ve ekipmanlarını taşıyabilecek kapasitede,

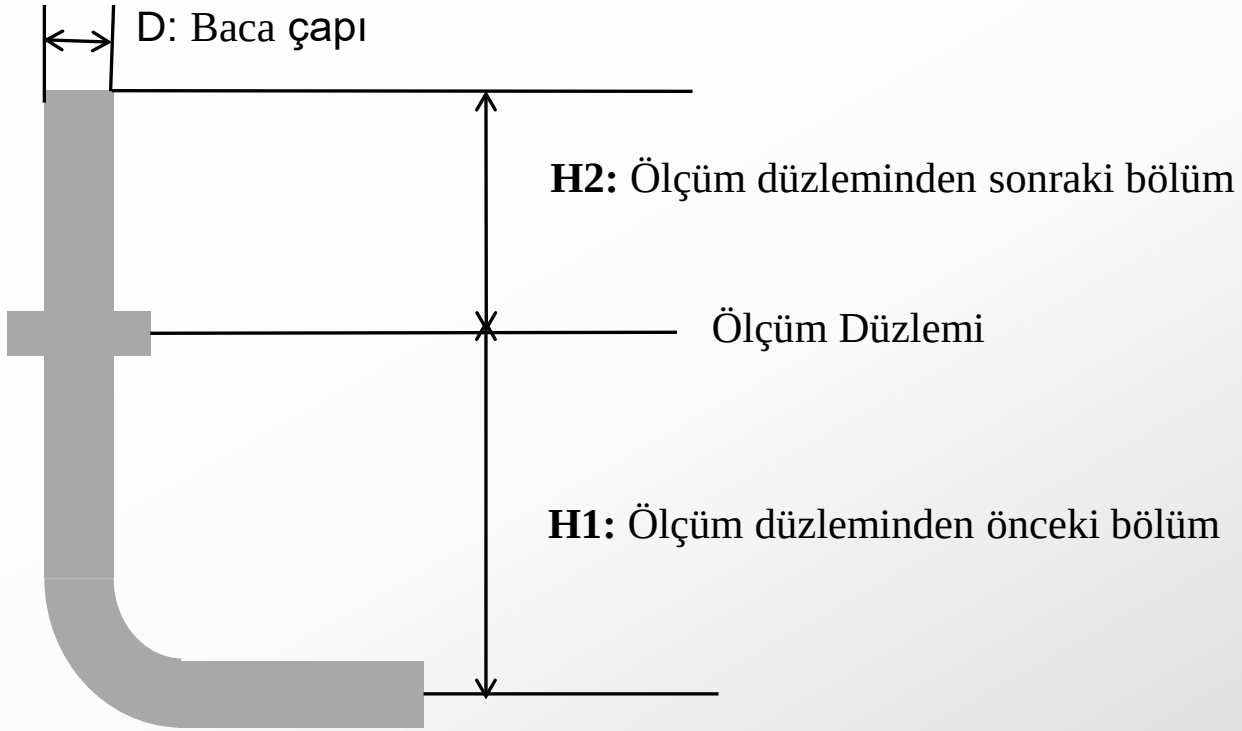
olmalıdır.

Baca gazı hızı dağılımı homojen olmalıdır. Baca gazı akışının homojen olup olmadığını tespit etmek için örneklemelerden önce hız taraması yapılmalıdır.

En iyi mevcut örnekleme düzlemi seçilmelidir. Örnekleme portlarının fanlar, kanal bükümü ve kanal kavşakları gibi türbülans kaynaklarından uzak olması için her türlü çaba gösterilmelidir. Bacanın (kanalın) hem dikey hem de yatay kesimlerinde uygun örneklemlerin bulunduğu durumlarda, birincisi seçilmelidir.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Ölçüm Düzlemi



Ölçüm düzleminin bacadaki en son bozucu etkene ve baca çıkışına uzaklıkları

Metot	H1	H2
TS EN 15259	5xD	5xD
EPA 1	8xD	2xD

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Örnekleme Nokta Sayısının Belirlenmesi:

Dairesel bacalarda örnekleme nokta sayısı belirleme

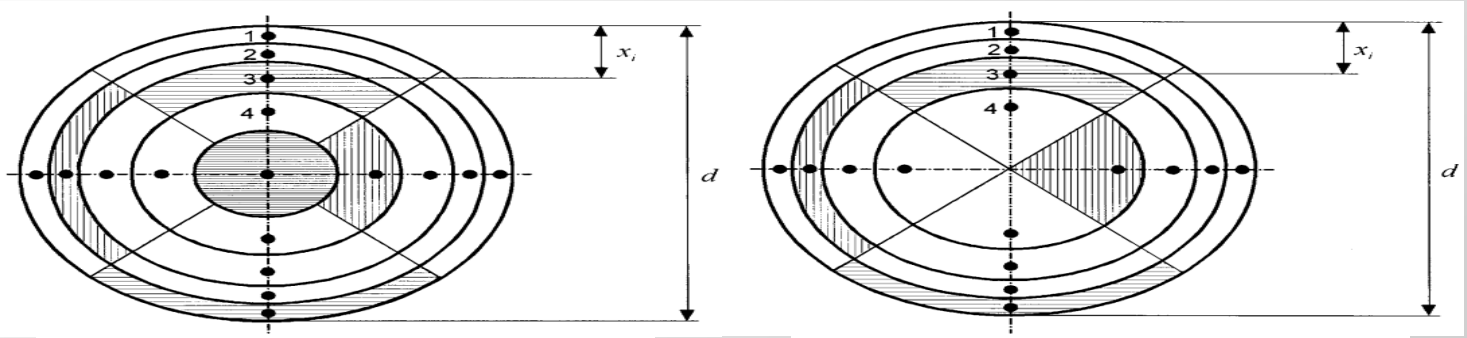
Dairesel bacalarda TS EN 13284-1, TS ISO 9096 veya TS ISO 12141 Metotlarına göre örnekleme nokta sayıları 2 metoda göre belirlenir. Bunlar genel metot ve tanjant metodudur.

Dairesel kesitli kanallar için numune alma noktalarının asgarî sayısı

Baca çapının uzunluğu (m)	Numune alma hattının sayısı, en az	Her hat için numune alma noktalarının asgarî sayısı		Düzlem başına asgarî sayıda numune alma noktaları	
< 0,35	-	1	-	1[a]	-
0,35 – 0,7	2	3	2	5	4
0,7 - 1	2	5	4	9	8
1 - 2	2	7	6	13	12
> 2	2	9	8	17	16

[a] **Sadece bir numune alma noktasının kullanılması, bu standardda belirtilenden daha büyük hatalara sebep olabilir.**

[b] **Geniş kanallar için, genellikle 20 numune alma noktası yeterlidir**



Genel Metot

Tanjant Metodu

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

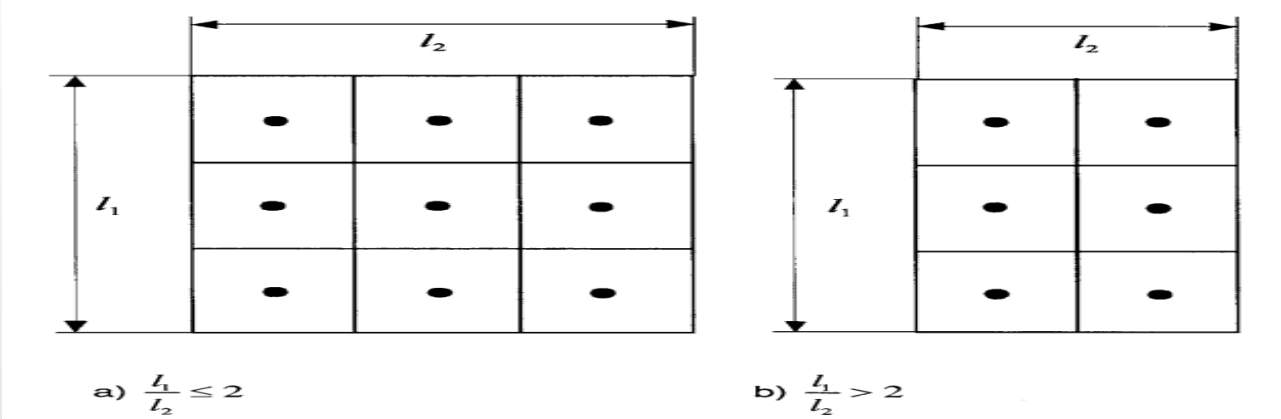
Dikdörtgen Kesitli Bacalarda Örnekleme Nokta Sayısı Belirleme

Dikdörtgen kesitli kanallar için numune alma noktalarının asgarî sayısı (TS ISO 9096)

Numune alma düzleminin alanı (m²)	Numune alma hattının sayısı[a], (en az)	Numune alma düzlemdeki numune alma noktalarının sayısı, (en az)
< 0,09	-	1[b]
0,09 – 0,38	2	4
0,38 – 1,5	3	9
> 1,5	4	16

[a] Kanalın uzun kenarının uzunluğu kısa kenarın uzunluğundan iki kat daha fazla olduğu durumda, numune alma düzleminde ilâve kenar bölmeler gerekli olabilir.

[b] Sadece bir numune alma noktasının kullanılması, bu standardda belirtilenden daha büyük hatalara sebep olabilir.

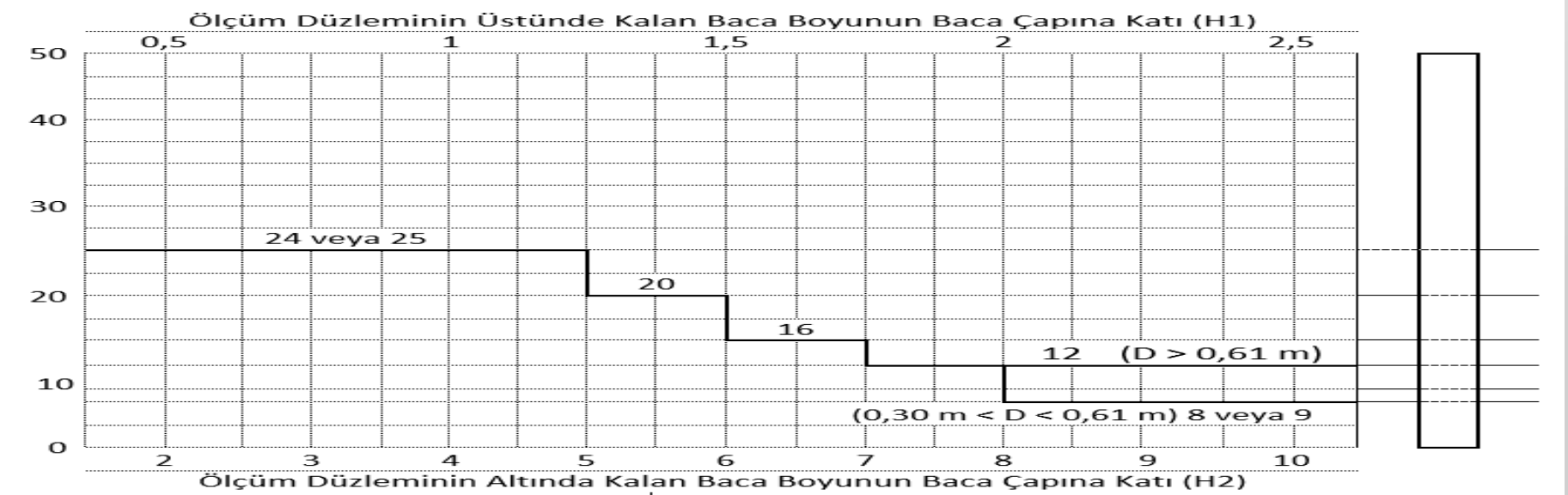


ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

EPA 1 Metoduna Göre Örnekleme Nokta Sayısının Belirlenmesi:

EPA 1 Metoduna göre dairesel bacalarda örnekleme düzlemi ve örnekleme nokta sayısı belirlemede Şekil 3'de ki diyagram kullanılır. Bu diyagrama göre Baca yüksekliği hidrolik çapın 10 katı olan bacalarda örnekleme düzlemi homojen akışı etkileyecek en son etkenden hidrolik çapın 8 katı kadar üzerinden baca çıkışından 2 hidrolik çap kadar aşağıda olmalıdır. 8xD-2xD kuralı sağlandığı durumlarda baca çapı 0,30-0,61 m aralığında ise örnekleme nokta sayısı en az 8 adet olmalıdır. Baca çapı 0,61 m den büyük olduğu durumlarda örnekleme nokta sayısı en az 12 adet olmalıdır.

Not: Bazı işletmelerde Baca yüksekliği hidrolik çapın 2,5 katına kadar düştüğü bacalar olabilir. Bu gibi durumlarda diyagrama göre örnekleme nokta sayısı en az 24 olmalıdır.



ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Dairesel Bacalarda Örnekleme Noktalarının Düzlem Başına Baca Çeperine Uzaklığının Yüzdesel Oranı

Örnekleme noktası	Örnekleme nokta sayısı											
	n=2	n=4	n=6	n=8	n=10	n=12	n=14	n=16	n=18	n=20	n=22	n=24
1	14,6	6,7	4,4	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1
2	85,4	25	14,6	10,5	8,2	6,7	5,7	4,9	4,4	3,9	3,5	3,2
3		75	29,6	19,4	14,6	11,8	9,9	8,5	7,5	6,7	6	5,5
4		93,3	70,4	32,3	22,6	17,7	14,6	12,5	10,9	9,7	8,7	7,9
5			85,4	67,7	34,2	25	20,1	16,9	14,6	12,9	11,6	10,5
6			95,6	80,6	65,8	35,6	26,9	22	18,8	16,5	14,6	13,2
7				89,5	77,4	64,4	36,6	28,3	23,6	20,4	18	16,1
8				96,8	85,4	75	63,4	37,5	29,6	25	21,8	19,4
9					91,8	82,3	73,1	62,5	38,2	30,6	26,2	23
10					97,4	88,2	79,9	71,7	61,8	38,8	31,5	27,2
11						93,3	85,4	78	70,7	61,2	39,3	32,3
12						97,9	90,1	83,1	76,4	69,4	60,7	39,8
13							94,3	87,5	81,2	75	68,5	60,2
14							97,9	91,5	85,4	79,6	73,8	67,7
15								95,1	89,1	83,5	78,2	72,8
16								98,4	92,5	87,1	82	77
17									95,6	90,3	85,4	80,6
18									98,6	93,3	88,4	83,9
19										96,1	91,3	86,8
20										98,7	94	89,5
21											96,5	92,1
22											98,9	94,5
23												96,8
24												99,9

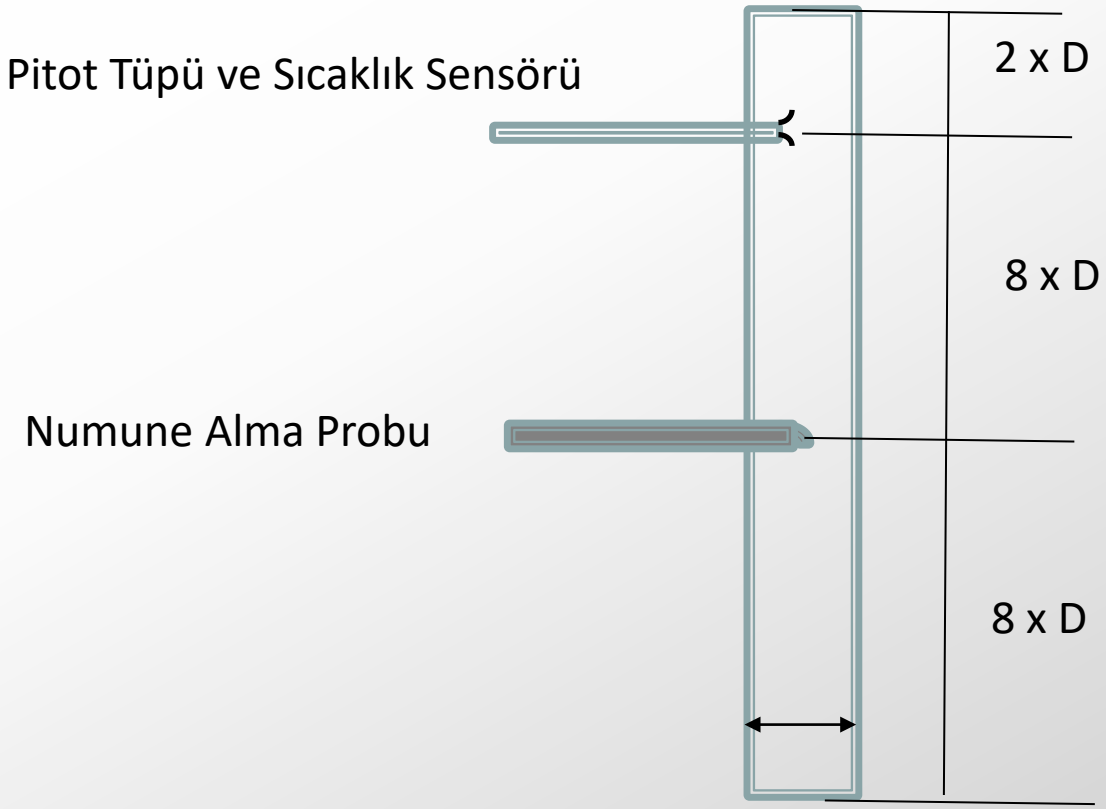
ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Diktörtgen Bacalar İçin Minimum Örnekleme Nokta Sayısı Örnekleme Noktalarının Dağılımı:

Minimum Örnekleme Nokta Sayısı	Örnekleme Noktalarının Dağılımı
9	3x3
12	4x3
16	4x4
20	5x4
25	5x5
30	6x5
36	6x6
42	7x6
49	7x7

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

EPA 1 Metodu çapı 30 cm'den büyük bacalar için geçerli bir metotdur. Çapı 30 cm den küçük bacalarda **EPA 1A** metodu kullanılır. EPA 1A metoduna göre örnekleme nokta sayısı EPA 1 Metodu ile aynı şekilde belirlenir. En uygun baca çapına göre nokta sayısı dairesel bacalar için en az 8 dikdörtgen bacalar için en az 9 olmalıdır. Bu metoda örnekleme düzlemi ile hız ölçüm düzlemi farklı yerlerde seçilir.



ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Uygun Olmayan Bacalarda Ölçüm ve Numune Alma:

EPA Metotlarında;

- Bacanın çapı ölçüm düzleminin altında kalan kısmı eğer çapın 2 katından az ise yada üstünde kalan kısmı çapın 0,5 katından az ise baca boyunca 40 veya daha fazla çapraz noktada hız vektörünün deneysel ölçümü gereklidir.

- Bu durumda ortalama girdap açısının 20^o ve girdap açısı ölçümlerinin standart sapmasının 10^o içinde olması gerekmektedir.

- Buna ek olarak, numune alma düzlemi üzerinde oluşan hız açısının 20^o'yi aştığı veya standart sapmanın 10^o 'den daha fazla olduğu durumlarda, akış düzleştirme cihazları ile akışın düzenlenmesi sağlanmalıdır.

Not: Alternatif Ölçüm Sahası > 60 cm ile sınırlıdır. Dairesel kanallar için 40 çapraz nokta ve dikdörtgen kanallar için 42 nokta kullanılır.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Uygun Olmayan Bacalarda Ölçüm ve Numune Alma

- ISO ve EN standartları için gaz akışı, kanal ekseni bakımından 15°'den daha fazla, ters akış şartları, düzlemin yerinin şartları sağlamadığı vb. durumlarda standartlarda belirtildiği şekilde travers noktası sayısının arttırılması yoluna gidilebilir.

- Standartlarda nokta sayısının arttırılmasına ilişkin sayı verilmemekle beraber kural olarak travers sayısının 2 katına çıkarılarak (en fazla 20 nokta) işleme devam edilebilir.

- Uygun olmayan noktaların yerine uygun noktalar bulunması halinde uygun olmayan noktalar ihmal edilir ve ölçüme devam edilir (MID 15259). Aksi halde alternatif yerler aranır.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Akış Düzeltme Cihazlarının Kullanımı

- EPA 1 ve ISO 10780 standartları akış düzeltici cihazların bir örnekleme düzlemi boyunca kullanılmasına izin verir.
- Bu cihazların doğru tasarımı ve kurulumu önemlidir.
- Uygun bir akış düzeltici cihaz kurulmasını takiben örnekleme düzlemindeki akış durumu, EPA Metod 1 "Alternatif prosedür" kullanılarak doğrulanır. Kabul edilebilirlik kriterlerine ulaşılamazsa, ya yeni bir konum belirlenir.
- Bu nedenle en azından EPA (2D / 0.5D) ölçütüne ulaşılması büyük önem taşır.

ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

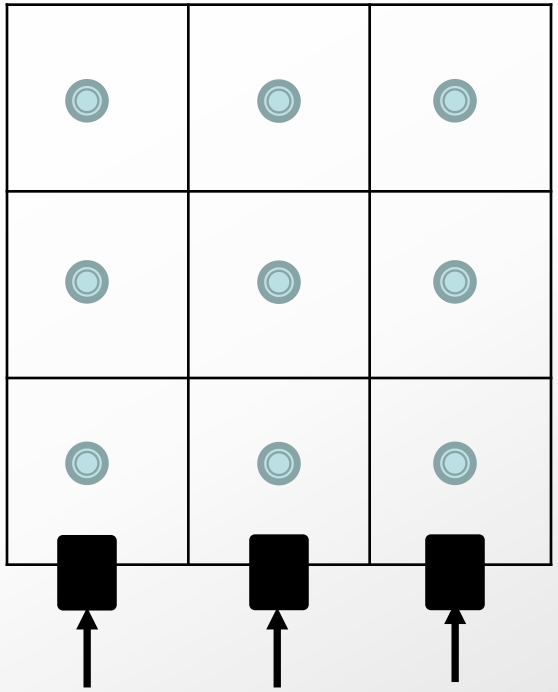
Travers Nokta Sayısının Artırılması

- Test sırasında herhangi bir nedenle minimum sayıda travers noktasından fazla sayıda travers kullanmak isteniyor ise, matrisin biri ya da diğer kısmı ya da her iki ayağı boyunca ekstra çapraz noktalar ekleyerek "en az sayıda travers noktası" matrisini genişletilebilir.
- Son matrisin dengelenmesine gerek yoktur. Örneğin, 4 x 3 "minimum nokta sayısı" matrisi 36 noktaya genişletildiğinde, son matris 9 x 4 veya 12 x 3 olabilir ve 6 x 6 olması gerekmez. Son matrisi oluşturduktan sonra , baca kesitini travers noktaları kadar çok dikdörtgen alana bölün ve her eşit alanın merkezindeki bir traverse noktalarını yerleştirilir.
- 60 cm (24 inç) Büyük bacalarda çapraz nokta ile baca duvarı arası mesafe 1.00 inç (2,54 cm), 24 İnç küçük bacalarda ancak 2,54 cm in yerine 1,25 cm kullanılmalıdır.
- Travers noktası sayısının artırılması nedeniyle, tek bir ayarlanmış traverse noktası oluşturmak için iki ardışık travers noktası birleştirildiğinde, hem örnekleme (veya hız ölçümü) prosedüründe ve verileri kaydedecek şekilde ayarlanan noktayı iki ayrı traverse noktası olarak muamele edilmesi gerekir. Yani aynı noktayı iki kez değerlendirmeye alınır.

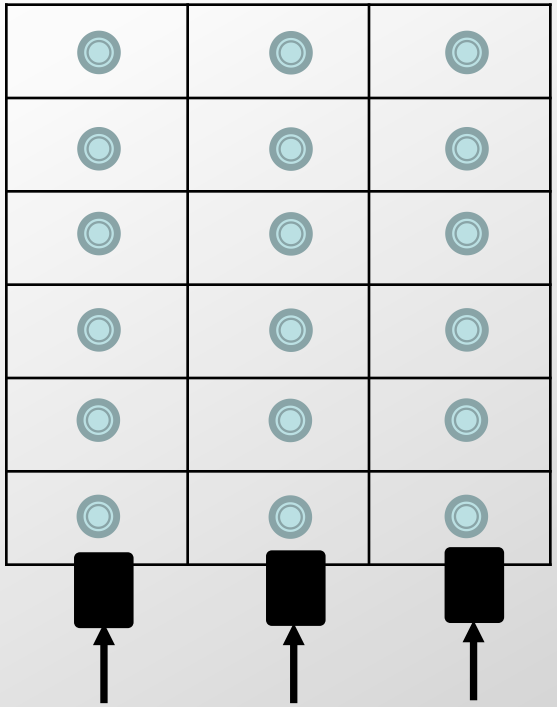
ÖLÇME BÖLGELERİ, YERLERİ VE ÖLÇÜMÜN AMACI, PLANI İÇİN GEREKLİLİKLER

Travers nokta sayısının artırılması

3X3 Matris



Genişletilmiş 3X6 Matris



TEŞEKKÜRLER

Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

mustafa.altundag@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

MID 13284-1 Dokümanına göre Toz Tayini için ISDL Hesabı:

$$ISDL = \frac{Uv\ (mg)\ x\ 10}{V\ (m^3)}$$

Uv =Genişletilmiş Belirsizlik (mg)

V = Örnekleme hacmi (m^3)

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

E.3 Sampling volume

For an emission limit value E the dust mass m shall be at least 10 times the expanded uncertainty U_w of weighing (see 9.7).

The necessary minimum sampling volume V_{min} is then determined by Formula (E.1):

$$V_{min} = \frac{m}{E} = \frac{10\,U_w}{E} \qquad \text{(E.1)}$$

E.3 Örnekleme hacmi emisyon sınır değeri E için, toz kütlesi m, tartımın genişletilmiş belirsizliğinin Uw en az 10 katı olmalıdır (bkz. 9.7).Gerekli minimum numune hacmi Vmin daha sonra Formül (E.1) ile belirlenir:

MID 13284-1 Dokümanına göre Toz Tayini için ISDL Hesabı:

Örnek:

Baca gazında toz tayini için genişletilmiş tartım belirsizliği 0,4 mg olan bir laboratuvarın Emisyon Limit Değeri 50 mg/m^3 olan bir baca için örnekleme süresi ne olmalıdır?

U_v (mg) = 0,4 mg

Minimum Örnekleme hacmi hesaplanırken ISDL = ELD

V_{min}= (4 mg)/(50 mg/m^3) = 0,08 m^3

İdeal örnekleme hacmi için laboratuvar kendine hedef ISDL seçmelidir. Yada eski raporlara bakarak beklenen konsantrasyonu ISDL olarak seçebilir. Genellikle ISDL, ELD'nin 10 da biri alına bilir. Fakat düşük konsantrasyonlu bacalarda metotların çalışma aralığına da dikkat etmek gerekir.

ISDL = 5 mg/m^3 (laboratuvarın hedeflediği ISDL, ELD'nin 10 da biri)

V_{ideal} = (4 (mg))/(5 (mg/m^3)) = 0,8 m^3 (ideal örnekleme hacmi)

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

MID 13284-1 Dokümanına göre Toz Tayini için ISDL Hesabı:

İdeal örnekleme hacmi için laboratuvar kendine hedef ISDL seçmelidir. Yada eski raporlara bakarak beklenen konsantrasyonu ISDL olarak seçebilir. Genellikle ISDL, ELD'nin 10 da biri alına bilir. Fakat düşük konsantrasyonlu bacalarda metotların çalışma aralığına da dikkat etmek gerekir. Burada laboratuvarlarca yapılan en büyük hata tartım belirsizliğinin 10 katı alınırken aynı zamanda ELD değerinin de 10'da birini alarak hesaplama yapmaktan kaynaklanmaktadır. İki hesaplamadan biri seçilmelidir.

Method Implementation Document for EN 13284-1

BS EN 13284-1:2002

Example calculation of sample volume for the 5% of ELV requirement:

Daily ELV = 10 mg/m^3

5 % of ELV = 0.5 mg/m^3

Overall weighing uncertainty = 0.4 mg

Minimum sample volume required = Overall weighing uncertainty / 5% of the ELV

Therefore, a minimum of 0.8 m^3 should be sampled to ensure this requirement is met

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Örnekleme Süresi Hesabı:

İzokinetik örneklenen parametrelerde örnekleme süresini hesaplamak için laboratuvarın örnekleme cihazının uygun değer çalışma debisini bilmesi gerekmektedir.
Cihaz üreticileri cihaz için bir çalışma aralığı vermektedir. Fakat saha uygulamalarında cihazların düşük debilerde ya da yüksek debilerde izokinetiklik oranını sağlayamadığı görülmüştür.
İzokinetiklik oranını belirleyen etmenlerden biride cihazın zamanla performansındaki düşüştür.
Bu nedenlerle bir personelin cihazını iyi tanıması ve cihazın izokinetiklik oranını en iyi kaç L/dk çekiş yaptığı zaman sağladığını bilmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki örneğe göre hedeflediğimiz örnekleme hacmi 20 L/dk alınırsa;

V_{ideal} = 0,8 m^3 = 800 Litre
$Q_{örn}$ = 20 L/dk
$t_{örn} = \frac{800\ L}{20\ (L/dk)}$ = 40 dakika (örnekleme süresi)

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

EPA Metotlarına göre ISDL Hesabı:

Baca İçi Dedeksiyon Limiti (EPA): Başarılı uygunluk testinin unsurlarından biri, kirleticinin baca içi tespit limiti ile standart seviyesi arasındaki ilişkidir.

Baca içi algılama sınırlarının belirlenmesi, örnekleme zamanı ve analitik tekniklerdeki hassasiyetinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Baca içi algılama sınırının (ISDL) belirlenmesinde kullanılan denklem;

$$ISDL = \frac{A \times B}{C}$$

ISDL = Baca içi algılama sınırı
A = Analitik tespit limiti.
B = Analiz edilen analit miktarı
C = Bacadan örneklenen gaz hacmi

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Tespit Limiti:

Tespit limitinin (ISDL) üzerinde kirletici konsantrasyonunun artırılması için aşağıdaki yollardan biri izlenebilir;

- Örnek hacmin arttırılması,
- numunenin konsantre hale getirilmesi,
- Daha hassas analitik teknikler kullanılması,

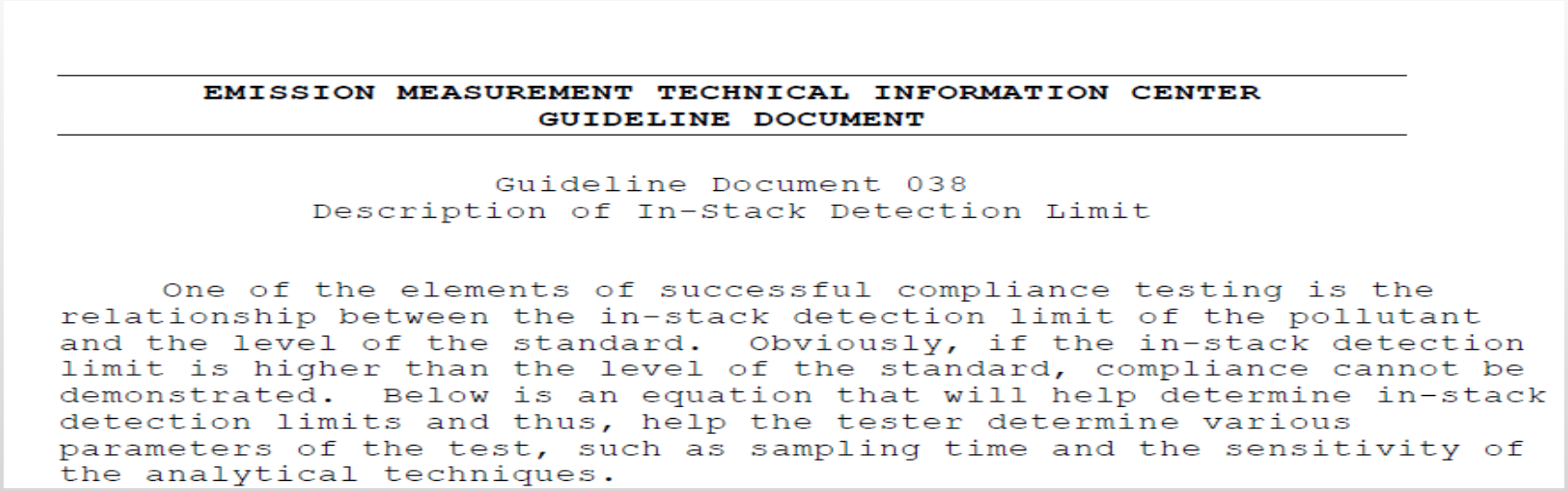
Tespit limitinin altında olan sonuçlar; EPA 23 ve EPA 29 dışında kabul edilemez olarak değerlendirilmelidir. Tespit limitinin altındaki değerlere sahip PCDD'ler / PCDF'ler için prosedürler, EPA Metodu 23'ün §9.9 kısmının hemen sonrasında belirtilir. Bu prosedürler PAH örneklemeleri içinde kullanılabilir.*

*Source Testing Manual (Revision 3.3) 274-0300-002 / November 11, 2000

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Emisyon hesaplamalarında kullanılan ‘baca dedeksiyon limiti’ tanımları ve örnek hesaplamalarına aşağıdaki adresten ulaşılabilir.

https://www3.epa.gov/ttnemc01/guidlnd/gd-038.pdf



EMISSION MEASUREMENT TECHNICAL INFORMATION CENTER
GUIDELINE DOCUMENT

Guideline Document 038
Description of In-Stack Detection Limit

One of the elements of successful compliance testing is the relationship between the in-stack detection limit of the pollutant and the level of the standard. Obviously, if the in-stack detection limit is higher than the level of the standard, compliance cannot be demonstrated. Below is an equation that will help determine in-stack detection limits and thus, help the tester determine various parameters of the test, such as sampling time and the sensitivity of the analytical techniques.

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

ISDL'nin birimleri, **yapılan örnekleme türüne göre** değişecektir.

Örneğin, gravimetrik (yani, iyon kromatografı, gaz kromatografı) dışındaki analitik yöntemleri kullanan yöntemler için analitik tespit sınırı, birim hacim başına kütle birimine sahip olacakken, partiküler madde için analitik tespit limitinin kütle birimleri olacaktır.

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

TOZ ISDL

- Parçacık Ölçüm Yöntemleri için ISDL

Partikül örnekleme yöntemleri için ISDL hesaplanırken, analitik bulma sınırları (A):

- ODEQ Metod 5 ve 7 için 7 mg (toplam partikül),
- EPA Yöntemleri 5, 5A, 5B, 5D, 5E, 5F ve 17 için 3 mg (filtrelenebilir parçacık),

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Örnek 1

120.000 dscfm'lik (203881 m^3/saat) hacimsel akış oranına sahip bir bacada 3 saatlik bir örnekleme yapılmıştır. 3 saatlik örnekleme sonunda135 dscf (3,8228 m^3) bacagazı toplanmıştır. Filtrede toplanacak minimum PM miktar 20 mg (0.088 gr filtrede toplanan miktar) 'dir. Bu örnekleme çalışması için baca içi algılama sınırı nedir?

Toplanan miktar $= \frac{0{,}088\ gr * 120000\ ft^3/min}{135\ ft^3}$ = 78,2 gr/min = 10,33 lb/hr bulunmuştur.

ISDLmin = $\frac{0{,}020\ gr * 120000\ ft^3/min}{135\ ft^3}$ = 17,7 gr/min = 2,35 lb/hr hesaplanmıştır.

ISDL, 2.35 libre/saatten daha düşük PM emisyon oranlarının güvenilir şekilde saptanamayacağını ima eder. Bu değer, numune alma süresini arttırarak, örneklenen gaz miktarını arttırarak veya filtrede daha düşük bir minimum PM miktarını kabul ederek düşürülebilir.

İdeal olarak, ISDL belirlenen standardın beşte birinin veya onda birinin aralığında olmalıdır. ISDL'yi daha da düşürmeye yönelik stratejiler, örnekleme sürelerinin veya örnek hacimlerin artırılmasını ve daha hassas analitik teknikler kullanılmasını içerir.

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Burada;

1 ft^3/dk=1,70 m^3/saat

1 ft^3=0.0283 m^3

1 pound (lbs)=0.4536 kg

Rakamları değiştirmeden birimler SI sistemine göre, örnek şu şekilde verilir. Partiküler madde (PM) numuneleri için, 1.200 m^3/saat 'lik bir hacimsel akış oranına sahip bacada iki saatlik bir örnekleme yapılarak 1,35 m^3 baca gazı toplandı. Filtrede toplanacak minimum PM miktarı 20 mg (toplanan miktar 0.088 gr) 'dir. Bu örnekleme çalışması için baca içi algılama sınırı nedir?

$$\frac{1200\ m3/saat * 0{,}088\ gr}{1{,}35\ m3} = 78{,}2\ gr/dk \qquad \frac{1200\ m3/saat * 0{,}02\ gr}{1{,}35\ m3} = 17{,}77\ gr/dk$$

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Örnek 2

2500 dscfm (150.000 dscfh) baca akış hızına sahip bir kaynaktaki uygunluğu belirlemek için bir PM örneklemesi yapılacaktır. PM standardı 200 g / saat'tir ve ISDL standardın % 10'u veya 20 g / saat'lik bir değer olarak seçilmiştir. Örnekleme treninde 20 mg (0,02 g) PM toplamak için hangi gaz hacmi örneklenmelidir?

$$C = \frac{A * B}{ISDL}$$

$$\text{Gerekli Örnekleme Hacmi} = \frac{0{,}020\ gr * 150000\ ft^3/hr}{20\ gr/hr} = 150\ ft^3$$

Örnekleme sisteminde 20 mg'lık PM elde etmek için, baca gazının en az 150 dscf'si toplanmalıdır. Örnekleme debisi 0.75 dscfm ise, örnekleme süresi 200 dakika veya 3.3 saat olacaktır.

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Örnek 3

Krom için emisyon izin sınırı 0.03 mg/m^3'tür. ISDL, emisyon izin sınırının % 10'u, 0,003 mg/m^3 (3,0 10^{-6} mg/L) olarak belirlenmiştir. Numune, 250 ml hacim şişesinde hazırlanır ve analiz yöntemi, 0.04 mg/L'lik bir tespit sınırına sahiptir. 0.003 mg/L ISDL'yi elde etmek için ne kadar numune hacmi gereklidir?

$$C = \frac{A * B}{ISDL}$$

$$\text{Gerekli Örnekleme Hacmi} = \frac{0{,}04 \frac{mg}{L} * 0{,}25\ L}{3{,}0\ 10^{-6}\ mg/L} = 3333\ L = 3{,}33\ m^3$$

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

Örnek 4

Aşağıdaki özelliklere sahip bir HCl numunesi için ISDL hesaplanırsa;

A = Çözeltisinin ml'si başına 1 ug (HCL);

B = 300 ml örnek çözeltisi,

C = Örnek çözeltisi boyunca çekilen gazı 1 dscm'dir.

ISDL = (A x B)/C

ISDL = (1 ug/ml x 300 ml)/1 dscm

ISDL = 300 ug/dscm

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

EPA 29 Metodu ISDL Hesaplaması

Her bir Analit için ISDL Hesaplamaları
ISDL (ug / m^3) = A / C x (BF + BB) / 1000

A = analitik tespit limiti (ng / ml)
BF = analiz edilen analit miktarı, ön yarım (ml, varsayılan = 300)
BB = analiz edilen analit miktarı, arka yarı (ml, varsayılan = 150)
C = örneklenen istif gazının hacmi (m3, her saat için 1.25 m^3)

Yığılmış Konsantrasyon Limiti (ISCL)
ISCL (ug / m^3) = E / F x 2.67E8
Burada: E = İzin verilen izin (lb / saat)
F = baca akış hızı (dscfm)
•Ön yarı ISDL, (A x BF) / C ile hesaplanır. Arka yarı ISDL'nin 0.5 ug / m^3 olduğu tahmin edilmektedir.

•Bkz. Yöntem 29'un 13.2 ve 11.1.3. Bölümleri.

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

EPA 29 Metodu ISDL Hesaplaması

Minimum Numune Hacmi (MSV)

MSV = Minimum numune hacmi, dscm

RL = raporlama limiti, sayı / örnek

STC = Kaynak hedef konsantrasyonu, ng / dscm

$$\text{MSV (dscm)} = \text{RL} \times \frac{1}{\text{STC}}$$

Minimum Örnekleme Süresi (MST)

MST = Minimum örnekleme zamanı, saat

VSR = Beklenen ortalama hacimsel örnekleme hızı, dscmm

60 = Dakikaları saatlere çeviren faktör

$$\text{MST (hours)} = \frac{\text{MSV}}{\text{VSR}} \times \frac{1}{60}$$

Planlanan Örnek Hacim (PSV)

PST = Planlanan örnekleme zamanı

MSV = Minimum numune hacmi, dscm

F = İdeal örneklemeden sapmaya izin veren bir emniyet faktörü (> 1) ve analitik şartlar

$$\text{PSV (dscm)} = \text{MSV} \times \text{F}$$

$$\text{PSV (dscm)} = \text{PST} \times \text{VSR}$$

MDL - Minimum detection limit

RL - Reporting limit = MDL x 5

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

İMİSYON PARAMETRELERİ

1) Minimum Numune Hacminin hesaplanması.

$$\text{Minimum hacim} = \frac{\text{Raporlama limiti (µg)} * 1000\ \text{L}}{\text{Tarama Seviyesi µg / m3}}$$

Örnek: Tarama Seviyesi = 0.08 µg / m3

Minimum hacim= 0,05*100/0,08* 1000L = 625 L

2) Örnekleme zamanı ayarlanmışsa Minimum Akış Hızını hesaplanması.

$$\text{Minimum Akış Hızı (L / dak)} = \frac{\text{Minimum Hacim (L)}}{\text{Süre (dak)}}$$

Örnek: 24 saatlik

Minimum Akış Hızı (L / dk) = 625 L * saat = 0.44 L / dak

24 saat 60 dak

BACA DEDEKSİYON LİMİTLERİ VE ÖLÇÜM SÜRELERİ

İMİSYON PARAMETRELERİ

3) **Tüpün aşırı yüklenmesinin mümkün olup olmadığının hesaplanması**

Kaynaktan etkilenen bir çevre için maksimum hacmi hesaplamak için toplam konsantrasyon hesaplanır. Güvenli örnekleme hacmi, kartuş veya sorbent kapasitesinin % 75'i veya daha az olduğu kabul edilir.

Örnek: Kartuşun yaklaşık 75 µg toplam karbonil kapasitesine sahipse;

$$\text{Tahmini maksimum hacim (L)} = \frac{(0.75 * 75\ \mu g) * 1000\ L}{\text{Tahmini konsantrasyon } (\mu g / m3)}$$

Örnek: Kaynaktan etkilenen alan 3 ppmv (3700 µg / m3) Formaldehit

$$\text{Tahmini maksimum hacim (L)} = \frac{0.75 * 75\ \mu g * 1000\ L}{3700\ \mu g / m3} = 15\ L$$

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

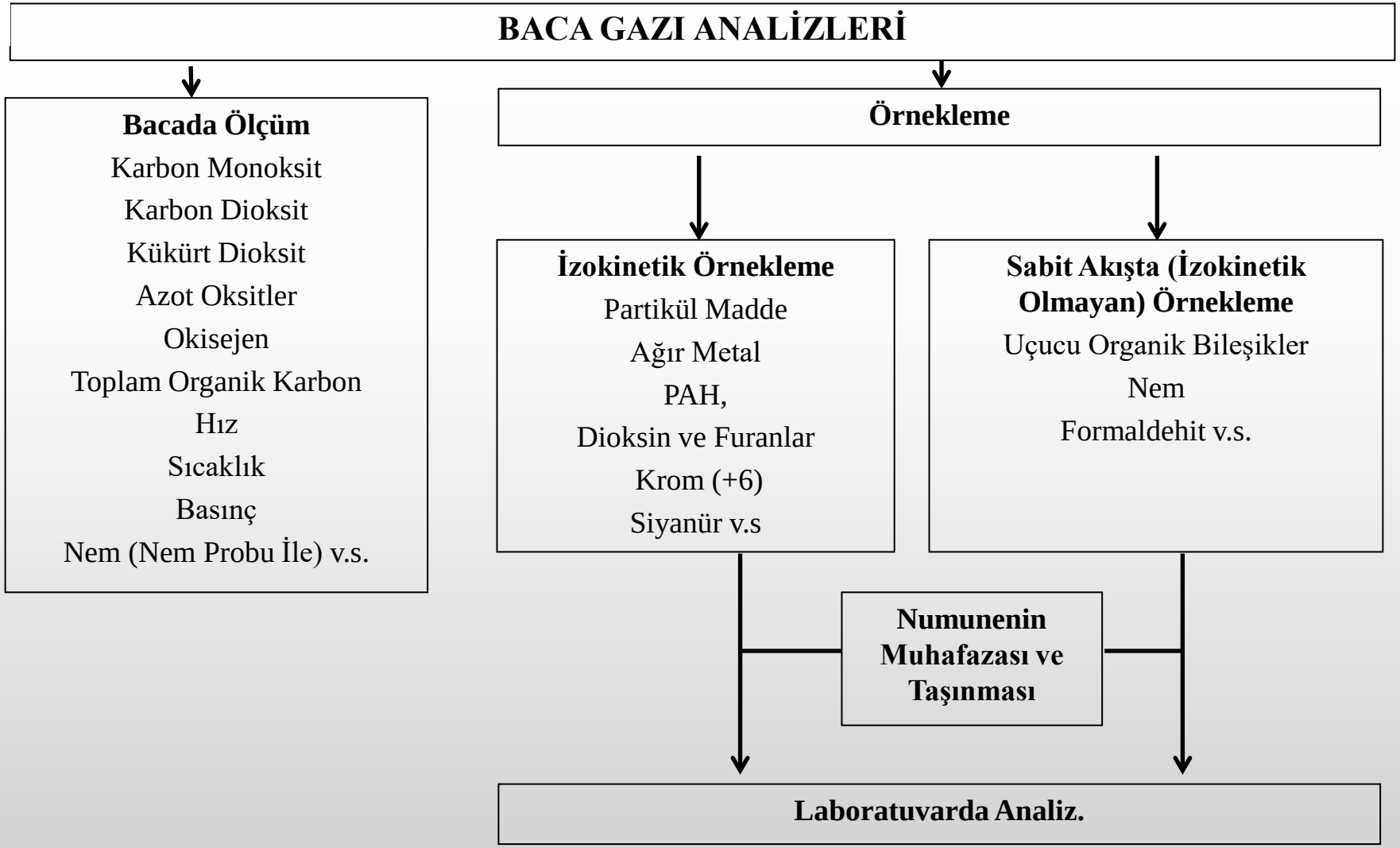
T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

BACA GAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ



BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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 metodunda Laboratuvarın akreditasyonu olmalı

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Baca Gazını Yerinde Ölçüm

- Elektrokimyasal hücre metodu, FTIR, NDIR, FID, Kemülülisans, Uv Spektro, Paramanyetik O_2 v.b. Ölçüm teknolojileri ile çalışan analizörler kullanılarak bacagazını (Yanma gazları, TOC) yerinde ölçüm yapmak mümkündür.
- Yerinde Ölçüm yapan cihazların yöntem olarak iki prensipte ölçüm yapmaktadır;
  - ✓ Ekstraktif numune alma işleminde gazlar, cihaza taşınmadan önce aerosellerin, parçacıklı maddenin ve diğer bozucu maddelerin uzaklaştırılması için şartlandırılır.
  - ✓ Ekstraktif olmayan numune alma sisteminde ölçmeler yerinde yapılır ve numuneye sadece filtreleme işlemi uygulanır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Örneklemeler

- Bacagazını yerinde ölçüm yapılamayan durumlarda, bacagazı uygun metotlar ile uygun şartlarda katı veya sıvı absorbanslara 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.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Örneklemeler

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

1. Sabit akış Örnekleme :

- ✓ Sabit akış örneklemelerde 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 örneklemesi EPA 5' e göre yapılır. TS EN 14385 ağır metal örneklemesi 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.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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.

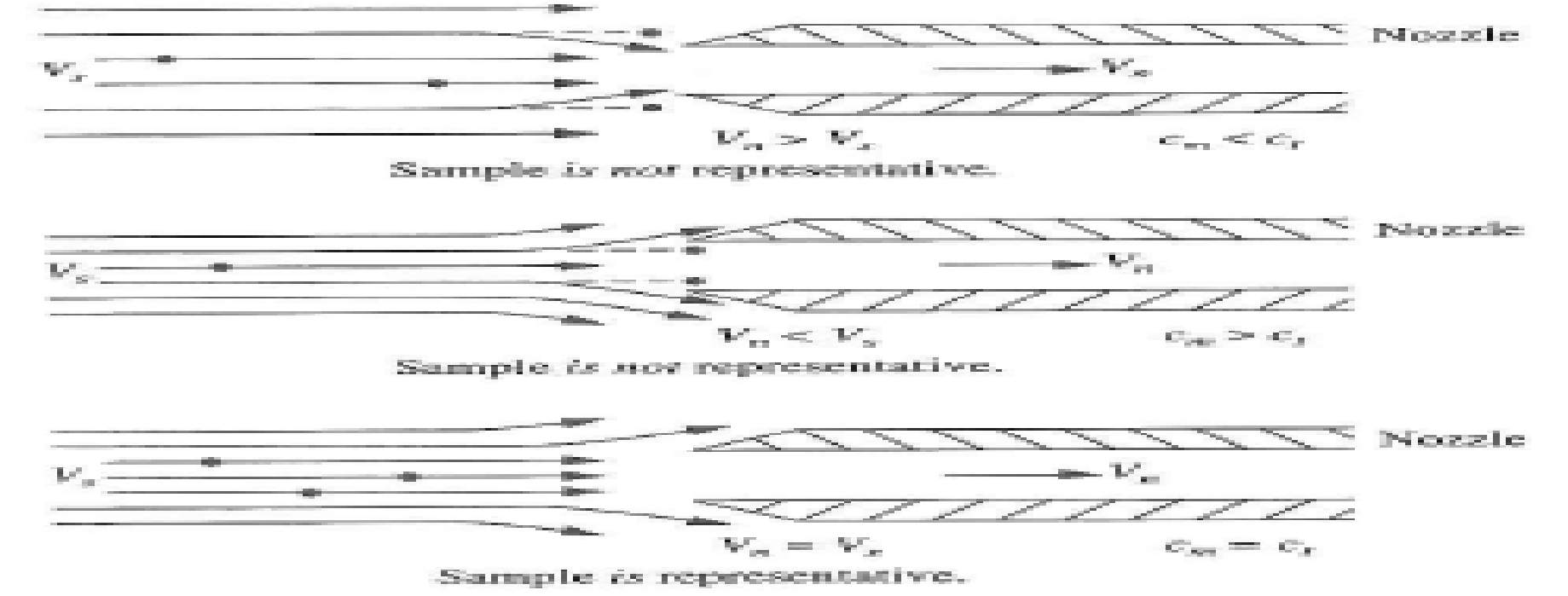
- ➢ İzokinetik örneklemelerde , örnekleme cihazlarının ilgili menülerine mutlak nem değeri girilmelidir. Mutlak nem değeri girilmez ise izokinetiklikten nem oranı kadar sapma olur.
- ➢ İzokinetiklik oranından sapma ile ilgili sınırlar metotlarda belirtilmektedir. Bu sınırlara uyulmalı, izokinetiklikten sapma sınırların dışına çıkmış ise örnekleme işlemi tekrarlanmalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

İzokinetiklik

- İzokinetik numune alma: Numune alma probunun girişindeki (nozuldaki) gaz hızı (vn) ve yönünün, bacadaki numune alma noktalarındaki gazın hızı (vs) ve yönü ile aynı olduğu akış hızında numune alma.

- Isokinetic oranı (%) = Gerçek örnekleme akış hızı /Gerekli numune akış hızı X 100



BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Hız Tayini

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 basıç farkını ölçmek için L tipi ve S tipi pitot tüpleri kullanılmaktadır.
Önemli Hususlar	Baca eksenine göre gaz akışının açısı 15°'den daha az olmalıdır Pitot tüpünün kullanılacağı kesit alanının her hangi bir noktasında ters akışı bulunmamalıdır. Asgarî hızın, akış hızı ölçümü için kullanılan metodun tayin sınırından daha yüksek olması, En yüksek ve en düşük mevzi gaz hızlarının birbirine oranının 3:1'den daha az olması. Borunun iç çapında, hızın ölçüldüğü yere alt ve üst akış da en az 5 hidrolik çap mesafede ani değişiklikler olmamalıdır. Her hız ölçme noktasındaki mutlak sıcaklık, borunun kesit alanındaki ortalamadan % 5'den daha fazla sapmamalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Hız Tayini

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.

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

Burada,

C: 129 (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

dır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Nem Tayini

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 Düzeneği	Isıtılmış ve bir parçacık filtresi ile donatılmış, paslanmaz çelik veya cam prob, Cam impinger serisi
Absorbans	Su
Analiz	Gravimetrik veya volumetrik
Açıklama	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. Örnekleme zincirinde kullanılan hortumda ve bağlantı ekipmanlarında yoğuşmanın olmamalıdır. Nemli baca gazının içerisindeki partikül maddenin alınmalıdır.. Bu nedenle partikül maddenin tutulması için filtre kartuşu kullanılır. Isıtmalı prob 120 ºC'ye veya daha fazla bir sıcaklığa ısıtılacak şekilde dizayn edilmelidir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Nem Tayini

Metot / Parametre	Nem (EPA 4)

Yoğunlaşan Su Buharı Hacmi:

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

$$= K_1 \; (V_f - V_i)$$

$K_1 = 0.001335 \; m^3/g$

V(wc)(std): Yoğunlaşan su buharı hacmi,m^3
Vf: İmpingerlerdeki son hacim (ml)
Vi: İmpingerlerdeki ilk hacim (ml)

Silika Jelde Toplanan Su Hacmi:

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

$$= K_3 \; (W_f - W_i)$$

$K_2 = 1.0 \; g/g$

$K_3 = 0.001335 \; m^3/g$

Vwsg(std): Silikajelde toplanan su hacmi, m^3
Wf: Son tartım(silika jel + impinger),g
Wi: İlk tartım(silika jel + impinger),g

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Nem Tayini

Metot / Parametre	Nem (EPA 4)

Numune gaz hacmi:

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

$$= K_4 \; Y \; \frac{V_m \; P_m}{T_m}$$

Vm(std): Numune gaz hacmi, m^3
K_4: 0.3855 ^{0}K/mmHg
Y: Kuru gaz ölçer kalibrasyon faktörü
Vm: Kuru gaz hacmi, m^3
Pm: Kuru gaz ölçerdeki mutlak basınç, mmHg
Tm: Kuru gaz ölçerdeki mutlak sıcaklık,^{0}K

Nem Muhtevası (Bws):

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

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.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Nem Tayini

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

VOC Tayini

Metot / Parametre	TS EN 13649 (Uçucu Organik Bilşikler)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (0,1-0,5 l/dk)
Örnekleme Düzeneği	Çelik prob
Absorbans	Aktik 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	Bu standard 0,5 - 2000 mg/m3 aralığındaki kütle derişimleri için kullanılır. Ölçülü bir hacimdeki gazda bulunan organik bileşikler aktif karbon üzerine adsorbe edilebilir olmalıdır. Ölçmelerde girişime neden olabilecek tanecik halindeki madde uzaklaştırılmalıdır. Suyun yoğuşması önlenmelidir. Absorbansdan geçen gazının sıcaklığı, adsorpsiyon süresince 40 °C'yi geçmemelidir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

VOC Tayini

Metot / Parametre	TS EN 13649 (Uçucu Organik Bilşikler)
Açıklama	Bacagazı yoğuşmaya neden olacak derecede nemli ise veya organik bileşiklerin kütle derişimlerinin sorbent borularının kapasitesini aşma riski varsa, seyreltme yapılmalıdır. 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. 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. Her bir organik bileşiğin absorbansı, çözücüsü ve analiz cihazı farklılıklar gösterebilir, aranılan parametreye göre absorbans ve çözücü belirlemek gerekmektedir. Bunun için MDHS 96 Niosh v.b. Kaynaklar kullanılabilinir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

VOC Tayini

Metot / Parametre	TS EN 13649 (Uçucu Organik Bilşikler)

MDHS 96

*Method name**	*Test compounds**	*Sorbent***	*Desorption solvent*
Dichlorodi-fluoromethane 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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Yanma Gazları Ölçümü

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Yanma Gazları Ölçümü

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

Metot / Parametre	EPA 5 (Baca dışı) / EPA 17 (Baca içi) (Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzeneği	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 105 ^{0}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.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

Metot / Parametre	TS ISO 9096 (Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzeneği	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf, kuvarz elyaf yada teflon filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 160 ^{0}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	%95-%115
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 kütlesinin gerçek numunede toplanan partikül kütlesine oranı 1/5 veya ELD değerinin % 10'dan büyük olmamalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

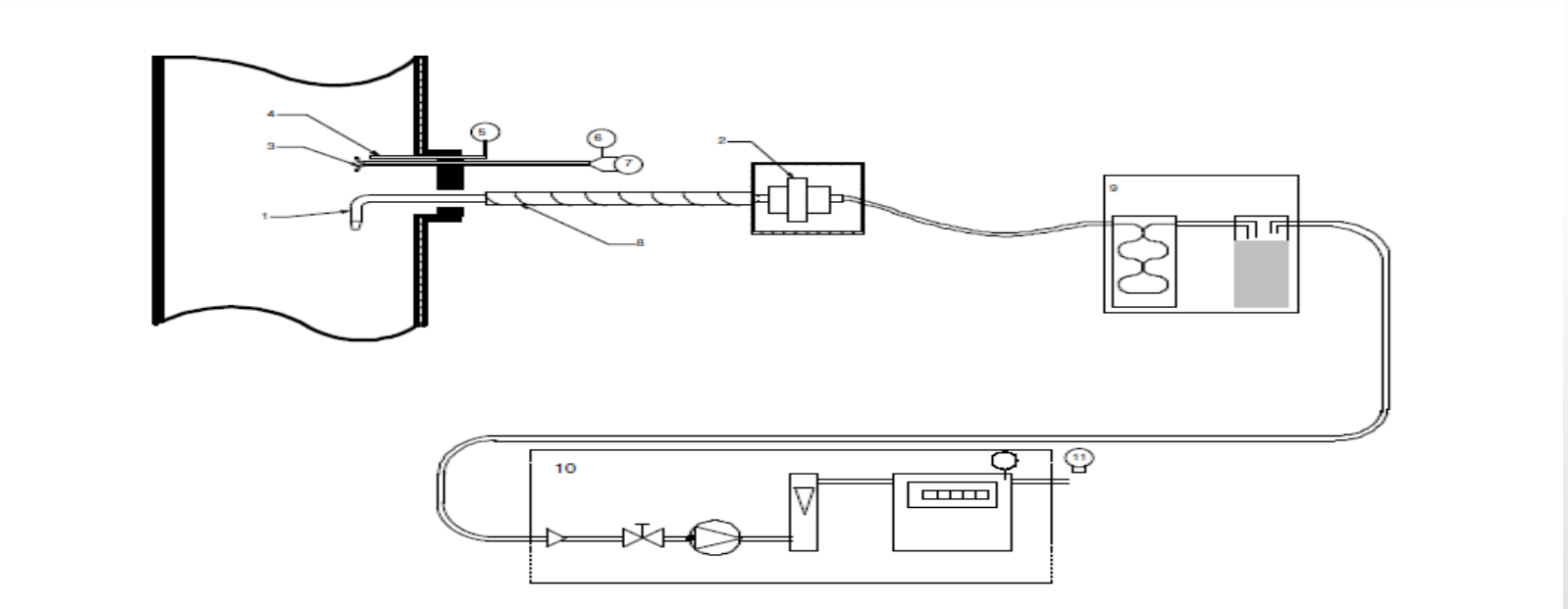
Partikül Madde (Toz) Tayini

Metot / Parametre	TS EN 13284-1(Partikül Madde)
Örnekleme Şekli	İzokinetik
Örnekleme Düzeneği	Cam, kuvarz veya çelik
Absorbans	Cam elyaf, kuvarz elyaf yada teflon filtre
Filtre Şartlandırma	Etüvde 160 ^{0}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 kütlesinin gerçek numunede toplanan partikül kütlesine oranı 1/5 veya ELD değerinin % 10'dan büyük olmamalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

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



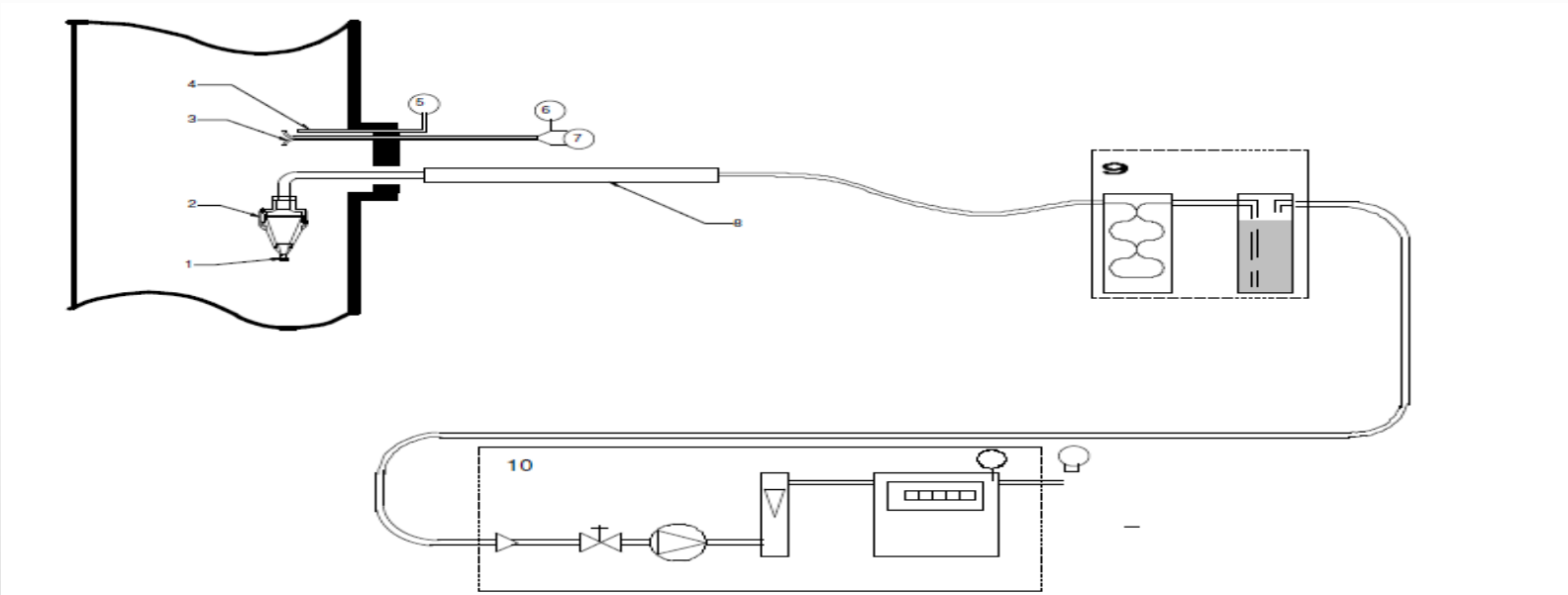
Baca Dışı Partikül Örnekleme

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

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



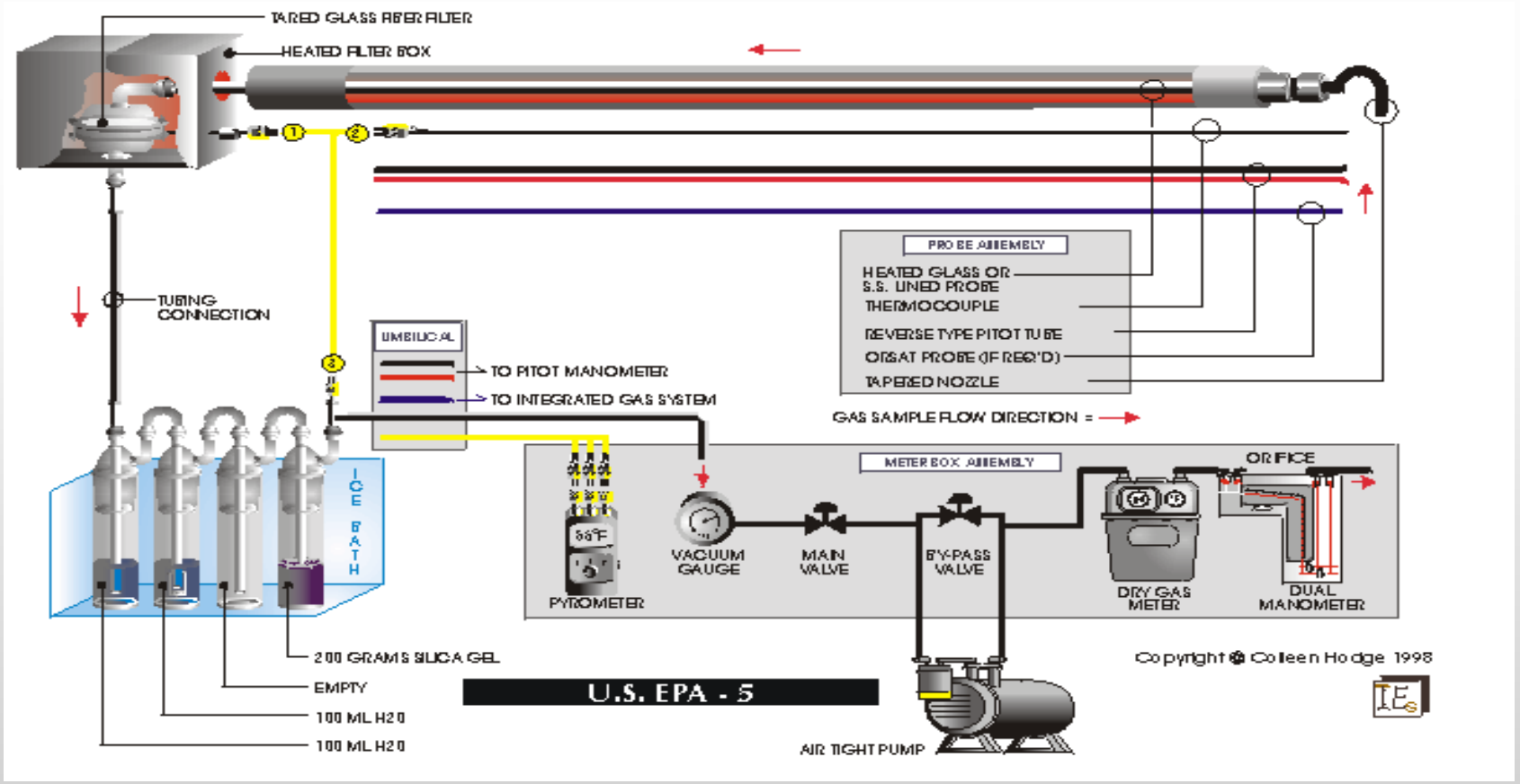
Baca içi Partikül örnekleme

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

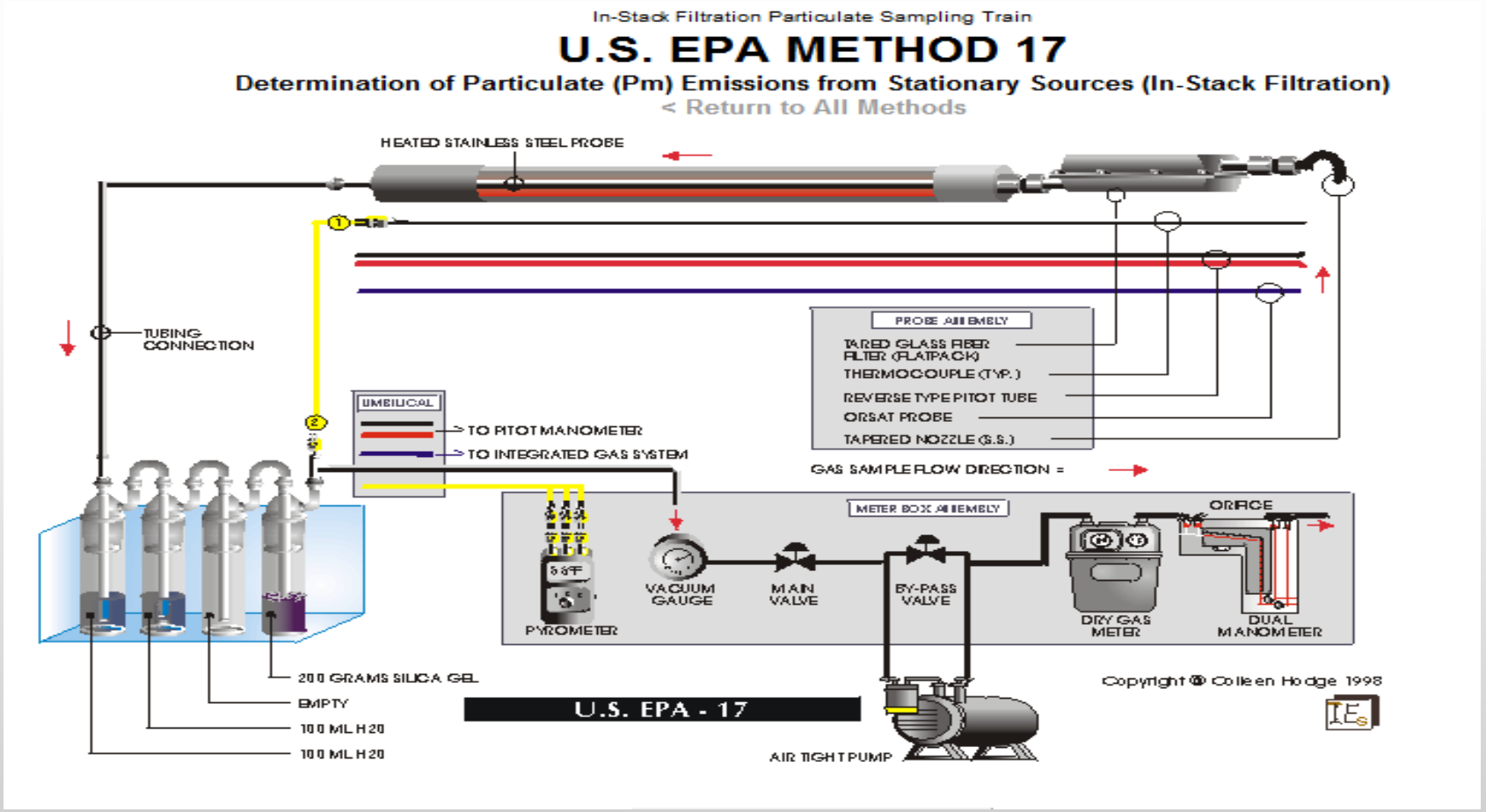
Metot / Parametre	EPA 5 Baca dışı (Partikül Madde)



BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Partikül Madde (Toz) Tayini

Metot / Parametre	EPA 17 Baca içi (Partikül Madde)



BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Ağır Metal Tayini

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 Düzeneği	Cam veya Kuvars Malzeme
Absorbans	HNO3/H2O2 Çözeltisi + KMNO4 / H2SO4 çöz(Hg Örneklenecekse)
Muhafaza	
Analiz	AAS, ICP-OES, ICP MS
Açıklama	ICP için yaklaşık analitik dedeksiyon limitleri : 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). AAS için yaklaşık analitik dedeksiyon limtileri: 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).

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Ağır Metal Tayini
EPA 29

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

[a]Mercury analysis only.
[1]Detection limit when analyzed by ICAP or GFAAS as shown in parentheses (see section 11.1.2).
[2]Detection limit when anaylzed 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 ÖRNEKLEMELERİ

Ağır Metal Tayini

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 Düzeneği	Cam, Kuvars, PTFE veya Titanyum Malzeme
Absorbans	HNO3/H2O2 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	Yöntem, 0,005 mg/m³ - 0,5 mg/m³ aralığında geçerlidir. Analitik prosedürler ve / veya numune alma prosedürleri, her element için tespit limitinin en az 1 µg / m³ olması gerektiği şekilde düzenlenmelidir. Üçüncü emici elemanın kütle konsantrasyonu toplamın % 10'undan fazla ise bir veya daha fazla element için örneklenen gaz konsantrasyonu, daha sonra genel sonuç reddedilir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Ağır Metal Tayini

TS EN 14385

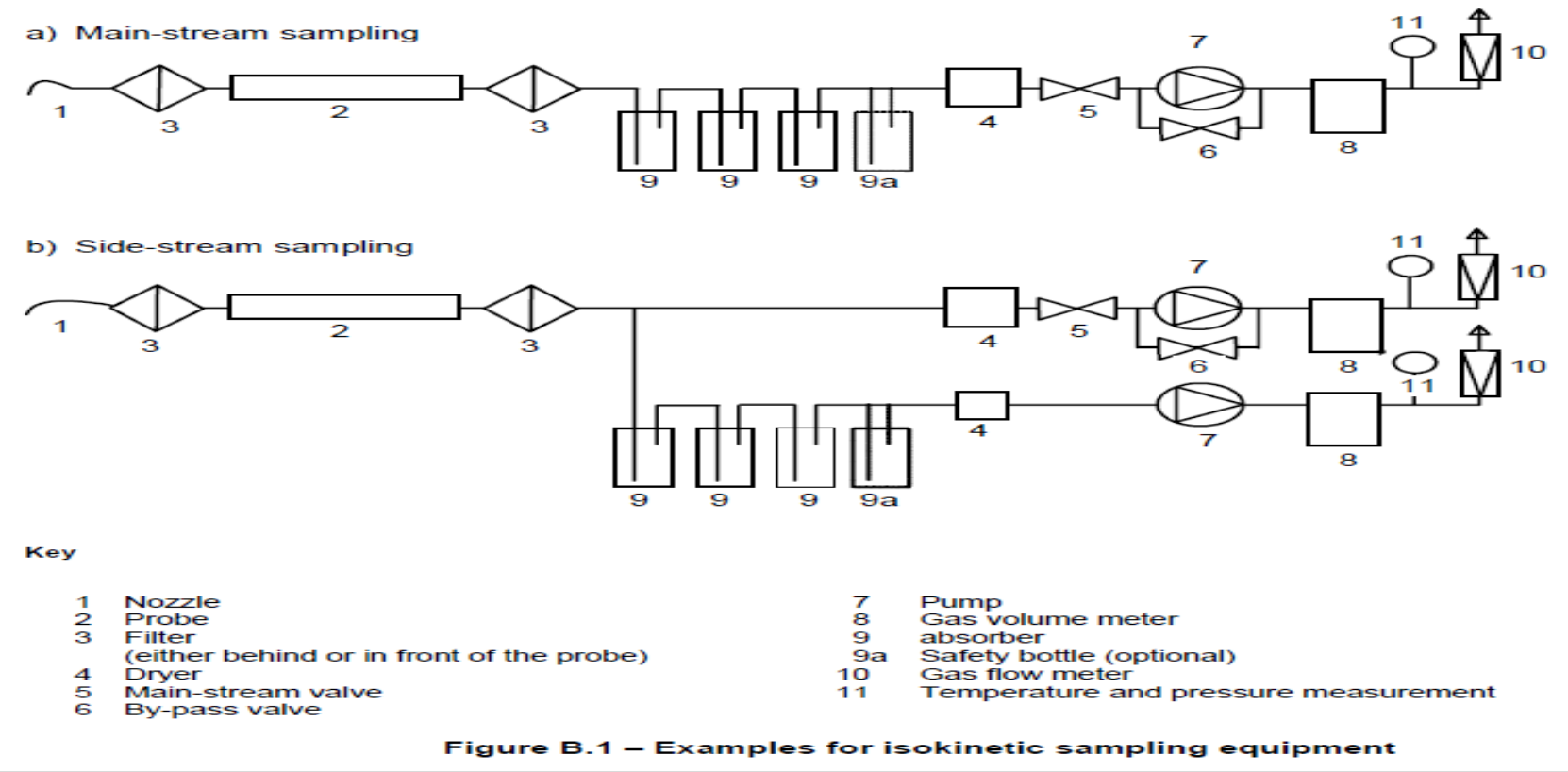


Figure B.1 – Examples for isokinetic sampling equipment

Eğer yan akışlı sistem seçilirse ana ve yan akış oranları ±%10 da sabit tutulmalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Halojen Tayini

Metot / Parametre	EPA 26A /Halojenler (HCl, Hbr, HF, Cl_2, Br_2,)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (EPA 5)
Örnekleme Düzeneği	Cam, Kuvars (Bağlantı elemanları Teflon olabilir.)
Absorbans	0,1 N H2SO4 ve 0,1 N NaOH
Muhafaza	Toplanan HCl ve Cl_2 4 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	İyon Kromotografisi
Açıklama	Sülfirik asit çözeltisi halidleri (HBR, HF, HCl) absorblarken Halojenlerin geçmesine izin verir, Sodyumhidroksit çözeltisi halojenleri absorblar. HCl için dedeksiyon limiti 0,2 µg/ml dir. Diğer parametrelerde HCl dedeksiyon limitine benzer olmalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

HCl Tayini

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/m³ ile 5000 mg/m³ arasında HCl konsantrasyonu için geçerlidir. İlk impingerda absorbans verimliliği % 95 den büyük olmalıdır. İmpingerlardaki numuneler ayrı ayrı analizlenmeli ve ilk impingerdaki absorbsiyon verinliliği % 95 den büyük olmalıdır. Bu şart sağlanmıyorsa izokinetik örnekleme yan akışlı olmak zorundadır. Şahit numune konsantrasyonu ELV' nin %10'ndan küçük olmalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

HF Tayini

Metot / Parametre	TS ISO 15713 (HF)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (2 -6 l/dk örnekleme debisi) İzokinetik (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzeneği	Cam, (Bağlantı elemanları PTFE olabilir.)
Absorbans	NaOH
Muhafaza	
Analiz	İyon Seçici Elektrot
Açıklama	Metot bacagazında 0,1 mg/m³ ile 200 mg/m³ arasında Flor konsantrasyonu için geçerlidir. Dedeksiyon limiti yaklaşık olarak 0,1 m³'lük bir numune hacmi ile 0,1 mg / m³ dür. Absorbans verimliliği % 95 den büyük olmalıdır. Şahit numune konsantrasyonu Ölçülen numune konsantrasyonunun %10'ndan küçük olmalıdır.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Amonyak Tayini

Metot / Parametre	EPA CTM 027 (NH3)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (EPA 17)
Örnekleme Düzeneği	Cam veya kuvarz (Bağlantı elemanları Teflon olabilir.)
Absorbans	0,1 N H_2SO_4
Muhafaza	Numuneler 4 ^{O}C'de taşınmalı ve saklanmalı en geç 2 hafta içinde analiz edilmelidir.
Analiz	İyon Kromotografi
Açıklama	2. İmpingerda ölçülen konsantrasyon 1. impingerda ki konsantrasyonun % 10'undan büyük ise 3. impingerda analiz edilmelidir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

Formaldehit Tayini

Metot / Parametre	EPA 323 (Formaldehit)
Örnekleme Şekli	Sabit Akış (0,2 ile 0,4 l/dk)
Örnekleme Düzeneği	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	

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

PAH Tayini

Metot / Parametre	ISO 11338-1 (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar - PAH)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (TS ISO 9096)
Örnekleme Düzeneği	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 ºC'de saklanmalıdır.
Analiz	ISO 11338-2 Metoduna göre Ekstraksiyonu ve analizi yapılır. HPLC veya GC MS
Açıklama	

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

PAH Tayini

Metot / Parametre	ISO 11338-1 (Polisiklik aromatik hidrokarbonlar - PAH)
Önemli Hususlar	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 150ºC'de kurutulur. 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. Absorbans olarak XAD-2 kullanılıyorsa Absorbansdan geçen gaz hızı n fazla 34 cm/s olmalıdır. Absorbans olarak PU Köpük kullanılıyorsa Absorbansdan geçen gaz hızı n fazla 30 cm/s olmalıdır. Her bir örnek alımından sonra prob temizlenmelidir. Probun çalkalandığı sular, diğer numunelere analiz için eklenmelidir.

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

PCDD/DF Tayini

Metot / Parametre	TS EN 1948 -1 (Dioksin ve furanlar - PCDD/PCDF)
Örnekleme Şekli	İzokinetik (TS EN 13284-1)
Örnekleme Düzeneği	Cam, Kuvarz ya da 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.

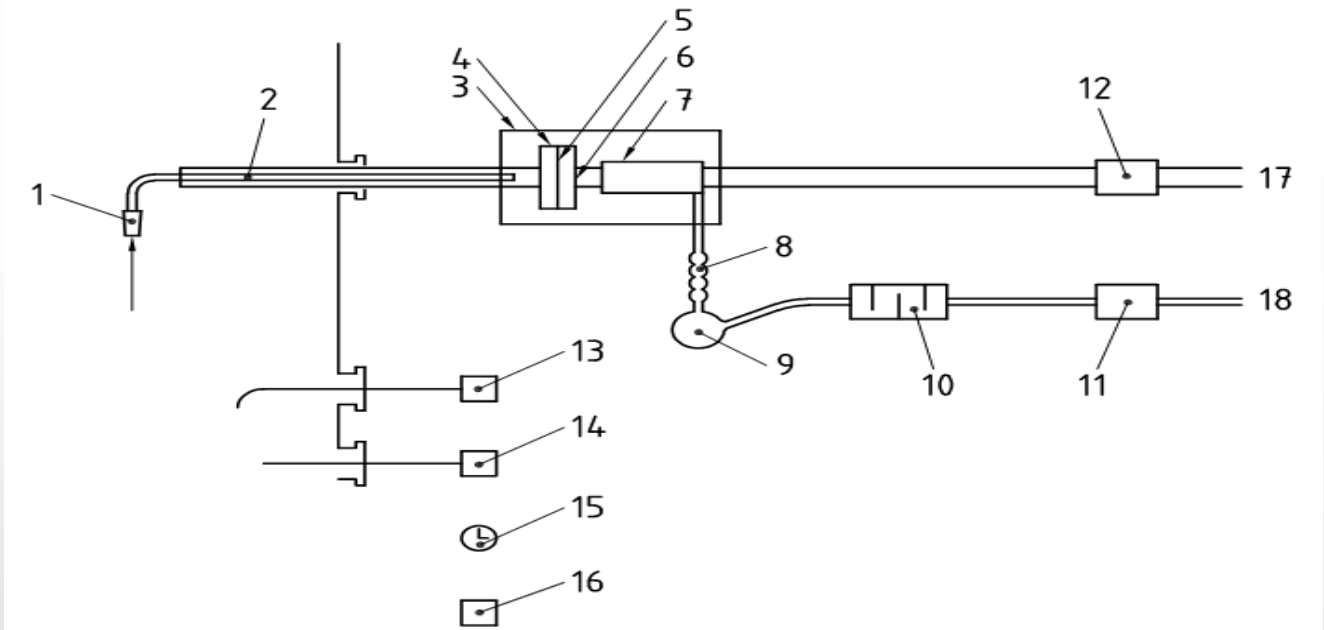
BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

PCDD/DF Tayini

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

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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)

BACAGAZI ÖLÇÜM VE ÖRNEKLEMELERİ

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

Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

mustafa.altundag@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Giriş;

Ölçüm ve analizler kapsamında; ölçüm sonuçlarının doğru değerlendirilmesi, bu sonuçlarının güvenilir olmasına bağlıdır. Her ölçüm ve analizde belirli bir şüphe payı bulunmaktadır. Ölçülen veya hesaplanan bu değerin belirsizliğini tahmin etmek için İstatistiki ve istatistiksel analiz konularının iyi bir şekilde anlaşılması gerekir.

Bu sunumda, bundan sonra anlatılacak konuların daha iyi kavranabilmesi için ölçümdeki belirsizliği hesaplamanıza ve sonuçlarınızı değerlendirmenize yardımcı olacak bazı istatistiksel kural ve fonksiyonlar anlatılacaktır. Bazı fonksiyonlar belirsizliği tahmin etmek için, bazıları ise sonuçları değerlendirmek için kullanılmaktadır.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Konular;

Ortalama
Varyans
Standart Sapma
Numune Boyutu Belirleme
Serbestlik derecesi
Karelerin Toplamının
Kök Kareler Toplamları
Toplanmış Varyans
Özgürlüğü Etkili Dereceleri
Doğrusal İnterpolasyon
Doğrusal regresyon
Duyarlılık Katsayısı
Kovaryans
Korelasyon
Korelasyon Katsayısı (R)
Determinasyon Katsayısı (R 2)
Merkezi Limit Teoremi
Ortalama Standart Sapma
Güven Aralıkları
Z-Score
T-Score
Student'in T Distribution
Olasılık Dağılımları

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Ortalama:

Bir veri kümesindeki elamanların değerlerinin toplamının, eleman sayısına bölümü ile bulunan merkezi sayıdır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

Varyans:

Bir veri kümesindeki sayılar arasında dağılımı gösterir bir ölçüdür.

Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Standart Sapma:

Bir veri kümesinin ortalamasından dağılımının bir ölçüsüdür. Bir veri kümesini analiz ederken ve ortalama rasgele değişkenliği bilinmesi gerektiğinde kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi:

Hedeflenen standart sapmaya göre toplanması gereken örnek sayısının hesaplanmasıdır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$n = \frac{t^2\sigma^2}{d^2}$$

1. İstenilen güven seviyesi (t tablosundan) (t).
2. İstenilen hata payını (d).

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Ortalama:

10 okuma yapılan veri setinde, veri setinin ortalamasını bulunuz?

16, 19, 18, 16, 17, 19, 20, 15, 17 ve 13

Toplam= 170

Ortalama=170/10=17

Aynı veri setinin varyansını bulunuz?

Bir veri kümesindeki sayılar arasında dağılımı gösterir bir ölçüdür.

Her okumadan ortalama değeri çıkarın; -1 +2 +1 -1 0 +2 +3 -2 0 -4

Karelerini alın; 1, 4 ,1, 1, 0 ,4, 9, 4 ,0 ,16. ve toplayın; 40

Bulunan değeri örnek sayısına bölün= 40/10=4,44 ve karekökünü alın σ=2,1 bulunur.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Standart Sapma:

Aynı veri setini kullanalım. σ yerine s olarak gösterelim. Her okumadan ortalama değeri çıkarıp, karelerini alıp, toplama işlemini aynen yapalım. Buradaki fark veri sayısının 1 eksilterek bölme işlemini yapılmasıdır;

40/9=4,44 karekökünü alalım sonuç; s=2,1

Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi: Bir araştırmacı, bir baskülde tartım sonuçlarının %95 güven seviyesi ve ±60 gram sapma ile belirlemek istemektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada benzer bir bölgede tartım sonuçlarının standart sapması 600 gram olarak tespit edilmiştir. Örneklem büyüklüğü ne olmalıdır?

n= (1,96)^2*(600)^2/(60)^2=384

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Serbestlik Derecesi:

Bir istatistiksel modeldeki değişim olasılıklarını tarif eder. Ortalama, standart sapma vb. gibi istatistiksel tahminlerin önemini belirlemesi ve güven aralıklarını tahmin etmek için yaygın olarak serbestlik dereceleri kullanılır.

$$\nu = n - 1$$

n: Veri setindeki veri sayısı.

Kareler Toplamı:

Çeşitli faktörlerden oluşan toplam varyasyonun bilinmesi gerektiğinde kullanılır. Diğer taraftan bir modelin kalıntı hatasını değerlendirmek için genellikle regresyon analizinde kullanılır. Kare hataların, belirsizliklerin ve (veya) toleransların toplamı. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$SS = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Karelerin Kök Toplamı:

Kare hataların, belirsizliklerin ve (veya) toleransların toplamının kareköküdür. Belirsizlik, hata veya tolerans analizi için ilişkilendirilmemiş etkilerin toplam varyasyonunu hesaplamak için kullanılan istatistiksel fonksiyondur. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$RSS = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2}$$

Havuzlanmış Varyans:

Ortalama standart sapmanın hesaplanması için kullanılır. Bu tür hesaplamalarda normal ortalama işlevi kullanılamaz. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \nu_i \cdot \sigma_i^2}{\sum_{i=1}^{n} \nu_i}}$$

vi: **Serbetlik Dereceleri**

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Etkili Özgürlük Derecesi:

T-dağılımının yaklaştığı bir değişken için yaklaşık Serbestlik derecesidir. Kapsam faktörü bulmak için Student-T dağılımı kullanıldığında, Etkili serbestlik derecelerinizi tahmin etmek için Welch-Satterthwaite denklemini kullanılır. Asağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\nu_{eff} = \frac{u_{c(y)}^4}{\sum_{i=1}^{n} \frac{c_i^4 u_{(x_i)}^4}{\nu_i}}$$

Uc: Bileşik belirsizlik

Ci: Duyarlılık katsayısı

U(Xi): Standart Belirsizlik

Vi: Serbestlik derecesi

Doğrusal Enterpolasyon:

Bilinen iki veri noktası arasında yeni veri noktalarının tahminidir. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$y_i = \beta_1 \cdot x_i + \beta_0$$

$$\beta_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\beta_0 = y_1 - \beta_1 \cdot x_1$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Etkili Özgürlük Derecesi:

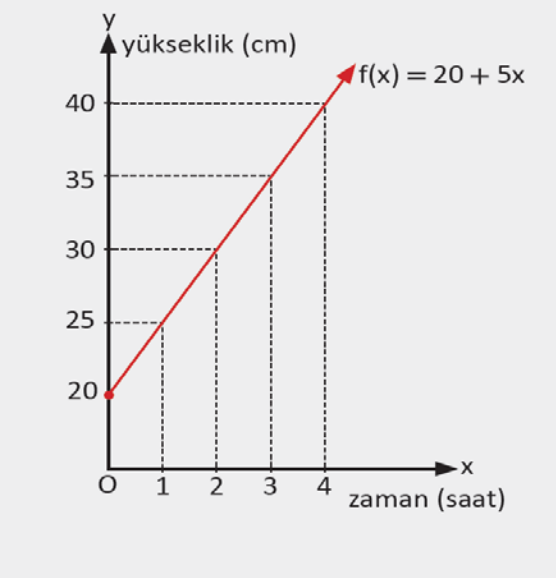
Belirsizlik Analizi: CMC (Kalibrasyon ve Ölçüm Yeteneği)

	Belirsizlik Bileşenleri	Sensitivity Coefficient (duyarlılık katsayısı)	Değer	Birim	Tip	ribution (dağılsor (Bö		Std Uncertainty	Degrees of Freedom (serbestlik derecesi)	Significance Check (Önem Kontrolü)
		(c_i)	(x_i)					$u(x_i)$	υ	
1	Repeatability (ölçümün tekrarlanabilirliği)	1	0,000102	kPa	A	Normal 1	1,000	0,000102	19	0,0%
2	Reproducibility(ölçümün tekrar gerçekleştiri	1	0,000174	kPa	A	Normal 1	1,000	0,000174	3	0,1%
3	Stability (ölçüm cihazının kararlılığı)	1	0,005000	kPa	B	Normal 1	1,000	0,005000	99	99,8%
								$u_c(y)$	υ_{eff}	
Birleşik Belirsizlik (RSS yöntemi)								0,0050	99,3	100,0%
Genişletme katsayısı (k)								1,984		
Genişletilmiş belirsizlik $\lvert ku_c(y) \rvert$								0,010	kPa	

$$Veff = \frac{0{,}0050\text{^}4}{\frac{0{,}000102\text{^}4}{19} + \frac{0{,}000174\text{^}4}{3} + \frac{0{,}0050\text{^}4}{99}} = 99$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Doğrusal Enterpolasyon:



$$\beta_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\beta_0 = y_1 - \beta_1 \cdot x_1$$

$$\beta_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{f(3) - f(1)}{3 - 1} = \frac{35 - 25}{2} = 5$$

$\beta_0 = y_1 - \beta_1 \cdot x_1$ **= 25-5*1= 20**

$$y_i = \beta_1 \cdot x_i + \beta_0$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Doğrusal Regresyon:

Belirli bir popülasyon için bağımlı değişken (y) ile bir veya daha fazla bağımsız değişken (x) arasındaki ilişkiyi tahmin etmek için bir prosedürdür. İkiden fazla veri noktası kullanarak belirsizlik için bir tahmin modeli bulunması gerekiyorsa, daha doğru doğrusal denklem bulmak için doğrusal regresyon kullanılmalıdır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$y_i = \beta_1 \cdot x_i + \beta_0$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}[(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})]}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \cdot \bar{x}$$

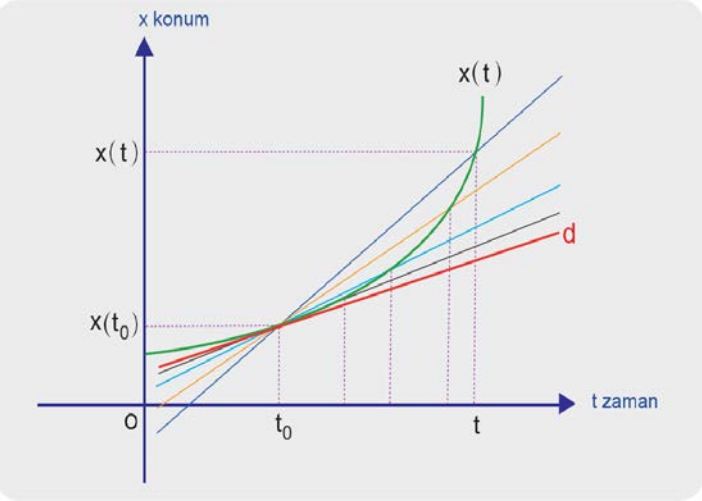
Duyarlılık Katsayısı:

Bireysel değişken (yani belirsizlik katkısı) arasındaki ilişki ile nihai sonuç üzerindeki etkisini ilişkilendiren bir faktör. Yani duyarlılık katsayıları, belirsizlik etkilerini birleşik belirsizliği hesaplamadan önce benzer ölçüm birimlerine dönüştürmek için kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$c_i = \frac{\delta f_i}{\delta x_i}$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Duyarlılık Katsayısı:



x(t) fonksiyonunun t0 ve t. zamanlar arasındaki değişim oranının (t0,x(t0)) ve (t,x(t)) noktalarından geçen doğrunun eğimi olduğu belirtilmişti. Yukarıdaki grafik incelendiğinde t, t0 a yaklaşırken

$$\lim_{t \to t_0} \frac{x(t) - x(t_0)}{t - t_0}$$

limitinin değerinin eğrinin t0 noktasındaki teğeti olan d doğrusunun eğimine eşit olduğu görülür. O hâlde bir fonksiyonun herhangi bir noktasındaki türevi, fonksiyonun o noktadaki teğetinin eğimine eşittir.

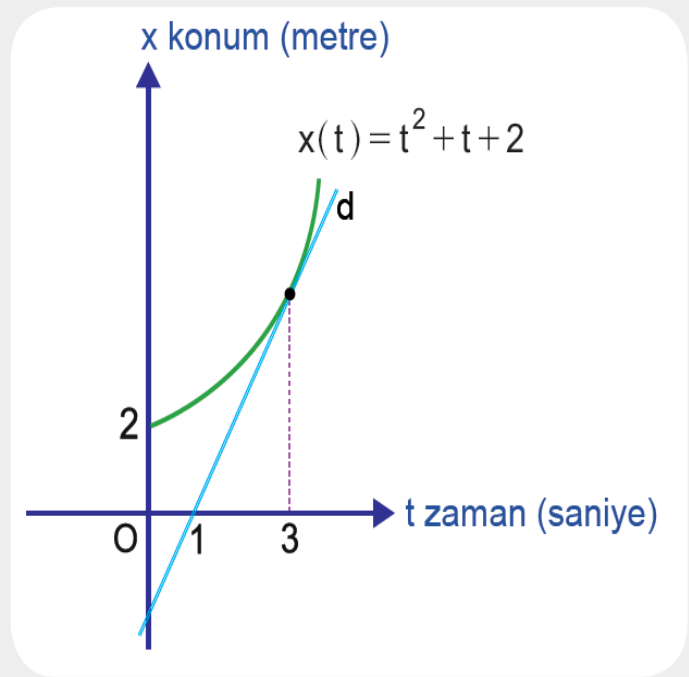
Böylece f fonksiyonun x = **a** noktasındaki türevi

$$f'(a) = \lim_{x \to a} \frac{f(x) - f(a)}{x - a}$$

biçiminde tanımlanır.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Duyarlılık Katsayısı:



$$f'(a)=\lim_{x\to a}\frac{f(x)-f(a)}{x-a}$$

Yanda doğrusal olarak hareket eden bir hareketliye ait konum-zaman grafiği ve grafiğe t=3 noktasında çizilen teğeti verilmiştir.
Bu hareketlinin zamana bağlı konumu x(t)=t^2+t+2 fonksiyonu ile tanımlandığına göre bu hareketlinin 3. saniyedeki anlık hızının (anlık değişim oranı) kaç m/sn olduğunu bulunuz.

$$f'(t_0)=\lim_{t\to t_0}\frac{f(t)-f(t_0)}{t-t_0}\Rightarrow f'(3)=\lim_{t\to 3}\frac{f(t)-f(3)}{t-3}$$

$$=\lim_{t\to 3}\frac{t^2+t+2-14}{t-3}$$

$$=\lim_{t\to 3}\frac{t^2+t-12}{t-3}\qquad \left(\frac{0}{0}\text{ belirsizliği}\right)$$

$$=\lim_{t\to 3}\frac{(t-3)(t+4)}{t-3}$$

$$=7\text{ m/sn. bulunur.}$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

$a \in \mathbb{R}$ ve $n \in \mathbb{Q}$ olmak üzere

$$f(x) = a \cdot x^n \text{ ise } f'(x) = a \cdot n \cdot x^{n-1} \text{ olur.}$$

$$(x^n - y^n) = (x - y)(x^{n-1} + x^{n-2} \cdot y + x^{n-3} \cdot y^2 + \ldots + x \cdot y^{n-2} + y^{n-1})$$

özdeşliği ve türev tanımı kullanılarak $f'(x) = a \cdot n \cdot x^{n-1}$ eşitliği elde edilir.

CASE/FUNCTION	PROPAGATED ERROR
$z = ax \pm b$	$\delta z = a \cdot \delta x$
$z = x \pm y$	$\delta z = [(\delta x)^2 + (\delta y)^2]^{\frac{1}{2}}$
$z = cxy$	$\frac{\delta z}{z} = \left[\left(\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\delta y}{y}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$
$z = c\frac{x}{y}$	$\frac{\delta z}{z} = \left[\left(\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\delta y}{y}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$
$z = cx^a$	$\frac{\delta z}{z} = a\frac{\delta x}{x}$
$z = cx^a y^b$	$\frac{\delta z}{z} = \left[\left(a\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \left(b\frac{\delta y}{y}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$
$z = \sin x$	$\frac{\delta z}{z} = \delta x \cot x$
$z = \cos x$	$\frac{\delta z}{z} = \delta x \tan x$
$z = \tan x$	$\frac{\delta z}{z} = \frac{\delta x}{\sin x \cos x}$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

I = V/R

V = 1.000034 V , V = 0.000025V

R = 0.100012 Ohm R = 0.0000074 Ohm

I= 9.999140 A

$$\delta y = \sqrt{\left(\frac{\delta x_1}{|x_1|}\right)^2 + \left(\frac{\delta x_2}{|x_2|}\right)^2}$$

$$\delta I = \sqrt{\left(\frac{\delta V}{|V|}\right)^2 + \left(\frac{\delta R}{|R|}\right)^2}$$

$$u_i = \sqrt{\left|\frac{0.000025}{1.000034}\right|^2 + \left|\frac{0.0000074}{0.100012}\right|^2}$$

$$u_i = \sqrt{0.0025\%^2 + 0.0074\%^2}$$

$$u_i = 0.0078\%$$

9.999140 A ± 0.00078 A

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Kovaryans:

Bir değişkenin bir denklemin sonucuna ne kadar etkisi olduğununun yani iki veya daha fazla rastgele değişken kümesi arasındaki Korelasyonun Gücünün ölçüsüdür. Pozitif bir kovaryans, değişkenlerin pozitif olarak ilişkili olduğu anlamına gelirken, negatif bir kovaryans, değişkenlerin ters yönde ilişkili olduğu anlamına gelir. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$COV_{(x,y)} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})\,(y_i - \bar{y})}{n-1}$$

Korelasyon:

İki değişken büyüklüğün birbirine bağımlılığının gücünü ölçen miktardır. Yani ki veya daha fazla değişkenin ilişkilendirildikten sonra, bağımlılığın gücünü değerlendirilmesinde kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$COR(X,Y) = \frac{COV(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Korelasyon Katsayısı (R):

İki değişken büyüklüğün doğrusal Bağımlılık gücünü ölçen katsayıdır. Regresyon yaptıktan sonra, iki değişkenin birbirinden etkilenip etkilenmediğini anlamak ve ilişkilerinin gücünü ve yönünü bulmak için korelasyon katsayısı kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left((x_i - \bar{x})^2 \cdot (y_i - \bar{y})^2\right)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

Tespit Katsayısı (R^2):

X çıkış değişkeninden tahmin edilebilen y çıkış değişkenindeki Varyans Oranı. Yani ölçüm işlevinizi modelleyen bir denklem bulduktan sonra, bu katsayısı, uyumun iyi olup olmadığını belirlemek için en sık kullanılan işlevdir. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Tespit Katsayısı (R^2) Değerlendirme Kuralları:

X çıkış değişkeninden tahmin edilebilen y çıkış değişkenindeki Varyans Oranı. Yani ölçüm işlevinizi modelleyen bir denklem bulduktan sonra,bu katsayısı, uyumun iyi olup olmadığını belirlemek için en sık kullanılan işlevdir.

Değerlendirme Kuralları

1) 0 değeri, bağımlı değişkenin y'nin bağımsız değişkenden x tahmin edilemeyeceği anlamına gelir.
2) 1 değeri, bağımlı değişkenin y bağımsız değişkenden x hatasız olarak tahmin edilebileceği anlamına gelir.
3) 0 ile 1 arasındaki bir değer, bağımlı değişkenin öngörülebilir olduğunu (ör. 0.90, y varyansının % 90'ının x‘ den tahmin edilebilir olduğunu) gösterir

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

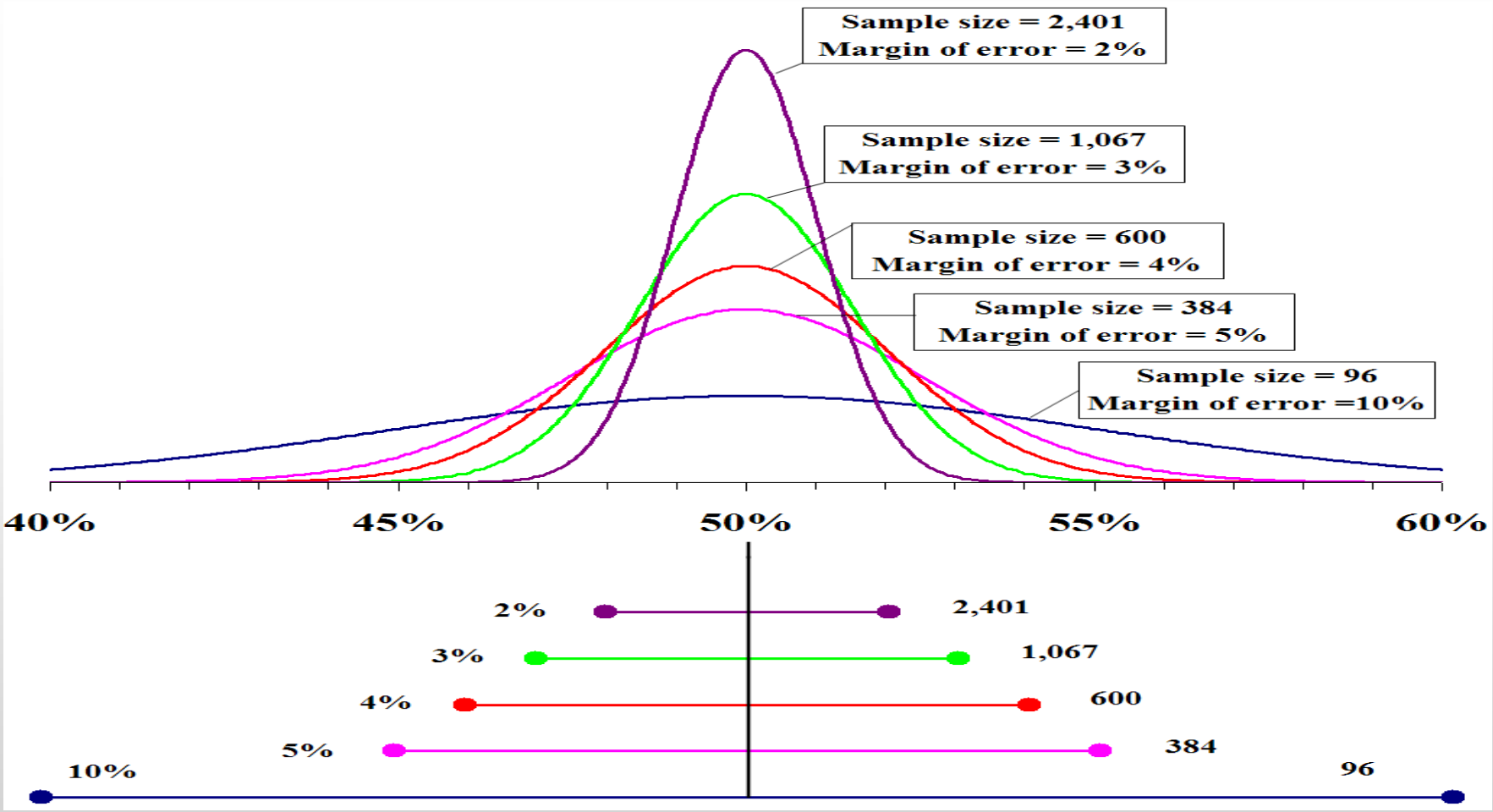
Merkezi Limit Teoremi:

Belirsizliği tahmin ederken, birçok farklı olasılık dağılımını birleştirilmesi gerekir. Buradan yola çıkarak yaptığımız belirsizlik tahmininin normal bir dağılıma ne kadar yaklaştığını anlamak için bu teoremin bilinmesi gerekir.

Merkezi Limit Teoremi, bir ana veri setinden rastgele tekrarlamalı n sayıda örnek alınırsa, n sayısı kadar büyük olursa o kadar alınan örneklerin ortalaması, ana veri setinin ortalamasına ve standart sapması da ana veri setinin standart sapmasının karekök n'ye bölümüne yaklaşık olarak eşit olduğu normal bir dağılım gösterecektir.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Merkezi Limit Teoremi:



ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Ortalamanın Standart Sapması:

Aynı popülasyondan birden fazla numune alınmışsa, numune arasındaki değişkenliğin tahmini için kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Güven Aralığı:

Bilinmeyen bir popülasyon parametresini içermesi muhtemel tahmini bir değer aralığı, tahmini aralık belirli bir örnek veri kümesinden hesaplanır.

Denklemi:

$$p = 1 - \alpha/2$$

$$\alpha/2 = \frac{1 - C}{2}$$

Bilinen bir standart sapma için: ·

$$\left(\bar{x} - z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

Bilinmeyen bir standart sapma için:

$$\left(\bar{x} - t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Student T Dağılımı:

Örneklem büyüklüğü küçük olduğunda ve/veya popülasyon varyansı bilinmediğinde popülasyon parametrelerini tahmin etmek için kullanılan bir olasılık dağılımıdır. Özgürlük derecelerine göre güven aralıkları oluşturmak için kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$t_{(\alpha,n-1)}$$

$$Pr\left(\bar{x} - t_{(\alpha,n-1)} < \mu < \bar{x} + t_{(\alpha,n-1)}\right)$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Ortalaması 50 standart sapması 8 olan ve n=25 gözlemden oluşan bir örnek veri setine sahip olunsun. Populasyon için %95'lik güven aralığı oluşturunuz

$$\bar{X} - t_{\alpha/2,n-1}\frac{S}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{X} + t_{\alpha/2,n-1}\frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$50 - 2.0639\frac{8}{\sqrt{25}} \le \mu \le 50 + 2.0639\frac{8}{\sqrt{25}}$$

$$46.69 \le \mu \le 53.30$$

esi SBF,
Ders Notları Prof. Dr. Onur Ozsoy 2002-2003 GYY

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Güven Aralığı:

10 adet seçilmiş ve ortalamalarının 490 ppm olduğu, ve varyansı 10 ppm olarak hesaplanmıştır. Buna göre bu laboratuvarda yapılan tüm SO_2 doğrulama sonuçları % 99 güven düzeyinde hangi aralıkta kalmaktadır?

$n = 10 \qquad S^2 = 10 \qquad \alpha = 0.01$

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{10}{10}} = 1$$

$$\mu_{alt} = \bar{X} - S_{\bar{x}} . Z_{\alpha/2}$$

$$= 490 - (1 \cdot Z_{0.01/2})$$

$$= 490 - (1 . 2.57)$$

$$= 487.4$$

$$\mu_{üst} = 490 + (1 . 2.57)$$

$$= 492,5$$

Laboratuvar SO2 doğrulamalarının ortalaması %99 olasılıkla 487,4 ile 487,5 ppm arasındadır.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Kritik Değerler Z Tablosu:

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1.00	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.10	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.20	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.30	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.40	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.50	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.60	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.70	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.80	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.90	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.00	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.10	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.20	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.30	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.40	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.50	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.60	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.70	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.80	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.90	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.00	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.10	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.20	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995

Confidence Level	Z Value
90%	1.65
95%	1.96
95.45%	2.00
99%	2.58
99.73%	3.00
99.9%	3.29

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Öğrenci T Masası:

Confidence	90	95	95.45	99	99.73
alpha	0.1000	0.0500	0.0455	0.0100	0.0027
df					
1	6.314	12.706	13.968	63.657	235.784
2	2.920	4.303	4.527	9.925	19.206
3	2.353	3.182	3.307	5.841	9.219
4	2.132	2.776	2.869	4.604	6.620
5	2.015	2.571	2.649	4.032	5.507
6	1.943	2.447	2.517	3.707	4.904
7	1.895	2.365	2.429	3.499	4.530
8	1.860	2.306	2.366	3.355	4.277
9	1.833	2.262	2.320	3.250	4.094
10	1.812	2.228	2.284	3.169	3.957
11	1.796	2.201	2.255	3.106	3.850
12	1.782	2.179	2.231	3.055	3.764
13	1.771	2.160	2.212	3.012	3.694
14	1.761	2.145	2.195	2.977	3.636
15	1.753	2.131	2.181	2.947	3.586
16	1.746	2.120	2.169	2.921	3.544
17	1.740	2.110	2.158	2.898	3.507
18	1.734	2.101	2.149	2.878	3.475
19	1.729	2.093	2.140	2.861	3.447
20	1.725	2.086	2.133	2.845	3.422
21	1.721	2.080	2.126	2.831	3.400
22	1.717	2.074	2.120	2.819	3.380
23	1.714	2.069	2.115	2.807	3.361
24	1.711	2.064	2.110	2.797	3.345
25	1.708	2.060	2.105	2.787	3.330
26	1.706	2.056	2.101	2.779	3.316
27	1.703	2.052	2.097	2.771	3.303
28	1.701	2.048	2.093	2.763	3.291
29	1.699	2.045	2.090	2.756	3.280
30	1.697	2.042	2.087	2.750	3.270
40	1.684	2.021	2.064	2.704	3.199
50	1.676	2.009	2.051	2.678	3.157
60	1.671	2.000	2.043	2.660	3.130
70	1.667	1.994	2.036	2.648	3.111
80	1.664	1.990	2.032	2.639	3.096
90	1.662	1.987	2.028	2.632	3.085
100	1.660	1.984	2.025	2.626	3.077
1000	1.646	1.962	2.003	2.581	3.007
∞	1.645	1.960	2.000	2.576	3.000

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Z-Skor:

Bir veri setindeki ortalama ile bir değerin ilişkisinin (kümedeki sayısal verilerin, ortalamanın ne kadar altında ya da üstünde kaç standart sapma olduğunu) istatistiksel olarak ölçülmesidir. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$z_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{\sigma}$$

T-Skor:

Tahmini bir parametrenin ayrık değerinden ve standart hatasından ayrılma oranı. Yani Bir sonucun ortalamadan ne kadar uzak olduğunu belirlemek için başka bir yöntem T-skorudur. Z-skoru yerine T-skorunu kullanmanın avantajı, sonuçları değerlendirmek ve açıklamak genellikle daha kolaydır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Z-Skor:

Bir laboratuvar ortalaması 70 ve standart sapması 2 olan bir analiz sonucunu 77, ortalaması 50 ve standart sapması 1,6 olan analiz sonucunu 58 olarak bulunmuştur. Hangi sonuç daha başarılıdır?

$$z_i = \frac{(y_i - \bar{y})}{\sigma}$$

Z1= (77-70)/2 = 3,5

Z2= (58-50)/1,6=5

58 bulunan analiz daha başarılıdır.

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Student T Dağılımı:

Örneklem büyüklüğü küçük olduğunda ve/veya popülasyon varyansı bilinmediğinde popülasyon parametrelerini tahmin etmek için kullanılan bir olasılık dağılımıdır. Özgürlük derecelerine göre güven aralıkları oluşturmak için kullanılır. Aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

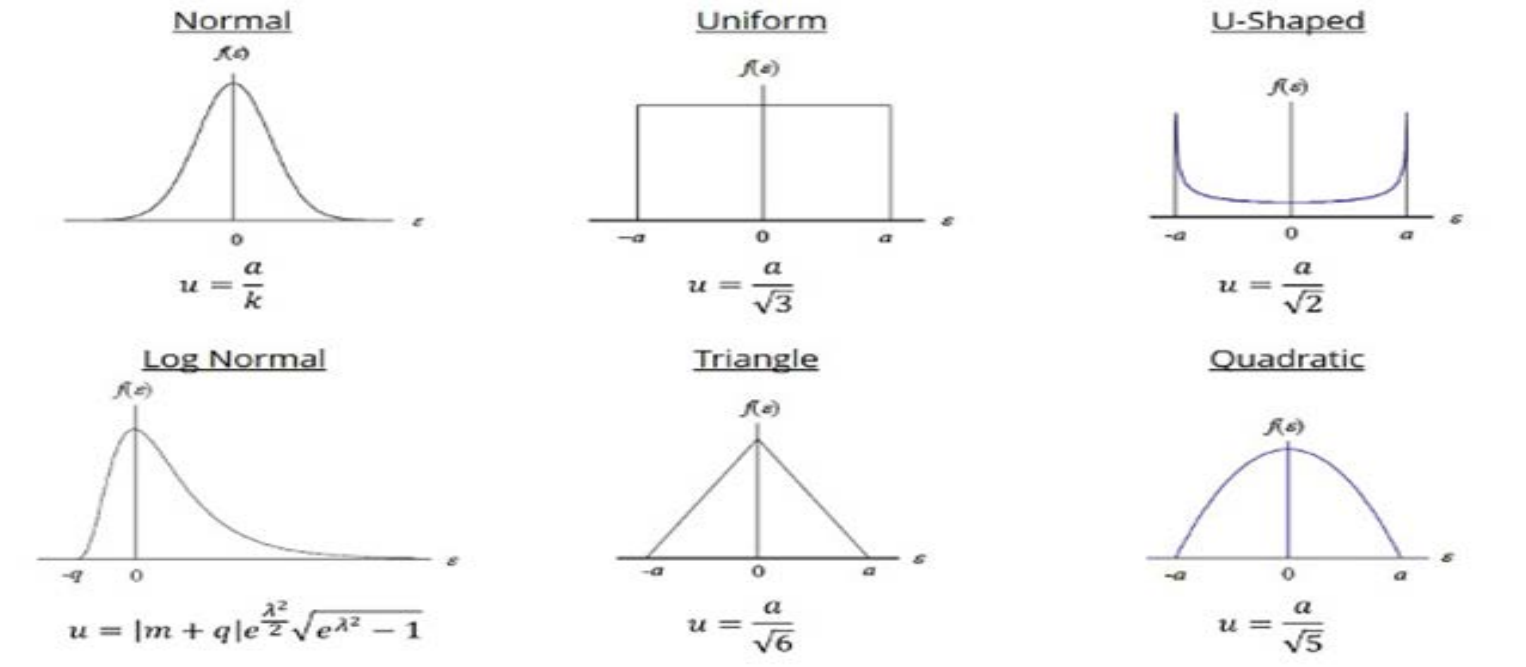
$$t_{(\alpha,n-1)}$$

$$Pr\left(\bar{x} - t_{(\alpha,n-1)} < \mu < \bar{x} + t_{(\alpha,n-1)}\right)$$

ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

Olasılık Dağılımları

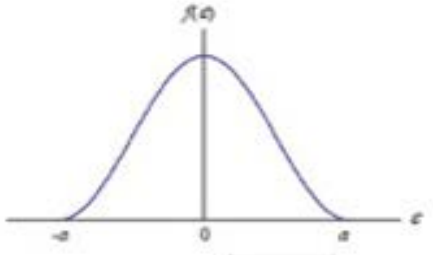
Belirsizliğinizi, popülasyon verilerinin nasıl dağıldığına bağlı olarak standart sapma eşdeğerleri üzerindeki etkilerini azaltılması gerekir. Hangi olasılık dağılımının verileri en iyi tanımladığını belirlenerek uygun böleni bulmak için aşağıdaki tabloyu kullanılmalıdır.



ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİNDE KULLANILAN TEMEL İSTATİSTİK KAVRAMLAR

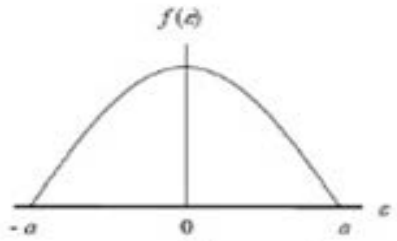
Olasılık Dağılımları (devam)

Cosine



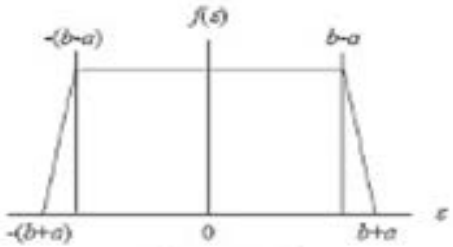
$$u = \frac{a}{\sqrt{3}}\sqrt{1-\frac{6}{\pi^2}}$$

Half Cosine



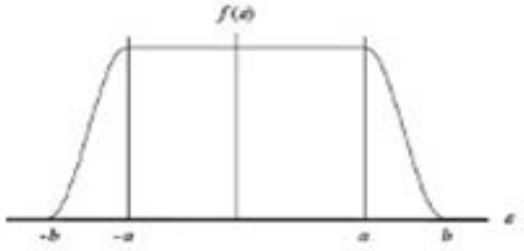
$$u = a\sqrt{1-\frac{8}{\pi^2}}$$

Trapezoidal



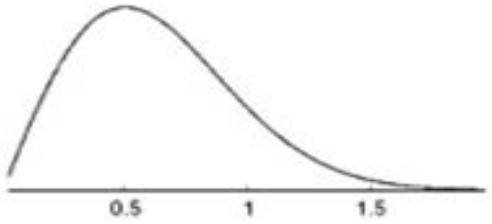
$$u = \sqrt{\frac{a^2+b^2}{3}}$$

Utility



$$u = \sqrt{\frac{b^3+a^3}{3(b+a)} - \frac{2}{\pi^2}(b-a)^2}$$

Rayleigh



$$u = \frac{a}{\sqrt{2 \cdot ln(20)}}$$

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Belirsizlik bütçelerine hangi belirsizlik kaynaklarının dahil edebileceği hususunda "Deney/Analiz Sonuçlarındaki Ölçüm Belirsizliği Tahmini İçin TÜRKAK Prensipleri (R20.02)" belgesinde bazı tanımlamalar getirilmiştir.

Genel belirsizliğe katkıda bulunabilecek faktörlerin bazıları ILAC-G17 belgesinde aşağıdaki gibi sıralanmıştır. Ölçüm belirsizliği kaynaklarını belirlemeye başlanıldığında bu kategorilerdeki etkilerin düşünülerek başlanması gerekir.

1. Ölçülenin tanımı
2. Örnekleme
3. Nakliye, depolama ve taşıma
4. Numunelerin hazırlanması
5. Çevre ve ölçüm koşulları
6. Testleri yapan personel
7. Test prosedüründeki değişiklikler
8. Ölçüm cihazları
9. Kalibrasyon standartları veya referans malzemeleri
10. Yazılım ve / veya genel olarak yöntemler ölçüm ile ilişkili
11. Düzeltilmesinden doğan belirsizlik sistematik etkiler için ölçüm sonuçları.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

JCGM 100:2008 GUM 1995, EURACHEM / CITAC Guide CG4 ve A2LA-R205 gibi belgelerde tanımlanan ve birçok akreditasyon kurumu tarafından talep edilen ortak belirsizlik kaynakları;

1- Repeatability (ölçümün tekrarlanabilirliği)

2- Reproducibility (ölçümün tekrar gerçekleştirilebilirliği)

3- Stability (ölçüm cihazının kararlılığı)

4- Bias (cihazın sapması)

5- Drift (cihazın kayması)

6- Resolution (çözünürlük)

7- Reference Standard Unc. (Referans Standart Belirsizliği)

8- Reference Standard Stability (Referans Standart Kararlılığı)

İlave Olarak;

9- Linerite (doğrusallık)

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Ölçümün tekrarlanabilirliği; Uluslararası metroloji sözlüğü —Temel ve genel kavramlar, ilgili terimler (VIM) belgesinde;

JCGM 200:2008 (TR/EN/FR)

2.21 (3.6) **ölçüm tekrarlanabilirliği** tekrarlanabilirlik **ölçümün tekrarlanabilirliği koşulları** altında **ölçüm kesinliği**	**2.21** (3.6) **measurement repeatability** repeatability **measurement precision** under a set of **repeatability conditions of measurement**

Tekrarlanabilir koşullar altında ölçüm sonuçlarınızda ne kadar değişkenlik olduğunu görmeyi sağlar.

Yaygın olarak A Tipi Veri olarak adlandırılan A Tipi Belirsizlik, tipik olarak Tekrarlanabilirlik ve Tekrar üretebilirlik Testlerinin sonuçları ile ilişkilidir. Bununla birlikte, stabilite testi ile de ilişkilendirilebilir.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

A Tipi Belirsizlik; Uluslararası metroloji sözlüğü —Temel ve genel kavramlar, ilgili terimler (VIM) belgesinde;

JCGM 200:2008 (TR/EN/FR)

2.28
A tipi ölçüm belirsizliği hesabı
A tipi belirsizlik hesabı
belirli ölçüm koşulları altında elde edilen **ölçülen büyüklük değerlerinin** istatistiksel analizi ile **ölçüm belirsizliği** bileşeninin hesaplanması

NOT 1 Farklı ölçüm koşulları için, **ölçümün tekrarlanabilirliği koşulu**, **ölçümün ara kesinliği koşulu** ve **ölçümün tekrar gerçekleştirilebilirliği koşulu** kavramlarına bakınız.

2.28
Type A evaluation of measurement uncertainty
Type A evaluation
evaluation of a component of **measurement uncertainty** by a statistical analysis of **measured quantity values** obtained under defined measurement conditions

NOTE 1 For various types of measurement conditions, see **repeatability condition of measurement**, **intermediate precision condition of measurement**, and **reproducibility condition of measurement.**

A Tipi Belirsizlik, verilerin bir dizi gözlemden toplandığı ve varyans analizi (ANOVA) ile ilgili istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirildiği bir belirsizlik bileşenidir.

2.22
ölçümün ara kesinliği koşulu
ara kesinlik koşulu
aynı **ölçüm prosedürü** ile, aynı yerde, ölçümün aynı veya benzer nesneler üzerinde geniş bir zaman aralığında tekrarlanmasını içeren koşullar ile değişiklik içerebilecek diğer koşullardan oluşan **ölçüm** koşullarının her biri

2.22
intermediate precision condition of measurement
intermediate precision condition
condition of **measurement,** out of a set of conditions that includes the same **measurement procedure,** same location, and replicate measurements on the same or similar objects over an extended period of time, but may include other conditions involving changes

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

1. Aynı yöntem
2. Aynı operatör
3. Aynı ekipman
4. Aynı çevresel koşullar
5. Aynı konum ve
6. Teste tabi aynı ürün veya birim.

Ölçüm koşullarınızı tanımlamanız ve kısa bir süre içinde tekrarlanabilir sonuçlar toplamanız gerekir, böylece işleminizin kesinliğini değerlendirebilirsiniz.

2.20 (3.6, Not 1 ve 2)
ölçümün tekrarlanabilirliği koşulu
tekrarlanabilirlik koşulu
aynı **ölçüm prosedürü**, aynı operatör ve aynı **ölçüm sistemi** ile, aynı uygulama koşulları altında, aynı yerde, ölçümlerin aynı veya benzer nesneler üzerinde kısa bir zaman aralığında tekrarlanarak gerçekleştirilmesini içeren **ölçüm** koşullarından her biri

NOT 1 Bir ölçüm koşulunun tekrarlanabilirlik koşulu sayılabilmesi için belirlenmiş tekrarlanabilirlik koşullarından birisi olmalıdır.

NOT 2 Kimyada, "ölçümün seri içi kesinliği koşulu" bazen bu kavramı ifade etmek için kullanılır.

2.20 (3.6, Notes 1 and 2)
repeatability condition of measurement
repeatability condition
condition of **measurement,** out of a set of conditions that includes the same **measurement procedure,** same operators, same **measuring system,** same operating conditions and same location, and replicate measurements on the same or similar objects over a short period of time

NOTE 1 A condition of measurement is a repeatability condition only with respect to a specified set of repeatability conditions.

NOTE 2 In chemistry, the term "intra-serial precision condition of measurement" is sometimes used to designate this concept.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Excel'de tekrarlanabilirlik örneği, uygulanacak formüller sağ tarafta gösterilmiştir.

	A	B
1		
2		TEKRARLANABİLİRLİK TESTİ
3		Standart
4		Değer
5		1,7
6		1,6
7		2,8
8		5,6
9		1,3
10		2,2
11		1,3
12		1,1
13		3,2
14		1,5
15		5,2
16		4,6
17		5,8
18		3
19	ORTALAMA	2,921428571
20	Std Sap.	1,707980621
21	Serbest. Der.	13
22		

	A	B
1		
2		TEKRARLANABİLİRLİK TESTİ
3		Standart
4		Değer
5		1,7
6		1,6
7		2,8
8		5,6
9		1,3
10		2,2
11		1,3
12		1,1
13		3,2
14		1,5
15		5,2
16		4,6
17		5,8
18		3
19	ORTALAMA	=ORTALAMA(B5:B18)
20	Std Sap.	=STDSAPMA(B5:B18)
21	Serbest. Der.	=BAĞ_DEĞ_SAY(B5:B18)-1
22		

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

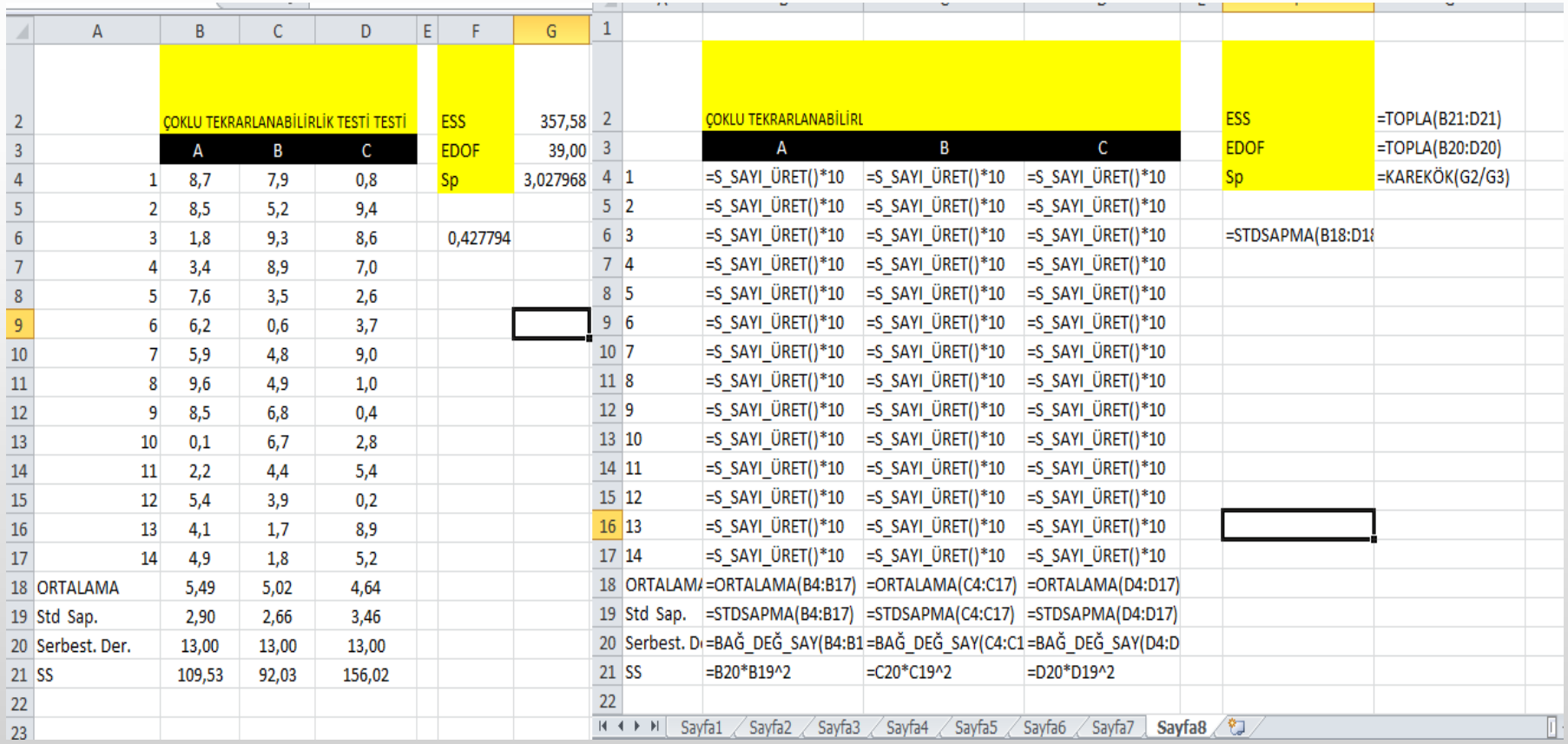
Excel'de tekrarlanabilirlik örneği, uygulanacak formüller sağ tarafta gösterilmiştir.

	A	B
1		
2		TEKRARLANABİLİRLİK TESTİ
3		Standart
4		Değer
5		1,7
6		1,6
7		2,8
8		5,6
9		1,3
10		2,2
11		1,3
12		1,1
13		3,2
14		1,5
15		5,2
16		4,6
17		5,8
18		3
19	ORTALAMA	2,921428571
20	Std Sap.	1,707980621
21	Serbest. Der.	13
22		

	A	B
1		
2		TEKRARLANABİLİRLİK TESTİ
3		Standart
4		Değer
5		1,7
6		1,6
7		2,8
8		5,6
9		1,3
10		2,2
11		1,3
12		1,1
13		3,2
14		1,5
15		5,2
16		4,6
17		5,8
18		3
19	ORTALAMA	=ORTALAMA(B5:B18)
20	Std Sap.	=STDSAPMA(B5:B18)
21	Serbest. Der.	=BAĞ_DEĞ_SAY(B5:B18)-1
22		

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Çoklu tekrarlanabilirlik testi; Birkaç tekrarlanabilirlik testinin sonuçlarını analiz etmek daha karmaşıktır. Standart sapmayı ortalaması alınamaz, bu yüzden havuzlamış varyans yöntemini kullanılarak hesaplanır.



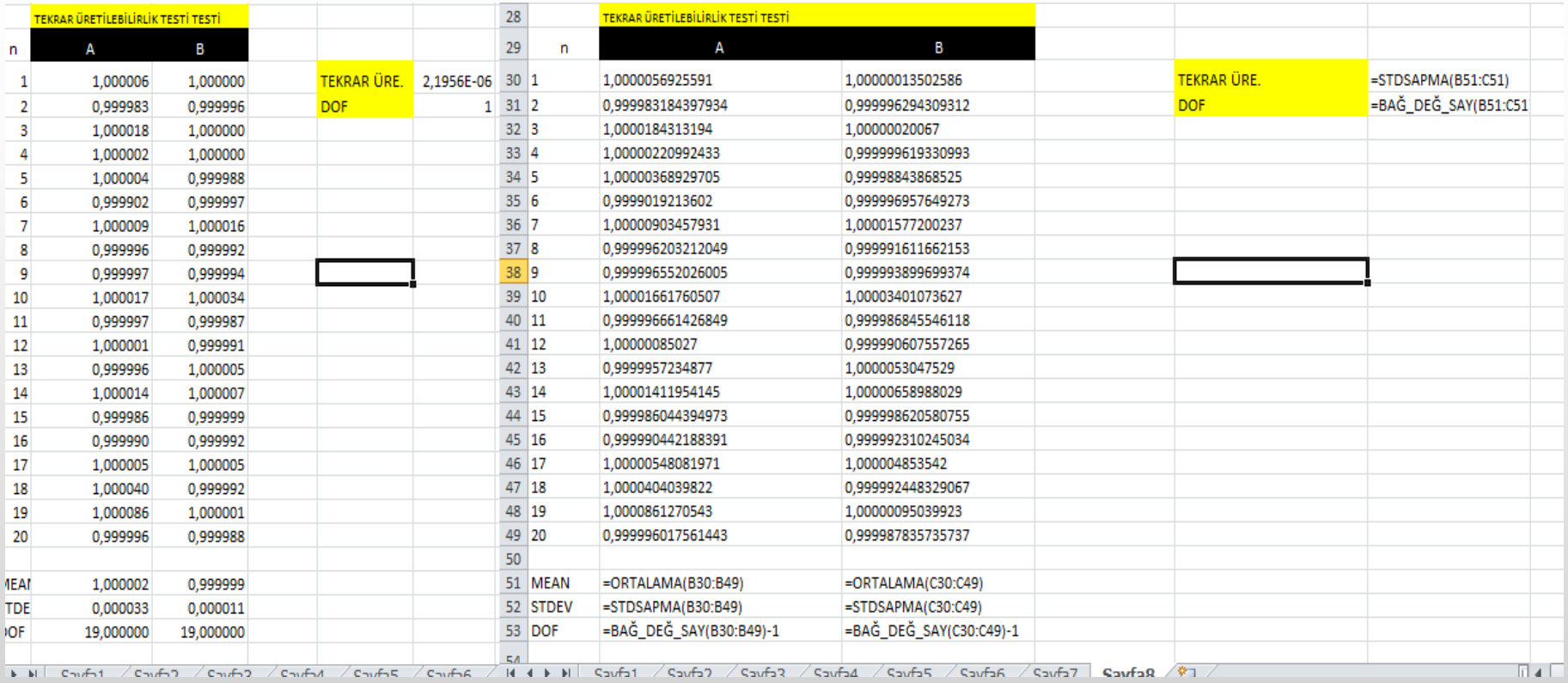
	A	B	C	D	E	F	G
2		ÇOKLU TEKRARLANABİLİRLİK TESTİ TESTİ				ESS	357,58
3		A	B	C		EDOF	39,00
4	1	8,7	7,9	0,8		Sp	3,027968
5	2	8,5	5,2	9,4			
6	3	1,8	9,3	8,6		0,427794	
7	4	3,4	8,9	7,0			
8	5	7,6	3,5	2,6			
9	6	6,2	0,6	3,7			
10	7	5,9	4,8	9,0			
11	8	9,6	4,9	1,0			
12	9	8,5	6,8	0,4			
13	10	0,1	6,7	2,8			
14	11	2,2	4,4	5,4			
15	12	5,4	3,9	0,2			
16	13	4,1	1,7	8,9			
17	14	4,9	1,8	5,2			
18	ORTALAMA	5,49	5,02	4,64			
19	Std Sap.	2,90	2,66	3,46			
20	Serbest. Der.	13,00	13,00	13,00			
21	SS	109,53	92,03	156,02			
22							
23							

1							
2		ÇOKLU TEKRARLANABİLİRL				ESS	=TOPLA(B21:D21)
3		A	B	C		EDOF	=TOPLA(B20:D20)
4	1	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10		Sp	=KAREKÖK(G2/G3)
5	2	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
6	3	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10		=STDSAPMA(B18:D18	
7	4	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
8	5	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
9	6	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
10	7	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
11	8	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
12	9	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
13	10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
14	11	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
15	12	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
16	13	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
17	14	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10	=S_SAYI_ÜRET()*10			
18	ORTALAMA	=ORTALAMA(B4:B17)	=ORTALAMA(C4:C17)	=ORTALAMA(D4:D17)			
19	Std Sap.	=STDSAPMA(B4:B17)	=STDSAPMA(C4:C17)	=STDSAPMA(D4:D17)			
20	Serbest. D	=BAĞ_DEĞ_SAY(B4:B1	=BAĞ_DEĞ_SAY(C4:C1	=BAĞ_DEĞ_SAY(D4:D			
21	SS	=B20*B19^2	=C20*C19^2	=D20*D19^2			
22							

Sayfa1 Sayfa2 Sayfa3 Sayfa4 Sayfa5 Sayfa6 Sayfa7 **Sayfa8**

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Tekrar üretilebilirlik testi; Bir tekrarlanabilirlik testi yapıldıktan sonra bir şartın değiştirerek testin tekrarlanmasıdır.



	TEKRAR ÜRETİLEBİLİRLİK TESTİ TESTİ			
n	A	B		
1	1,000006	1,000000	TEKRAR ÜRE.	2,1956E-06
2	0,999983	0,999996	DOF	1
3	1,000018	1,000000		
4	1,000002	1,000000		
5	1,000004	0,999988		
6	0,999902	0,999997		
7	1,000009	1,000016		
8	0,999996	0,999992		
9	0,999997	0,999994		
10	1,000017	1,000034		
11	0,999997	0,999987		
12	1,000001	0,999991		
13	0,999996	1,000005		
14	1,000014	1,000007		
15	0,999986	0,999999		
16	0,999990	0,999992		
17	1,000005	1,000005		
18	1,000040	0,999992		
19	1,000086	1,000001		
20	0,999996	0,999988		
MEAN	1,000002	0,999999		
STDE	0,000033	0,000011		
DOF	19,000000	19,000000		

		TEKRAR ÜRETİLEBİLİRLİK TESTİ TESTİ			
29	n	A	B		
30	1	1,0000056925591	1,00000013502586	TEKRAR ÜRE.	=STDSAPMA(B51:C51)
31	2	0,999983184397934	0,999996294309312	DOF	=BAĞ_DEĞ_SAY(B51:C51
32	3	1,0000184313194	1,00000020067		
33	4	1,00000220992433	0,999999619330993		
34	5	1,00000368929705	0,99998843868525		
35	6	0,9999019213602	0,999996957649273		
36	7	1,00000903457931	1,00001577200237		
37	8	0,999996203212049	0,999991611662153		
38	9	0,999996552026005	0,999993899699374		
39	10	1,00001661760507	1,00003401073627		
40	11	0,999996661426849	0,999986845546118		
41	12	1,00000085027	0,999990607557265		
42	13	0,9999957234877	1,0000053047529		
43	14	1,00001411954145	1,00000658988029		
44	15	0,999986044394973	0,999998620580755		
45	16	0,999990442188391	0,999992310245034		
46	17	1,00000548081971	1,000004853542		
47	18	1,0000404039822	0,999992448329067		
48	19	1,0000861270543	1,00000095039923		
49	20	0,999996017561443	0,999987835735737		
50					
51	MEAN	=ORTALAMA(B30:B49)	=ORTALAMA(C30:C49)		
52	STDEV	=STDSAPMA(B30:B49)	=STDSAPMA(C30:C49)		
53	DOF	=BAĞ_DEĞ_SAY(B30:B49)-1	=BAĞ_DEĞ_SAY(C30:C49)-1		

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Stability (ölçüm cihazının kararlılığı)

Tanım;

JCGM 200:2008 (TR/EN/FR)

4.19 (5.14) **ölçüm cihazının kararlılığı** kararlılık **ölçüm cihazı**nın metrolojik özelliklerinin zaman içinde sabit kalması özelliği	**4.19** (5.14) **stability of a measuring instrument** stability property of a **measuring instrument,** whereby its metrological properties remain constant in time
NOT Kararlılık birçok şekilde belirtilebilir.	NOTE Stability may be quantified in several ways.
ÖRNEK 1 Bir metrolojik özelliğin belirli bir ölçüde değiştiği zaman aralığının süresi.	EXAMPLE 1 In terms of the duration of a time interval over which a metrological property changes by a stated amount.
ÖRNEK 2 Belirli bir zaman aralığında bir özelliğin değişim miktarı.	EXAMPLE 2 In terms of the change of a property over a stated time interval.

Ölçümlerinizde zaman içinde ne kadar değişkenlik olduğunu görmek için ilgililerce yapılan test sonuçları veya kalibrasyon verilerinden hesaplanabilir. Kararlılık rastgele bir belirsizliktir. Genellikle sistematik bir belirsizlik olan Drift ile karıştırılır (bunu daha sonra ele alacağız). Temel olarak, kararlılık, ölçüm sürecinizin zaman içinde ne kadar istikrarlı olduğunu belirler.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Stability (ölçüm cihazının kararlılığı)

Aşağıda verilen örnekte son 3 kalibrasyon raporu esas alınmış, kalibrasyon raporlarının sonuçlarının standart sapmasını hesaplanmıştır

KARARLILIK

YIL	2017	2016	2015
DEĞER	1,00001	0,99978	1,00006

ORTALAMA	STD.SAPMA	DOF
0,9999483	0,0001481	2

KARARLILIK

YIL	2017	2016	2015
DEĞER	1,000007	0,9997798	1,000058

ORTALAMA	STD.SAPMA	DOF
=ORTALAMA(B3:D3)	=STDSAPMA(B3:D3)	=BAĞ_DEĞ_SAY(B3:D3)-1

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Bias (Cihazın Sapması)

4.20 (5.25)
cihazın sapması
tekrarlanan **gösterge değerlerinin** ortalaması ile **referans büyüklük değeri** arasındaki fark

4.20 (5.25)
instrumental bias
average of replicate **indications** minus a **reference quantity value**

BIAS

	STD	UUT	BIAS	DOF
1	1,000000	1,000007	0,0000073	1

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Drift (Cihazın Kayması);

4.21 (5.16)
cihazın kayması
gösterge değerlerinin, **ölçüm cihazı**nın metrolojik özelliklerindeki değişmelerden dolayı, zaman içerisinde sürekli veya adım adım değişimi

NOT Cihazın kayması, ne ölçülen **büyüklük**teki değişime, ne de **etki büyüklüğündeki** her hangi bir bilinen değişime bağlıdır.

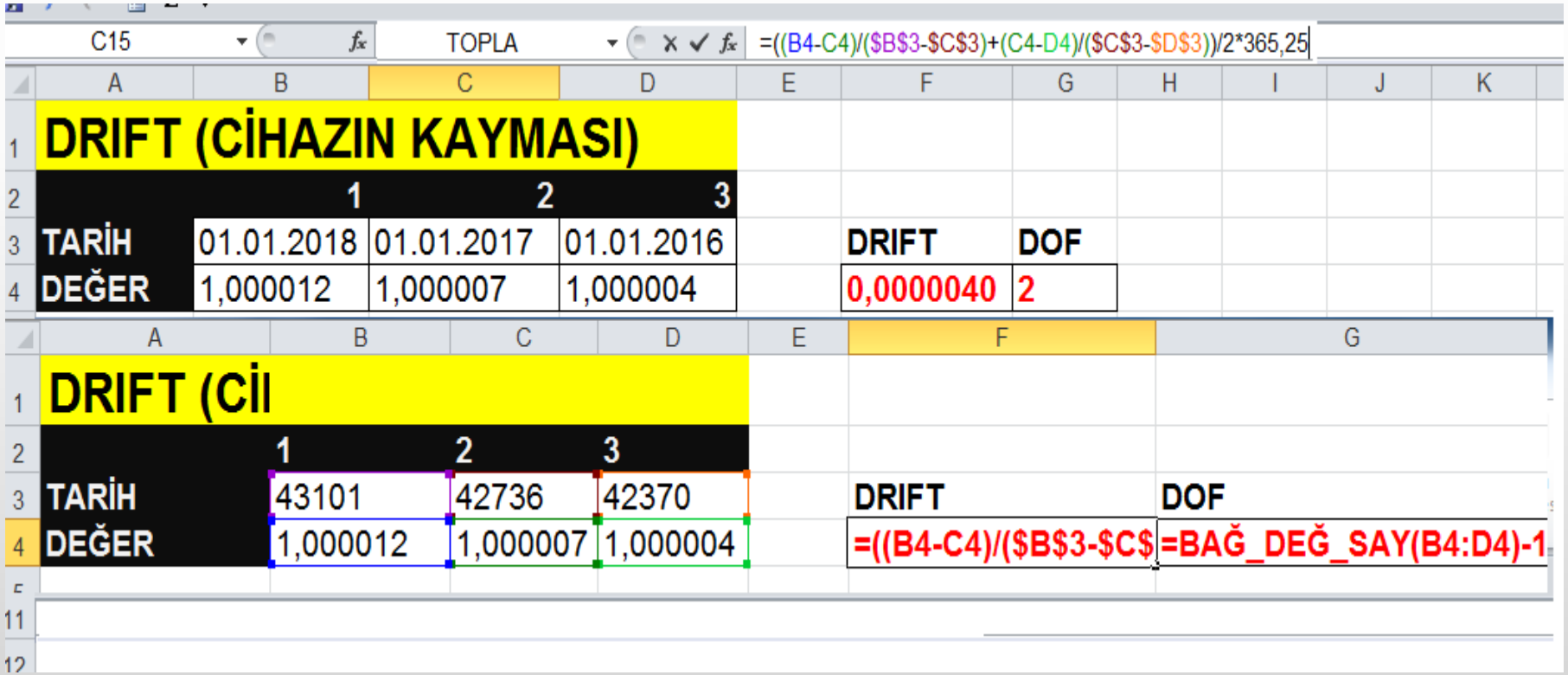
4.21 (5.16)
instrumental drift
continuous or incremental change over time in **indication,** due to changes in metrological properties of a **measuring instrument**

NOTE Instrumental drift is related neither to a change in a **quantity** being measured nor to a change of any recognized **influence quantity.**

Ölçümlerinizdeki hatanın zaman içinde ne kadar değiştiğini görmek için kalibrasyon verilerinizden hesaplayabileceğiniz bir etkidir. Drift sistematik bir belirsizliktir. Genelde rastgele bir belirsizlik olan Stabilite ile karıştırılır. Temel olarak, kayma, ölçüm işleminizdeki hatanın zaman içinde nasıl değiştiğini ve ölçümdeki belirsizlik tahmininize ne kadar katkıda bulunabileceğini belirler.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Drift (Cihazın Kayması);



BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Resolution (Çözünürlük);

4.15 (5.12)
gösterge çözünürlüğü
bir **göstergede** okunan **değerlerin** arasındaki anlamlı olarak ayrıştırılabilen en küçük fark

4.15 (5.12)
resolution of a displaying device
smallest difference between displayed **indications** that can be meaningfully distinguished



Çözünürlük : 0,1 C

Çözünürlük Belirsizliği: 0,05 C

Çözünürlük : 0,1 V

Çözünürlük Belirsizliği: 0,05 V

Ölçüm sisteminize veya ekipmanın en az anlamlı basamağı bulunup en küçük artımlı değişikliği gözlemlenmesiyle hesaplanır.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ



Çözünürlük : 0,001 L

Çözünürlük Belirsizliği: 0,0005 L



Çözünürlük : 0,001 Kg

Çözünürlük Belirsizliği: 0,0005 Kg

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ



Çözünürlük : 0,01 Sn

Çözünürlük Belirsizliği: 0,005 Sn



Çözünürlük : 0,01 İnç

Çözünürlük Belirsizliği: 0,005 İnç

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ



Çözünürlük : 0,2 kg/cm^2

Çözünürlük Belirsizliği: 0,1 kg/cm^2

Yukarıdaki resimdeki analog basınç ölçer 0,2 kg/cm^2 çözünürlüğe sahiptir. Ölçek belirteçleri birbirine çok yakın olduğu için, çözünürlüğü 2'ye bölmek kabul edilebilir. Bu, çözünürlüğü belirsizliği 0,1 kg/cm^2 yapar

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ



Çözünürlük : 0,2 bar.

Çözünürlük Belirsizliği: 0,04 bar.

Yukarıdaki resimdeki analog basınç ölçer 0,2 bar çözünürlüğe sahiptir. Ölçek belirteçleri birbirine çok uzak olduğu için, belirteç aralıkları arasına yerleştirebileceği düşünülen işaretleyici sayısına bölünebilir. Örneğin 5'e bölünebilir.

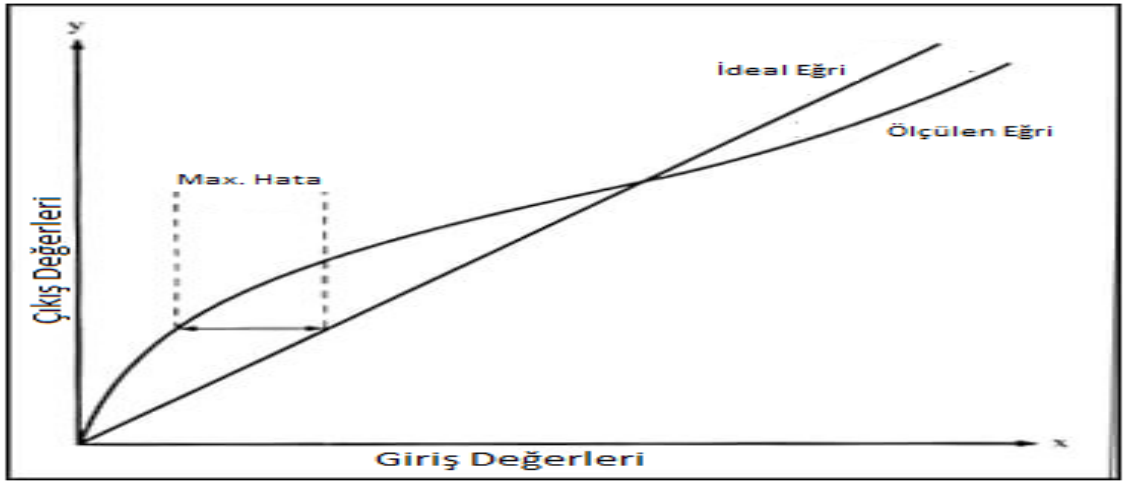
BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

Linerite (Doğrusallık)

Doğrusallık belirsizliği (aka doğrusallık hatası ya da doğrusal olmama) çoğu belirsizlik bütçesinde yer alması gereken bir belirsizlik kaynağıdır. Metodun ölçüm aralığının en önemli göstergesi doğrusallıktır.(TÜRKAK R20.02). Öyle ki çoğu ölçüm ekipman için üreticiler tarafından cihaz sertifika ve performans raporlarında verilmesi gereken ortak bir özelliktir. Bir dizi değere yayılmış bir test veya ölçüm işleviniz varsa, belirsizlik analizinize doğrusallığı dahil etmek gerekir. Özellikle emisyon ölçümü belirsizlik hesaplarında mutlaka yer almaktadır.

Doğrusallık, grafiksel olarak düz bir çizgi olarak gösterilebilecek bir matematiksel ilişkinin veya işlevin özelliğidir. Doğrusal olmama, düz bir çizgiden belirli bir aralıktaki sapmadır. Bu nedenle, doğrusallık belirsizliği, varsayılan bir doğrusal fonksiyon aralığında gözlenen doğrusal olmayan davranışla ilişkili belirsizlik olacaktır.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ



Yöntem 1: Doğrusallıktan Maksimum Sapma

Maksimum hata, monte edilmiş bir çizgi tahmin denkleminin doğrusal davranışından maksimum sapma sağlar **(örn. Regresyon, enterpolasyon).**

$$u_{linearity} = Max|y_{observed} - y_{fitted}|$$

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

- **Yöntem 2: Doğrusallıktan Standart Sapma,**
- Standart hata, monte edilmiş bir çizgi kestirim denkleminin (örneğin regresyon, enterpolasyon, BFSL) doğrusal davranışından tipik sapma sağlar.

$$u_{linearity} = \sqrt{\frac{1}{n-2}\sum_{i=1}^{n}(y_{observed} - y_{fitted})^2}$$

Doğrusallığı belirleme yöntemleri;

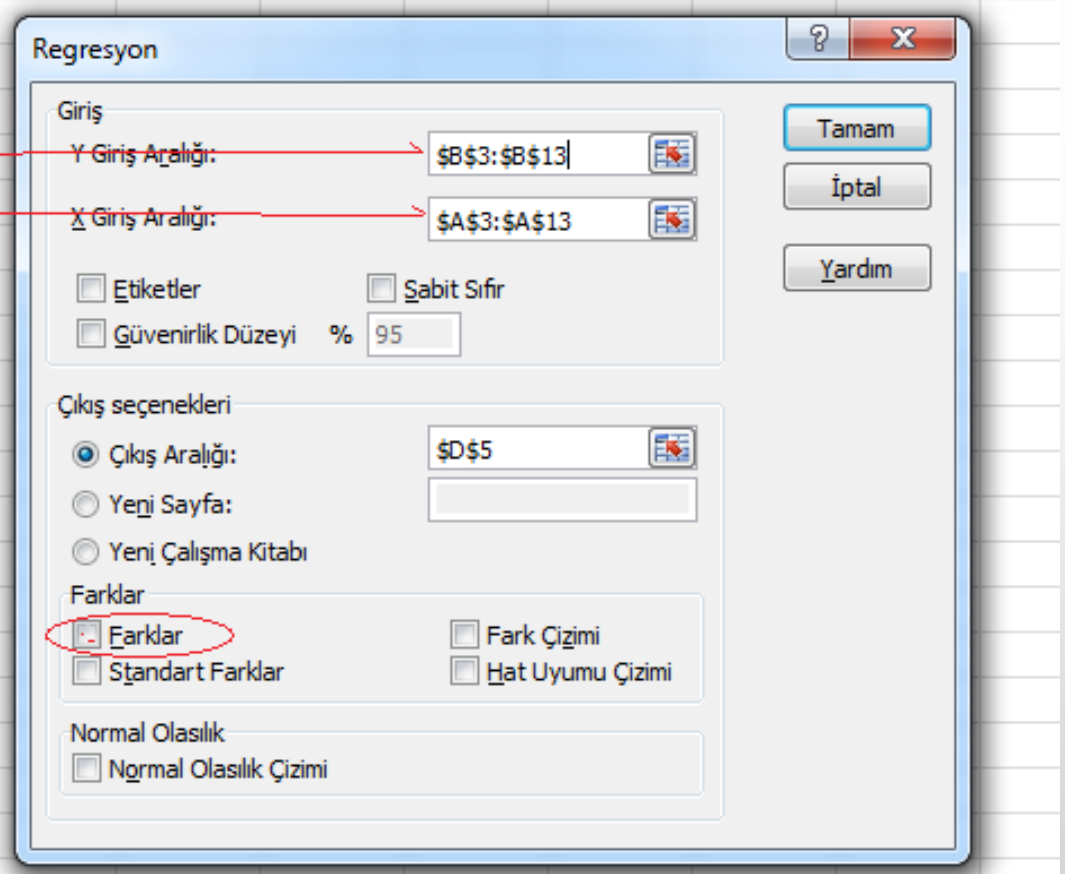
1- Veri Analizi ToolPak işlemleri,

2- DOT ve ilgili işlevlerin kullanılması.

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

1- Veri Analizi ToolPak işlemleri,

Standart	Bul.Değer
x	y
0	0
100	99
200	199
300	300
400	401
500	502
600	601
700	700
800	799
900	899
1000	998



BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

1- Veri Analizi ToolPak işlemleri,

100	99
200	199
300	300
400	401
500	502
600	601
700	700
800	799
900	899
1000	998

Regresyon İstatistikleri

Çoklu R	1
R Kare	1
Ayarlı R K	1
Standart H	1,1892
Gözlem	11

Standart Hata

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Anlamlılık F*
Regresyon	1	1E+06	1E+06	776443	2E-23
Fark	9	12,727	1,4141		
Toplam	10	1E+06			

	Katsayılar	*ndart Ha*	*t Stat*	*P-değeri*	*Düşük %95*	*Yüksek %9*	*Düşük 95,0*	*Yüksek 95,0%*
Kesişim	0,2727	0,6708	0,4066	0,6938	-1,2447	1,7902	-1,2447	1,7902
X Değişke	0,9991	0,0011	881,16	2E-23	0,9965	1,0017	0,9965	1,0017

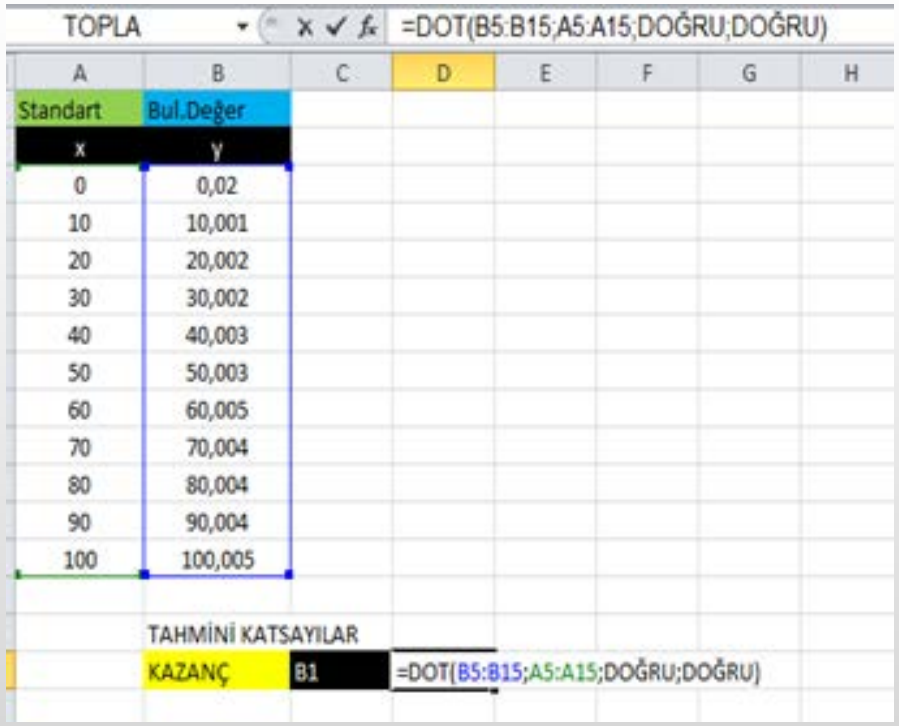
FARK ÇIKIŞI

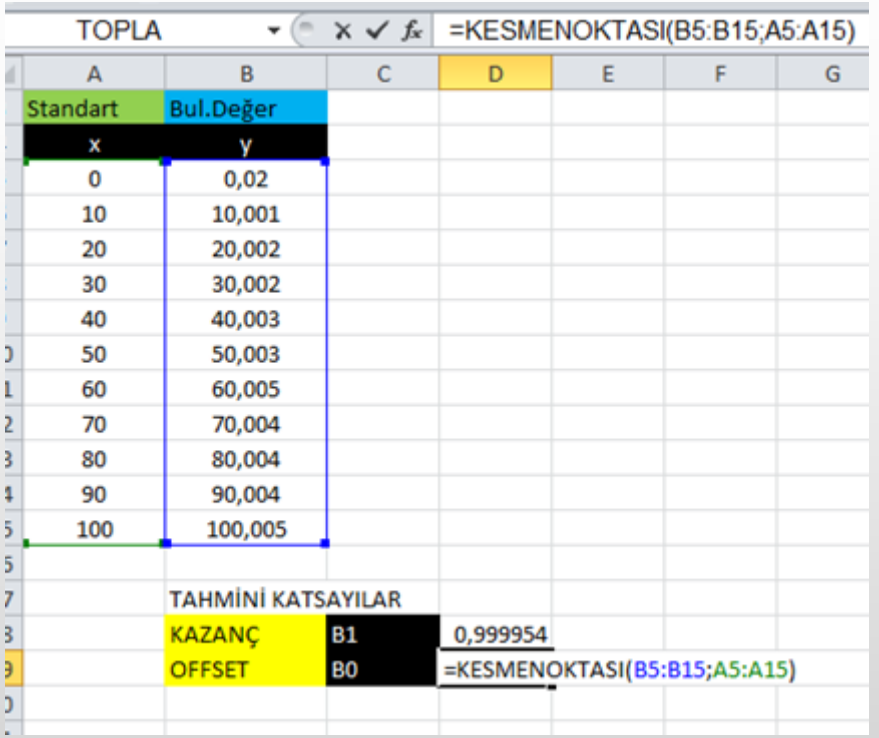
Gözlem	*ngörülen*	*Farklar*
1	0,2727	-0,2727
2	100,18	-1,1818
3	200,09	-1,0909
4	300	6E-14
5	399,91	1,0909
6	499,82	2,1818
7	599,73	1,2727
8	699,64	0,3636

max artık değer (fark)

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

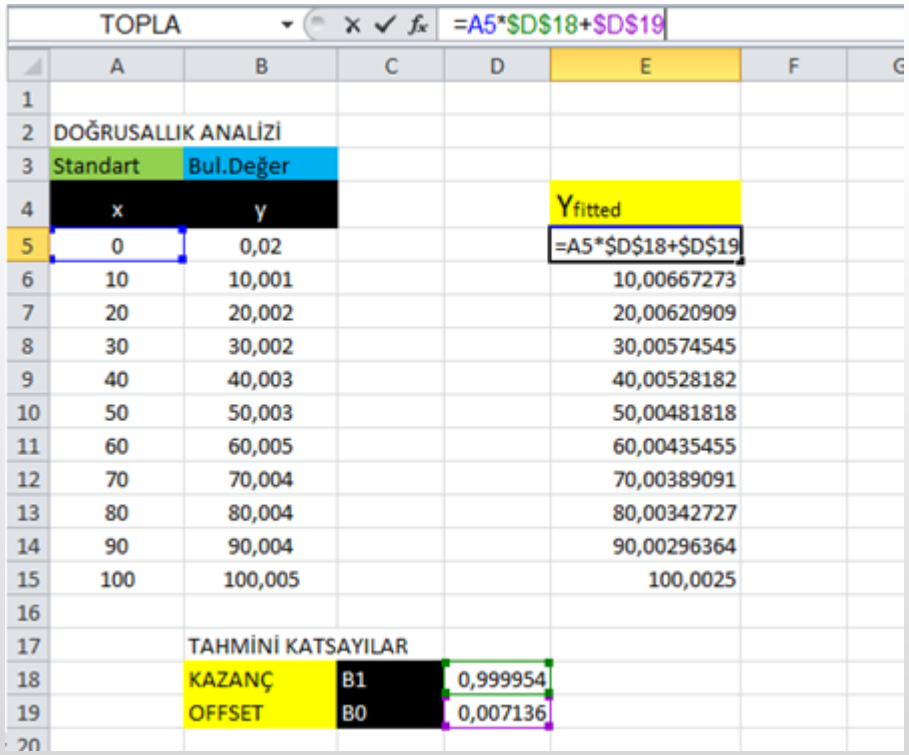
2- DOT ve İlgili İşlevlerin Kullanılması





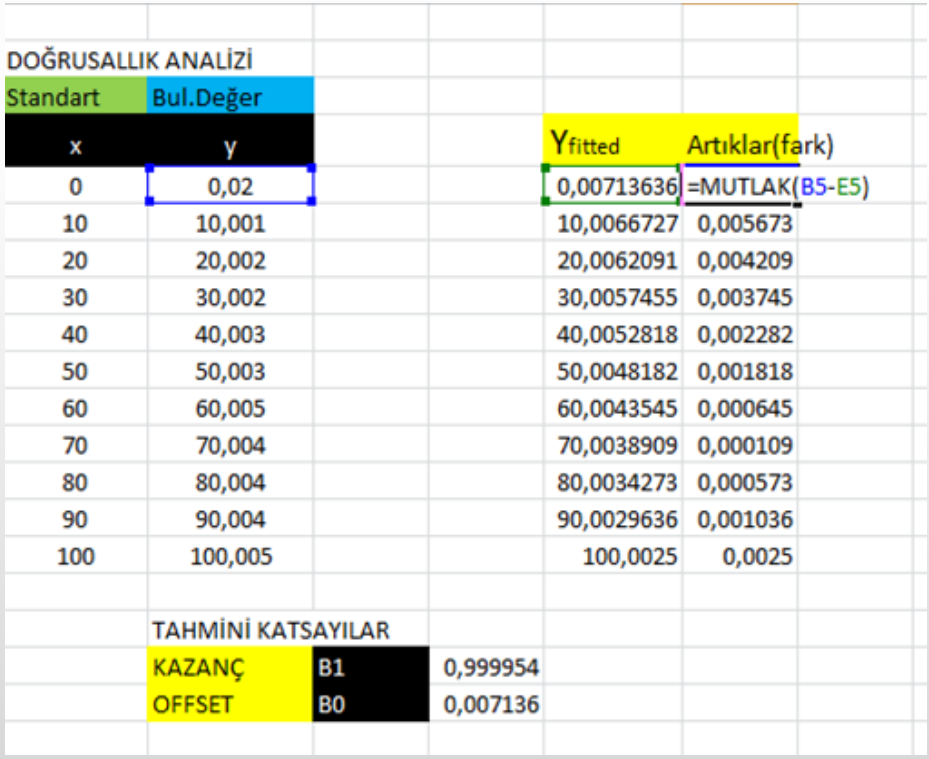
BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

2- DOT ve İlgili İşlevlerin Kullanılması.



TOPLA | =A5*$D$18+$D$19

	A	B	C	D	E	F
1						
2	DOĞRUSALLIK ANALİZİ					
3	Standart	Bul.Değer				
4	x	y			Yfitted	
5	0	0,02			=A5*$D$18+$D$19	
6	10	10,001			10,00667273	
7	20	20,002			20,00620909	
8	30	30,002			30,00574545	
9	40	40,003			40,00528182	
10	50	50,003			50,00481818	
11	60	60,005			60,00435455	
12	70	70,004			70,00389091	
13	80	80,004			80,00342727	
14	90	90,004			90,00296364	
15	100	100,005			100,0025	
16						
17		TAHMİNİ KATSAYILAR				
18		KAZANÇ	B1	0,999954		
19		OFFSET	B0	0,007136		
20						



DOĞRUSALLIK ANALİZİ

Standart	Bul.Değer			
x	y		Yfitted	Artıklar(fark)
0	0,02		0,00713636	=MUTLAK(B5-E5)
10	10,001		10,0066727	0,005673
20	20,002		20,0062091	0,004209
30	30,002		30,0057455	0,003745
40	40,003		40,0052818	0,002282
50	50,003		50,0048182	0,001818
60	60,005		60,0043545	0,000645
70	70,004		70,0038909	0,000109
80	80,004		80,0034273	0,000573
90	90,004		90,0029636	0,001036
100	100,005		100,0025	0,0025

	TAHMİNİ KATSAYILAR		
	KAZANÇ	B1	0,999954
	OFFSET	B0	0,007136

BELİRSİZLİK BİLEŞENLERİNİN TESPİT EDİLMESİ

2- DOT ve ilgili işlevlerin kullanılması.

DOĞRUSALLIK ANALİZİ

Standart	Bul.Değer			
x	y		Yfitted	Artıklar(fark)
0	0,02		0,00713636	0,01286364
10	10,001		10,0066727	0,00567273
20	20,002		20,0062091	0,00420909
30	30,002		30,0057455	0,00374545
40	40,003		40,0052818	0,00228182
50	50,003		50,0048182	0,00181818
60	60,005		60,0043545	0,00064545
70	70,004		70,0038909	0,00010909
80	80,004		80,0034273	0,00057273
90	90,004		90,0029636	0,00103636
100	100,005		100,0025	0,0025

TAHMİNİ KATSAYILAR

KAZANÇ	B1	0,999954	Metot A	Std Hata	=KAREKÖK(TOPKARE(F5:F15)/(BAĞ_DEĞ_SAY(F5:F15)-2))	0,005228
OFFSET	B0	0,007136	Metot B	Max. Sapma	=MAK(F5:F15)	0,012864

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Genel Değerlendirme:

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde ''Her bir tek ölçüm sonucunun % 95 güven aralığı değerleri, emisyon sınır değerlerinin (ESD), aşağıda belirtilen yüzdelerini aşamaz.'' denilmektedir. Avrupa yönergelerinde ise "tek bir ölçülen sonucun % 95 güven aralığı" kritik miktardır ve "emisyon sınır değerinin yüzdesi" olarak ifade edilmektedir.

Belirsizlik değerleri; laboratuvarlarca kullanılan ölçüm standartlarında da, toplam veya bileşen bazında emisyon sınır değeri ve/veya ölçülen konsantrasyonun cinsinden ve bunların yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Bu yüzdelik sınır değerler yapılan ölçümün geçerli ve sağlıklı olup olmadığı hakkında karar vermenin esas unsurudur.

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Genel Değerlendirme

Gazlar veya partiküller için manuel yöntemler, giriş miktarlarını gaz fazındaki belirleyicinin konsantrasyonuyla ilişkilendiren basit matematiksel denklemlere (analitik fonksiyon veya ölçüm denklemi) dayanır. En basitinde budur.

Örneğin;

İlk adım ne ölçüleceğini belirlemek ve onu etkileyen tüm parametreleri tanımlamaktır.

Filtre ve prob yıkamasında toplanan parçacıkların K hesabında;

Konsantrasyon = Analiz sonucu(mg)/örneklenen gaz hacmi

İmpingerler de toplanan gazlar için ise;

Madde Miktarı = Analiz sonucu (mg/lt) x Sıvı absorban hacmi

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Genel Değerlendirme:

Yukarıdaki denklemlerden;

- Partikül tartımının belirsizliği,
- Absorbanın kimyasal analizinin belirsizliği,
- Numune gaz hacminin veya sıvı çözeltinin hacminin ölçülmesinin belirsizliği
- Belirlenen maddelerin toplanmasında numune şişelerinin etkinliği

Hacim olarak ta;

- Örnek gaz hacmi; sırasıyla gaz sayacındaki sıcaklık ve basınca bağlıdır. Bu sıcaklık ve basınç ölçümlerinde de belirsizlik vardır. Son olarak, bir sonuç referans koşullarda bildirilmeden önce su buharı ve oksijen seviyesi için düzeltmeler olabilir, bu nedenle su buharı ve oksijen konsantrasyonunun belirsizliği dahil edilmelidir.

Matematiksel ilişkiler ayrıca belirli bir girdi miktarının ölçülen konsantrasyonu ne kadar etkilediğini bize de bildirir. Bu duyarlık katsayısı olarak ifade edilir. Matematiksel olarak, duyarlılık katsayısı, ilgili girdi miktarına göre denklemin kısmi türevi ile belirlenir. Bu sebeple belirsizlik tahmini için standartlarda yer alan tanımlamalar birçok kısmi türev içerir. Sonuç olarak; **Ölçülen değerdeki belirsizlik = Duyarlılık katsayısı x Girdi miktarındaki belirsizlik** şeklinde ifade edilir.

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Genel Değerlendirme:

Yukarıdaki denklemlerden;

Duyarlılık Katsayısı problemleri:

1- 3X6 metre boyutunda bir halının kısa kenar (L) ölçümlerinin sonucunda bulunan belirsizlik değeri u(L) değeri 3 cm, uzun kenar (M) ölçümünden bulunan belirsizlik değeri u(W) ,4 cm, bu halının alanın (A) belirsizliği kaç cm'dir?

$$\frac{u(A)}{A} = \sqrt{\left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(W)}{W}\right)^2} .$$

$$\frac{u(A)}{18} = \sqrt{\left(\frac{0,03}{3}\right)^2 + \left(\frac{0,04}{6}\right)^2} .$$

$$u(A) = 0,012*18 = 0,22$$

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Kirletici	ESD'nin %'si	Kirletici	ESD'nin %'si
CO	10 % SKHKKY	TOC	30 %
SO2	20 % SKHKKY	Hg	40 %
NOX ve NO2	20 % SKHKKY	HCl	40 %
TOZ	30 % SKHKKY	HF	40 %
O2	10 %	H2O	30 %

Kirletici	EN Standart	Belirsizlik
H_2O	14790:2017	±20% of ölçülmüş değerin yüzdesi
SO_2	14791:2017	±20% ESD değerinin bağıl yüzdesi
NO_x Chemiluminescence	14792: 2017	±10% ESD değerinin bağıl yüzdesi
O_2 Paramagnetic	14789:2017	±6% of ölçülmüş değerin yüzdesi
CO Infra Red	15058:2017	±6% ESD değerinin bağıl yüzdesi
HCl	1911:2010	±30% ESD değerinin bağıl yüzdesi
SO_2 Instrumental	TS 17021:2017	±15% ESD değerinin bağıl yüzdesi

SKHKKY ve AB yönergeleri (LCPD ve WID) zorunlu değerler.

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları

Baca gazı emisyonlarının ölçülmesinde Hava kalitesi – Bir ölçme işlemi uygunluğunun gerekli ölçme belirsizliği ile karşılaştırılarak değerlendirilmesi (ISO 14956:2002) standardı esas alınmalıdır. Bu standartta belirsizlik kaynaklarının tanıtımı aşağıdaki şekilde verilmiştir;

- Deneysel kalibrasyon fonksiyonundan sapma (doğrusallıktan sapma, uyum eksikliği),
- Kalibrasyon noktalarının sınırlı sayıda olmasından dolayı kalibrasyon fonksiyonunun belirsizliği (kalibrasyondan kaynaklanan sistematik hata),
- Referans maddelerin veya referans yöntemin belirsizliği,
- Kayma/kararsızlık (cihazdan ileri gelen),

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları

- Ölçülmüş değeri değiştirebilen havadaki bütün bileşenler (seçme imkânı bulunmayan),
- Sıcaklık, basınç, radyasyon, ana voltaj ve frekans gibi ölçülmüş değeri değiştiren fiziksel özelliklerin tamamı,
- Kullanıcı etkisi, kimyasallar,
- Toplama verimi,
- Desorpsiyon verimi,
- Numune hattının geri kazanma ve aktarma verimi.

Belirsizlik kaynaklarının tümünün hesap şemasında bulunması gerekli değildir. Performans özelliklerinden, en yüksek standard belirsizliğinin % 20'sinden daha fazla bir standard belirsizlik meydana getirmeyen herhangi bir performans özelliği seçimin dışında bırakılabilir.

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları

Alt Madde 8.2 Belirsizlik kaynaklarının tanıtımı	
Numara	Belirsizlik kaynakları
1	Doğrusal olmama
2	Kalibrasyon nedeniyle sistematik hata
3	Kayma/kararsızlık
4	Bozucu etki yapan bileşenler: CO, H2S, NO2, CH4, CO2 (NH3,C2H4, C6H6 ve NO ihmal edilebilir)
5	Bozucu etki yapan bileşen: nem
6	Ortam basıncı
7	Numune alma hattının ilk kısmındaki kayıp
8	Kontrolsüz kalıntı kaynakları
9	Kalibrasyon gazının belirsizliği

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları

Alt Madde 8.3 Performans özelliklerinin belirsizlik kaynaklarının tahsis edilmesi	
Performans özelliği	**Belirsizlik kaynağı**
Doğrusal olmama	Doğrusal olmama
Kararsızlık/kayma	Kalibrasyonun kararsızlığı/kayması (daha önceden uyarlıkta verilmiştir)
Basınç bağımlılığı	Ortam basıncı (daha önceden uyarlıkta verilmiştir)
Sıcaklık bağımlılığı	Ortam sıcaklığı
CO, H_2S, NO_2,CH_4, CO_2 ve nem seçiciliği	CO, H_2S, NO_2,CH_4, CO_2 ve nemin bozucu etkisi
Geçirgenlik verimi	Numune hattının ilk kısmında SO_2 kaybı
Laboratuvar şartları altında uyarlık (hemen hemen sabit sıcaklıkta deney havası)	Kontrolsüz kalıntı kaynakları: Ölçülmüş değerin tekrarlanabilirliği Kalibrasyondan kaynaklanan sistematik hata Kalibrasyonun kararsızlığı/kayması Ortam basıncı
Kalibrasyon gazının belirsizliği [a,b]	Kalibrasyon gazı (belgelendirilmiş: ± % 3)
[a] laboratuvar şartları altındaki uyarlık ve kalibrasyon gazının belirsizliği aşağıdaki eşitlikle verilen, kalibrasyonda ölçülmüş değer c'nün varyansına katkıda bulunur. $\mathrm{var}(c') = u^2_R + u^2_{cal}$	
[b] kalibrasyon gazının belirsizliği, ölçme işleminin harici bir performans özelliğidir	

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları TGN M2'De Yer Alan Örnek

Belirli koşullar	Değer
İşlem türü	Yakma
Emisyon Sınır Değeri	75 mg/m³
İzleme sisteminin sertifikasyon aralığı	0 -75 mg/m³
İzleme sisteminin ölçüm aralığı Ölçme tekniği	0 to 300 mg/m³ Infrared , örek kuru
Atmosfer basıncı değişimi	99-100 kPa
Örnek basınç değişimi	100 ±5 kPa
Kalibrasyon sıcaklığına (298 ° C) kıyasla sıcaklık dalgalanmaları	278 - 318 °C
Gerilim değişimi	93V to 121V, 110V nominal voltaj

Environment Agency

Technical Guidance Note (Monitoring) **M2**

Monitoring of stack emissions to air

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Baca Gazı Emisyonlarının Ölçülmesinden Kaynaklanan Belirsizlik Hesapları Tgn M2'de Yer Alan Örnek

Performance characteristics	Performance criteria (percentage of the certification range)	Results laboratory and field tests (percentage of the certification range)
Response time	≤180s	120s
Lack of fit	≤±2%	±0.7%
Zero drift	≤±2%/24h	±0.01%/24h
Span drift	≤±2%/24h	±1%/24h
Sensitivity of the sample volume flow or of the sample pressure	≤±1%	±0.02%/kPa
Sensitivity to atmospheric pressure	≤±3%	±0.8%/kPa
Sensitivity of the ambient temperature	≤±3%/10K	±1%/10K
Sensitivity of electric voltage at span level	≤±2%/10V	±0.6%/10V
Interferents	≤±4%	≤±1.4%
Losses and leaks in the sample line	≤±5%	±1.2%
Standard deviation of repeatability in laboratory at zero	≤±0.2%	±0.15%
Standard deviation of repeatability in laboratory at span level	≤±2%	±0.8%
Uncertainty of calibration gas	≤±2%	±2%

Table 6.3: Results of uncertainty calculations

Performance characteristic	Standard Uncertainty	Value of standard uncertainty, mg/m³
Lack of fit	u_{fit}	$\frac{(0.7/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.30$
Zero drift	$u_{0,dr}$	$\frac{(0.01/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.004$
Span drift	$u_{s,dr}$	$\frac{(1/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.43$
Sensitivity to interference	u_{I}	$\frac{(1.4/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.61$
Sensitivity to the sample volume flow or to the sample pressure	u_{spress}	$\frac{(0.02/100)x75x5}{\sqrt{3}} = 0.04$
Sensitivity to atmospheric pressure	u_{apress}	$\frac{(0.8/100)x75x(1/2)}{\sqrt{3}} = 0.17$
Sensitivity to ambient temperature	u_{temp}	$\frac{(1/100)}{10} x75x \sqrt{\frac{(318-298)^2+(278-298)(318-298)+(278-298)^2}{3}} = 0.83$
Sensitivity to electrical voltage	u_{volt}	$\frac{(0.6/100)}{10} x75x \sqrt{\frac{(121-110)^2+(93.5-110)(121-110)+(93.5-110)^2}{3}} = 0.34$
Repeatability in lab at span level	$u_{s,r}$	(0.8/100)x75=0.6
Losses and leaks in the sample line	u_{l}	$\frac{(1.2/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.52$
Uncertainty of calibration gas	u_{cal}	$\frac{(2/100)x75}{\sqrt{3}} = 0.87$

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

$$C_m = \frac{Q_m}{V_{std}}$$

$$V_{std} = V_{T.p} \times \frac{T_{std}}{T} \times \frac{p}{P_{std}}$$

C_m	Ölçülen konsantrasyon	mg/m^3
Q_m	Absorban (su vb) ve filtrede toplanan kütle konsantrasyonu	mg
v_s	Numune solüsyonunun hacmi	l
V_{std}	Standart koşullarda örneklenen hacim	m^3
T_m	Gaz sayacının ortalama sıcaklığı	K
T_{std}	Standart sıcaklık	273K
$p=prel+Patm$	Mutlak basınç	kPa
P_{std}		101.325 kPa
$V_{T.p}$	Gaz sayacı tarafından gösterildiği şekilde örneklenen hacim	m^3

Gaz hacminin kombine belirsizliğinin hesaplanması için ifade

$$\frac{u^2(C_m)}{(C_m)^2} = \frac{u^2(Q_m)}{(Q_m)^2} + \frac{u^2(v_s)}{(v_s)^2} + \frac{u^2(V_{std})}{(V_{std})^2}$$

Ölçülen konsantrasyonun kombine belirsizliğinin hesaplanması için ifade

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

$$C_m = \frac{Q_m}{V_{std}}$$

$$V_{std} = V_{T.p} \times \frac{T_{std}}{T} \times \frac{p}{P_{std}}$$

C_m	Ölçülen konsantrasyon	mg/m³
Q_m	Absorban (su vb) ve filtrede toplanan kütle konsantrasyonu	mg
v_s	Numune solüsyonunun hacmi	l
V_{std}	Standart koşullarda örneklenen hacim	m³
T_m	Gaz sayacının ortalama sıcaklığı	K
T_{std}	Standart sıcaklık	273K
$p=prel+Patm$	Mutlak basınç	kPa
P_{std}		101.325 kPa
$V_{T.p}$	Gaz sayacı tarafından gösterildiği şekildeörneklenen hacim	m³

1- Ölçülen konsantrasyonun birleşik belirsizliğinin hesaplanması için ifade

$$\frac{u^2(C_m)}{(C_m)^2} = \frac{u^2(Q_m)}{(Q_m)^2} + \frac{u^2(v_s)}{(v_s)^2} + \frac{u^2(V_{std})}{(V_{std})^2}$$

2- Gaz hacminin birleşik belirsizliğinin hesaplanması için ifade

$$V_{std} = V_{T.p} \times \frac{T_{std}}{T_m} \times \frac{p}{P_{std}}$$

3- Tstd ve Pstd standart miktarlarıyla ilişkili belirsizliklerin, ölçülen konsantrasyonun birleşik belirsizliğinin hesaplanmasında ihmal edilebilir olduğunu varsayılırsa

$$\frac{u^2(C_m)}{(C_m)^2} = \frac{u^2(Q_m)}{(Q_m)^2} + \frac{u^2(v_s)}{(v_s)^2} + \frac{u^2(V_{T.p})}{(V_{T.p})^2} + \frac{u^2(T)}{(T)^2} + \frac{u^2(p_{rel})}{(p)^2} + \frac{u^2(p_{atm})}{(p)^2}$$

$$u(C_m) = \sqrt{\left(\frac{u^2(Q_m)}{(Q_m)^2} + \frac{u^2(v_s)}{(v_s)^2} + \frac{u^2(V_{T.p})}{(V_{T.p})^2} + \frac{u^2(T)}{(T)^2} + \frac{u^2(p_{rel})}{(p)^2} + \frac{u^2(p_{atm})}{(p)^2}\right) \times (C_m)^2}$$

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

4- Genel genişlemiş belirsizlik (k = 2)

$$U(C_m) = u(C_m) \times k$$

5- Ölçülen konsantrasyonun referans oksijen konsantrasyonundaki belirsizliği.

$$u(C_{m,O_{2,ref}}) = \sqrt{\left(\frac{u^2(Q_m)}{(Q_m)^2} + \frac{u^2(v_s)}{(v_s)^2} + \frac{u^2(V_{T\,p})}{(V_{T\,p})^2} + \frac{u^2(T)}{(T)^2} + \frac{u^2(p_{rel})}{(p)^2} + \frac{u^2(p_{atm})}{(p)^2} + \frac{u^2(O_{2,meas,dry})}{(21 - O_{2,meas,dry})^2} \right) \times (C_{m,O_{2,ref}})^2}$$

$u(Cm,O_{2,ref})$	=	*02 referans konsantrasyonundaki kütle konsantrasyonuyla ilişkili belirsizlik.*	in mg/m^3
$Cm,O_{2\,ref}$	=	*O2 referans konsantrasyonunda kütle derişimi*	in mg/m^3
$O_{2,meas}$	=	*ölçülen O2 konsantrasyonu*	in % volume
$u((O_{2,meas})dry)$	=	*Ölçülen O2 konsantrasyonuyla ilgili belirsizlik*	in % (relative to $O_{2\,meas}$)

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Partikül Kütlesi

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
u(calBal)	Kalibrasyon		mg	Normal	2	1	
u(repBal)	Filtre Tekrarlanabilirlik		mg	Normal	1	2	
u(repBal)	Durulama Tekrarlanabilirlik		mg	Normal	1	2	
u(driftBal)	Drift (cihazın kayması)		mg	Rectangular	√3	1	
u(resBal)	Resolution (çözünürlük)		mg	Rectangular	√3	1	
u(aceBal)	Aseton Kalıntısı		mg	Normal	2	1	
u(buoBal)	Havanın Kaldırma Kuvveti		mg	Normal	1	1	
u(mass)	Birleşik belirsizlik			Normal	-	-	
u(mass)/mass	Bağıl		mg	-	-	-	
						$u(mass)^2/mass^2$	

U(Wm)	Genişletilmiş Kombine tartım Belirsizliği, DELV k = 2'nin Yüzdesi Olarak						%

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Örneklenmiş gazın Hacmi

Sembol							
$u(calV_{T,p})$	Kalibrasyon		m^3	Normal	2	1	
$u(repV_{Tp})$	Tekrarlanabilirlik		m^3	Normal	1	1	
$ü(driftV_{T}.p)$	Drift (cihazın kayması)		m^3	Rectangular	√3	1	
$u(resV_{T,p})$	Resolution (çözünürlük)		m^3	Rectangular	√3	1	
$u(V_{T,})$	Birleşik Belirsizlik		-	Normal		-	
	Bağıl		m^3	-	-	-	
						$u(Vm)^2/Vm^2$	

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Gaz Sayacı Sıcaklığı

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
u(calTim)	Kalibrasyon		K	Normal	2	1	
u(calTcm)	Kalibrasyon		K	Normal	2	1	
u(resTn)	Resolution (çözünürlük		K	Rectangular	√3	1	
u(driftTm)	Drift (cihazın kayması)		K	Rectangular	√3	1	
u(T_m)	Birleşik Belirsizlik		-	Normal	-	-	
u (Tm)/Tm	Bağıl		K	Normal	-	-	
						u(Tm2/Tm$^{2)}$	

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Atmosferik Basınç

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
U(P atm)	Atmosfer basıncı		Pa	Normal	√3	1	
u(Patm)	Birleşik Belirsizlik		-	Normal		-	
u(Patm)/P	Bağıl		-	Normal	-	-	
						u (Patm)2/P2	

Relatif Gazsayacı Basıncı

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
u(Prel)	DGM Basıncı		Pa	Normal	1	1	
u(Prel)	Birleşik Belirsizlik		-	Normal	-	-	
u(Prel)/P	Okunan Basıç		-	-	-	-	
						u(Prel)2/P2	

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Şahit

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
u(cm)	Toplanmamış Kütle (Şahit)		mg	Rectangular	√3	1	
u(cm)	Birleşik belirsizlik	-		Normal	-	-	
u(cm)/mass	Bağıl	1,5	mg	-	-	-	
						$u(mass)^2/mass^2$	

Kaçak Belirsizliği

Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	
u(Leak)	Kaçak	2	%	Rectangular	√3	1	
	Birleşik belirsizlik	-			-	-	
u(cm)/100	Bağıl	100	%	-	-	-	
						$u(leak)^2/100^2$	

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

Belirsizlik Tahminlerinin Hesaplanması - Manuel İzleme Teknikleri

Referans oksijen Konsantrasyonu							
Sembol	Kaynak Belirsizliği	Değer	Birim	Dağılım	Divisor	*ci*	*Ui*
u(O2,meas)dry)rel	Ölçülen Oksijen		%	Normal	1	1	
	Oksijen düzeltmesinin belirsizliği		-	-	-	-	
	Ölçülen Oksijen		%			U(Orel)2/O 2	
Ölçüm Belirsizliği							
u(Cm)	Birleştirilmiş Standart Belirsizlikler				+		mg/m³
u(Cm) at ref 0_2	Birleştirilmiş Standart Belirsizlikler				+		mg/m³
Genişletilmiş belirsizlik% 95'lik bir güven düzeyiyle ifade edildi, k = 2							
U(Cm)	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		mg/m³
U(Cm,rel)	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		%
U(Cm,rel,ELV)	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		%
Genişletilmiş belirsizlik% 95'lik bir güven düzeyiyle ifade edildi, k = 2							
U(Cm) at ref 0_2	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		mg/m³
U(Cm,rel) at ref O2	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		%
U(Cm,rel,ELV) at ref 02	Genişletilmiş Birleşik belirsizlik	*k = 2*			+		%

Raporlama personeli tarafından her bir belirsizlik bileşeni için standartlarda verilen sınır değerlerin ayrıca kontrolü yapılmalıdır.

BELİRSİZLİK HESAPLAMALARI

NOTLAR

1- Emisyon ölçümlerinde tartım işlemlerinin yapılmasına dair işlemler CEN TC 264 N 300 ve CEN TC 264 N 331 belgelerinde yer almaktadır. Buna göre yapılan çalışmalarda elde edilen yıkama suları için tekrarlanabilirlik ve havanın kaldırma kuvveti (Air buoyancy) değerleri hesaplamalara katılacaktır.

2- NPL (National Physical Laboratory) tarafından hazırlanan Excel dosyalarında yıkama işleminden kaynaklı belirsizlik yer almamaktadır.

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

TS EN ISO 16911-1
Sabit kaynak emisyonları – Kanallardaki hızın ve debinin elle ve otomatik tayini
TS EN ISO 16911-2
Sabit kaynak emisyonları – Kanallardaki hızın ve debinin elle ve otomatik tayini – Bölüm 2: Otomatik ölçme sistemleri

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

TS EN ISO 16911

TS EN 13284-1:2003 yerine Ocak 2018 rarihinde revize edilerek yeniden yayımlanmıştır. Bu standardın önemli teknik değişiklikleri arasında Bu standart için yapılan hız ölçümleri için kullanılan ekipmanın EN ISO 16911-1'in gereksinimlerini karşılaması şartı eklenmiştir.

7.1	Requirements have been added that equipment used for the point-related velocity measurements to establish isokinetic conditions shall meet the requirements of EN ISO 16911-1. When expressing dust concentrations at standard conditions on a dry basis, and/or where the concentrations shall be expressed in relation to a reference oxygen concentration, the necessary water-vapour and/or oxygen measuring equipment shall meet the requirements of the applicable standards.

Buna göre; atık gaz yoğunluğu için belirsizlik hesaplamaları EN 16911 standardına göre yapılacaktır. EN ISO 16911-1, emisyon kanalları ve bacadakii gazın eksenel hızı ve hacimsel akış hızının belirlenmesi için bir yöntemler belirler. EN 15259'un gerekliliklerini karşılayan ölçüm konumlarına sahip dairesel veya dikdörtgen bacalarda kullanılır.

TS EN ISO 16911

Bu standartta; bir noktada gaz hızını belirlemesi için, kalibre edilmiş bir diferansiyel basınç cihazı (Pitot) ve kalibre edilmiş bir kanatlı anemometre ölçümü öngörmektedir. Standardın Ek A' da fark basıncı esaslı tekniklerin kullanılmasını sağlar, Ek B'de ise kanatlı anemometreyi açıklar.

Diğer taraftan ek olarak, izleyici seyreltme, izleyici geçiş süresi ve enerji tüketiminden hesaplanmasına dayanarak hava debisinin belirlenmesi için alternatif yöntemlerde açıklanmaktadır. Ölçüm noktalarının aralığı, EN 15259'da tanımlandığı gibi eşit alanların prensibine dayanmaktadır. Hacim akış hızı, ortalama eksenel hızdan ve ölçüm düzlemindeki kanal alanından hesaplanır. Gerekirse, standardın 10.4 maddesinde belirtilen duvar efektlerini hesaba katan bir düzeltme uygulanır.

Standartta hacim akış hızını ve ortalama akış hızını belirlemek için üç alternatif yöntem de tarif edilmiştir.

- Ek C, izleyici seyreltme ölçümlerine dayanan bir yöntemi açıklar. Bu yöntemde, hacimsel akış hızı, bilinen bir enjekte edilen izleyici konsantrasyonunun seyreltilmesinden belirlenir.
- Ek D'de, temelde uzun vadeli bir üretim yöntemi olan bir metot tarif edilmektedir. Hacim akış hızı, iki ölçüm konumu arasında hareket eden bir izleyici gazı atımının zamanından belirlenir.
- Ek E, bir yanma işleminin enerji tüketiminden akışını türetmek için hesaplama tabanlı bir yaklaşım kullanarak hacimsel akış hızını belirleme yöntemini açıklar.

TS EN ISO 16911

- EN ISO 16911-1'de açıklanan nokta hızı ölçüm yöntemleri, karşılanan bu yöntemin performans gereksinimlerini karşılamak şartıyla tablodaki amaçlardan herhangi birini yerine getirmek için kullanılabilir.
- EN ISO 16911-1'de açıklanan alternatif yöntemler, hacim akış hızını belirlemek ve kullanılabilecekleri özel şartların karşılanması koşuluyla, otomatik ölçüm sistemlerinin (SEÖS) kalibrasyonu için kullanılabilir.

Bu sunumda standardın;

- Ek E Baca gazı debisinin enerji tüketiminden hesaplanması,
- Ek F Pitot tüpü ile hız ve hacimsel akış hızı ölçümleri için oluşturulan belirsizlik bütçesi örneği

TS EN ISO 16911

EN ISO 16911-1 ve EN ISO 16911 -2 Baca gazı akış hızı hesaplaması için onaylanmış yöntemler içerir.

İzleyici Gaz Seyreltme Yöntemi için Baca gazı akış hesabı;

Baca Akışı (Nm^3/s) = Termal Giriş (MJth/s) * Yakıt faktörü (Nm3/MJth)

Baca Akışı(Nm^3/s) = Yakıt Akışı(kg/s)*Net Kalorifik Değer (MJth/kg)*Yakıt faktörü(Nm^3/MJth)

Veya

Baca Akışı(Nm^3/s) = [Güç Çıkışı (MWe))/ Isıl Verimlilik (MJe/MJth)]*Yakıt faktörü (Nm^3/MJth]

- Katı yakıtla çalışan tesislerin U = ±% 7,5'i karşılaması gerekir (% 95 güvende aralığındaki belirsizlik)
- EU ETS ile uyumlu gaz ve petrol yakıtlı tesisler belirsizlik gereksinimleri. Sırasıyla % ± 2 ve ±% 3
- Aksi halde aşırı yayılma şartı ±% 7,5 uygulanmalıdır ≡ AMS belirsizlik şartı

TS EN ISO 16911

- İzleyici Gaz Seyreltme Yöntemi Belirsizlik Hesabı
- Örnek Olay I: Kombine Çevrim Gaz Türbini (CCGT)
- Yakıt akışı: ultrasonik debimetre
- **NCV**: Gas Chromatograph

Case Study I - CCGT QAL1 Validation

Stack Flow = Fuel flow * Net Calorific Value * Fuel factor

(Nm^3/s) (Sm^3/s) (MJ_{th}/Sm^3) (Nm^3/MJ_{th})

- **Fuel flow**: ultrasonic flow meter
  ±0.5% (worst case tolerance since actual u is lower)

Parameter	Reference value	Tolerance		Standard uncertainty
		Absolute	Relative	
Volume flow rate	1000 m3/h	-	0.15%	0.08%
Temperature	15°C	0.5°C	0.17%	0.09%
Pressure	65 bar	0.25 bar	0.38%	0.19%
Flow computer	-	-	0.10%	0.05%
			Combined	0.23%

- **NCV**: Gas Chromatograph
  ±0.25% (worst case since actual u < 0.05% from calibration data)
- **Fuel factor**: EN ISO 16911 (Annex E) Natural Gas
  ±0.35% (stated uncertainty)
- **Total expanded uncertainty**:
  ±1.32% [$= 2 * \sqrt{(0.5^2 + 0.25^2 + 0.35^2)}$] **≤ ±2%**

Kaynak; Jonathan Spence & David Graham, Uniper Technologies CEM 2018

TS EN ISO 16911

Case Study I - CCGT QAL1 Validation

Stack Flow = Fuel flow * Net Calorific Value * Fuel factor

(Nm^3/s) (Sm^3/s) (MJ_{th}/Sm^3) (Nm^3/MJ_{th})

- **Fuel flow**: ultrasonic flow meter

  ±0.5% (worst case tolerance since actual u is lower)

Parameter	Reference value	Tolerance		Standard uncertainty
		Absolute	Relative	
Volume flow rate	1000 m3/h	-	0.15%	0.08%
Temperature	15°C	0.5°C	0.17%	0.09%
Pressure	65 bar	0.25 bar	0.38%	0.19%
Flow computer	-	-	0.10%	0.05%
			Combined	0.23%

- **NCV**: Gas Chromatograph

  ±0.25% (worst case since actual u < 0.05% from calibration data)
- **Fuel factor**: EN ISO 16911 (Annex E) Natural Gas

  ±0.35% (stated uncertainty)
- **Total expanded uncertainty**:

  ±1.32% [= $2 * \sqrt{(0.5^2 + 0.25^2 + 0.35^2)}$] **≤ ±2%**

TS EN ISO 16911

- Ek E baca gazı debisinin enerji tüketiminden hesaplanması
- Giriş bazlı baca gazı akış hesabı; Kompozisyondan: Stokiyometrik

$$V_{God} = 8.8930\ \gamma_C + 20.9724\ \gamma_H + 3.3190\ \gamma_S - 2.6424\ \gamma_O + 0.7997\ \gamma_N$$

- With:
  - V_{God} Flue gas volume (at 273.15K and 101.325 kPa) (per unit mass of fuel) — m^3/kg
    - **G** Flue Gas (combustion gas)
    - **o** Stoichiometric
    - **d** Dry (basis)
  - γ_C Carbon content of fuel (by mass) — kg/kg
  - γ_H Hydrogen content of fuel (by mass) — kg/kg
  - γ_N Nitrogen content of fuel (by mass) — kg/kg
  - γ_S Sulphur content of fuel (by mass) — kg/kg
  - γ_O Oxygen content of fuel (by mass) — kg/kg
- Not known in many cases or unreliable analysis

TS EN ISO 16911

➢ Giriş bazlı baca gazı akış gazı hesaplamaları; Yakıttan Net Kalorifik Değer

- Solid fuels:

$$V_{God} = -0.06018\ (1 - \gamma_{Ash} - \gamma_{H2O}) + 0.25437\ (H_{(N)} + 2.4425\ \gamma_{H2O}) \quad m^3/kg$$

  - γ_{Ash} Ash content of fuel (by mass) kg/kg
  - γ_{H2O} Water content of fuel (by mass) kg/kg
  - γ_{Ash} Ash content of fuel (by mass) kg/kg
  - $H_{(N)}$ Net Calorific Value (as-received fuel) MJ/kg

- Liquid fuels:

$$V_{God} = 1.76435 + 0.20060\ H_{(N)} \quad m^3/kg$$

- Gaseous fuels:

$$V_{God} = 0.64972 + 0.22553\ H_{(N)} \quad m^3/kg$$

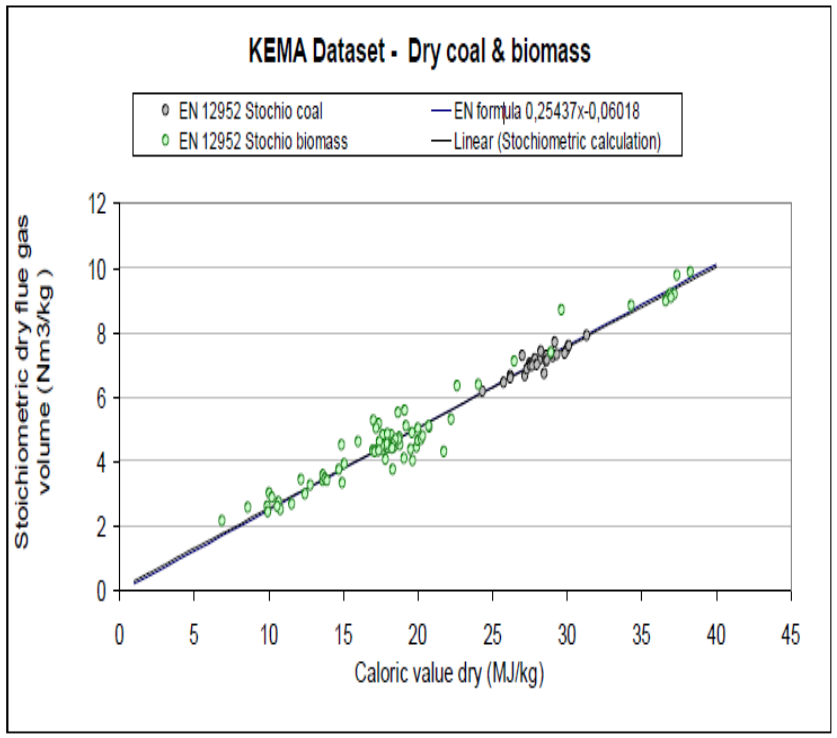
$$V_{God} = 0.2 + 0.234\ H_{(N)} \text{ (with } H_{(N)} \text{ in MJ/m}^3) \quad m^3/m^3$$

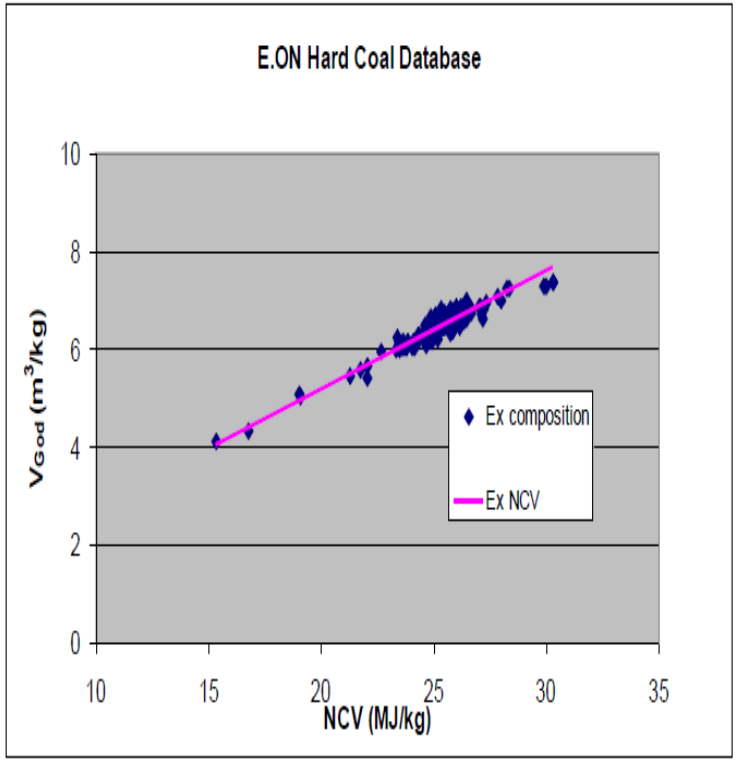
- Fuel Factor:

$$S = V_{God} / H_{(N)} \quad m^3/MJ$$

TS EN ISO 16911

Giriş Tabanlı Yöntemin Doğrulanması





TS EN ISO 16911

Belirsizlik Hesaplamaları;

	Fuel type			
Fuel factor; S	Natural gas	Gas oil	Fuel oil	Hard coal
m^3/MJ at 0% O_2 dry 273.15 K, 101.325 kPa	0.240	0.244	0.248	0.256
Relative Uncertainty, 95 % CI, (%)	± 0.7	± 1.0	± 1.0	± 2.0

TS EN ISO 16911

% ± 10 kütle kesri nemi ile Bağıl Belirsizlik Tablosu:

Yakıt nemi (% kütle oranı)	Yakıt faktörü, S, m3/MJ de 0 % O_2 kuru	Relatif Belirsizlik 95 % CI, (%)
20	0.260	2.8
30	0.267	3.6
40	0.276	5.0
50	0.290	7.7
60	0.314	13.9

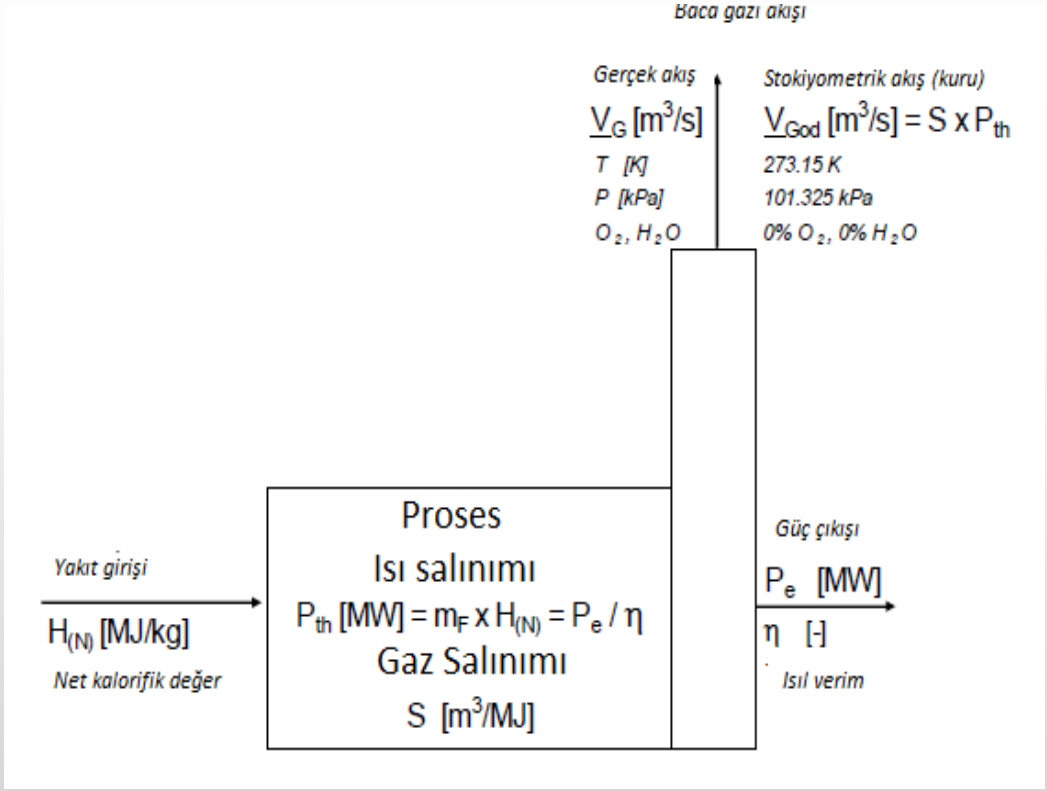
$$V_{God} = -0.06018\,(1 - \gamma_{Ash} - \gamma_{H2O}) + 0.25437\,(H_{(N)} + 2.4425\,\gamma_{H2O})\quad m^3/kg$$

TS EN ISO 16911

- Verimlilikten ısı çıktısını hesaplanır.
- Yakıt Faktörü ile ısı çıkışını çarpılır.

Yakıt	Kriter (akış hızı)
Gaz	≤ 2.0 %
Sıvı	≤ 3.0 %
Katı	≤ 7.5 %

- Saatlik değerler için
- Verimlilik düzeltmelerini
- kullanın
- Kazanlar daha iyi performans
- gösterir (verim>% 90)



Kaynak; Frans Blank; DNV GL - Energy advisory, the Netherlands May 14 2014

TS EN ISO 16911

- Ek F Pitot tüpü ile hız ve hacimsel akış hızı ölçümleri için oluşturulan belirsizlik bütçesi örneği

1- Belirsizlik tahmini süreci;

a- Model fonksiyonunun belirlenmesi; ölçülen madde ile etki miktarları arasındaki ilişki, eğer matematiksel bir denklem biçiminde kurulmalıdır.

b- Belirsizlik bileşenlerinin belirlenmesi; Her belirsizlik kaynağının, ölçüm sisteminin mevcut performans özelliklerini, tekrarlanan ölçümlerin dağılımından gelen verileri, kalibrasyon sertifikalarında sağlanan verileri kullanarak genel belirsizliğe katkısını tahmin edilmelidir. Tüm belirsizlik bileşenleri (örneğin performans özellikleri), girdi ve etki miktarlarının standart belirsizliklerine dönüştürülür.

c- Birleşik belirsizliğin hesaplanması; birleşik belirsizlik, (uc), belirsizlik yayma kanununu uygulayarak, Standart belirsizliklerin birleştirilmesiyle hesaplanır. Uc, bir kapsama faktörü ile çarpılarak elde edilen birleştirilmiş Standart belirsizliğe tekabül eder. k, yaklaşık olarak % 95'lik bir güven seviyesi için 2'ye eşit olarak alınır.

TS EN ISO 16911

Ölçüm noktasında lokal hız formülü, (m/s cinsinden)

$$v_i = K\sqrt{\frac{2\overline{\Delta p_i}}{\rho}} \qquad \text{(A.1)}$$

$$\overline{\Delta p_i} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta p_i \qquad \text{(A.2)}$$

$$F_1(i) = \frac{(p_1 - p_2)_i}{(p_4 - p_5)_i} \qquad \text{(A.3)}$$

$$F_2(i) = Cp\sqrt{\frac{\Delta p_{std}}{(p_1 - p_2)_i}} \qquad \text{(A.4)}$$

$$M_s = M_d(1 - \varphi_{ws}) + 18\varphi_{ws} \qquad \text{(A.5)}$$

TS EN ISO 16911

$$p_s = p_{atm} + \frac{p_g}{13.6} \quad \text{(A.6)}$$

$$T_{s(i)}\,\mathrm{R} = 460 + T_{s(i)}\,^{\circ}\mathrm{F} \quad \text{(A.7)}$$

$$v_{a(i)} = K_p F_2(i) \sqrt{\frac{(p_1 - p_2)_i\, T_{s(i)}}{p_s M_s}} \left[\cos\Theta_{y(i)}\right]\left[\cos\Theta_{p(i)}\right] \quad \text{(A.8)}$$

$$q_{V,sw} = 3{,}600 v_{a(avg)} A_s \left[\frac{T_{std}}{T_{s(avg)}}\right]\left(\frac{p_s}{p_{std}}\right) \quad \text{(A.9)}$$

$$q_{V,sd} = q_{V,sw}\left(1 - \varphi_{ws}\right) \quad \text{(A.10)}$$

$$\rho = \frac{M p_c}{R T_c} \quad \text{(A.11)}$$

$$p_c = p_{atm} + \overline{p_{stat}} \quad \text{(A.12)}$$

$$\overline{p_{stat}} = \frac{1}{n_1} \sum_{i_1=1}^{n_1} \overline{p_{stat,i_1}} \quad \text{(A.13)}$$

$$\overline{P_{stat,i_1}} = \frac{1}{n_2} \sum_{i_2=1}^{n_2} p_{stat,i_1 i_2} \quad \text{(A.14)}$$

TS EN ISO 16911

$p_{\mathrm{stat},i_1,i_2}$, $i_2 = 1 \ldots n_2$

$\overline{p_{\mathrm{stat},i_1}}$, $i_1 = 1 \ldots n_1$

$$M = 10^{-3} \times \sum_{B=1}^{q} \left(M_B \varphi_B \right) \qquad \text{(A.15)}$$

$$M = 10^{-5} \times \left[32\varphi_{O_2,w} + 44\varphi_{CO_2,w} + 18\varphi_{H_2O} + 28 \times \left(100 - \varphi_{O_2,w} - \varphi_{CO_2,w} - \varphi_{H_2O} \right) \right] \qquad \text{(A.16)}$$

Sembol ve terimler standardın 4. bölümünde yer almaktadır.

TS EN ISO 16911

➢Örnek hesaplama;

Veriler

- L tipi bir Pitot vasıtasıyla beş noktada incelenen 1 m çapında bir kanal: kanal çapının ölçülmesindeki belirsizlik, izin verilen maksimum hatadan başlayarak çapın% 2'sine eşit olarak verilmiştir.
- Ölçüm bölümündeki gazların sıcaklığı: 150 ° C = 423 K - K içinde mutlak sıcaklığın % 1'ine kadar doğru olduğu kabul edilmiştir (ISO 10780'de belirtildiği gibi).
- atmosferik basınç: 101.080 Pa - atmosferik basınçtaki belirsizlik, 300 Pa olan izin verilen maksimum hata ve 20 Pa olarak tahmin edilen okuma nedeniyle oluşan hatadan başlanarak hesaplanır;
- Bacada ölçülen oksijen içeriği: Kuru gazda %11,8, hacimsel oran ±% 6 bağıl (k = 2),
- Bacad ölçülen karbondioksit içeriği: Kuru gazda %9,1 hacimsel oran ±% 6 bağıl (k=2),
- Su buharı içeriği: Islaık gazda %10,8, hacimsel oranı ±% 20 bağıl (k = 2);

TS EN ISO 16911

➢ **Her ölçüm noktasında Pa cinsinden ortalama lokal dinamik basınçlar:**

Value	Point *i*				
	1	2	3	4	5
1	190	205	221	208	195
2	189	198	227	215	188
3	195	203	225	213	186
4	194	200	219	216	195
5	192	203	220	210	194
$\overline{\Delta p_i}$	192	202	222	212	192

Value	Diameter	
	1	2
1	−160	−158
2	−165	−162
3	−166	−164
4	−170	−159
5	−159	−161
$\overline{p_{stat,k}}$	−164	−161

TS EN ISO 16911

- **Ölçüm bölümündeki ortalama basınç, her çaptaki ortalama statik basınçların aritmetik ortalamasına eşittir:**

$$\overline{p_{stat}} = \frac{1}{2}\left(\overline{p_{stat,1}} + \overline{p_{stat,2}}\right) = -162\,\text{Pa}$$

$$u^2\left(\overline{p_{stat}}\right) = \frac{1}{4} \times \left[u^2\left(\overline{p_{stat,1}}\right) + u^2\left(\overline{p_{stat,2}}\right)\right]$$

Gaz atıklarının fiziko kimyasal özelliklerinin hesaplanması
- mol kütle gazları: M = 28,6 × 10^{-3} kg / mol
- gazların yoğunluğu: ρ = 0,82 kg / m3, gerçek sıcaklık ve basınç koşullarında, ıslak gazda
- mutlak basınç: pc = 100.918 Pa
- m / s cinsinden verel hızlar:

Velocity	Point *i*				
	1	2	3	4	5
v_i	21,72	22,27	23,38	22,85	21,70
mean velocity: $\overline{v}$ = 22,38 m/s					

Gerçek sıcaklık ve basınçta, standart koşullarda kuru gaz ve referans koşullarda, kuru gazda oksijen düzeltmesi yapılmış hacimsel debiler.

— $q_{V,w}$ = 63 292 m^3/h i

— $q_{V,0d}$ = 32 371 m^3/h

— $q_{V,0d,O2ref}$ = 29 755 m^3/h

TS EN ISO 16911

Yerel hızların belirlenmesi ile ilgili belirsizliklerin hesaplanması

$$\frac{u^2(v_i)}{v_i^2}=\frac{u^2(K)}{K^2}+\frac{u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)}{4\times\overline{\Delta p_i}^2}+\frac{u^2(\rho)}{4\rho^2}$$

Pitot tüpü katsayısı üzerindeki standart belirsizlik Pitot tüpünün özellikleri: K = 1,01 ± 0,02 (kapsama faktörü k = 2)

$$u(K)=\frac{0,02}{2}=0,01$$

Ortalama yerel dinamik basınçlarla ilişkili standart belirsizlik

$$u^2(\overline{\Delta p_i})=\frac{\sigma^2_{\Delta p_i}}{m}+\sum_{f=1}^{r}u^2\left(C_f\right)$$

where

$\sigma_{\Delta p_i}$	*i noktasındaki m dinamik basınç ölçümlerinin standart sapmasıdır;*
$\sigma_{\Delta p_i}/\sqrt{m}$	*i noktasında m dinamik basınç ölçümleri ortalamasının standart sapmasıdır;*
$C_f, f=1 \ldots r$	*Dinamik basınç ölçümlerinde yapılan düzeltmelerdir.*

Standart sapma $\sigma_{\Delta p_i}$ şu şekilde hesaplanır:
- Ölçüm sayısı 10'a eşit veya daha düşükse:

TS EN ISO 16911

$$\sigma_{\Delta p_i} = d_n \left(\Delta p_{i,\max} - \Delta p_{i,\min} \right)$$

$\Delta p_{i,\max}, \Delta p_{i,\min}$ *ölçülen dinamik basıncın maksimum ve minimum değerleridir;*

d_n *faktör yükleme, ölçüm sayısının fonksiyonu.*

Ölçümlerin sayısı / değerler n	d_n	*Ölçümlerin sayısı / değerler* n	d_n
2	0,885	12	0,307
3	0,591	15	0,288
4	0,486	20	0,268
5	0,430	25	0,254
6	0,395	30	0,245
7	0,370	40	0,227
8	0,351	50	0,222
9	0,337	60	0,216
10	0,325	80	0,206
11	0,315	100	0,199

TS EN ISO 16911

- Ölçüm sayısı 10'dan büyükse:

$$\sigma_{\Delta p_i} = s_{\Delta p_i} \quad \text{or} \quad \sigma_{\Delta p_i} = d_n\left(\Delta p_{j,\max} - \Delta p_{j,\min}\right)$$

$s_{\Delta p_i}$ dinamik basınç ölçümleri serisinin deneysel standart sapmasıdır.

Dinamik basınç ölçümlerinde yapılan düzeltmeler aşağıdakilerle ilgilidir:

- kullanılan sensörün çözünürlüğü;
- kalibrasyon belirsizliği;
- kayması;
- doğrusallığı;
- histerezis.

Kullanılan basınç sensörünün özellikleri (örnekte):
- aralık: 0 Pa ila 1 000 Pa;
- çözünürlük: 1 Pa;
- kalibrasyon belirsizliği: ± 2 Pa (kapsama faktörü k = 2 ile);
- kayma: iki kalibrasyon arasındaki aralığın% 0,1'i;
- linerite aralığın% 0,06'sı.

$$u^2(\overline{\Delta p_i}) = \frac{\sigma^2_{\Delta p_i}}{m} + \left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2 + \left[\frac{(0{,}1/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{(0{,}06/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2$$

TS EN ISO 16911

Değer , Pa	Point *i*				
	1	2	3	4	5
$\overline{\Delta p_i}$	192	202	222	212	192
$\sigma_{\Delta p_i} = d_n\left(\Delta p_{i,\max} - \Delta p_{i,\min}\right)$	2,58	3,01	3,44	3,44	3,87
$\sigma_{\Delta p_i} / \sqrt{m}$	1,15	1,35	1,54	1,54	1,73
$u\left(\overline{\Delta p_i}\right)$	1,69	1,83	1,98	1,98	2,13

Gaz çıkışının yoğunluğu ile ilgili standart belirsizlik.

$$\frac{u^2(\rho)}{\rho^2} = \frac{u^2(p_c)}{p_c^2} + \frac{u^2(T_c)}{T_c^2} + \frac{u^2(M)}{M^2}$$

ρ *gaz atığının sıcaklık ve gaz basıncı koşulları altında, kg / m3 cinsinden yoğunluğu;*

M *ıslak gaz çıkışının molar kütlesi, kg / mol;*

p_c *Pa, ölçüm bölümündeki kanaldaki mutlak basınçtır;*

T_c *K cinsinden kanaldaki gaz sıcaklığıdır.*

TS EN ISO 16911

Gaz molar kütlesi ile ilgili standart belirsizlik

$$M = 10^{-5} \times \left[32 \times \varphi_{O_2,w} + 44 \times \varphi_{CO_2,w} + 18 \times \varphi_{H_2O} + 28 \times \left(100 - \varphi_{O_2,w} - \varphi_{CO_2,w} - \varphi_{H_2O} \right) \right]$$

$$u^2(M) = \left(\frac{\partial M}{\partial \varphi_{O_2,w}} \right)^2 \times u^2\left(\varphi_{O_2,w}\right) + \left(\frac{\partial M}{\partial \varphi_{CO_2,w}} \right)^2 \times u^2\left(\varphi_{CO_2,w}\right) + \left(\frac{\partial M}{\partial \varphi_{H_2O}} \right)^2 \times u^2\left(\varphi_{H_2O}\right) \qquad \text{(F.4)}$$

Duyarlılık katsayıları:

$$\frac{\partial M}{\partial \varphi_{O_2,w}} = 4 \times 10^{-5} \qquad \sigma_{\Delta p_i} = d_n \times \left(\Delta p_{j,\max} - \Delta p_{j,\min} \right) \qquad \frac{\partial M}{\partial \varphi_{H_2O}} = -10^{-4}$$

Standart belirsizlik

$$u^2(M) = \left(4 \times 10^{-5}\right)^2 \times u^2\left(\varphi_{O_2,w}\right) + \left(16 \times 10^{-5}\right)^2 \times u^2\left(\varphi_{CO_2,w}\right) + \left(10^{-4}\right)^2 \times u^2\left(\varphi_{H_2O}\right)$$

$\varphi_{O_2,w}$, $\varphi_{CO_2,w}$ ve φ_{H_2O} *ıslak gazdaki yüzde hacim kesirleridir.*

Islak oksijen ve karbon dioksit gazı içeriği aşağıdaki denklemlerle verilmiştir:

$$\varphi_{O_2,w} = \varphi_{O_2,d} \times \frac{100 - \varphi_{H_2O}}{100} = 11{,}8 \times \frac{100 - 10{,}8}{100} = 10{,}5\,\% \text{ hacim kesiri}$$

TS EN ISO 16911

$$\varphi_{CO_2,w} = \varphi_{CO_2,d} \times \frac{100-\varphi_{H_2O}}{100} = 9{,}1 \times \frac{100-10{,}8}{100} = 8{,}1 \text{ \% hacim oranı}$$

Islak gazdaki oksijen içeriği, karbondioksit ve su buharı ile ilgili belirsizlik türleri aşağıdaki denklemlere göre hesaplanır:

$$u(\varphi_{H_2O}) = \frac{20}{2\times100} \times 10{,}8 = 1{,}08\,\% \quad \text{ıslak gazda hacim oranı.}$$

$$u(\varphi_{O_2,w}) = \varphi_{O_2,w} \times \sqrt{\left[\frac{u(\varphi_{O_2,d})}{\varphi_{O_2,d}}\right]^2 + \left[\frac{u(\varphi_{H_2O})}{100-\varphi_{H_2O}}\right]^2}$$

$$u(\varphi_{O_2,w}) = 10{,}5 \times \sqrt{\left(\frac{\frac{6}{2\times100}\times11{,}8}{11{,}8}\right)^2 + \left(\frac{\frac{20}{2\times100}\times10{,}8}{100-10{,}8}\right)^2} = 0{,}34\,\% \text{ hacimsel kesirli su buharı}$$

$$u(\varphi_{CO_2,w}) = \varphi_{CO_2,w} \times \sqrt{\left[\frac{u(\varphi_{CO_2,d})}{\varphi_{CO_2,d}}\right]^2 + \left[\frac{u(\varphi_{H_2O})}{100-\varphi_{H_2O}}\right]^2}$$

$$u(\varphi_{CO_2,w}) = 8{,}1 \times \sqrt{\left(\frac{\frac{6}{2\times100}\times9{,}1}{9{,}1}\right)^2 + \left(\frac{\frac{20}{2\times100}\times10{,}8}{100-10{,}8}\right)^2} = 0{,}26\% \quad \text{hacimsel oran}$$

$$u(M) = 1{,}17\times10^{-4}\ \text{kg/mol}$$

TS EN ISO 16911

Sıcaklıkla ilişkili standart belirsizlik Tc Sıcaklık ölçümü ile ilgili belirsizlik bağlıdır:

- Kullanılan sıcaklık sensörünün çözünürlüğü ile;
- Ölçüm cihazı sensörünün ve ölçüm cihazının kalibrasyon belirsizliği ile;
- Ölçme ekipmanının kaymalarıyla;
- Doğrusallık ölçüm cihazı ile;
- Histerezis ölçüm cihazı ile.

Sıcaklık ölçümü ile ilgili genişletilmiş belirsizlik ± 2,5 K'dır.

Standart belirsizlik u (Tc) bu nedenle:

$$u(T_c) = \frac{4,23}{2} = 2,11\,K$$

TS EN ISO 16911

Bacada mutlak basınçla ilgili standart belirsizlik p_c

Mutlak basıncın belirsizliği şu şekilde verilir:

$$u^2(p_c)=u^2(p_{atm})+u^2\left(\overline{p_{stat}}\right)$$

Atmosferik basınç ölçümü ile ilgili belirsizlik şunlara bağlıdır:
- *kullanılan sensörün çözünürlüğü;*
- *sensörün kalibrasyon belirsizliği;*
- *sensörün kayması;*
- *sensörün doğrusallığı;*
- *sensörün histerezi.*

Bu örnekte, drift, linerite ve histerezis yanı sıra okuma kaynaklı belirsizliği içeren izin verilen maksimum hatayı biliyoruz. Standart belirsizlik şu şekilde verilir:

$$u^2(p_{atm})=\left(\frac{300}{\sqrt{3}}\right)^2+\left(\frac{20}{2\sqrt{3}}\right)^2=173{,}3\ \text{Pa}$$

TS EN ISO 16911

Her ölçüm noktasında k, p ölçümleri yapılırsa, bu noktadaki ortalama statik basınç ile ilgili standart belirsizlik Formül tarafından verilir.

$$u^2(\overline{p_{stat,k}}) = \frac{\sigma^2_{p_{stat,k}}}{p} + \sum_{f=1}^{q} u^2(C_f)$$

where

$\sigma_{p_{stat,k}}$ *p statik basınç ölçümlerinin noktadaki standart sapmasıdır* k:

$\sigma_{p_{stat,k}} / \sqrt{p}$ *noktadaki statik basınç ölçümlerinin ortalamasının standart sapmasıdır* k:

$C_f, f = 1 \ldots q$ *Statik basınç ölçümlerinde yapılan düzeltmelerdir.*

Statik basınç ölçümlerinin standart sapması. $\sigma_{p_{stat,k}}$ *şu şekilde hesaplanır*

- Ölçüm sayısı 10'a eşit veya daha düşükse:

$$\sigma_{p_{stat,k}} = d_n \left(p_{stat,k,max} - p_{stat,k,min} \right)$$

$p_{stat,k,max}, p_{stat,k,min}$ *k noktasındaki statik basınç maksimum ve minimum değerleridir;*

d_n *faktör yükleme, ölçüm sayısının fonksiyonu.*

- Ölçüm sayısı 10'dan büyükse:

$$\sigma_{p_{stat,k}} = s_{p_{stat,k}} \quad \text{or} \quad \sigma_{p_{stat,k}} = d_n \left(p_{stat,k,max} - p_{stat,k,min} \right)$$

$s_{p_{stat,k}}$ *ölçüm serilerinin deneysel standart sapmasıdır.*

TS EN ISO 16911

Statik basınç ölçümlerinde yapılan düzeltmeler aşağıdakilerden kaynaklanmaktadır:
- *kullanılan sensörün çözünürlüğü;*
- *kalibrasyon belirsizliği;*
- *kayması;*
- *doğrusallığı;*
- *histerezis.*

Ortalama statik basınç $\overline{p_{stat}}$ *ile ilişkili standart belirsizlik şuna eşittir:*

$$u^2\left(\overline{p_{stat}}\right)=\frac{1}{r^2}\sum_{k=1}^{r}u^2\left(\overline{p_{stat,k}}\right)=\frac{1}{r^2}\sum_{k=1}^{r}\left[\frac{\sigma^2_{p_{stat,k}}}{p}+\sum_{f=1}^{q}u^2\left(C_f\right)\right]$$

Mutlak basınçla ilişkili standart belirsizlik şuna eşittir:

$$u^2\left(p_c\right)=u^2\left(p_{atm}\right)+u^2\left(\overline{p_{stat}}\right)=u^2\left(p_{atm}\right)+\frac{1}{r^2}\sum_{k=1}^{r}\left[\frac{\sigma^2_{p_{stat,k}}}{p}+\sum_{f=1}^{q}u^2\left(C_f\right)\right]$$

$$u^2\left(p_c\right)=u^2\left(p_{atm}\right)+\frac{1}{4}\times\left[u^2\left(\overline{p_{stat,1}}\right)+u^2\left(\overline{p_{stat,2}}\right)\right]$$

TS EN ISO 16911

Örnekte, statik basınç, dinamik basınçları ölçmek için kullanılan aynı basınç sensörüyle ölçülür. Dolayısıyla, düzeltmelerdeki belirsizlikler aynıdır.

Değer Pa	çap	
	1	2
$\overline{p_{stat,k}}$	−164	−161
$\sigma_{p_{stat,k}} - d_n\left(p_{stat,k,max} - p_{stat,k,min}\right)$	4,73	2,58
$\sigma_{p_{stat,k}} / \sqrt{p}$	2,12	1,15

$$u\left(p_{stat,1}\right) = \sqrt{2,12^2 + \left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2 + \left[\frac{(0,1/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{(0,06/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2} = 2,46\ \text{Pa}$$

$$u\left(p_{stat,2}\right) = \sqrt{1,15^2 + \left(\frac{1}{2\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2 + \left[\frac{(0,1/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{(0,06/100)\times 1000}{\sqrt{3}}\right]^2} = 1,70\ \text{Pa}$$

$$u\left(\overline{p_{stat}}\right) = \frac{1}{2}\times\sqrt{u^2\left(\overline{p_{stat,1}}\right) + u^2\left(\overline{p_{stat,2}}\right)} = 1,49\ \text{Pa}$$

Mutlak basınç ile ilgili belirsizlik:

$u(p_c) = 173,2$ Pa

Yoğunluk ile ilgili standart belirsizlik

$$\frac{u^2(\rho)}{\rho^2} = \frac{u^2(M)}{M^2} + \frac{u^2(p_c)}{p_c^2} + \frac{u^2(T_c)}{T_c^2} = \frac{\left(1,17\times 10^{-4}\right)^2}{\left(28,6\times 10^{-3}\right)^2} + \frac{173,2^2}{100918^2} + \frac{2,11^2}{423^2}$$

$u(\rho) = 5,46 \times 10^{-3}$ kg/m³

TS EN ISO 16911

Yerel hızlarla ilgili standart belirsizlik

Yerel hızlarla ilgili standart belirsizlik aşağıdakiler tarafından verilmektedir:

$$\frac{u^2(v_i)}{v_i^2}=\frac{u^2(K)}{K^2}+\frac{u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)}{4\overline{\Delta p_i}^2}+\frac{u^2(\rho)}{4\rho^2}$$

Sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Değer , m/s	nokta i				
	1	2	3	4	5
$u(v_i)$	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26

Ortalama hız ile ilgili belirsizliklerin hesaplanması

Ortalama hız ile ilgili belirsizlik aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{u^2(\bar{v})}{\bar{v}^2}=\frac{u^2(K)}{4K^2}+\frac{u^2(\rho)}{4\rho^2}+\frac{u^2\sum_{i=1}^{n}\left[u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)/4\overline{\Delta p_i}\right]}{\left(\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\overline{\Delta p_i}}\right)^2}$$

TS EN ISO 16911

$$u^2\left(\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\overline{\Delta p_i}}\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[\left(\frac{1}{2\sqrt{\overline{\Delta p_i}}}\right)^2\times u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)\right]=\sum_{i=1}^{n}\frac{u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)}{4\overline{\Delta p_i}}$$

$$\frac{u^2(\overline{v})}{\overline{v}^2}=\frac{u^2(K)}{4K^2}+\frac{u^2(p_{atm})+u^2\left(\overline{p_{stat}}\right)}{4\times p_c^2}+\frac{u^2(T_c)}{4\times T_c^2}+$$

$$\frac{\left(4\times10^{-5}\right)^2\times u^2\left(\varphi_{O_2,d}\right)+\left(16\times10^{-5}\right)^2\times u^2\left(\varphi_{CO_2,d}\right)+\left(10^{-4}\right)^2\times u^2\left(\varphi_{H_2O}\right)}{4\times M^2}+$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}\left[u^2\left(\overline{\Delta p_i}\right)/4\overline{\Delta p_i}\right]}{\left(\sum_{i=1}^{n}\sqrt{\overline{\Delta p_i}}\right)^2}$$

Ortalama hızın birleştirilmiş standart belirsizliğinin sonucu:

$u(\overline{v})=0{,}24\ \mathrm{m/s}$

Genişletilmiş belirsizliğin sonucu:

$U_c(\overline{v})=\pm0{,}47\ \mathrm{m/s}(k=2)$

$U_{c,rel}(\overline{v})=\pm2{,}1\ \%(k=2)$

TS EN ISO 16911

Gerçek sıcaklık, basınç, su buharı içeriği ve oksijen koşullarında hacimsel akış hızı ile ilişkili standart belirsizlik aşağıdaki gibidir:

$$\frac{u^2(q_{V,w})}{q_{V,w}^2} = \frac{u^2(\overline{v})}{\overline{v}^2} + \frac{u^2(A)}{A^2}$$

D çapında bir dairesel kanal söz konusu olduğunda:

$$\frac{u^2(A)}{A^2} = 4 \times \frac{u^2(D)}{D^2}$$

- a ve b taraflarında dikdörtgen bir kanal olması durumunda:

$$\frac{u^2(A)}{A^2} = \frac{u^2(a)}{a^2} + \frac{u^2(b)}{b^2}$$

Birleşik standart belirsizliğin hesaplanması:

$$\frac{u^2(A)}{A^2} = 4 \times \frac{u^2(D)}{D^2} = 4 \times \frac{\left[(2/100 \times 1)/\sqrt{3}\right]^2}{1^2}$$

$u(q_{V,w}) = 1\ 597\ m^3/h$

Genişletilmiş birleşik belirsizliğin hesaplanması:

$U_c(q_{V,w}) = \pm 3\ 194\ m^3/h\ (k = 2)$

$U_{c,rel}(q_{V,w}) = \pm 5{,}1\ \%\ (k = 2)$

TS EN ISO 16911

EPA METOT 2 KAPSAMINDA YAPILAN BİR ÇALIŞMAYA AİT BELİRSİZLİK TABLOSU

Table 1. Uncertainty budget for Series 1 point velocity measurements

Measurement component, x_i	Value	Relative standard uncertainty, $u(x_i)/x_i$	Nondimensional sensitivity coefficient, s_i	Percent contribution, %
Probe coefficient, C_p	0.818	0.0048	1.0	86.7
Probe yaw, ϕ_y (deg)	2.49	0.0201	0.002	0
Probe differential pressure, Δp (Pa)	110.38	0.0008	0.5	0.5
Gas temperature, T (K)	296	0.0037	0.5	12.8
Duct static pressure, P_s (Pa)	100722	0.0001	−0.5	0
Gas molecular weight, M_{wet} (kg/kmol)	28.297	0.0001	−0.5	0
Near axial velocity, v_z (m/sec)	11.28	0.0052 (0.0104)	Standard uncertainty (Expanded uncertainty)	

Table 2. Uncertainty budget for Series 2 point velocity measurements, with standard uncertainty estimates derived from EPA (Method 2 or 2G) and ASTM (D 3154) standard test methods

Measurement component, x_i	Value	Standard uncertainty, $u(x_i)$	Relative standard uncertainty, $u(x_i)/x_i$	Nondimensional sensitivity coefficient, s_i	Percent contribution, %
Probe coefficient, C_p	0.785	0.012	0.0150[b,c]	1.0	88.5
Probe yaw, ϕ_y (deg)	2.0	0.5[b]	0.2500	0.002	0
Probe differential pressure, Δp (Pa)	403.6	3.1[b]	0.0077	0.5	5.8
Gas temperature, T (K)	287.3	1.5[b]	0.0052	0.5	2.7
Duct static pressure, P_s (Pa)	99193	170[a,b]	0.0017	−0.5	0.3
Gas molecular weight, M_{wet} (kg/kmol)	28.73	0.15[c]	0.0052	−0.5	2.7
Near axial velocity, v_z (m/sec)	20.41	0.33 (0.65)	0.0159 (0.0319)	Standard uncertainty (Expanded uncertainty)	

Notes: [a]EPA Method 2. [b]EPA Method 2G. [c]ASTM D3154.

Kaynak: An uncertainty analysis of mean flow velocity measurements used to quantify emissions from stationary sources Rodney Bryant, Olatunde Sanni, Elizabeth Moore, Matthew Bundy & Aaron Johnson

TS EN ISO 16911

EN 16911 standardi için hız ve hacimsel debi belirsizlik bütçesi örneği

Measured Velocity at Actual Conditions		m/s
Measured Volumetric Flow rate at Actual Conditions		m³/hr

Performance Characteristics & Source of Value	Units	Values	Requirement	Compliant
Uncertainty of Local Gas Velocity Determination				
uncertainty of pitot tube coefficient	-			
Uncertainty of mean local dynamic pressures	-			
Factor loading, function of the number of measurements.	3 readings		minimum 3	Yes
Range of measurment device	pa			
Resolution	pa			
Calibration uncertainty	pa		<1% of Value or 20 Pa whichever is greater	Yes
Drift	% range			
Linearity	% range		<2% of value	Yes
Uncertainty of gas density determination				
Uncertainty of molar mass determination	kg/mol			
Uncertainty of temperature measurement	K		<1% of value	Yes
Uncertainty of absolute pressure in the duct	pa			
Uncertainty associated with the estimate of density	-			
Uncertainty associated with the measurement of local velocity	-			
Uncertainty associated with the measurement of mean velocity	-			

Measurement Uncertainty - Velocity	m/s
Combined uncertainty	
Expanded uncertainty at a 95% Confidence Interval	

Note - The expanded uncertainty uses a coverage factor of k = 2.

Expanded Measurement Uncertainty of Velocity at a 95% Confidence Interval	%
Expressed as a % of the Measured Concentration	
Expanded uncertainty at a 95% Confidence Interval	

Measurement Uncertainty Volumetric Flow Rate	m³/hr
Combined uncertainty	
Expanded uncertainty at a 95% Confidence Interval	

Note - The expanded uncertainty uses a coverage factor of k = 2.

Expanded Measurement Uncertainty of Volumetric Flow Rate at a 95% Confidence Interval	%
Expressed as a % of the Measured Concentration	
Expanded uncertainty at a 95% Confidence Interval	

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

Hakan GÜNGÖR

Çevre Mühendisi

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

1. Bölüm : Amaç Kapsam ve Dayanak
2. Bölüm : Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi
3. Bölüm : Çöken Toz
4. Bölüm : PM10
5. Bölüm : Pasif Örnekleme





HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

1. Bölüm : Amaç, Kapsam ve Dayanak

Amaç

Mevcut ve yeni kurulacak tesislerin; tesis etki alanında hava kalitesinin ölçülmesidir.

Kapsam

Mevcut ve yeni kurulacak tesislerinden çıkan hava emisyonları

Mevcut ve yeni kurulacak tesislerin etki alanı içerisinde hava kirliliği

Dayanak

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

Standartlar

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

2. Bölüm : Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi

Hava Kirliliği Ölçümü Yaparken;

Uygun numune alma noktaları ve uygun örnekleyiciler seçilmelidir.

Zaman ve mekan açısından örnek, süreci temsil edici olmalıdır.

Numune alma, analiz ve kalibrasyon teknikleri uygun olmalı ve bunlara uygun kalite yönetim prosedürleri oluşturulmalıdır.

Ortam havası örneklemesi ve analizinde; meteorolojik parametreler (rüzgar hızı ve yönü, sıcaklık, güneş ışınımı, bağıl nem) ile birlikte ele alınmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

2. Bölüm : Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi

SKHKKY Ek-2 Kapsamında Hava Kalitesi Ölçümleri;

- İşletmelerden atmosfere verilen emisyonların saatlik kütlesel debileri;

-- mevcut tesisler için; bacalarda ölçülerek ve baca dışı kaynaklar ile

-- yeni kurulacak tesisler için emisyon faktörleri kullanılarak

tespit edilir.

- Saatlik kütlesel debi (kg/saat) değerleri SKHKKY Tablo 2.1'de verilen değerleri aşması halinde, tesis etki alanında emisyonların Hava Kirlenmesi Katkı Değeri (HKKD) mümkünse saatlik, aksi takdirde, günlük, aylık ve yıllık olarak hesaplanır.
- Mevcut tesis için aylık olarak hesaplanmış HKKD en yüksek olduğu farklı inceleme alanlarında her bir inceleme alanında bir istasyon olmak üzere en az iki istasyon kurularak bir ay süre ile sürekli olarak hava kalitesi ölçümleri yapılır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

Çöken Toz Ölçüm Standartları	
Hava Kirliliği Ölçme Metotları Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu	TS 2341
Hava Kirliliği Ölçme Metotları Yönlendirilebilir Çökelti Ölçme Cihazı Kurma Ve Çalıştırma Metodu	TS 2342
Hava Kirliliği Ölçme Metotları Asılı Madde Konsantrasyonunun Belirlenmesi	BS 1747

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

Technical Guidance Note; M8, Environment Agency, UK, Table 14.3

İzleme Türü	İzleme tekniği	Standart yöntem	Yorumlar	Bildirilen LOD ve aralık	Bildirilen Belirsizlik
Dönem-Ortalama Örnekleme TS EN 2341	Ölçüm tanıklık etme oranı (mg m^{-2} $gün^{-1}$): Örnekleme'nin pasif toplama toz ingiliz Standardı mevduatı göstergesi; gravimetrik analiz.	BS 1747-1:1969	Çözünmeyen malzeme süzülür, kurutulur ve gravimetrik olarak tespit edilir. Sonuçlar mg/m^{-2}Gün^{-1} birimi ile ifade edilir ,	Bir Gravimetrik belirleme 0.1 Mg çözünürlük dengesi bir aylık örnekleme süresi teorik LoD verir. (0,05mg/m^{-2}Gün^{-1}.)	Mevcut belirsizlik yok. Sığ toplayıcı hazne, yüksek rüzgar hızlarında kayıplar yaşanır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

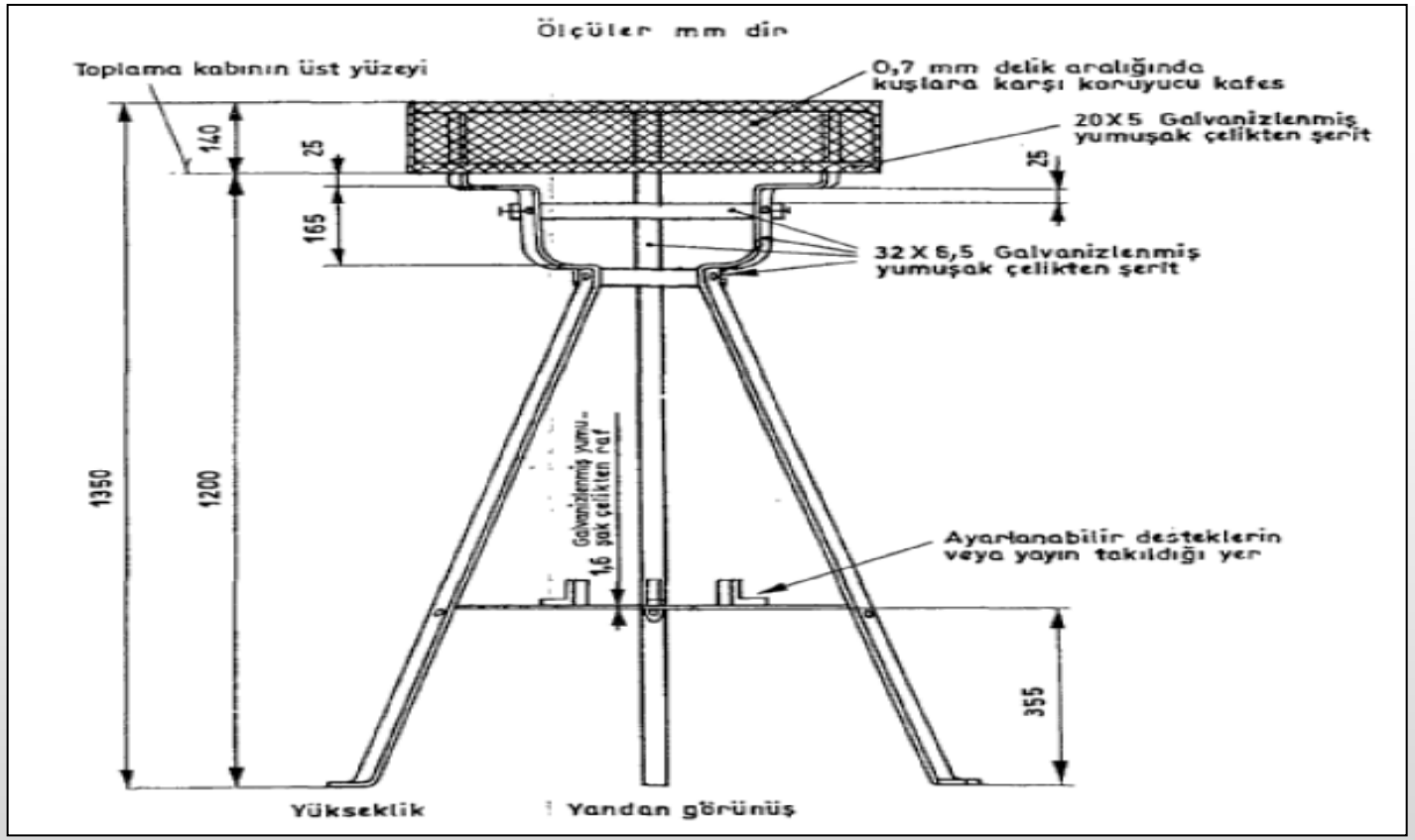
Dikkat Edilecek Hususlar

➢Çöken toz ölçümü sırasında tesis inceleme alanı içinde en az 2 (iki) ölçüm noktasında, hakim rüzgar yönü dikkate alınır. Aynı bölgede toz emisyonuna neden olan başka kaynakların da bulunması durumunda ölçüm noktası sayısı tesis dışındaki diğer kaynakların katkılarının belirlenmesi için attırılabilir. Ölçüm süresi birer aylık 2 (iki) ölçüm olup, toplam 2 (iki) aydır. Aylık olarak bulunacak değerler gün sayısına bölünerek bir günde çöken ortalama toz miktarı hesaplanır.

➢Hava kalitesi ölçümleri kural olarak yer seviyesinden, 1,5 - 4,0 metre arasındaki yüksekliklerde, binadan (veya ekili alandan) en az 1,5 metre yan mesafe tutularak yapılır. Ormanda yapılan ölçümler, ağaç yüksekliğinden daha yukarıda yapılmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri



TS 2341 Düzeneği

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

TS 2341 Hava Kirliliği Ölçme Metotları Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu Standardı

TOPLAMA KABI

- Toplama kabı, kimyasal maddelere dayanıklı, statik elektrikle yüklenmeyen cam veya uygun bir plastik malzemeden olmalıdır.
- Her toplama kabı bir seri numarası ile işaretlenmeli ve her ’kap için bir dönüştürme faktörü (F) bulunmalıdır.
- Toplanan çökeltinin ağırlığı (miligram olarak) bu faktörle çarpıldığında sonuç metrekarede miligram olarak (mg/m2) bulunur.

$$F = \frac{127{,}3 \times 10^4}{D^2}$$

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

TS 2341 Hava Kirliliği Ölçme Metotları Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu Standardı

TOPLAMA ŞİŞELERİ

Toplama şişeleri, polietilen gibi uygun bir plastik malzemeden yapılmış olmalıdır. Şişenin boynu ile birleşen kısmı öncelikle, yaklaşık olarak 45° lik bir açıda olmalı ve diğer boyutları da aşağıda verilen değerlere uygun olmalıdır :

Boyun çapı :

Dış : (ençok) 90 mm

İç: 40-75

Hacim: 10-20 litre

HUNİ

Huni, paslanmaz çelikten veya polietilenden yapılmış olmalı ve Şekil - 3 te verilen boyutlara uymalıdır. Çelikten yapılmış hunilerin tüp kısmı CrNiMo 18/6/3 paslanmaz çeliğinden yapılmış olmalıdır. Huninin

konik ve silindirik kısımları aynı cins çelikten, uygun görülürse 18/8 CrNi çeliğinden yapılmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

TS 2341 Hava Kirliliği Ölçme Metotları Çökelti Ölçme Cihazı Kurma ve Çalıştırma Metodu Standardı

Bakır Sülfat :

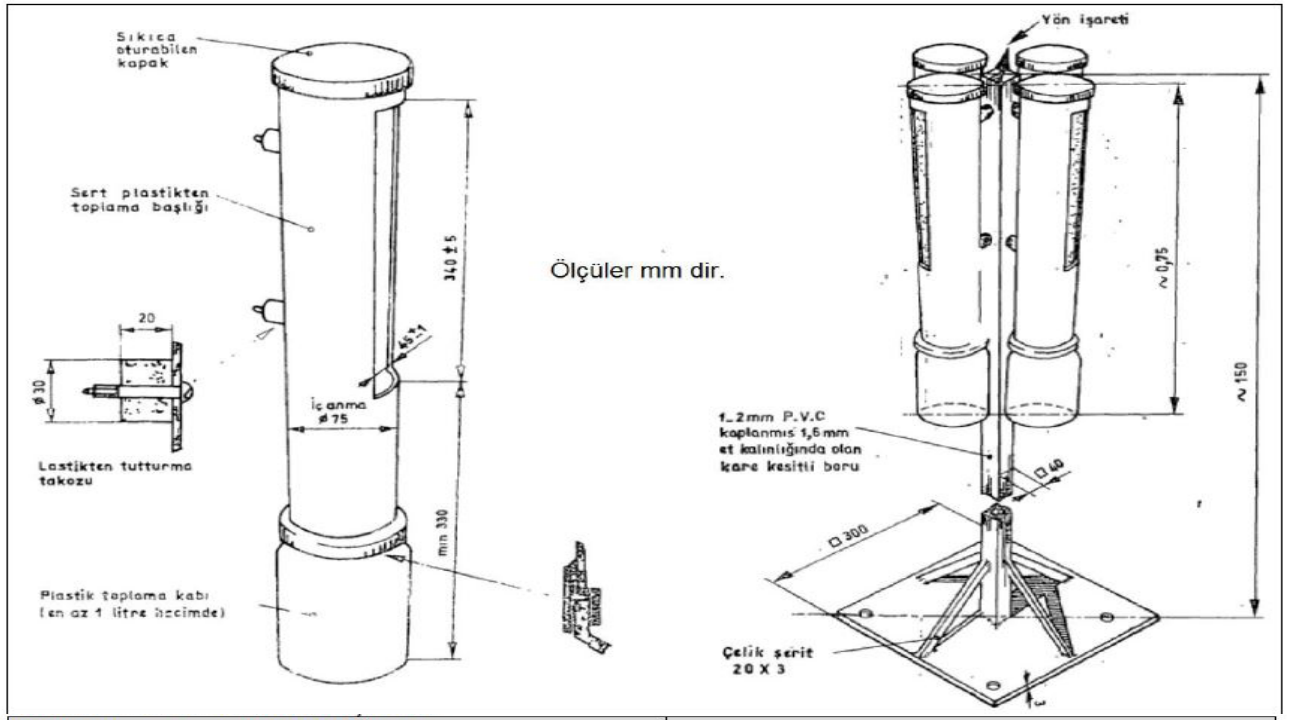
Toplanan çökeltinin kimyasal yapısına etkileyebilecek mikroorganizmalar üremesini engellemek için temiz toplama şişesine 10 ml 0,02 N bakõr sülfat çözeltisi (litrede 2,50g $CuSO_4 . 5H_2O$)
konulmalıdır.

Bakır Sülfat Düzeltmesi:
Süzüntünün belli miktarının dikkatle kuruluğa kadar buharlaştırõması sonucu elde edilen kalıntının miktarı bakır sülfat katılan durumlarda gerekli düzeltme yapılmalıdır.
Bakır sülfat CuSO4 . H2O (10 ml = **0,0178 g)** olarak hesaplanmalıdır.

Not: TS 2341 metodunda bu miktar 0,0718 g olarak belirtilmekte olup bu değer çeviri hatasından kaynaklanan bir hatadır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri



Donanım	TS 2342
	Değer
Toplama başlığı destek yüksekliği	1,5 ± 0,1m
Toplama başlıklarının birbirine mesafesi	90°
Toplama başlıklarının kesit yüksekliği	340 ± 5 mm
Toplama başlıklarının kesit genişliği	45 ± 1mm
Toplama başlıklarının iç çapı	75 mm
Toplama şişesi ve başlığın bitiş mesafesi	min. 330 mm
Toplama şişesi hacmi	min. 1L

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

ÖRNEKLEME İŞLEMLERİ

Kullanılan cihazların standartlara tam olarak uygun olarak tasarlandığı kabulü ile yapılacak diğer işlemler;

- Her toplama kabı bir seri numarası ile işaretlenmelidir.
- Temiz toplama şişesine mikroorganizmalar üremesini engellemek için; 10 ml 0,02 N bakır sülfat çözeltisi (litrede 2,5 g $CuSO_4.5H_2O$) konulmalıdır.
- Cihaz birleştirilirken huninin silindirik kısmı şişenin konik kısmına olabildiği kadar yakın olmalıdır. Birleştirme işleminden sonra borular yapışkan bantla iki kat olarak sarılmalıdır. Böylece sistem güneşin ve havanın etkisinden korunmuş ve eskime hızı azalmış olur.
- Çökelti ölçme cihazı öncelikle açıklık ve düz bir yere yerleştirilmelidir. Düz bir yerin bulunamaması halinde sehpanın ayakları ayarlanarak toplama kabının üst düzeyinin yatay konumda olması sağlanmalıdır. Sehpanın ayaklarındaki deliklere vida veya pimler sokularak konumunun değişmezliği sağlanmalıdır.
- Cihazın çevresindeki kendinden daha yüksek olan cisimlerden uzaklığı toplama kabının üst düzeyi ile bu cisimlerin yüksekliği arasındaki farkın iki katından az olmamalıdır. Cihaz toprak düzeyinden daha yükseğe konulduğu durumlarda; toplama kabının üst düzeyi toprak düzeyinden 5 m.'den daha yüksek olmamalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

3. Bölüm : Çöken Toz Ölçümleri

AYRINTILI ANALİZ

Ayrıntılı analizde aşağıdaki tayinler yapılmalıdır:

- Toplanan sıvı miktarı.
- Sıvının pH değeri (damıtık su katılan durumlar dışında),
- Çözünmeyen kuru madde miktarı,
- Çözünmeyen maddenin yakılması sonucu elde edilen kül miktarı,
- Süzüntünün belli miktarının dikkatle kuruluğa kadar buharlaştırılması sonucu elde edilen kalıntının ağırlığı,

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

4. Bölüm : PM10

TANIM, STANDARTLAR VE ÖLÇÜM METOTLARI

- **PM 10 :** Çapları 10 mikrondan küçük olan havada asılı partiküllerdir.
- PM 10 ölçümlerinde referans olarak kabul edilen 2 adet uluslararası standart bulunmaktadır.
  - **TS EN 12341**
  - **EPA 40 CFR PART 50**

	TS EN 12341	EPA 40 CFR PART 50
Filtre Şartlandırma	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 48 saat*	Sıcaklık 15-30°C ±3° Nem % 20-45 % ± 5 24 saat
Numune Alma Süresi ve Debisi	24 saat, 2,3 m^3/h = 38,33 lt/dk	24 saat, 1 m^3/h = 16,67 lt/dk
Kalibrasyon	Okunan değerler girilen değerin ±%2 aralığında olmalıdır.	Okunan değer girilen değerinin ±%5 aralığında olmalıdır

Bakanlığımız İzin için 1'er saat süreyle toplam 3 ölçüm talep etmektedir.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

4. Bölüm : PM10

NOT : TS EN 12341'e Göre Örnekleme Öncesi Filtre Şartlandırma ve Tartım

$m_{c,1}$ (ilk şartlandırma)	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 48 saat
$m_{c,2}$ (ilk şartlandırmaya ilave 12 saat şartlandırma)	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 12 saat
$\lvert m_{c,1} - m_{c,2} \rvert \leq 40$ µg Olmalıdır. **Eğer bu koşul sağlanamadıysa filtre ya atılır yeni bir seri hazırlanır.** **Ya da aşağıdaki $m_{c,3}$ ilave şartlandırma yapılır.**	
$m_{c,3}$ (bütün işlemlere ilave şartlandırma)	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 24 saat
$\lvert m_{c,2} - m_{c,3} \rvert \leq 40$ µg Olmalıdır. **Eğer bu koşul da sağlanamadıysa filtre atılır yeni bir seri hazırlanır.**	
Filtre Kütlesi : Son iki ardışık tartımın ortalaması olarak kayıt edilir.	
NOT : Eğer ilave sonuçların belirsizliği hesaplanmış ve yöntemin belirsizlik bütçesine dâhil edilmişse, ikinci tartımdan vazgeçilebilir, TS EN 12341-2014	

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

4. Bölüm : PM10

NOT : TS EN 12341'e Göre Örnekleme Sonrası Filtre Şartlandırma Tartım

$m_{s,1}$ **(ilk şartlandırma)**	**Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 48 saat**
$m_{s,2}$ **(ilk şartlandırmaya ilave şartlandırma)**	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 24-72 saat
$\lvert m_{s,1} - m_{s,2} \rvert \leq 60\ \mu g$ **Olmalıdır.** **Eğer bu koşul sağlanamadıysa filtre; ya atılır yeni bir seri hazırlanır. Ya da aşağıdaki $m_{s,3}$ ilave şartlandırması yapılır.**	
$m_{c,3}$ **(bütün işlemlere ilave şartlandırma)**	Sıcaklık 19-21 °C Nem % 45-50 24 saat
$\lvert m_{s,2} - m_{s,3} \rvert \leq 60\ \mu g$ **Olmalıdır.** **Eğer bu koşul sağlanamadıysa filtre atılır yeni bir seri hazırlanır.**	
Filtre Kütlesi : Son iki ardışık tartımın ortalaması olarak kayıt edilir.	
NOT: Eğer ilave sonuçların belirsizliği hesaplanmış ve yöntemin belirsizlik bütçesine dâhil edilmişse, ikinci tartımdan vazgeçilebilir, TS EN 12341-2014	

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

4. Bölüm : PM10

ÖLÇÜM SIRASINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

- **Numune alma cihazının girişi etrafındaki akış, numune alma cihazlarının yakınındaki hava akışını etkileyen hiç bir engel (örneğin balkonlar, ağaçlar, düşey yüzeyler, duvarlar vb.) ile kısıtlanmamalıdır.**
- **Bütün numune girişleri zeminden aynı yükseklikte (1,5 m. ila 8 m. arasında) olmalıdır;**
- **Diğer kaynaklardan taşınan baca dumanlarından sakınmak için; numune alma noktası lokal kaynaklardan uzakta konumlandırılmalıdır. Yer tipi belirlenmesinin akabinde, özellikle işletme (erişilebilirlik, saldırılara karşı güvenlik, dış hava şartlarına karşı korunma) ve altyapı bakımından (elektrik) değerlendirildikten sonra gerçek örnekleme yerleri seçilmelidir.**

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

ÖLÇÜM STANDARTLARI

- **TS EN 13528–1; Ortam Hava Kalitesi–Gaz ve Buhar Derişimlerinin Tayini İçin Difüzif Numune Alma Cihazları–Özellikler ve Deney Metotları–Bölüm : 1 Genel Özellikler**
- **TS EN 13528–2; Ortam Hava Kalitesi–Gaz ve Buhar Derişimlerinin Tayini İçin Difüzif Numune Alma Cihazları–Özellikler ve Deney Metotları Bölüm 2: Özel Koşullar ve Test Metotları**
- **TS EN 13528–3; Ortam Hava Kalitesi–Gaz ve Buhar Derişimlerinin Tayini İçin Difüzif Numune Alma Cihazları–Özellikler ve Deney Metotları–Bölüm 3: Seçim, Kullanım ve Bakım Kılavuzu**
- **EN 14662-4:2005; Ortam Hava Kalitesi-Standart Metodu Benzen Konsantrasyonları Ölçümü İçin–Bölüm 4: Diffusive Örnekleme Ardından TD ve GC**
- **EN 14662-5:2005: Ortam Hava Kalitesi–Standart Yöntem Ölçümü İçin Benzen Konsantrasyonları–Bölüm 5: Diffusive Örnekleme Ardından Çözücü Bırakma ve Gc;(Tanımlayan Tip B Olarak Radiello Sampler)**

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

UYARI

Uçucu organik bileşiklerin türüne göre;

- Sorbent tüplerinin yapıları, absorbanları, çözücüleri ve analiz metotları farklılık göstermektedir.
- MDHS72, MDHS80, MDHS88, MDHS96 belgesindeki belirtilen hususlara göre örnekleme ve analiz yapılmalıdır.
- Hangi analiz cihazının kullanılacağı(GC, GC-MS, HPLC) bileşiğin türüne göre değişiklik göstermektedir.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Difüzif Numune Alma Cihazı

Atmosferde durgun hava tabakasındaki gaz difüzyonu veya zardan veya delikli malzemeden geçen bir madde gibi fiziksel bir prosesle kontrol edilen oranda gaz veya buhar örnekleri alabilen fakat cihazın içinde havanın aktif hareketini içermeyen cihazdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Numune Alma Cihazının Seçimi ve Prosedür

- Gerekli olan ölçüm aralığı , numune alma zamanına referansı, ölçme limiti, oranı ve numune alma cihazının emici ortamının dengedeki doyma kapasitesine ulaşma olasılığı,
- Gerekli çözünme zamanı,
- Gaz veya gaza olan seçicilik ve etkileşimde olan gazlara ve buharlara olan duyarlılık. Eğer ölçüm yapılmadan önce hava içeriği biliniyorsa, tüm veri kayıt altına alındığı ve olası etkileşimler düşük seviyede olduğu sürece seçicilik gerekliliği daha az olacaktır.
- Veri Kalite Amaçları ile olan ilgisi (Veri Kalite Amaçlarının özellikleri değerlednirme metotdunun belirsizliğini (%95 güvenilirlik aralığı) de içererek ölçüm için gereklidir.)
- Numune alma cihazının çevresel faktörlere olan duyarlılığı, özellikle hava hızı
- Olumsuz çevresel koşullardan yeterli korunma,
- Amaca uygunluk, örn. ölçüleri, ağırlığı, dayanıklılığı,
- Operasyon, bakım ve kalibrasyon için eğitim gereklilikleri,
- Kalibrasyon, bakımı da içererek satın alma ve çalıştırma fiyatı.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Numune Alma Cihazının Performansını Etkileyen Çevresel Faktörler

1- Sıcaklık ve Basınç: İdeal difüzif numune alma cihazı için U'nun, sıcaklık ve basınca bağlılığı analitin difüzyon katsayısı ile yönetilir.

2- Nem: Yüksek nem odun kömürü ve moleküler elek gibi hidrofilik emicilerin emme kapasitesini etkileyebilir. Emici malzeme doygunluğa erişmeden önce numune alma zamanını (belli bir derişimde) azaltacaktır. Yüksek nem ayrıca tüp –tipi numune alma cihazlarının iç duvarlarını ya da ekranının emiş davranışını, özellikle yoğunlaşma olursa, değiştirecektir.

3- Düşük ve Yüksek Rüzgar Hızlarının Etkisi: Rüzgar hızı ve yönü difüzif numune alma cihazının performansını etkiler çünkü rüzgar hızı ve yönü etkin difüzyon yolu uzunluğunu etkiler. Düşük hızdaki dış rüzgar koşullarında, etkili difüzyon yolu uzunluğu artabilir Yüksek hızdaki dış rüzgar koşullarında, etkili difüzyon yolu azalabilir. Kullanılan korumaya alternatif olarak cihaz koruyucu kutunun içine yerleştirilmelidir, fakat bu durumda kutu cihazı tamamıyla çevreleyecektir.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

- Tüp – tipi numune alma cihazları düşük hava hızlarından etkilenmez, yüksek hızlarda ise koruma olmadan etkilenebilir.
- Badge – tipi numune alma cihazları genelde küçük hava boşluğu ve geniş yüzey alanına sahiptir, bu nedenle hava hızından; tüp cinsinde olanlara göre daha fazla etkilenebilir ve tipik olarak minimum yüzey hızı 0,5 m.s-1 ve 0,2 m.s-1 arasında gerekmektedir.
- Radyal difüzif numune alma cihazının 0,25m.s-1 civarında minimum yüzey hızına sahip olması gerekir.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Taşıma

Birçok numune alma cihazı, numune alma bölgesi ile analitik laboratuvar arasında taşıma gerektirmektedir, bu aşamada numunenin bütünlüğünün sağlanması için aşağıdaki önlemlerin alınması tavsiye edilir:

- Taşıma sırasında herhangi bir dökülme ve kontamine olmaya karşı kabın iyi sıkıştırıldığından emin olunmalıdır. Metal–lastik kaplar yüksek sıcaklık farklarında genişleyebilirler;
- Dış kontaminasyonun engellenmesi için numuneler kapalı kutulara yerleştirilmelidir.
- Numunelerin olumsuz basınca maruz kalmadığından emin olunmalıdır.
- Taşıma sırasında yüksek sıcaklığa maruz bırakmaktan kaçınılmalıdır.
- Eğer mümkünse numuneleri düşük sıcaklıklarda, düşük nem ve kontaminasyon kaynaklarından uzakta tutulmalıdır.
- Yeterli sayıda numunenin alındığından emin olunmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Olumsuz Çevre Koşullarından Korunma

Hava Hızı

- Avrupadaki aylık ortalama ortam rüzgar hızları 1m/s ile 10m/s arasındadır, fakat dağlık bölgelerdeki vadilerde ve/veya kararlı meteorolojik koşulların geçici olduğu zamanlarda 0,5 m/s'e kadar düşebilir. Ayrıca, yerel emisyon kaynaklarında, kirletici derişimleri rüzgar hızı ile ters orantılıdır böylece, düşük rüzgar hızlarındaki herhangi bir numune alma hatası ortalama zaman aralığında büyütülmüş olacaktır.
- Düşük rüzgar hızlarından etkilenen ve bu gibi durumların önemli olabileceği numune alma cihazları için bazı ek havalandırma gereklidir. Cebri havalandırma için küçük bir fan kullanılarak bu başarılabilir, bu numune alma cihazını pasif hale düşürebilir bunu daha uygulanabilir hale getirmek için güneş enerjisi güney bölgelerdeki iklimlere sahip ülkelerde kullanılabilir. Alternatif olarak, numune alma cihazları küçük hava hareketlerinin etkisini artıracak ince tel üzerine asılabilir.
- Aynı şekilde, yüksek rüzgar hızlarından etkilenen numune alma cihazları için hava hızının dikkate alınması gereklidir. Orta derecede rüzgar hızları beklense bile, numune alma cihazı binalara yada diğer engellere çok yakın yerleştirildiğinde problem çıkabilir. Numune alma cihazının bulunduğu yerdeki engellerin büyüklüğüne ve yerine göre önlem alınmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Çökelme

Çökelmeden korunma her tip numune alma cihazı için önemlidir.

Korumanın sağlanması

Koruma; cihazın tipine uygun olmalıdır ve aşağıdaki özellikleri de içermelidir:

- Koruma; cihazı yüksek hava hızlarından ve çökelmeden koruyacaktır, fakat değerleri belirleyebilmek ve herhangi asgari hız seviyesini sağlamak için yeterli hava ortamda bulunmalıdır.
- Korumanın tasarımı ve cihaza takılması difüzyon oranını etkilememelidir.
- Korumanın yapımı, yüzeyi ve rengi direkt güneş radyasyonundan kaynaklanan sıcaklık artışını asgari seviyede tutacak şekilde olmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Numune Alma Noktalarının Belirlenmesi

Numune alma noktalarının sayısı, yeri ve uzunluğu ölçüm prosedürünün bir fonksiyonu olmalıdır. Bir kez numune alma noktaları belirlendiğinde, ölçüm programı içerisinde değiştirilmemelidir.

Başka bir şekilde belirtilmediyse, uygun numune alma noktaları yöresel karışıklık etkilerinden kaçınmak için binalardan yada diğer engellerden 1 m. uzaklıkta olmalıdır. Ölçüm yüksekliği 1,5 m. ile 4,0 m. arasında olmalıdır; en azından 2,5 m. olması hırsızlık riskini azaltacaktır. Çevre etkilerini asgari seviyeye düşürmek veya böceklerin etkilerini asgari seviyeye düşürmek için ağaçlardan ve çalılardan uzakta olunmasına dikkat edilmelidir.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Personelin Dikkat Edeceği Hususlar

➢Birçok aparat için bakım ve kalibrasyondan sorumlu operatör ve yardımcıları için özel eğitim gereklidir. Difüzif numune alma cihazları kılavuzunda belirtilen kurallara uyulduğu sürece özel bir operatöre ihtiyaç yoktur (EN 13528-2:2002'ye bakınız). En azından çok yaygın olarak yapılan hatalardan sakınmak için, çalışırken sigara içmemek, araba çalışırken yanında örnekleme yapmamak veya cihazın iç yüzeylerine dokunmamak gerekir.

Diğer cihazlarda olduğu gibi difüzif numune alma cihazlarında da bakım önemlidir ve aşağıdakilere gerekli önem gösterilmelidir:

➢Tekrar kullanılabilen cihazlar için, toplama elemanının temiz olduğundan emin olunmalı ve gerektiği gibi değiştirilmelidir.

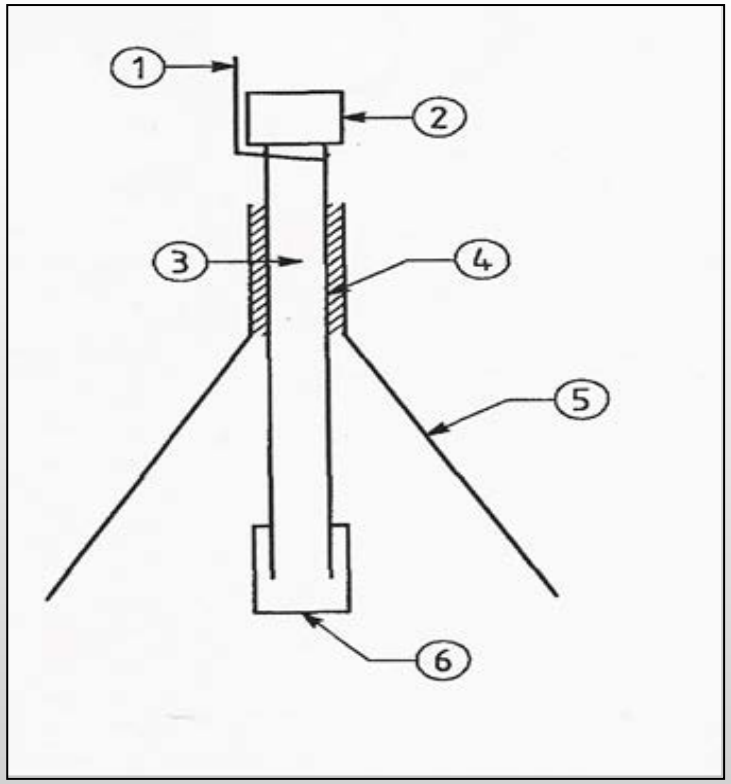
➢Tüm parçalarda kontaminasyon olmadığından emin olunmalıdır.

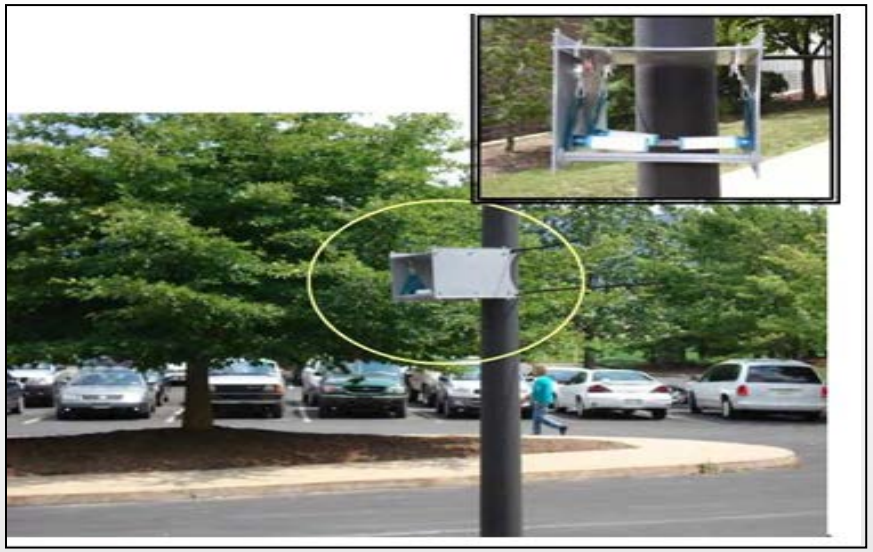
➢Cihazların imalatçının tavsiye ettiği şekilde depolandığından emin olunmalıdır.

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

Korumalar:





1. Tel
2. Vida kapağı
3. Emici malzeme
4. Numune tüpü
5. Huni
6. Gazlı bezden yapılmış difüzyon kapağı

HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme



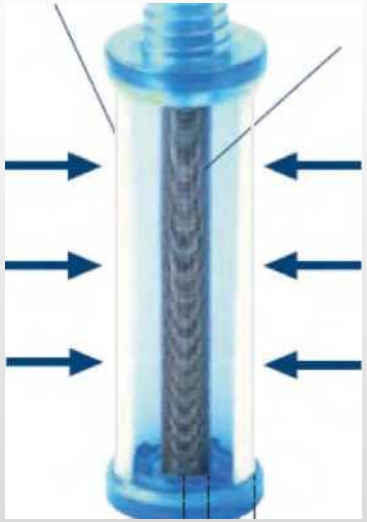


HAVA KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖLÇÜM METOTLARI

5. Bölüm : Pasif Örnekleme

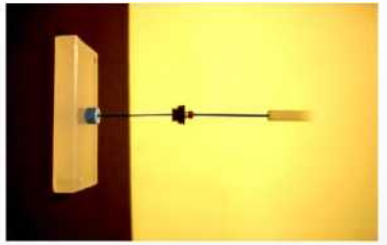
Monogramlar

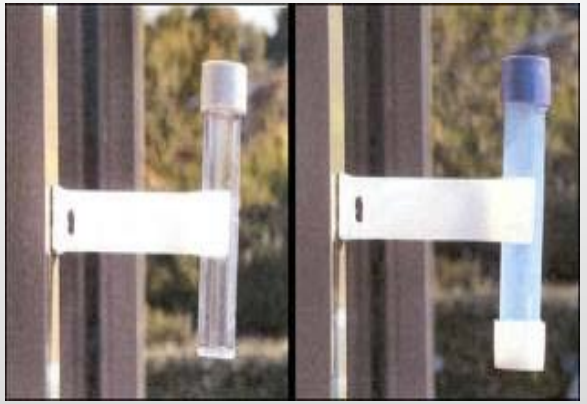




Tüpler







TEŞEKKÜRLER

Hakan GÜNGÖR

Çevre Mühendisi

hakan.gungor@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

1. Tahmini ISDL ile Numune Alma Hacmi Hesabı

Toz için Örnekleme Süresi Hesabı:

ISDL = $\frac{Uv\ (mg)\ x\ 10}{V\ (m^3)}$; Baca İçi Dedeksiyon Limiti

Uv =Genişletilmiş Belirsizlik (mg)

V = Örnekleme hacmi (m^3)

Örnek1:

Baca gazında toz tayini için genişletilmiş tartım belirsizliği 0,4 mg olan bir laboratuvarın Emisyon Limit Değeri 50 mg/m^3 olan bir baca için örnekleme süresi ne olmalıdır?

U_v (mg) x 10 = 0,4 x 10 = 4 mg

Minimum Örnekleme hacmi hesaplanırken ISDL = ELD

V_{min}= (4 mg)/(50 mg/m3) = 0,08 m^3

İdeal örnekleme hacmi için laboratuvar kendine hedef ISDL seçmelidir. Genellikle ISDL, ELD'nin 10 da biri alınabilir. Fakat düşük konsantrasyonlu bacalarda metotların çalışma aralığına da dikkat etmek gerekir.

ISDL = 5 mg/m3 (laboratuvarın hedeflediği ISDL, ELD'nin 10 da biri, yada metodun alt limiti)

V_{ideal} = (4 mg)/(5 mg/m^3) = 0,8 m^3 (ideal örnekleme hacmi)

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

1. Tahmini ISDL ile Numune Alma Hacmi Hesabı

Toz için Örnekleme Süresi Hesabı:

Açıklama: İzokinetik örneklenen parametrelerde örnekleme süresini hesaplamak için laboratuvarın örnekleme cihazının uygun değer çalışma debisini bilmesi gerekmektedir. Cihaz üreticileri cihaz için bir çalışma aralığı vermektedir. Fakat saha uygulamalarında cihazların düşük debilerde ya da yüksek debilerde izokinetiklik oranını sağlayamadığı görülmüştür. İzokinetiklik oranını belirleyen etmenlerden biride cihazın zamanla performansındaki düşüştür. Bu nedenlerle bir personelin cihazını iyi tanıması ve cihazın izokinetiklik oranını en iyi kaç L/dk çekiş yaptığı zaman sağladığını bilmesi gerekmektedir.

Yukarıdaki örneğe göre hedeflediğimiz örnekleme hacmi yaklaşık 20 L/dk olarak belirlenmiştir.

V_{ideal} = 0,8 m^3 = 800 Litre

$Q_{örn}$ = 20 L/dk

$t_{örn} = \frac{800\ L}{20\ (L/dk)}$ = 40 dakika (örnekleme süresi)

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

1. Tahmini ISDL ile Numune Alma Hacmi Hesabı

Sıvı Absorbansa Örneklenen Parametreler İçin ISDL Hesabı:

ISDL = (LOD (mg/L) x Vanalit (L))/(V (m3))

LOD: Analitik tespit limiti (mg)

Vanalit : Analiz edilen analit miktarı (L)

Örnek2:

Baca gazında Siyanür analizi için LOD değeri 0,3 mg/L olan bir laboratuvarın Emisyon Limit Değeri 5 mg/m^3 olan bir bacada örnekleme süresi ne olmalıdır. (Laboratuvara gelen adsorbsiyon çözeltisi 250 ml)

LOD = 0,3 mg/L

Vanalit = 250 ml

LOD = 0,3 *0,25 = 0,075 mg

Minimum Örnekleme hacmi hesaplanırken ISDL = ELD

Vmin = (0,075 mg)/(5 mg/m^3) = 0,015 m^3

ISDL = 0,5 mg/m^3 (laboratuvarın hedeflediği ISDL)

Videal =(0,075 mg)/(0,5 mg/m^3) =0,15 m^3 = 150 Litre

Not: Örnekleme hacmi düşük çıkan parametrelerin numune alımlarında en az yarım saat örnekleme yapmak gerekmektedir.

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

1. Tahmini ISDL ile Numune Alma Hacmi Hesabı

AÇIKLAMA

NUMUNE ALMA HACMİ HESABI YAPILIRKEN; ELD'NİN ISDL OLARAK KABUL EDİLDİĞİ MİNİMUM NUMUNE ALMA HACMİ HESAPLANARAK YAPILAN DENEY İŞLEMİNDE ÇIKAN SONUÇ İLE SADECE ELD'NİN ALTINDA YADA ÜSTÜNDE TESPİTİ YAPILABİLİR.

RAPORLAMA YAPABİLMEK VE BİR SONUÇ VEREBİLMEK İÇİN TAHMİNİ ISDL BELİRLEMEK GEREKMEKTEDİR.

BU TAHMİNİ ISDL BELİRLENİRKEN LABORATUVARIN RAPORLAYAVİLECEĞİ ALT LİMİTİN ISDL OLACAĞI HUSUSUNA DİKKAT ETMEK GEREKMEKTEDİR.

TAHMİNİ ISDL; METODUN ALT LİMİTİ ALINARAK, ELD'NİN ONDA BİRİ ALINARAK, YADA ESKİ RAPORLARDA YER ALAN ÖLÇÜM SONUÇLARININ ALTINDA BİR DEĞER ALINARAK BELİRLENEBİLİR.

NUMUNE ALMA PLANI YAPARKEN, TAHMİN ISDL KULLANILARAK NUMUNE ALMA HACMİ HESAPLANMALIDIR.

EĞER BİR METOTTA ÖRNEKLEME HACMİ VERİLİYOR İSE METOTTA VERİLEN ÖRNEKLEME HACMİ HEDEFLENMELİDİR.

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

2. Baca gazında Nem Tayin (EPA 4 Hesaplama)

Örnek3: Tabloda verilen veriler ile baca da nem miktarının hesaplanması:

Nem Ölçüm verileri			
İlk iki impingerda toplanan nem miktarı	mnem (Vf- Vi)	gram	40
Silikjelde toplanan nem miktarı	Mslika (Wf – Wi)	gram	5
Çekilen hacim	Vnemsayaç (Vm)	litre	0,8
Sayaç sıcaklığı	Ts	K	293
Sayaç basıncı	Ps	mmHg	755

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

$K_1 = 0.001335\ m^3/g$

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

$K_3 = 0.001335\ m^3/g$

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

$K_4 = 0.3855\ ^{\circ}K/mm\ Hg$

Vnem (imp) (st) = 0,001335 m^3/g * 40 g = 0,0534 m^3

Vnem (sjel) (st) = 0,001335 m^3/g * 5 g = 0,006675 m^3

Vnem (say) (st) = 0,3855 K/mmHg * 0,8 = 0,795 Nm^3

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

$$\%\ Nem = \frac{(0{,}0534+0{,}006675)}{0{,}0534+0{,}06675+0{,}795} * 100$$

$$\%\ Nem\ (Bws) = \%\ 7$$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

2. Baca gazında Nem Tayin (TS EN 14790 Hesaplama)

Nem Ölçüm verileri			
İlk iki impingerda toplanan nem miktarı	mnem (mwcimp)	gram	40
Silikjelde toplanan nem miktarı	Mslika (mwcsj)	gram	5
Çekilen hacim	Vnemsayaç (Vm)	litre	0,8
Sayaç sıcaklığı	Ts	K	293
Sayaç basıncı	Ps	mmHg	755

Örnek4: Yukarıdaki tabloda verilen veriler ile baca da nem miktarının hesaplanması:

$$V_{wc(\%)} = \frac{\frac{m_{wc} V_{mol(std)}}{M_w}}{\frac{m_{wc} V_{mol(std)}}{M_w} + V_{m(std)}} 100$$

$$\%\ Nem = \frac{(40+5)*\left(\frac{22,4}{18}\right)/1000}{\left((40+5)*\left(\frac{22,4}{18}\right)/1000\right)+(0,8*\left(\frac{273,15}{293}\right)*(\frac{755}{760}))} * 100$$

$$\%\ Nem\ (Bws) = \%\ 7$$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

3. Baca gazının Hacimsel Debisi

Baca verileri			
Baca Çapı	D	cm	60
Baca gazı Hızı	v	m/s	8
ELD		mg/Nm3	100
Baca gazı sıcaklığı	Tb	K	323
Baca gazı basıncı	Pb	mmHg	765
Baca gazı nemi	H	%	7
Referans oksijen	Ost	%	6
Ölçülen oksijen	O	%	8

Örnek5: Yukarıdaki tabloda verilen veriler ile bacanın hacimsel debisini hesaplanması

Debi veya Hacim Formülü:

$$Qstkuru(Vstkuru)=Q\ (V)\ x\ \frac{Tst}{T}\ x\ \frac{P}{Pst}x\frac{100\%-H}{100\%}x\frac{21\%-O}{21\%-Ost}$$

$$Q = A * v = \pi * \frac{D2}{4} * v = 3{,}14 * \frac{0{,}6*0{,}6}{4} * 8 = 2{,}2608\ m^3/s = 8138{,}88\ m^3/saat$$

$$Qstkuru = 8138{,}88 * \frac{273{,}15}{323} * \frac{765}{760} * \frac{(100-7)}{100} * \frac{(21-8)}{(21-6)}$$

$$Qstkuru = 5584{,}1\ Nm^3/saat$$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

4. Toz Konsantrasyonu ve Kütlesel Debi Hesaplanması

Ölçüm verileri			
Filtre ilk tartım	mf0	mg	90
Filtre son tartım	mf1	mg	125
Geri kazanım ilk tartım	mgk0	mg	21050
Geri kazanım son tartım	mgk1	mg	21060
Sayaç sıcaklığı	Ts	OC	293
Sayaç basıncı	Ps	mmHg	755
Sayaç ilk hacim	V0	litre	21000
Sayaç Son Hacim	V1	litre	21800
Ölçülen oksijen Ref. Oksijen	O_2	% %	8 6
Saha Şahiti	mşahit	mg	2
Örnekleme debisi	Q (örnekleme)	l/dk	21
Örnekleme süresi	t (örnekleme)	dk	40

Örnek6: Yukarıdaki tabloda verilen veriler ile toz konsantrasyonunun hesaplanması

Debi veya Hacim:

$$Qstkuru(Vstkuru)=Q\ (V)\ x\ \frac{Tst}{T}\ x\ \frac{P}{Pst} x \frac{100\%-H}{100\%} x \frac{21\%-O}{21\%-Ost}$$

Standart Konsantrasyon:

$$Cstkuru= \frac{m}{Vstkuru}$$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

4. Toz Konsantrasyonu ve Kütlesel Debi Hesaplanması

Çekilen Hacim :

V (say) = Vs –Vi = 21800 – 21000 = 800 litre = 0,8 m^3

Çekilen Standart Hacim:

$$Vstkuru = (V) \times \frac{Tst}{T} \times \frac{P}{Pst} \times \frac{21\% - O}{21\% - Ost}$$ (Not: Sayaç kuru hacim çektiği için nem düzeltmesi yapılmamıştır.)

$$Vstkuru = 0{,}8 \times \frac{273{,}15K}{293} \times \frac{755}{760} \times \frac{13}{15} = 0{,}5575\ Nm3$$

Tartılan toz miktarı:

M = (mfs – mfi) + (mgks – mgki) = (125-90) + (21060-21050) = 35+10 = 45 mg

Toz Konsantrasyonu:

$$Cstkuru = \frac{m}{Vstkuru} = \frac{45\ mg}{0{,}5575\ Nm3}$$

Cstkuru= 80,72 mg/Nm^3 (Referans koşullarda düzeltilmiş, kuru ve % 6 O2 düzeltilmiş)

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

4. Toz Konsantrasyonu ve Kütlesel Debi Hesaplanması

Örnek7: Şahit Konsantrasyonunun Hesaplanması

Mşahit = 2 mg

Referans koşullarda şahit konsantrasyonu, şahit kütlesinin gerçek koşullardaki hacme bölümü ile elde edilir.

Cşahit = 2 mg/ 0,5575 Nm^3 = 3,59 Nm3

Cşahit < ELV *%10

3,59 mg/Nm3 < 10 mg/Nm^3 (Metot performasn kriteri)

Örnek8: İzokinetik Oranı Hesaplanması

Tahmini Örnekleme Hacmi Hesaplama:

V (tahm hac) = Q (örnekleme) * t (örnekleme) = 21 l/dk * 40 dk = 800 lt = 0,84 m3

$$V_{(tahm\ hac)(st)} = V_{(tahm\ hac)} * \frac{Tst}{Tb} \text{x} \frac{Pb}{Pst} \text{x} \frac{100\%-H}{100\%} \text{x} \frac{21\%-O}{21\%-Ost}$$

$$V_{(tahm\ hac)(st)} = 0{,}84 * \frac{273{,}15}{323} \text{x} \frac{765}{760} \text{x} \frac{100\%-7}{100\%} \text{x} \frac{21\%-8}{21\%-6} = 0{,}5763\ Nm3$$

İzokineitklik Oranı= V (st) (örn hac) / V (st) (tah) *100

İzokineitklik Oranı= (0,5575/ 0,5763) * 100 = % 96,7

İzokineitklik oranı (TS ISO 9096 metoduna göre %95-%110 arasında kalmaktadır.

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

4. Toz Konsantrasyonu ve Kütlesel Debi Hesaplanması

Örnek9: Kütlesel Debi Hesabı:

F = Q*C , (Kütlesel debi = Hacimsel debi * Konsantrasyon)

F= 5584,1 Nm^3/saat * 80,72 mg/Nm^3 * 1/100000 (kg/mg)

F= 0,45 kg/saat

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

5. Örnek Parametre Siyanür Konsantrasyonun Hesaplanması

Baca verileri			
Baca Çapı	D	cm	60
Baca gazı Hızı	v	m/s	8
ELD		mg/Nm3	5
Baca gazı sıcaklığı	Tb	OC	323
Baca gazı basıncı	Pb	mmHg	765
Baca gazı nemi	H	%	7
Ölçüm verileri			
İlk toplama kabı analiz sonucu	c_{CN}	mg/L	4,6
İlk toplama kabı absorbans hacmi	V_{imp}	ml	160
2. toplama kabı analiz sonucu	c_{CN}	mg/L	0,4
2. toplama kabı absorbans hacmi	V_{imp}	ml	140
Sayaç sıcaklığı	Ts	K	293
Sayaç basıncı	Ps	mmHg	755
Sayaç ilk hacim	Vi	litre	21000
Sayaç Son Hacim	Vs	litre	21800

Örnek10: Yukarıdaki tabloda verilen veriler ile Siyanür konsantrasyonunun hesaplanması

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

5. Örnek Parametre Siyanür Konsantrasyonun Hesaplanması

Hacimsel Debi:

$$Q = A * v = \pi * \frac{D2}{4} * v = 3{,}14 * \frac{0{,}6*0{,}6}{4} * 8 = 2{,}2608 \text{ m}^3/\text{s} = 8138{,}88 \text{ m}^3/\text{saat}$$

$$Qstkuru = 8138{,}88 * \frac{273{,}15}{323} * \frac{765}{760} * \frac{(100-7)}{100} = 6443{,}1 \text{ Nm3/saat}$$

Analiz Sonucu:

m (analiz) = C (analiz) * V (absorbans)

m (ilk kap) = 4,6 mg/L* 160 ml = 0,736 mg

m (2. kap) = 0,4 mg/L* 140 ml = 0,056 mg

m (toplam) = 0,736 mg + 0,056 mg = 0,792 mg

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

5. Örnek Parametre Siyanür Konsantrasyonun Hesaplanması

Çekilen Hacim :

V (say) = Vs –Vi = 21800 – 21000 = 800 litre = 0,8 m^3

Çekilen Standart Hacim:

$$Vstkuru = (V) \times \frac{Tst}{T} \times \frac{P}{Pst} \times \frac{100\% - H}{100\%} = 0{,}8 \times \frac{273{,}15K}{293} \times \frac{755}{760} = 0{,}643\ Nm3$$

$$Cstkuru = \frac{mt}{Vstkuru} = \frac{0{,}792\ mg}{0{,}643\ Nm3}$$

Cstkuru= 1,23 mg/Nm^3 (Referans koşullarda düzeltilmiş, kuru)

Kütlesel Debi:
F = Q*C , (Kütlesel debi = Hacimsel debi * Konsantrasyon)
F= 6443,1 Nm^3/saat * 1,23 mg/Nm^3 * 1/100000 (kg/mg)
F= 0,008 kg/saat

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

6. Baca gazında yerinde ölçüm yapılan parametrelerde ppm'den mg/m^3'e dönüştürme;

- PV=nRT (İdeal Gaz Denklemi)
- P, basınç, atm
- V, hacim, litre
- n, mol
- R, idela gaz sabiti, 0,082, atm*L/mol*K
- T, sıcaklık, K
- $1\text{ppm} = \frac{1 \text{ gaz hacmi}}{10^6 \text{ hava hacmi}}$
- $\text{Cmg/m}^3 = \text{Cppm x } \frac{\text{MA g/}\cancel{\text{mol}}}{22{,}4 \text{ L/}\cancel{\text{mol}}}$
- $\text{Cmg/m}^3 = \frac{\cancel{1\text{m}^3 gaz}}{\cancel{10^6 \text{m}^3}} \text{ x } \frac{\text{MA } \cancel{\text{g}}}{22{,}4 \cancel{\text{L}gaz}} \text{ x } \frac{\cancel{1000 \text{ L}gaz}}{1\text{m}^3 gaz} \text{x } \frac{\cancel{1000} \text{ mg}}{\cancel{1\text{g}}}$
- MA : Molekül ağırlığı

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

6. Baca gazında yerinde ölçüm yapılan parametrelerde ppm'den mg/Nm^3'e dönüştürme;

Örnek11: Bacada ölçülen CO konsantrsayonu 100 ppm'dir konsantrasyonu mg/Nm3 olarak hesaplayınız

CO konsantrasyonu = 100 ppm

CO'nun moleküler ağırlığı = 28 gram

Molar hacim = 22,4 litre

C (mg/Nm3) = C (ppm)*MA / Molar Hacim

C (mg/Nm3) = 100*28/22,4 = 125 Nmg/m^3

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

7. Baca gazında yerinde ölçüm yapılan parametrelerde ppm'den mg/m^3'e dönüştürme;

Örnek 12:Bacada ölçülen CO konsantrsayonu 100 ppm'dir konsantrasyonu mg/m3 (Baca şartlarında) olarak hesaplayınız

CO konsantrasyonu = 100 ppm

CO'nun moleküler ağırlığı = 28 gram

Baca Sıcaklığı: 320 K

Baca Basıncı : 1,05 atm

1 mol gazın baca şartlarında hacmi:

Vb= n*R*T/P = 1* 0,82 * 320/ 1,05 = 24,99 litre

$$C_{mg/m^3} = C_{ppm} \times \frac{MA\ g/\cancel{mol}}{Vb\ L/\cancel{mol}} \text{ (baca şartlarında)}$$

$$C_{mg/m^3} = 100\ ppm \times \frac{28\ g/\cancel{mol}}{24{,}99\ L/\cancel{mol}}$$

C_{mg/m^3} = 112 mg/m^3 (320 K, 1,05 atm baca şartlarında konsantrasyon

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

8. Baca gazında yerinde ölçüm yapılan parametrelerde mg/Nm^3'den ppm'e dönüştürme;

Örnek 13: Ekstraktif bir ölçüm cihazında SO2 konsantrasyonu 120 mg/Nm^3 olarak ölçülmüştür. Gazın konsantrasyonunu ppm olarak hesaplayınız

SO2'nİn moleküler ağırlığı = 64 gram

Molar hacim = 22,4 litre

C (ppm) = C (mg/Nm^3)* Molar Hacim / MA

$$C\ (ppm) = 120\ (\cancel{mg}/Nm^3) * \frac{22{,}4\ \cancel{NL}/\cancel{mol}}{64\ \cancel{g}/\cancel{mol}} * \frac{1\ Nm^3}{1000\ NL} * \frac{1\cancel{g}}{1000\ \cancel{mg}} = \frac{42\ Nm^3\ SO2}{1000000\ m^3\ bacagazı}$$

C (ppm) = 42 ppm

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

9. Baca gazında yerinde ölçüm yapılan parametrelerde mg/m^3'den ppm'e dönüştürme;

Örnek 14: Ekstraktif bir ölçüm cihazında SO2 konsantrasyonu, 300 K ve 1 atm sıcaklıkta, 117,7 mg/m^3 olarak ölçülmüştür. Gazın konsantrasyonunu ppm olarak hesaplayınız

SO2'nİn moleküler ağırlığı = 64 gram

1 mol gazın 300 K ve 1,05 atm şartlarında hacmi:

V= n*R*T/P = 1* 0,82 * 300/ 1,05 = 23,43 litre

C (ppm) = C (mg/m^3)* V (300 K, 1,05 atm) / MA

$$C\ (ppm) = 114{,}7\ (\text{mg/m}^3) * \frac{23{,}43\ \text{L/mol}}{64\ \text{g/mol}} * \frac{1\ m^3}{1000\ \text{L}} * \frac{1\ \text{g}}{1000\ \text{mg}} = \frac{42\ \text{m}^3\ \text{SO2}}{1000000\ \text{m}^3\ bacagazı}$$

C (ppm) = 42 ppm

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

10. Örnek 13 ve Örnek 14' ün sağlaması

300 K ve 1,05 atm de SO2 gazının konsantrasyonu 114,7 mg/m3 olarak ölçülmüştür.

$$C(st) = C(ölç) \times \frac{T\ (ölç)}{T\ (st)} \times \frac{P\ (st)}{P\ (ölç)}$$

$$C(st) = 114{,}7\ mg/m^3 \times \frac{300}{273{,}15} \times \frac{1}{1{,}05}$$

$C(st) = 120\ mg/Nm^3$ (273,15 K ve 1 atm, koşullarda konsantrasyon)

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

1- Referans koşullarda mg / m^3 cinsinden toplam NOx in NO2 cinsinden ve NO cinsinden ifade edlmesi

Örnek 15: NO Konsantrasyonu, C_{NO}= 34 ppm

NO2 konsantrasyonu, C_{NO2}= 15 ppm

Toplam NOx konsantrasyonu, C_{NOx} = C_{NO} konsantrasyonu + C_{NO2} konsantrasyonu

Toplam NOx konsantrasyonu, C_{NOx}= 34 ppm+ 15 ppm = 49 ppm

NO2'in molekül ağırlığı, M_{NO2}= 14+ 16*2 = 46 g/mol

NO'in molekül ağırlığı, M_{NO}= 14+16 = 30 g/mol

a) ppm cinsinden NOx konsantrasyonlarını, mg/Nm^3 cinsinden NO_2'e dönüştürülmesi;

C_{NO2}= 49 ppm* 46 g/mol/ 22,4 litre

C_{NO2}= 100,6 mgNO_2/Nm^3

b) ppm cinsinden NOx konsantrasyonlarını, mg/Nm^3 cinsinden NO 'e dönüştürülmesi;

C_{NO2}= 49 ppm* 30 g/mol/ 22,4 litre

C_{NO2}= 65,6 mgNO/Nm^3

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

12. Toplam organik bileşiklerin (TOC) karbon olarak ifade edilmesi;

$$Cc\ mg/m^3 = Ct\ mg/m^3 \times \frac{Nc\ x\ MA\ c}{MA}$$

MAc : Karbon molekül ağırlığı : 12 g/mol

MA : Bileşik molekül ağırlığı,

Cc : karbon konsantrasyonu

Ct : Bileşik konsantrasyonu

Nc : Bileşikteki karbon sayısı

Örnek16: Toluen konsantrasyonunun karbon cinsindan ifade edilmesi

Toluen Konsantrasyonu = 50 mg/m^3

Toluen'in molekül ağırlığı (C_7H_8) = 92 g/mol

Karbonun molekül ağırlığı = 12 g/mol

Cc mg/m^3 = 50 mg/m^3 x (7 x 12 / 92) = 45.7 mgC/m^3

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

13. FID analizöründen TOC sonuçlarını oksijen ve nem düzeltmesi,

Örnek 17: Bir bacada TOC konsantrasyonu 14,3 ppm (Propan cinsinden) olarak ölçülmüştür. % 9.5 nem ve % 13.2 oksijen ölçümü yapılmıştır. Referans oksijen değeri %11 dir.

a) TOC konsantrasyonunu mgC/Nm^3 olarak, kütlesel debiyi karbon cinsinden ve hesaplanması,

TOC konsantrasyonu = 30 ppm (propan cinsinden)

$$C_{TOC} = 14{,}3\ ppm * \frac{36\ g/mol\ C}{22{,}4\ l/mol} = 23\ mgC/Nm^3\ (273{,}15\ K \text{ ve } 1\ atm)$$

$$C_{TOC\ (kuru\ O2\%11)} = 23\ mgC/Nm^3 * \frac{(21 - ref\ O_2)}{(21 - Ölçülen\ O_2)} * \frac{100}{(100 - nem)}$$

$$C_{TOC\ (kuru\ O2\%11)} = 23\ mgC/Nm^3 * \frac{(21 - 11)}{(21 - 13{,}2)} * \frac{100}{(100 - 9{,}5)}$$

$$C_{TOC\ (kuru\ O2\%11)} = 32{,}6\ mgC/Nm^3$$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

13. FID analizöründen TOC sonuçlarını oksijen ve nem düzeltmesi,

b) Bacada hacimsel debi 1500 Nm^3/saat olarak ölçülmüştür. Kütlesel debinin karbon cinsinden hesaplanması,

$C_{TOC\ (kuru\ O2\%11)} = 32,6\ mgC/Nm^3$

Kütlesel debi, F = Q*C

$F_{TOC} = 1500\ Nm^3/saat\ *\ 32,6\ mgC/Nm^3$

$F_{TOC} = 48835,83\ mgC/saat$

$F_{TOC} = 0,049\ kgC/saat$

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

13. FID analizöründen TOC sonuçlarını oksijen ve nem düzeltmesi,

c) Karbon cinsinden bulunan kütlesel debinin toluen cinsinden hesaplanması,

F_{TOC} = 0,049 kgC/saat

Toluen sembolü: C_7H_8

M_{karbon} = 12 = 84g/mol , Karbonun molekül ağırlığı

M_{toluen}= (7 x 12) + (8 x 1) = 92 g/mol , Toleunin molekül ağırlığı

$$F_{Toluen} = F_{TOC} * \frac{M_{toluen}}{C\ sayısı) * M_{karbon}}$$

$$F_{Toluen} = 0{,}049\ kgC/saat * \frac{92\ g\ C7H8/mol}{7 * 12\ gC/mol}$$

F_{Toluen} = 0,053 kgToluen / saat

HESAPLAMA ÖRNEKLERİ

12. Florür konsantrasyonu hidrojen florür olarak ifade edilmesi;

Örnek 18: Bacada flor tayini sırasında aşağıda ki veriler elde edilmiştir. Ölçülen Flor miktarının HF olarak ifade edilmesi,

Florür Konsantrasyonu = 65 µgF/Nm3

Florür'ün molekül ağırlığı = 19 g/mol

Hidrojenin molekül ağırlığı = 1 g/mol

$$C_{HF} = C_F \times \frac{M_{HF}}{M_F}$$

$$C_{HF} = 65\ \mu gF/m^3 \times \frac{20}{19}$$

$$C_{HF} = 68{,}4\ \mu gHF/Nm^3$$

TEŞEKKÜRLER

Mustafa ALTUNDAĞ

Kimya Mühendisi

mustafa.altundag@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

BACA EMİSYON NUMUNELERİN TESTİNİ YAPAN LABORATUVARLARIN PERFORMANS KRİTERLERİ

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

PERFORMANS KRİTERLERİ

Genel Değerlendirme

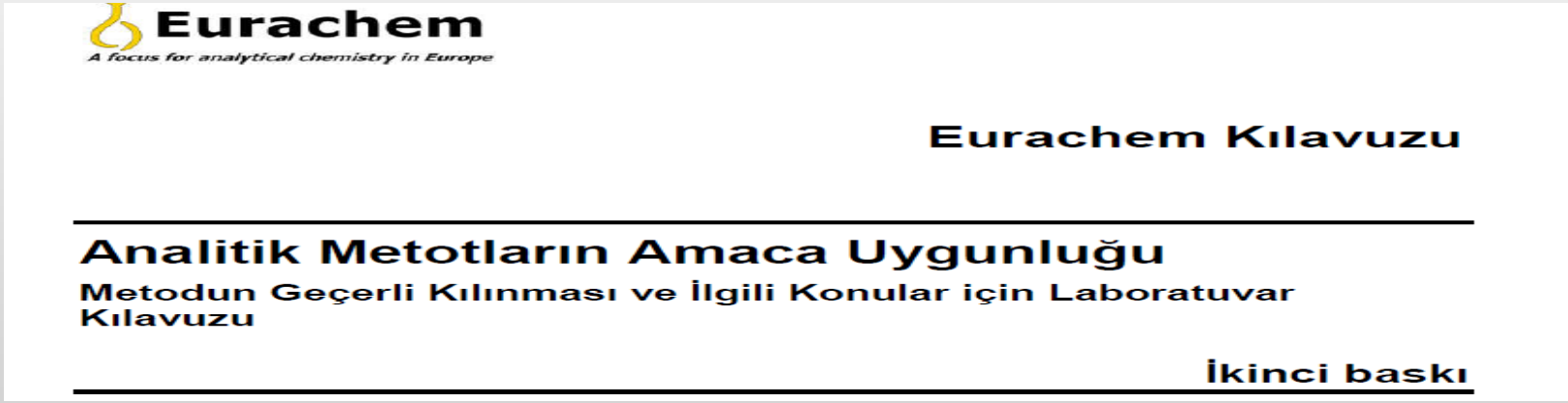
Baca emisyon numunelerinin analizlerinin yapıldığı laboratuvarlarda yapılan incelemeler de;

- Baca numunelerinin analiz yöntemleri için özellikle belgelenmiş çalışma prosedürünün olmadığı,
- Analiz personeline emisyon numunelerinin analizi konusunda verilen sınırlı eğitim,
- Standart / referans yöntemlerden değişik 'Varyasyonlar'
- Yöntemin performans özelliklerinin belirlenmemesi,
- Yeterli / uygun Kalite Kontrol eksikliği,
- Kalibrasyon kontrolü veya ekipman bakımı ile ilgili eksiklikler,
- Yöntem hassasiyetinin uygunluğu belirlemek için yeterli olmaması,
- Laboratuvarları teslim etmek için numunelerin getirilmesindeki gecikmeler.(Genel)
- İş birliği yapılan dış laboratuvarların yeterliliği konusunda kontrol yapılmaması,

PERFORMANS KRİTERLERİ

Test yöntemi seçilirken çok sık yaşanan hatalar aşağıda ki gibidir;

- Standartta belirtilen matrisin uygulanmaması veya farklı standartların emisyon numunelerinin analizinde kullanılmaya çalışılması (atık su, toprak vb.)
- Uygun ölçüm aralığının seçilememesi,
- Uygulama kolaylığı olmayan metotların seçimi,
- Uygun ölçüm aralığının seçilememesi, (Ölçüm Sınırı, düzenleyici ELV'nin en az 1 / 10'u olmalıdır)
- Uygulama kolaylığı olmayan metotların seçimi,



PERFORMANS KRİTERLERİ

- Selectivity and Specificity (seçicilik ve hassasiyet)
- Accuracy (doğruluk)
- Kesinliği (precision) (Örek grubu içerisinde ve toplu grup içerisinde)
- Range and Linearity (aralık ve doğrusallık)
- Detection Limit (Algılama sınırı)
- Limit of Quantitation (Tayin sınırı)
- Robustness & System suitability (Sağlamlık ve Sistem uygunluğu)
- Uncertainty of Measurement (Ölçüm belirsizliği)

PERFORMANS KRİTERLERİ

Algılama sınırları;

Her hangi bir numunenin analizini yapan laboratuvarlarda; herhangi bir yöntem için yapılan validasyon çalışmalarının en tartışmalı kısmı bu konudur. Baca gazı örneklemelerinde doğrudan örnekleme hacmi ve süresinin için kullanılan ISDL hesaplarının büyük farklılıklar göstermesine sebep olmaktadır.

Genel olarak üç ana yolla elde edilebilir

- Tekrarlanabilirlik koşulları altında tek bir partide birden fazla elde edilen boş numune kullanılması;

• Basit, Hızlı, ancak bir analist cihaz kurulumuna bağlı

• Analistler arasında veya zaman içinde çoğaltılamaz

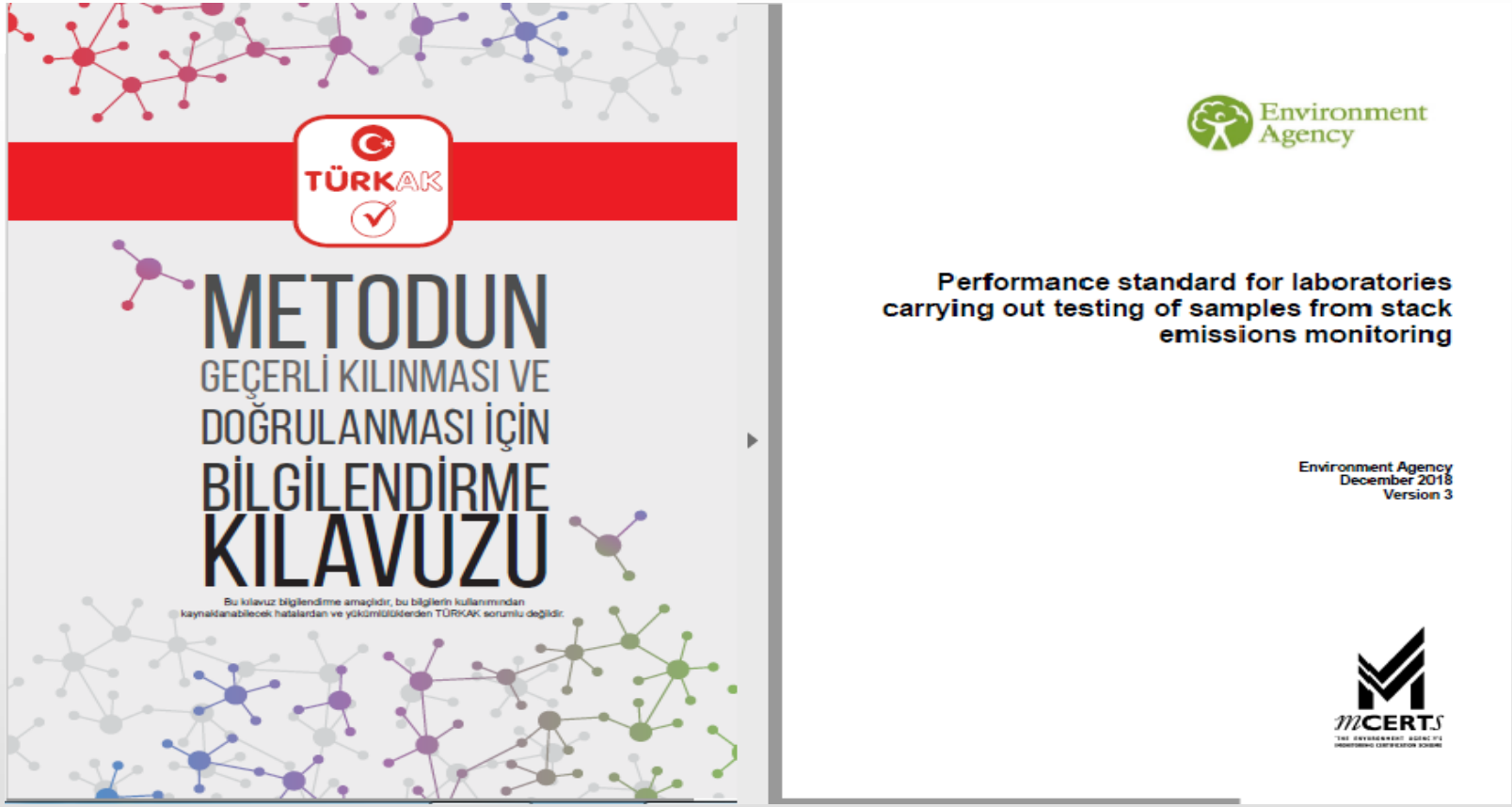
–Kalibrasyon eğiminden (doğrusal / kuadratik olduğu varsayılır)

–Tekrarlı birden çok partiye dayalı hesaplama

• Sağlam ve genellikle yukarıdakinden daha güvenilir bir tahmin sunar.

(MCERT, SEPA, EPA İE bu yöntemi esas alır)

PERFORMANS KRİTERLERİ



Yuarıda emisyon numunelerin analizinde kullanılan metotların doğrulanması ile ilgili genel hatlarıyla TÜRKAK Kılavuzu özelde MCERT belgesi yer almaktadır.

PERFORMANS KRİTERLERİ

MCERT Performans standardı EK-C'de ''Performance standard for laboratories carrying out testing of samples from stack emissions monitoring'' örnek bir çalışma yer almaktadır.

Validation data: Gaseous Chlorides as HCl mg l^{-1} in solution – spiked samples

Batch	Replicate	Sample 1	Spiked sample 1	Recovery	Sample 2	Spiked sample 2	Recovery
1	1	0.327	5.073	4.746	5.333	18.25	12.917
1	2	0.450	5.311	4.861	5.55	19.13	13.580
	Mean.	0.3885	5.1920	4.80350	5.4415	18.69	13.2485
	Std.dev.	0.08697	0.16829	0.08132	0.15344	0.62225	0.46881
2	1	0.614	5.431	4.817	5.688	19.227	13.539
2	2	0.519	5.138	4.619	5.376	19.380	14.004
	Mean.	0.5665	5.2845	4.7180	5.532	19.3035	13.7715
	Std.dev.	0.06718	0.20718	0.14001	0.22062	0.10819	0.32880
3	1	0.281	5.427	5.146	5.560	19.637	14.077
3	2	0.416	5.394	4.978	5.417	20.336	14.919
	Mean.	0.3485	5.4105	5.062	5.4884	19.9865	14.498
	Std.dev.	0.09546	0.02333	0.11879	0.10112	0.49427	0.59538

PERFORMANS KRİTERLERİ

Precision test (From ANOVA)

	Sample 1	Spiked sample 1	Sample 2	Spiked sample 2
Mean	0.534	5.411	5.679	19.086
Within-Batch sd	0.104850	0.249703	0.163384	0.558675
Between-Batch sd	0.121030	0.186969	0.219837	0.339715
Total sd	0.160130	0.311944	0.273903	0.653853
elative sd %	29.98%	5.77%	4.82%	3.43%
Target sd:	0.125	0.27053	0.28395	0.95432
Tabulated F 0.05 value[1]	1.67	1.60	1.69	1.60
Calculated F-Value[2]	1.64	1.33	0.93	0.469
Estimate degrees freedom	15.17	18.01	14.19	19.07
Assessment	PASS	PASS	PASS	PASS

PERFORMANS KRİTERLERİ

Recovery

	Sample 1	Sample 2
Expected recovery concentration	4.9995	14.9823
Mean measured recovery	4.8764	13.4074
Overall mean recovery	97.54%	89.48%
sd of mean recovery	5.5261	3.771
Standard error of mean recovery	1.6662	1.137
90 % Confidence interval of recovery	3.02	2.06
Recovery range	94.52% - 100.56%	87.42% - 91.54%
Assessment	PASS	PASS

PERFORMANS KRİTERLERİ

EN ISO / IEC 17025 standırdına uygun olarak MCERT tarafından hazırlanan bu performans standardı belgesinde;

- Laboratuvarlar analiz edilecek matrisin doğrulandığından emin olmalıdır
- Yöntemin kesinliği (precision) ve Ölçümün sapması (bias) hedeflerinin karşılandığını göstermelidir. Uygun hedefler için belgenin Ek A'da yer alan değerler kullanılabilir.
- Kalibrasyonun doğrusallığını onaylanmalıdır.
- Tespit sınırı, EN 1948 dışındaki tüm parametrelerde Ek B'deki prosedürler kullanılarak tahmin edilmelidir.
- Konsantrasyon aralığının en alt ucunda bir konsantrasyona sahip bir CRM veya bir matris numunesi, performansı doğrulaması için kullanılacaktır. (örneğin, düşük konsantrasyonlu spike numunesi).
- Çalışmalar 10 serbestlik derecesinde yapılmalı. Bunu sağlamak için yenilenen 11 parti numunenin analizi gerçekleştirilmelidir. Bu prosedür genellikle 11 parti olarak 11 x 2 testi olarak adlandırılır ve Her test malzemesinin 2 kopyası analiz edilir.
- Hassasiyet, varyans analizi (ANOVA) kullanılarak tahmin edilmelidir.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Sonuçların geçerliliğini sağlamak için İç Kalite Kontrolü

1.Sertifikalı referans veya referans malzemeyle,

2.Kurum içi kalite kontrol malzemesiyle,

3.Spike numunesi ,

4.Diğer seçenekler - sunulan örneklerin kopya analizleri

Yapılmalıdır.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Annex A (normative): Performance characteristics for methods

Determinand	Test method	Precision (%RSD)	Bias (%)
Aldehydes (screening)GCMS	EN/TS 13649 + NIOSH 2539	10	20
Formaldehyde	EN/TS 13649 +NIOSH 2016/ NIOSH 2541 or EPA 316	15	30
Amines & Amides	EN/TS 13649 +NIOSH 2002 or NIOSH 2010	15	20
Ammonia	No method defined in M2 targets reported to be achievable for EPA CTM 027	5	5
Arsine	EN/TS 13649 +NIOSH 6001	6	7.5
Carbon disulfide	EN/TS 13649 + NIOSH 1600	5	5
Carboxylic acids (acetic only)	EN/TS 13649 + NIOSH 1603	5	5
Dioxins	EN 1948	Note 1	Note 1
Dioxin like PCBs	EN 1948-4	Note 1	Note 1
Fluoride (gaseous)	EN 15713	5	10
HCl	EN 1911	5	10
Halogens and Halides (HCl, HBr, HF, Cl_2, Br_2)	EPA 26 or EPA 26A	5	10
HF	ISO 15713	5	10
HCN	EPA OTM 29	5	10
hydrogen sulfide	EPA 11 EN 13649 + NIOSH 6013	10	20
Hexavalent chromium	EPA 0061	5 to10	10
Isocyanates	EPA CTM 36A	10	20
Mercaptans	NIOSH 2542	6	10
Mercury	EN 13211 by impinger	7.5	10
Mercury	EN 13211 by filter	7.5	10
Metals	EN 14385 by impinger	5	5
Metals	EN 14385 by filter	10	10
Methane	EN 25139	5	5
Methanol	EN/TS 13649 then NIOSH 2000 or OSHA 91	3	5
Nitric Acid vapour	EPA M7d	10	10
Oil Mist	EN 13284-1 then MDHS 84	5	15

PERFORMANS KRİTERLERİ

Kesinliğin değerlendirilmesi

1- Tekrarlanabilirlik

2- Ara Düzey Kesinlik (Laboratuvar içi tekrar üretilebilirlik)

3- Tekrar Üretilebilirlik (laboratuvarlar arası tekrar üretilebilirlik)

Kesinliğin değerlendirilmesi için deneysel tasarımlar

1- Basit eşleştirme çalışması (Gerekli ölçüm koşullarına uygun bir numunenin tekrarlı analizine dayanır)

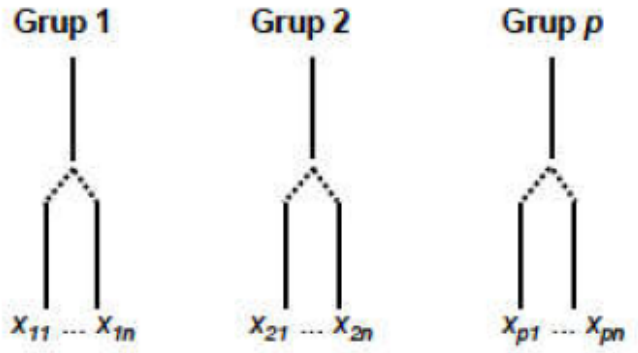
2- iç içe geçmiş tasarım (Analist, cihaz ve laboratuvar gibi çeşitli parametrelerin değiştirilmesinin etkisi incelenir.)

PERFORMANS KRİTERLERİ

Kesinliğin değerlendirilmesi

Ek C – Varyans analizi (ANOVA)

Varyans analizinin (ANOVA) arkasındaki temel fikir, tekrar analizlerinin örneğin, analist, cihaz, gün, laboratuvar, metot vb. gibi gruplanabilir, setteki toplam varyans, gruplar arası ve grup içi birleştirilmiş varyanslar (s^2) ile ifade edilebilir. ANOVA Şekil C.1'de gösterildiği gibi bir deneysel çalışma türü ile elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu "iç içe tasarım" da, tekrar ölçümleri (tipik olarak tekrarlanabilirlik koşulları altında elde edilmiş) p grup veriyi sağlamak için değişik gözlemlerdeki ölçümlerle tekrarlanır. Ara kesinlik hesabı için bu tür bir çalışmada gözlemler arası koşullarda en yüksek varyasyon sağlanmalıdır (değişik günler, değişik analist vb.).



PERFORMANS KRİTERLERİ

Kesinliğin değerlendirilmesi

Tek-yönlü ANOVA için genel tablo formatı, n sayıda gözlemin, p sayıda grupta yapılmasıyla N sayıda toplam sonuç ve ν serbestlik derecesi Şekil C2'de belirtilmiştir. Tablonun her bir satırı varyasyonun farklı bir kaynağı ile ilgilidir. İlk satır grup ortalamaları arasındaki varyasyon ile ilgilidir; ikinci satır gruplar içi varyasyonu belirtir ve üçüncü tüm veri setinin varyasyonunu gösterir. Hesap tabloları içeren programlar ve istatistiksel yazılımlarda F ve F_{kritik} değeri ve karşılık gelen P (olasılık) değeri mevcuttur.

Varyasyon kaynakları	**Kareler toplamı (SS)**	ν	**Kareler ortalaması (MS)**	F	P	F_{krit}
Gruplar arası	SS_b	p-1	$MS_b = SS_b/(p\text{-}1)$	MS_b/MS_w		
Gruplar içi (artıklar)	SS_w	N-p	$MS_w = SS_w/(N\text{-}p)$			
Toplam	$SS_{tot} = SS_b + SS_w$	N-1				

Şekil C2 – Tek yönlü ANOVA tablosunun anatomisi

PERFORMANS KRİTERLERİ

Kesinliğin değerlendirilmesi

- 1- P veri grubu aynı sayıda kopya içeriyorsa (n), N= P*N buda serbestlik derecesini verir.

1. Tekrarlanabilirlik standart sapması s_r, yani grup-içi varyansı temsilen grup-içi ortalamaların karelerinin karekökünün alınması ile hesaplanır:

$$s_r = \sqrt{MS_w} \qquad \text{(Eşitlik C1)}$$

2. Gruplama faktörünün ($s_{\text{gruplararası}}$) toplam varyasyona katkısı da ANOVA tablosundan elde edilir:

$$s_{\text{gruplararası}} = \sqrt{\frac{MS_b - MS_w}{n}} \qquad \text{(Eşitlik C2)}$$

3. Böylece, ara kesinlik s_I yukarıdaki grup-içi ve gruplar-arası varyans bileşenleri birleştirilerek hesaplanabilir:

$$s_I = \sqrt{s_r^2 + s_{\text{gruplararası}}^2} \qquad \text{(Eşitlik C3)}$$

PERFORMANS KRİTERLERİ

Kesinliğin değerlendirilmesi

- Eğer veriler farklı laboratuvarlardan geliyorsa Eşitlik-3 te yer alan St yerine yerine ayrım yapmak için SR yazılır.

- Kesinliğin sınırları:

1- Tekrarlanabilirlik sınırı, denklem kullanılarak belirlenir

r= t* √2* Sr bu tekrarlanabilirlik sınırları içerisindeki farkın güven aralığıdır (%95 güven düzeyinde)

Farklı laboratuvardan elde edilen sonuçlar için

R= t* √2* SR

İki kuyruklu öğrenci testi yerine uygun bir yaklaşım olarak aynı serbestlik derecesine sahip numuneler için 2 değeri, numunelerin serbestlik derecelerinin farklı olması halinde 2,85 değeri kullanılabilir.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Ölçümün sapmasının (Bias'ın değerlendirilmesi)

Gerçeklik test sonunucu beklentisi veya ölçüm sonucu ile gerçek değer arasındaki anlaşmanın yakınlığıdır. Gerçeklik normalde yakınlık (bias) olarak ifadeedilir.

Ölçüm sonucunun ortalaması ile referans olarak kabul edilen bir değerle karşılaştırılarak bulunur.

$$\text{Bias} = \bar{x} - \mu_0$$

Bias bilinen miktarda analit içeren uygun bir örneğin tekrar edilen analizleri sonucu bulunur. Sık sık yüzde olarak ifade edilir.

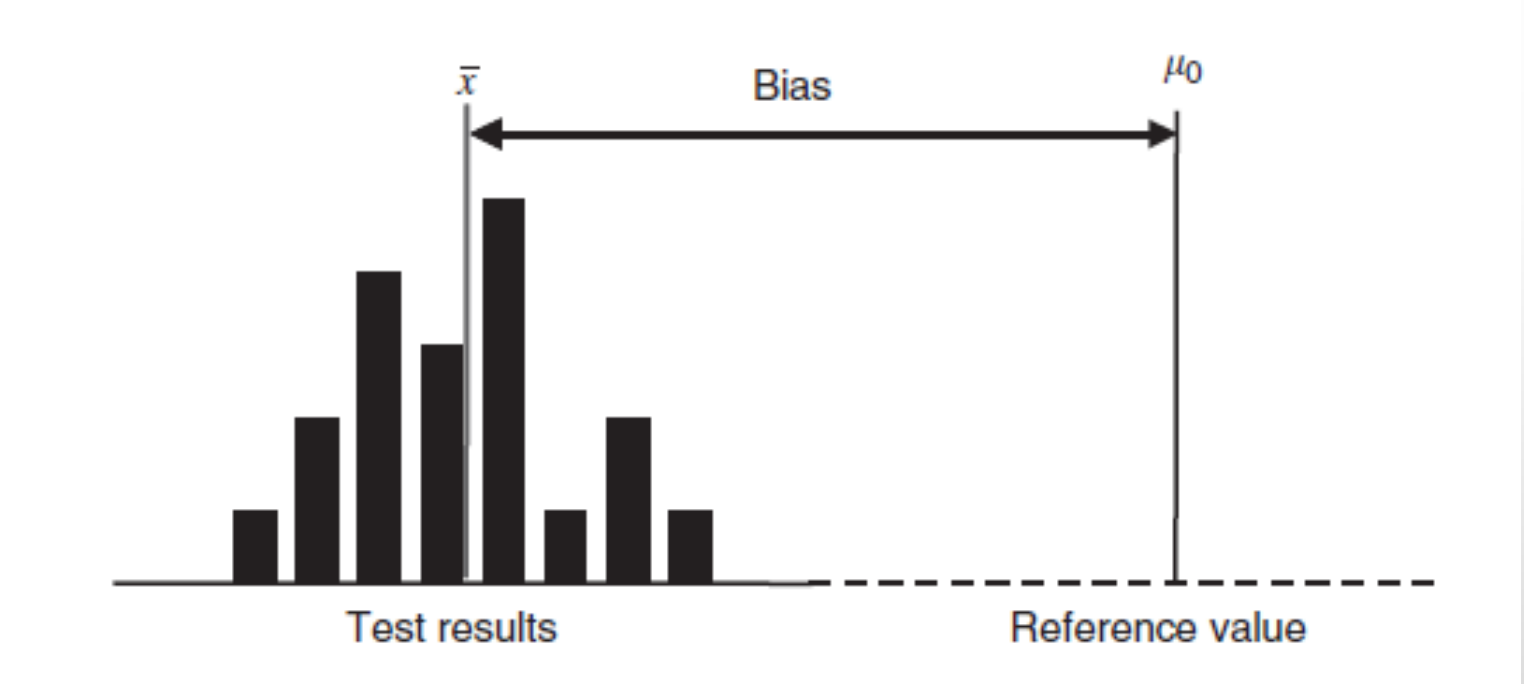
$$\text{Bias}(\%) = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\mu_0} \times 100$$

Recovery (geri kazanım) değerlendirilirken kullanılır.

$$\text{Recovery}(\%) = \frac{\bar{x}}{\mu_0} \times 100$$

PERFORMANS KRİTERLERİ

Ölçümün sapmasının (Bias'ın değerlendirilmesi)



Bias tek bir numune kullanılarak değerlendirilecekse iki kuyruklu bir T testi kullanılarak yapılmalıdır.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Ölçümün sapmasının (Bias'ın değerlendirilmesi)

- İstatiksel olarak Bias'ın değerlendirilmesi;

1- İstatiksel olarak .öğrenci T testi yapılarak değerlendirilebilir.

$$t = \frac{|\bar{x} - \mu_0|}{s/\sqrt{n}}$$

2- Mevcut bir yöntemle karşılaştırma;

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\left[\frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}\right]}}$$

Bu yöntemde iki veri kümesinin ortalamasında önemli derecede fark olmadığının kabulü halinde F testi yapılarak değerlendirme yapılabilir.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Ölçümün sapmasının (Bias'ın değerlendirilmesi)

3- Tek örneğin tekrarlı analizi yerine birkaç farklı örneğin her birinin analizlerinin yapılması suretiyle karşılaştırma yapılabilir. Bu yöntemde t testi denklemi;

$$t = \frac{|\bar{d}|}{s_d / \sqrt{n}}$$

Burada d'nin sıfırdan önemli ölçüde farklı olup olmadığını belirlemek için farkların ortalaması ve standart sapması (d,Sd) kullanılarak gerçekleştirilir.

Burada n veri çiftlerinin sayısıdır.

PERFORMANS KRİTERLERİ

Doğruluğun (Accuracy) değerlendirilmesi

- Bir test sonucu ile gerçek değerin arasındaki uyumun yakınlığıdır. Doğruluk tek bir ölçüm sonucunun değerlendirilmesidir. Hem kesinliği hemde biasın etkilerini içerir.

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

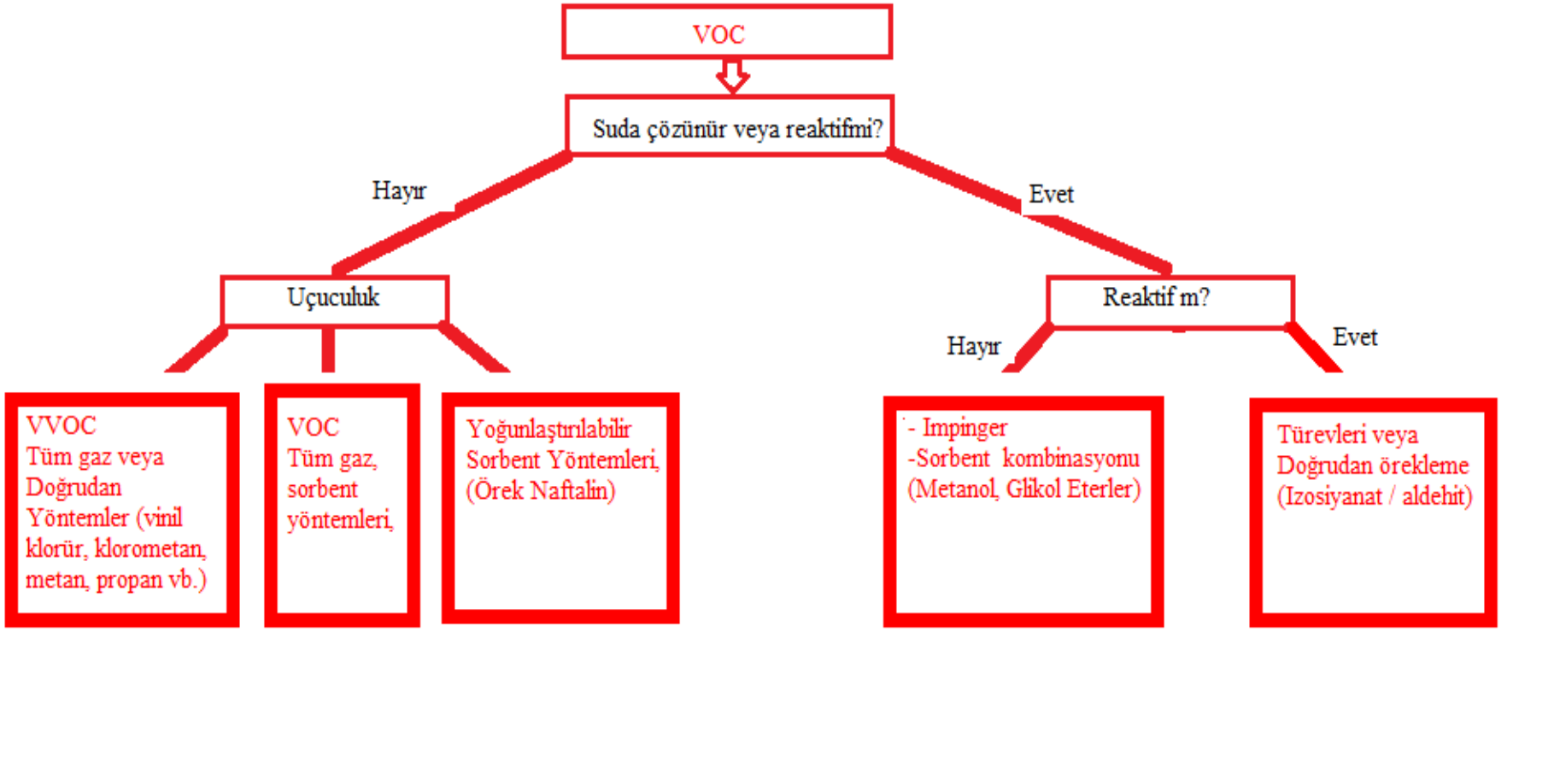
- Numune alma için uygun bir yöntem seçimi için ilk kriter, izlenecek bileşiklerin fiziksel ve kimyasal davranışlarıdır. Analit, uçucu bir bileşik olarak nitelendikten sonra uygun ölçüm yöntemi (örnekleme ve analiz) seçilir.

- Bu aşamada bu parametre için uygun örnekleme ve analiz metodu olup olamadığına bakılır.

- Örneklemenin nasıl veya neye yapılacağına karar verilir. Sorbent ve çözücü seçim kriterleri çok önemlidir.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

VOC Fiziksel ve Kimyasal Davranış



VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

VOC Fiziksel ve Kimyasal Davranış

- Uçuculuk
- Polarite / suda çözünürlük
- Reaktivite
  - Kararlı, reaktif olmayan
  - Yoğunlaşarak su ile reaksiyona girenler.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

UÇUCULUK

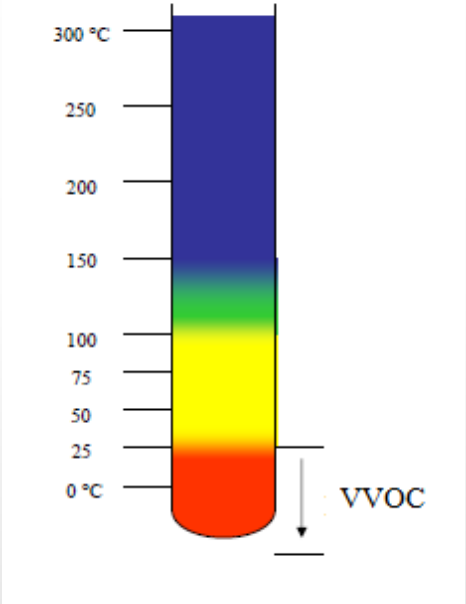
Çok uçucu organik bileşikler (VVOCs);

•Düşük moleküler ağırlık

•25 ° C'de 15 kPa'dan büyük buhar basıncı

•Kaynama noktaları genellikle 30 ° C'nin altındadır.

•Temizlenebilir veya suda çözünmezler.



Çok uçucu bileşik ölçümü

- Torbalarda bütün olarak gazın örneklemesi (Yöntem 18)
- Ölçüm hücresine doğrudan gaz örneklemesi (Yöntem 320)

(Örnek olarak vinil klorür, klorometan)

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

UÇUCULUK

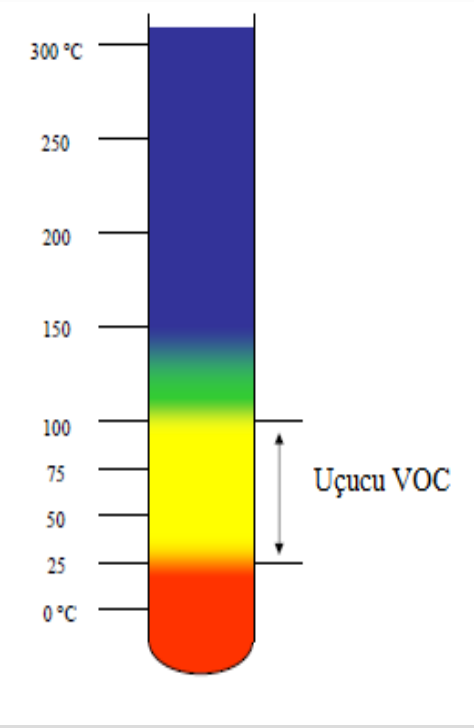
Uçucu Organik Bileşikler (VOC)

- 25 ° C'de 10-2 kPa'dan büyük buhar basıncı
- Kaynama noktaları genellikle 30 ila 180 ° C arasındadır.
- Suda çözülür veya su ile özünebilir

Uçucu bileşik ölçümü

- Sorbent örnekleme seçeneği (Yöntem 18 , EN 13649)
- Torbalarda bütün olarak gazın örneklemesi (Yöntem 18)
- Ölçüm hücresine doğrudan gaz örneklemesi (Yöntem 320)

(Yöntem 18 ile EN 13649, NIOSH ve OSHA sorbent yöntemlerine atıf yapar)

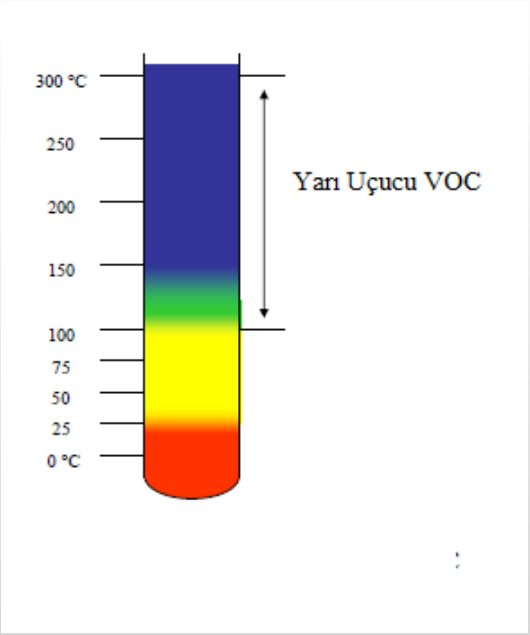


VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

UÇUCULUK

Yoğunlaşabilen / yarı uçucu / reaktif olmayan VOC'ler

- 25 ° C'de 10-2'den 10-8 kPa'ya kadar buhar basıncı
- Kaynama noktaları genellikle 180 ila 350 ° C arasındadır.
- Kısmi bileşik ölçümü
- Sorbent örneklemesi,
- Isıtmalı örnekleme hatları - doğrudan analiz
- SW-826 Yöntemleri 0010/8270
- EPA 18 veya EN 13649 sorbent yöntemleri
- Örnek Naftalin, styrene



VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

UÇUCULUK

Yarı-uçucu bileşikler veya SVOC'ler, kaynama noktaları nedeniyle Baca gaz sıcaklığına bağlı olarak hem katı hem de buhar fazında olabilen organik bileşiklerdir. Sonuç olarak, izokinetik örnekleme yöntemlerinin seçilmesi en iyi sonucu verebilir.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

Bir yöntemin seçimi nasıl yapılır:

Reaktif olmayan /polar / suda çözünür VOC'ler

(Ölçümler zorlayıcıdır - örneğin metanol, etanol, aseton, asetaldehit, metil etil keton, eterler)

- Manuel örnekleme yapılır
- Sorbent yedekli olsun veya olmasın impenger yöntemi,
- Doğrudan su analizi - çok hassas değildir.

Reaktif olmayan, polar / suda çözünür metot örnekleri

- Suda toplama, Yöntem 323 (formaldehit vb.)

Türevlendirme / analiz

- Su ve sorbent yedeği Metod 308 (metanol, glikol eterler)

Suyun analizi, Sorbent analizi

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları

Sorbent Örneklemesi

EPA Yöntemi TO-4A

EPA Yöntemi TO-10A

EPA Metod TO-13A Yüksek Hacim 12

EPA Metod TO-13A Düşük Hacim 14

EPA Yöntemi 0010 / 8270C, (EPA M5 Örnekleme düzeneği)

EPA Metod TO-17 18

EPA Metod VOST, 0030 / 5041A 22

NIOSH Yöntemleri

EN 13649 metodu

Solüsyon Örneklemeleri

Çözüm Örnekleme

EPA Yöntemi TO-5

EPA Yöntemi TO-11A

CARB 430 Yöntemi

EPA Yöntemleri 0011/316

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları

EPA TO-4A

Yüksek Hacimli Poliüretan Köpük (PUF) Örneklemesi ve GC veya Elektron Yakalama Dedektörü (GC / ECD) kullanılarak Ortam Havasında Pestisitlerin ve Poliklorlu Bifenillerin (PCB'ler) Belirlenmesi için kullanılır. Bu yöntem, ortam havasında pestisitlerin ve PCB'lerin numune toplanması ve analizi için geçerlidir.

EPA Yöntemi TO-10A

Düşük Hacimli Poliüretan Köpük (PUF) Örneklemesi ve ardından GC veya Elektron Yakalama Dedektörü (GC / ECD) kullanılarak Ortam Havasındaki Pestisitlerin ve Poliklorlu Bifenillerin Belirlenmesi. Bu yöntem, ortam havasında pestisitlerin ve PCB'lerin numune toplanması ve analizi için geçerlidir.

EPA Yöntemi TO-13A

Gaz Kromatografisi / Kütle Spektrometresi (GC / MS) Kullanılarak Ortam Havasındaki Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların (PAH) Tayini. Bu yöntem, ortam havasındaki PAH'ların analizi için geçerlidir. Yüksek hacimli PUF / XAD örnekleme prosedürü 24 saatlik örnekleme süresi için geçerlidir

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları

EPA Yöntemi 0010 / 8270C

Modifiye Yöntem 5 Numune Alma Düzeneği

Yakma Sistemlerinden ve Sabit Kaynaklardan Yarı Uçucu Başlıca Tehlikeli Bileşiklerin (POHC'ler) İmha ve Uzaklaştırma Verimliliğinin (DRE) Belirlenmesi.

EPA Yöntemi TO-17

Sorbent Tüpler Üzerinden Aktif Örnekleme Kullanılarak Ortam Havasındaki Uçucu Organik Bileşiklerin Belirlenmesi. Bu yöntem, önceki sorbent bazlı EPA Yöntemleri TO-1 ve TO-2'nin yerini alır ve teneke kutu bazlı EPA Yöntemi TO-15'e bir alternatif sağlar. Tüp Stili 3 (yani Supelco tarafından üretilen Carbotrap 300),% 65'in altındaki bağıl nem ve 30 ° C'nin altındaki sıcaklıklarda 2 L hava hacimleri için uçuculuk açısından n-C3'ten n-C16'ya kadar değişen bileşikler için kullanılabilir. Naftalin ve orta distilatı etkili bir şekilde toplamak için kullanılabilir.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları

EPA Yöntemi 0030 / 5041A (VOST)

Bu yöntem, tehlikeli atık yakma fırınlarının baca gazı atıklarından uçucu temel organik tehlikeli bileşenlerin (POHC'ler) toplanmasını açıklar. Tanım amacıyla, uçucu POHC'ler, kaynama noktaları 100 ° C'nin altında olan uçucu organiklerdir. Gazlı numune, GC / FID kullanılarak taranır.

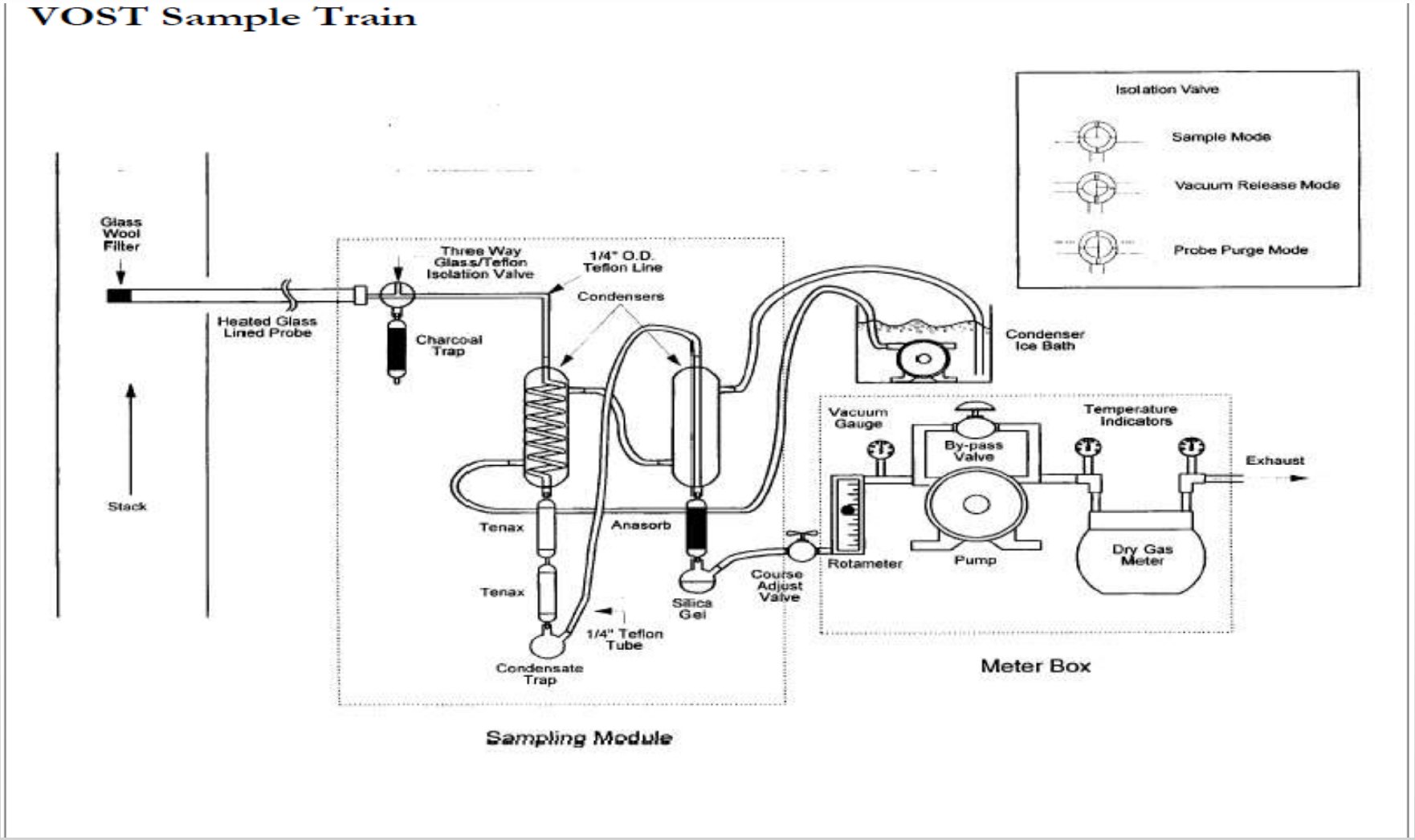
Yöntem 0031

M0031 kısmen, tek başına kaynama noktasına dayalı kılavuzlar sağlayan M0030'un aksine hangi organik bileşiklerin toplanmaya uygun olduğunu belirtmek için yazılmıştır.

Ayrıca, polar ve reaktif bileşikler, M0031 toplama stratejisi için zayıf performans gösterenler olarak tanımlanır. Yöntem 0031'de VOST, organik kütleyi yakalamak için sırasıyla Tenax, Tenax ve Anasorb içeren üç cam tüpten oluşur.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları



VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

SORBENT & SOLİSYON Örnekleme Metotları

EPA Yöntemi TO-11A

Havadaki formaldehit ve diğer karbonil bileşikleri (aldehitler ve ketonlar), numune alma pompası kullanılarak DNPH kaplı bir silika jel kartuşundan numune çekilerek toplanır.

TO-11A, iç mekan havasına, ortam havasına ve kaynaktan etkilenen alanlara uygulanabilir. Düşük ppbv ortamları için 24 saate kadar toplama süreleri kullanılır ve daha yüksek konsantrasyon alanları için kısa süreli örnekleme (5 ila 60 dakika) kullanılabilir.

CARB Yöntemi 430

Bu yöntem, sabit kaynaklardan formaldehit ve asetaldehit emisyonlarının belirlenmesi için geçerlidir. Yöntem, yüksek performanslı sıvı kromatografisinin (HPLC) kullanımına dayanmaktadır.

EPA Yöntemi 0011

Sabit kaynaklardan seçilen aldehit ve keton emisyonları için örnekleme. Yöntem 0011 örnekleme, DNPH ile doldurulmuş impenger içeren bir izokinetik örnekleme dizisinden oluşur. Formaldehit ve diğer aldehitler ve ketonlar türevleri oluşturmak için DNPH ile reaksiyona girer. Türevler çıkarılır ve HPLC / UV ile analiz edilir.

VOC PARAMETRESİNDE METOT SEÇİMİ

Sonuç :

Tesiste muhtemel VOC kaynaklarının önceden tahmin edilmesi, buna göre metot tespiti yapılması önemlidir. Laboratuvar, dolayısıyla raporlama ve numune alma personelinin konu ile ilgili yetkin olması ve buna göre kontrol yapması gerekmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü

T.C.
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI
ÇED, İZİN VE DENETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Laboratuvar, Ölçüm ve İzleme Dairesi Başkanlığı

Emisyon Hesaplama

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

EMİSYON HESAPLAMA

Emisyon hesaplamalarını tamamlamadan önce sormanız gereken iki temel soru:

- Bu emisyon nedir?
- Bu emisyon kaynağı nedir?

$$E = A * EF$$

- A, Faaliyetin Yıllık İşleme Miktarı.
- EF, Emisyon Faktörü.
- E, hesaplanan Emisyon miktarıdır.
- Hesaplama yapılırken; akış diyagramları, üretici veya tedarikçi ayrıntıları, arsa planları ile Yakıt Verileri, Raporlanabilir Kirleticiler, Kontrol Senaryosu ,İzin veya kural sınırı, Saatlik üretim kapasitesi gibi bilgilere ihtiyaç duyulur.

EMİSYON HESAPLAMA

Emisyon hesaplamalarını EPA faktörleri kullanılarak yapılmasının istenmesi durumunda; birim dönüşümlerinin yapılması gerekmektedir.

KÜTLE				
	lb	**grain**	**ons**	**kg**
lb	1	7000	16	0,45359
grain	$1,4286x10^{-4}$	1	$2,2857x10^{-3}$	$6,48x10^{-5}$
ons	0,0625	437,5	1	0,02835
kg	2,20462	15432	35,274	1

Equivalent Terms and Conversions			
USA	UK	Kilograms	Pounds
Metric Ton	Tonne	1,000	2,205
Ton	Short Ton	907	2,000
Long Ton	Imperial Ton	1,016	2,240

EMİSYON HESAPLAMA

HACİM					
	$inç^3$	**ft^3**	**gallon**	**litre**	**m^3**
$inç^3$	1	0,0005787	0,004329	0,0163871	$1,63871x10^{-5}$
ft^3	1728	1	7,48052	28,317	0,028317
gallon	231	0,13368	1	3,7854	0,0037854
litre	61,02374	0,035315	0,264173	1	0.001
m^3	61023,74	35,315	264,173	1000	1

ENERJİ					
	Btu	**$ft.lb_f$**	**kalori**	**joule**	**watt-saat**
Btu	1	778,17	251,9958	1055,056	0,293071
ft.lb	$1,2851x10^{-3}$	1	0,32383	1,355818	$3,7666x10^{-4}$
kalori	$3.9683x10^{-3}$	3,08803	1	4,1868	0,00163
joule	$9,4782x10^{-4}$	0.73756	0,23885	1	$2,7778x10^{-4}$
watt-saat	3,41214	2655,22	859,85	3600	1

EMİSYON HESAPLAMA

YOĞUNLUK				
	lb/ft³	**lb/gal**	**g/cm³**	**kg/m³**
lb/ft³	1	0,133680	0,016018	16,018463
lb/gal	7,48055	1	0,119827	119,827
g/cm³	62,428	8,34538	1	1000
kg/m³	0,062428	0,008345	0,001	1

ÖZGÜL HACİM				
	ft³/lb	**gal/lb**	**cm³/g**	**m³/kg**
ft³/lb	1	7,48055	62,428	0,062428
gal/lb	0,13368	1	8,34538	0,008345
cm³/g	0,016018	0,119827	1	0,001
m³/kg	16,018463	119,827	1000	1

EMİSYON HESAPLAMA

Hesaplama Yöntemleri

- Sürekli Emisyon İzleme Sistemi.
- Kütle dengesi
- WebFIRE Veri Faktörleri (EPA)
- AP-42 veya diğer EPA Belgeleri,

https://www.epa.gov/chief

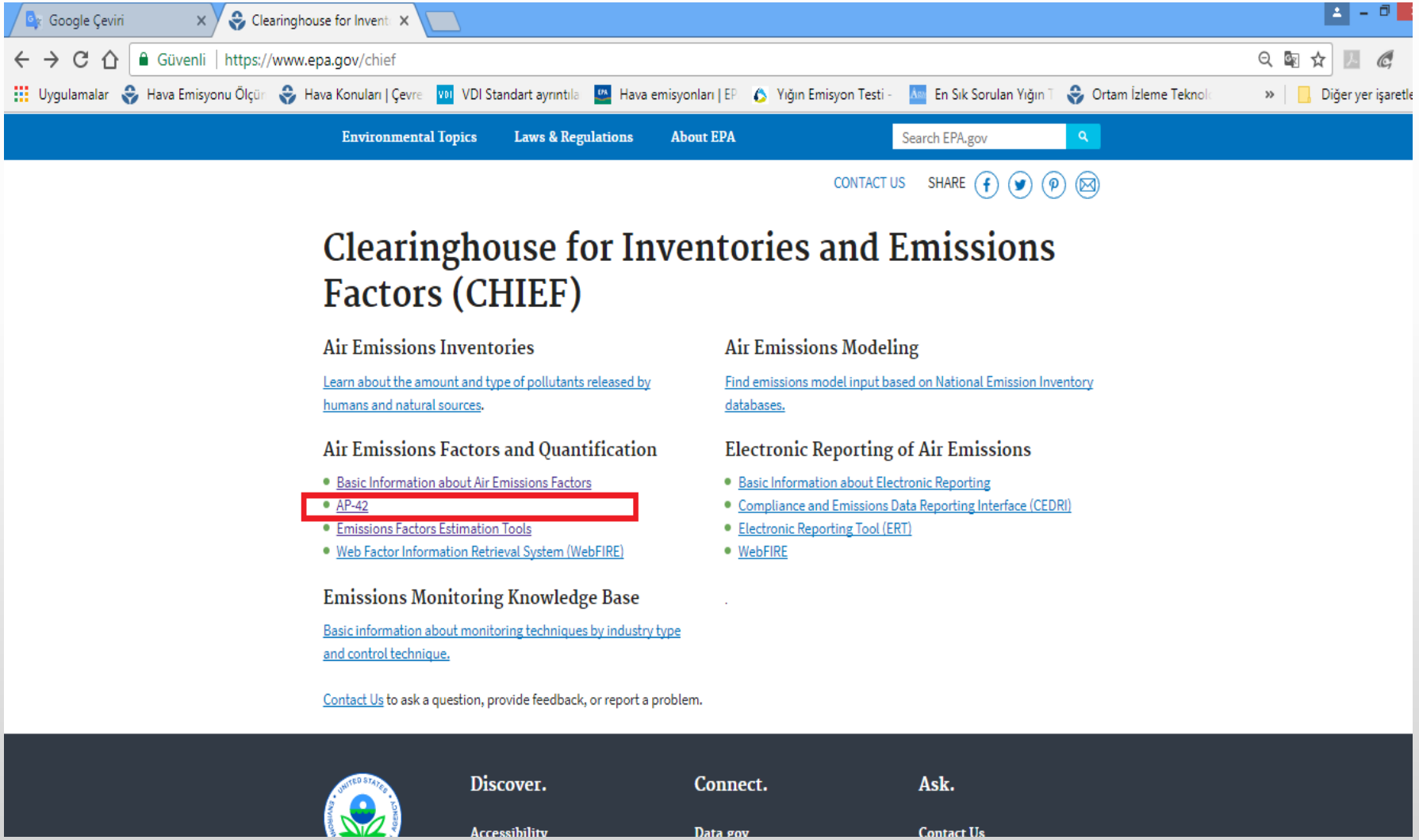
EMİSYON HESAPLAMA

ÖRNEK :Endüstriyel Kazanlar
AP-42'yi kullanarak CO hesaplama;

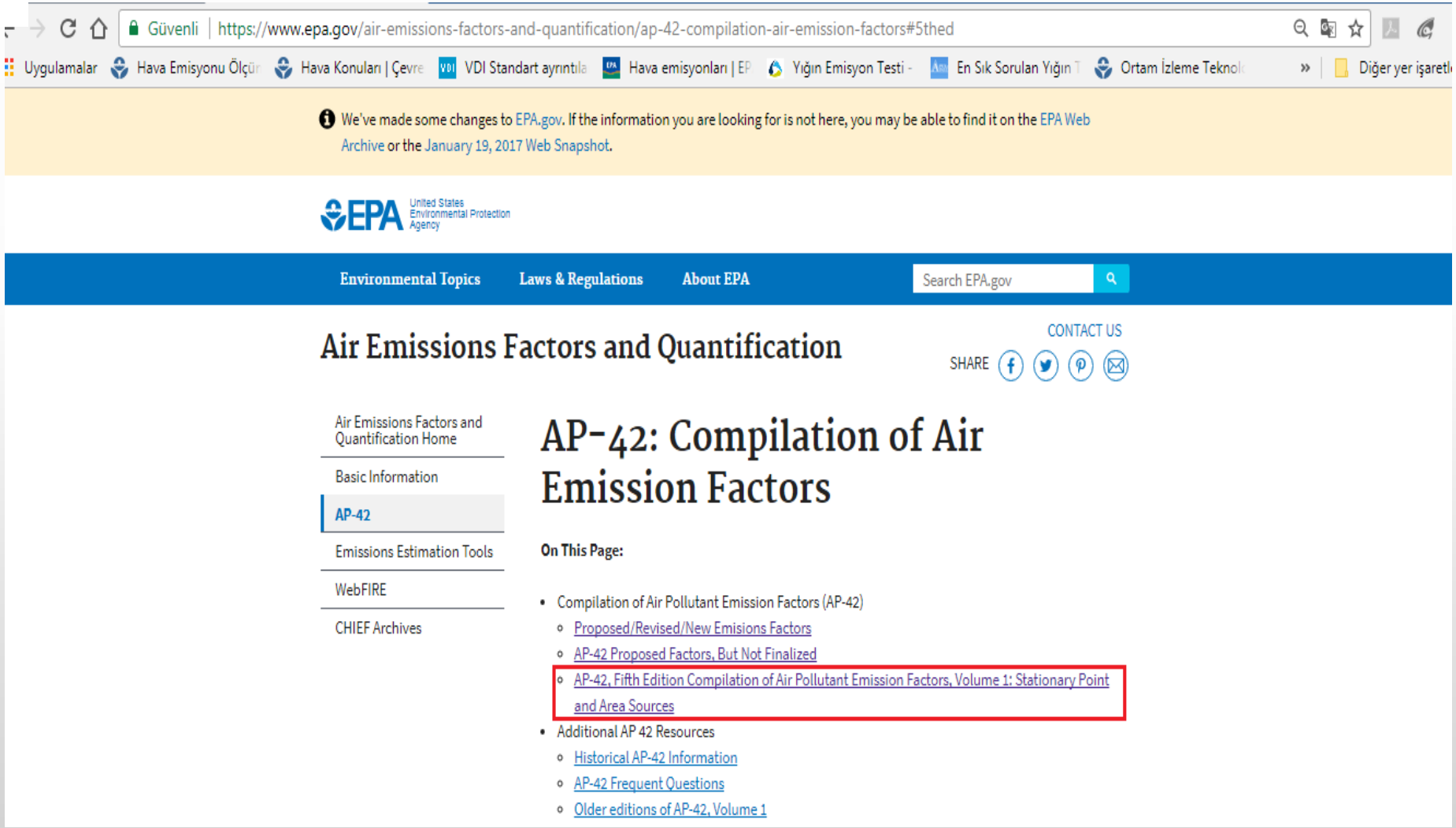
Etkinlik Bilgileri:

•Kaynak Sınıflandırma Kodu:	10200602
• Proses Malzemesi:	Doğal Gaz
• İşlem Hızı:	673 mmscf/1 yıl
• Gerçekleşen Saat İşlemi:	8.025
•Tasarım Kapasitesi (varsa):	84 mmbtu/1 saat
•Yakıt Verileri (varsa):	1,001 mmbtu/1 mmscf
• Kontrol Senaryosu (varsa):	yok

EMİSYON HESAPLAMA



EMİSYON HESAPLAMA

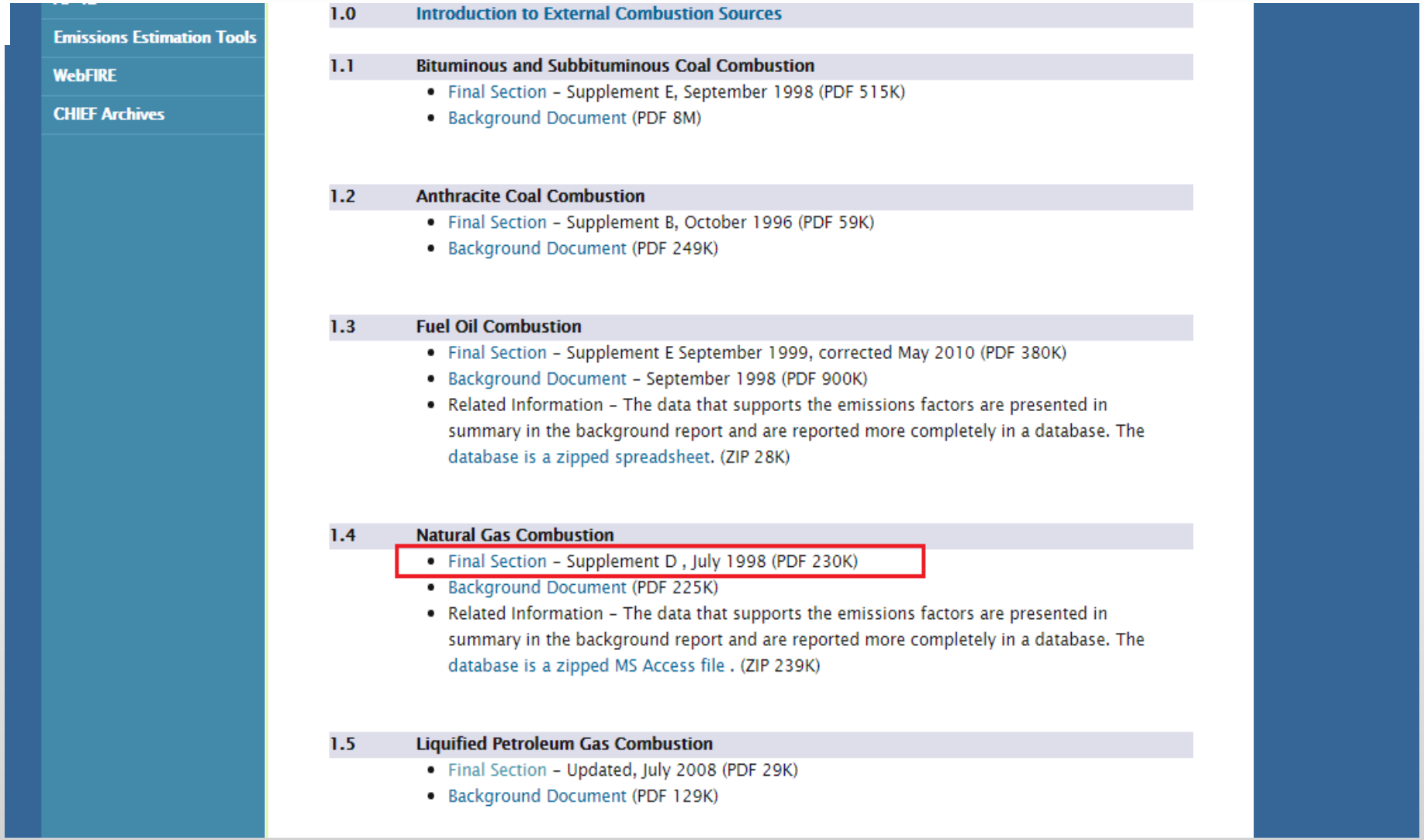


EMİSYON HESAPLAMA

AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources

Chapter	Title
Cover page and Table of Contents	Cover page, detailed Table of Contents, Publications in Series, Insertion Instructions, and Key Word Index (PDF) (26 pp, 128 K, About PDF). This is current through the Fifth Edition, Supplement C of AP 42. For sections and chapters added after November 1997, see the chapter web pages below.
Introduction	Introduction to AP 42, Volume I, Fifth Edition (PDF) - January 1995 (10 pp, 70 K, About PDF)
Chapter 1	External Combustion Sources
Chapter 2	Solid Waste Disposal
Chapter 3	Stationary Internal Combustion Sources
Chapter 4	Evaporation Loss Sources
Chapter 5	Petroleum Industry
Chapter 6	Organic Chemical Process Industry

EMİSYON HESAPLAMA



EMİSYON HESAPLAMA

Table 1.4-1. EMISSION FACTORS FOR NITROGEN OXIDES (NO_x) AND CARBON MONOXIDE (CO) FROM NATURAL GAS COMBUSTION[a]

Combustor Type (MMBtu/hr Heat Input) [SCC]	NO_x[b]		CO	
	Emission Factor (lb/10^6 scf)	Emission Factor Rating	Emission Factor (lb/10^6 scf)	Emission Factor Rating
Large Wall-Fired Boilers (>100) [1-01-006-01, 1-02-006-01, 1-03-006-01]				
Uncontrolled (Pre-NSPS)[c]	280	A	84	B
Uncontrolled (Post-NSPS)[c]	190	A	84	B
Controlled - Low NO_x burners	140	A	84	B
Controlled - Flue gas recirculation	100	D	84	B
Small Boilers (<100) [1-01-006-02, 1-02-006-02, 1-03-006-02, 1-03-006-03]				
Uncontrolled	100	B	84	B
Controlled - Low NO_x burners	50	D	84	B
Controlled - Low NO_x burners/Flue gas recirculation	32	C	84	B
Tangential-Fired Boilers (All Sizes) [1-01-006-04]				
Uncontrolled	170	A	24	C
Controlled - Flue gas recirculation	76	D	98	D
Residential Furnaces				

EMİSYON HESAPLAMA

$$E = A * EF$$

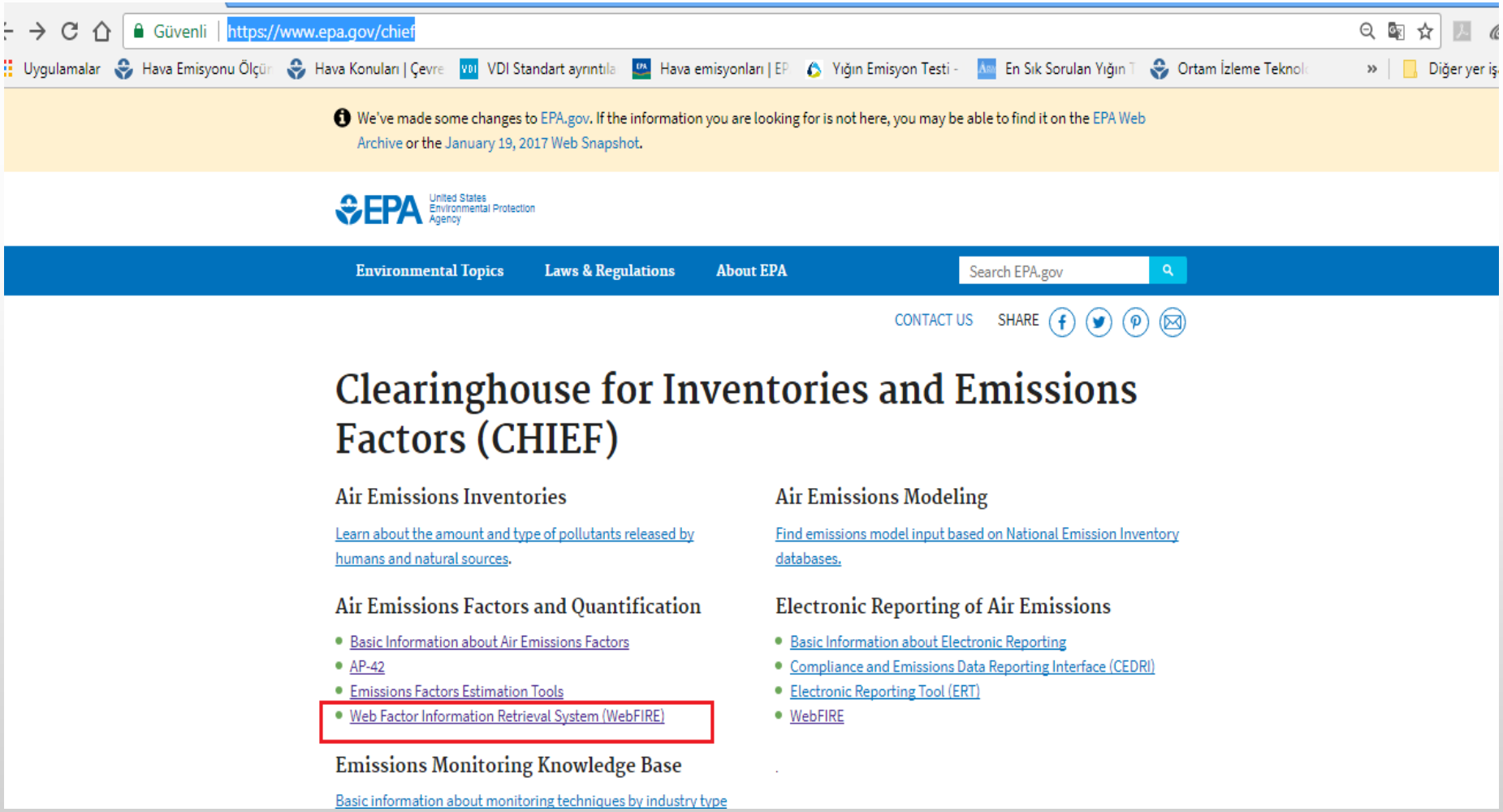
$$673\ \text{mmscf} * \frac{84\ \text{lbs}}{\text{mmscf}} = 56{,}532\ \text{lb}$$

$$56{,}532\ \text{lbs} * \frac{\text{ton}}{2{,}000\ \text{lbs}} = 28.266\ \text{to}$$

Burada Short Ton olarak hesaplama yapılmaktadır.
1 short ton 2,000 lbs

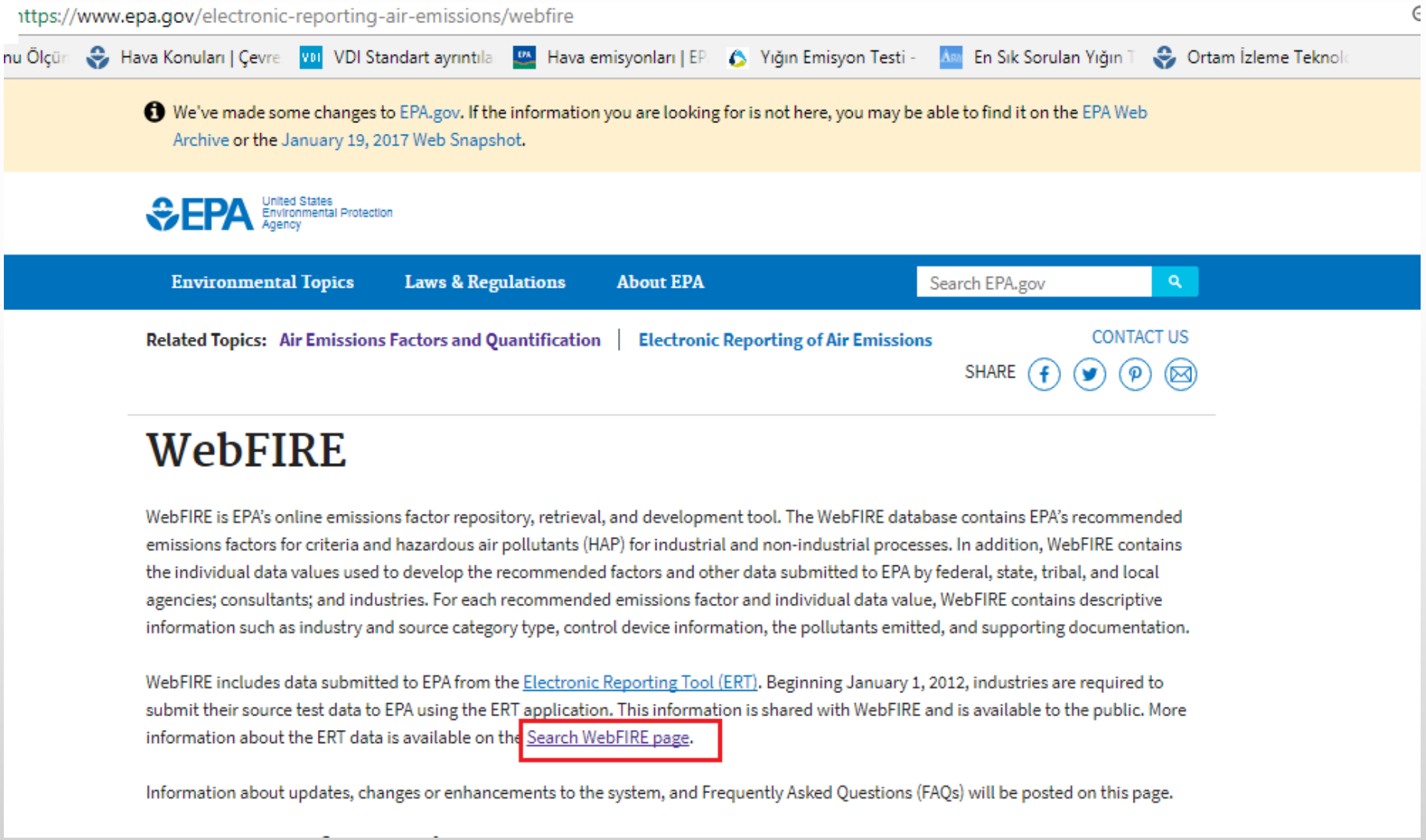
EMİSYON HESAPLAMA

WebFIRE Veri Faktörlerini Kullanarak Hesaplama Yapma

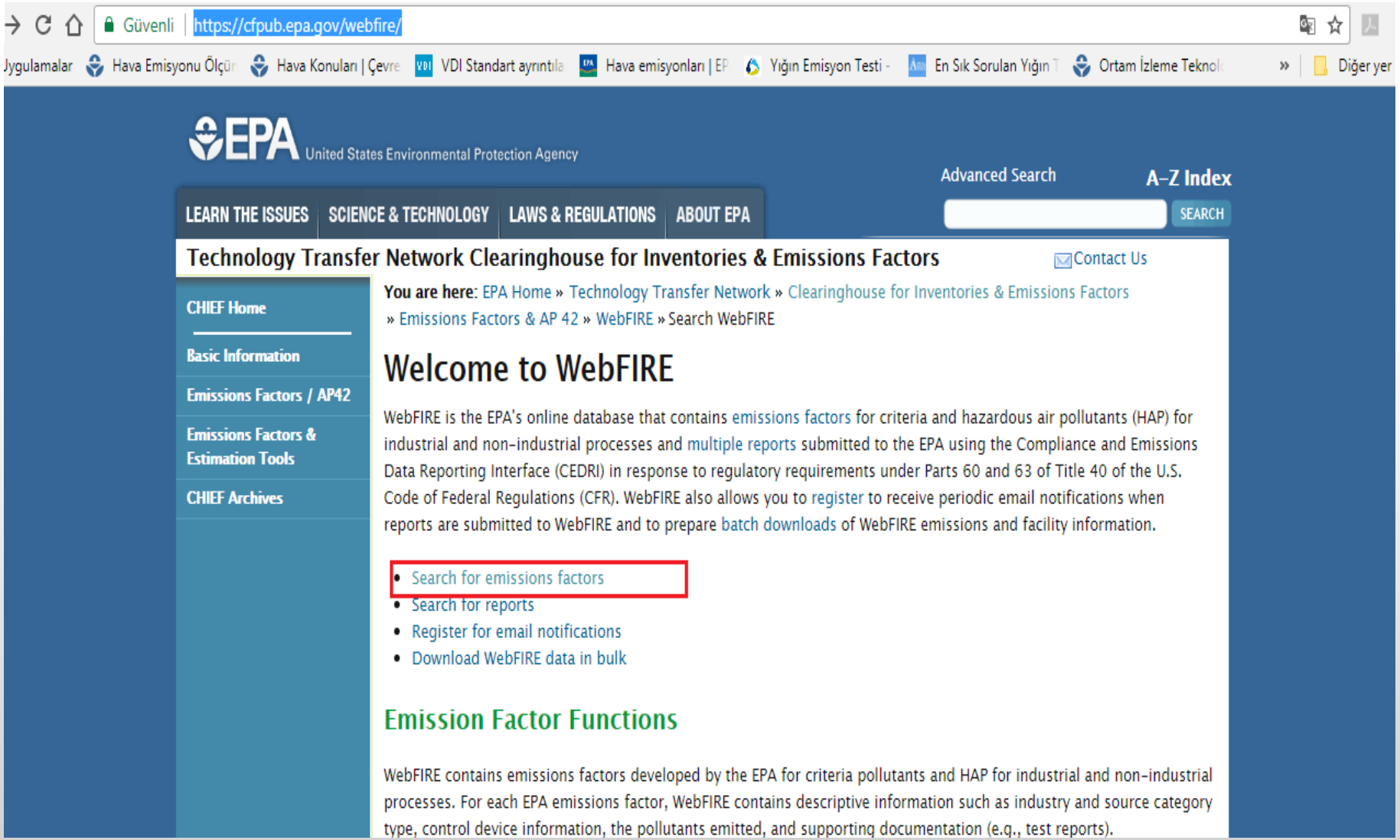


EMİSYON HESAPLAMA

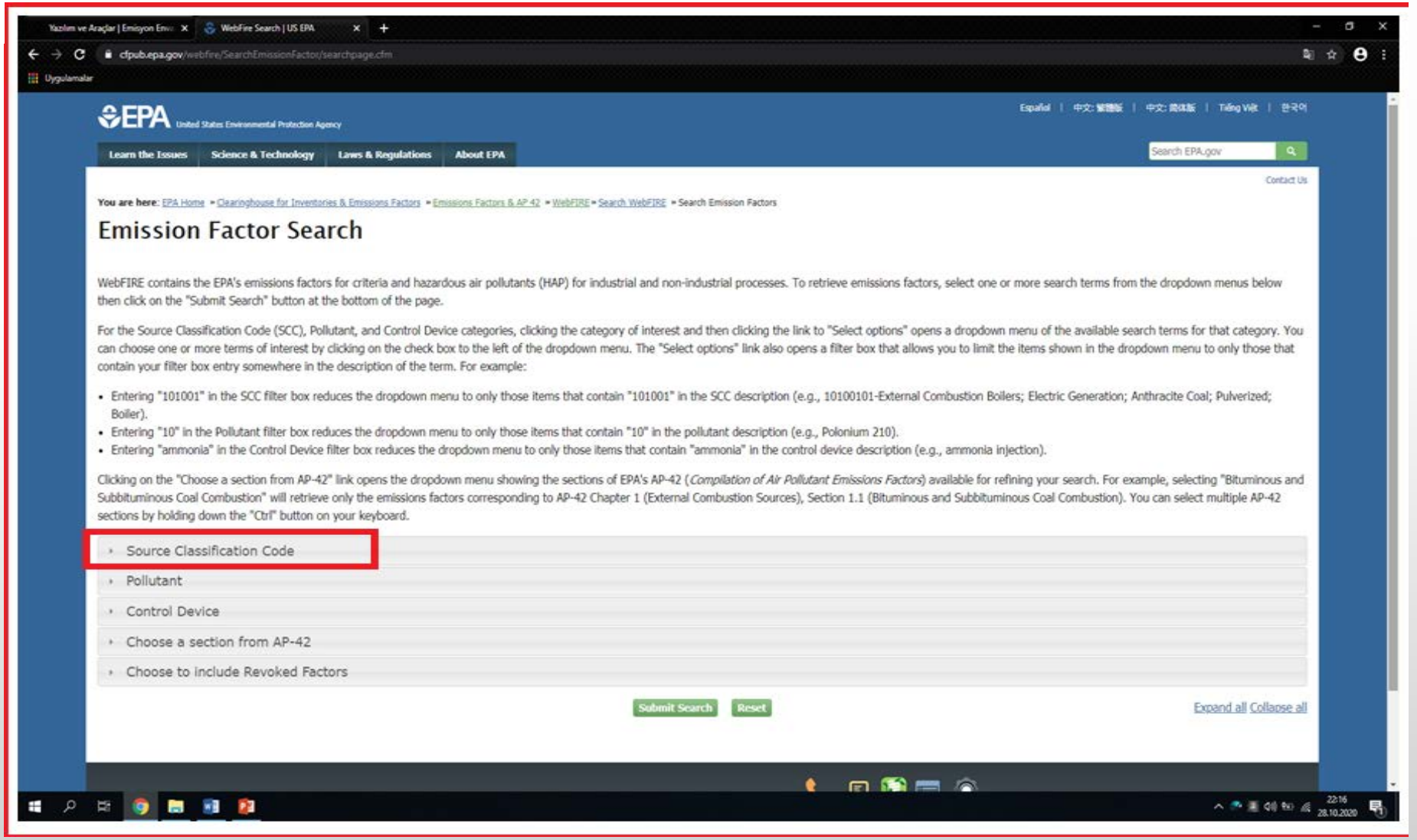
EMİSYON HESAPLAMA



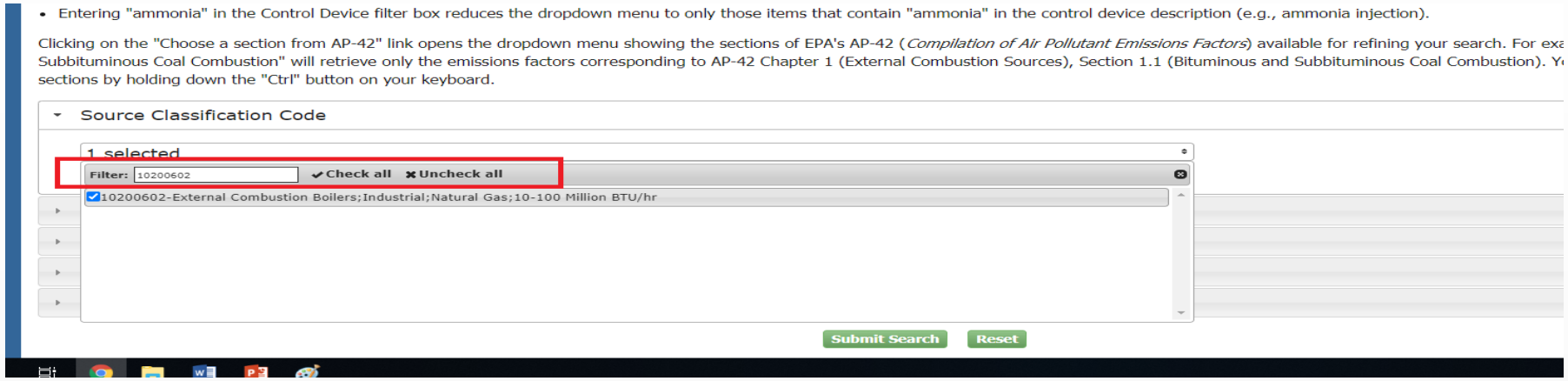
EMİSYON HESAPLAMA

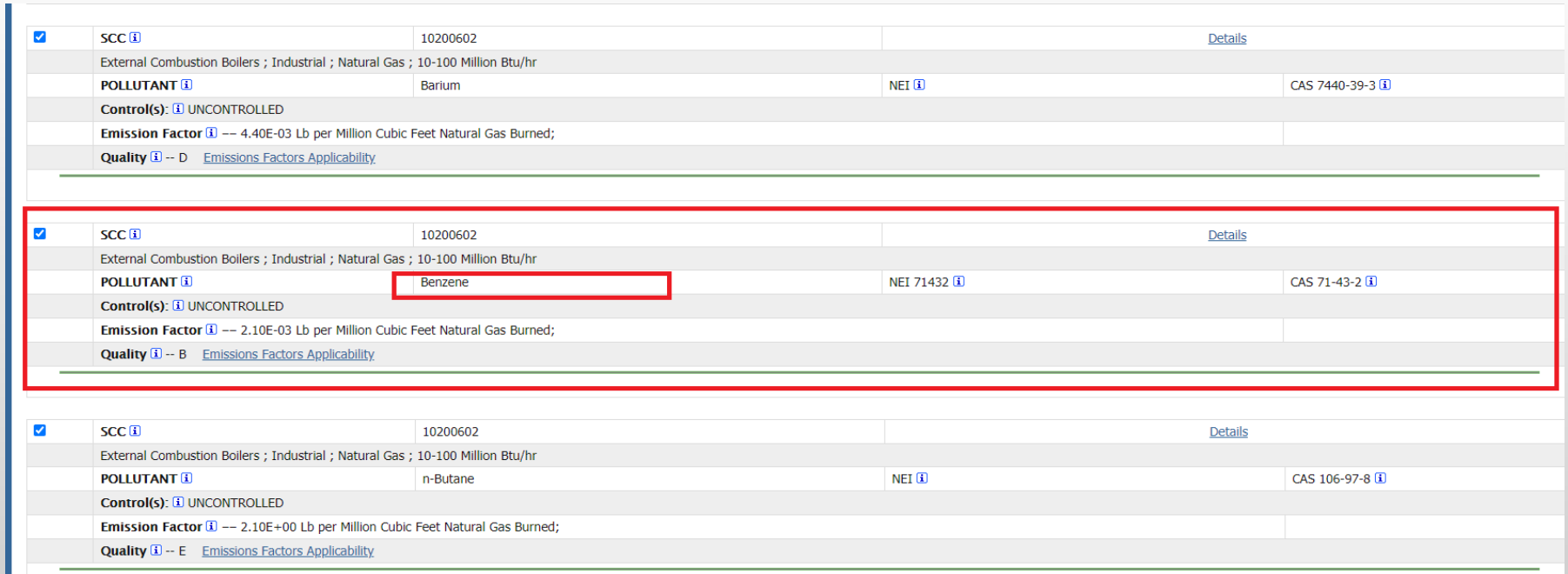


EMİSYON HESAPLAMA



EMİSYON HESAPLAMA





EMİSYON HESAPLAMA

Benzen Hesaplama

$$E = A * EF$$

$$\text{Benzene} = 673\ \text{mmscf} * \frac{0.0021\ \text{lbs}}{\text{mmscf}} = 1.41\ \text{lbs}$$

Ton Olarak Hesaplanırsa:

$$\text{Benzene} = 1.41\ \text{lbs} * \frac{\text{ton}}{2{,}000\ \text{lbs}} = 0.001\ \text{ton}$$

EMİSYON HESAPLAMA

Yüzey Kaplama (Boyama) - Ksilen / VOC Hesaplama

Proses: Yüzey kaplama - sprey boyama

SCC: 40200101 (EPA Kodu)

Kirletici: Ksilen, VOC

Boya: Akrilik Kırmızı





EMİSYON HESAPLAMA

MATERIAL SAFETY DATA SHEET

ACRYLIC RED TOP COAT Page: 1

PRODUCT NAME: ACRYLIC RED PRODUCT CODE: 007

SECTION I -MANUFACTURER IDENTIFICATION

MANUFACTURER'S NAME: XYZ Paint Company ADDRESS: Any Street

Oklahoma City, OK 73101 REVISION DATE: August 1, 2007 EMERGENCY PHONE:1-800-999-9999 DATE PRINTED: 8/29/2007 INFORMATION PHONE : 1-800-999-9999

SECTION II -HAZARDOUS INGREDIENTS/SARA III INFORMATION

REPORTABLE COMPONENTS	CAS NUMBER	VAPOR PRESSURE		WEIGHT PERCENT
		mm Hg	@Temp	
Xylene	1330-20-7	21	100	8.0
Toluene	108-88-3	22	68	0.0
MEK	78-93-3	23	72	2.0
SILICA	14808-60-7	0	0	75.0
VOCs		21	100	25.0

SECTION III -PHYSICAL/CHEMICAL CHARACTERISTICS

BOILING POINT: 180 deg F SPECIFIC GRAVITY (H2O=1): 1.34 VAPOR DENSITY: HEAVIER THAN AIR

EVAPORATION RATE: LOWER THAN ETHER

COATING V.O.C.: 8.75 lbs/gal MATERIAL 8.75 lbs/gal SOLUBILITY IN WATER: NEGLIGIBLE

APPEARANCE AND ODOR: CLEAR AND PIGMENTED COATINGS WITH CHARACTERISTIC ODOR

SECTION IV -FIRE AND EXPLOSION HAZARD DATA

FLASH POINT: 67 Deg F METHOD USED: TCC FLAMMABLE LIMITS IN AIR BY VOLUME- LOWER: .9 UPPER: 12 EXTINGUISHING MEDIA: USE APPROVED CLASS B FIRE EXTINGUISHER OR EXTINGUISHING SPECIAL FIREFIGHTING PROCEDURES:

FULL PROTECTIVE EQUIPMENT INCLUDING SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS IS RECOMMENDED TO PROTECT FROM COMBUSTION BY-PRODUCTS. COOL CLOSED CONTAINERS WITH WATER FOG TO PREVENT PRESSURE BUILDUP.

UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION HAZARDS:

KEEP CONTAINERS TIGHTLY CLOSED. VAPOR IS DENSER THAN AIR AND CAN TRAVEL AND COLLECT IN LOW SPOTS. ISOLATE FROM HEAT, ELECTRICAL EQUIPMENT, SPARKS AND OPEN FLAME. CLOSED CONTAINERS MAY EXPLODE WHEN EXPOSED TO EXTREME HEAT. DO NOT APPLY TO HOT SURFACES. CAN CAUSE SPONTANEOUS COMBUSTION. (CONTAMINATED RAGS, ETC.)

EMİSYON HESAPLAMA

$$E = A * \text{VOC İçeriği} * (\text{Xylene: VOC})$$

$$\text{Toplam VOC} = 800\ \text{gal} * \frac{8.75\ \text{lbs}}{\text{gal}} = 7{,}000\ \text{lbs} = 3.5\ \text{tons}$$

$$\text{Xylene} = 3.5\ \text{tons} * \frac{0.08}{0.25} = 1{,}2\ \text{ton}$$

EMİSYON HESAPLAMA

- Pistonlu Acil Durum Jeneratörü

WebFIRE kullanarak NOx hesaplaması

•Kaynak Sınıflandırma Kodu:	20200102
• İşlem Malzemesi:	Dizel Yakıt
• İşlem Hızı:	10 gal Dizel Yakıt/1 saat
• İşlemin Gerçekleştiği Saat:	50
• Tasarım Kapasitesi (varsa):	400 hp
•Yakıt Verileri (varsa):	137 mmbtu/1000 gal
•Kontrol Senaryosu (varsa):	yok

EMİSYON HESAPLAMA

- Pistonlu Acil Durum Jeneratörü



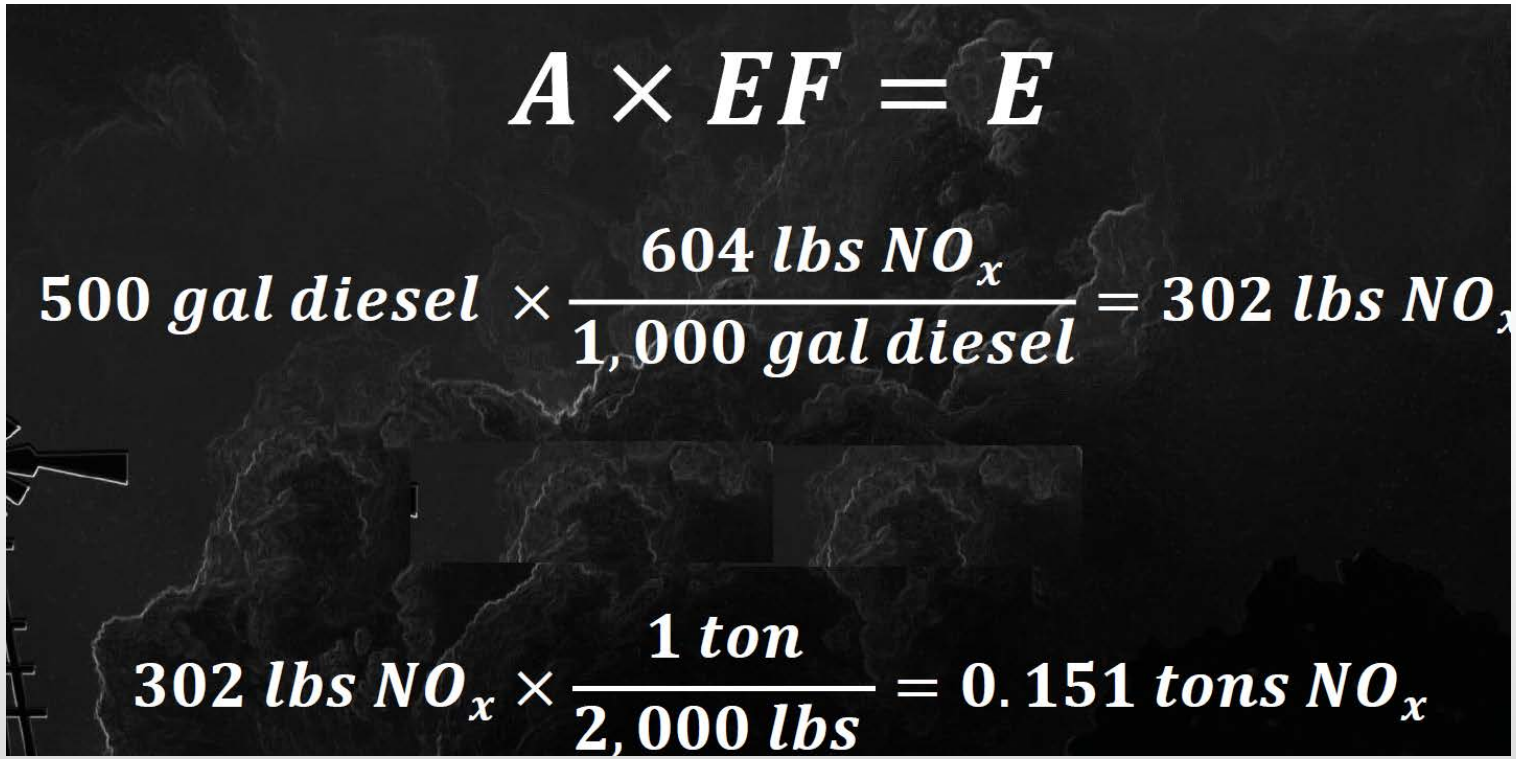
SCC 20200102 Details
Internal Combustion Engines > Industrial > Distillate Oil (Diesel) > Reciprocating
POLLUTANT Naphthalene NEI 91203 CAS 91-20-3
Primary Control / Secondary Control : UNCONTROLLED ,
Emission Factor -- 8.480E-5 Lb per Million Btus
Heat Input;
Quality -- E Emissions Factors Applicability

SCC 20200102 Details
Internal Combustion Engines > Industrial > Distillate Oil (Diesel) > Reciprocating
POLLUTANT Nitrogen oxides (NOx) NEI NOX CAS
Primary Control / Secondary Control : UNCONTROLLED ,
Emission Factor -- 6.040E2 Lb per 1000 Gallons
Distillate Oil (Diesel) Burned;
Quality -- D Emissions Factors Applicability

SCC 20200102 Details
Internal Combustion Engines > Industrial > Distillate Oil (Diesel) > Reciprocating
POLLUTANT Phenanthrene NEI 85018 CAS 85-01-8
Primary Control / Secondary Control : UNCONTROLLED ,
Emission Factor -- 2.940E-5 Lb per Million Btus
Heat Input;
Quality -- E Emissions Factors Applicability

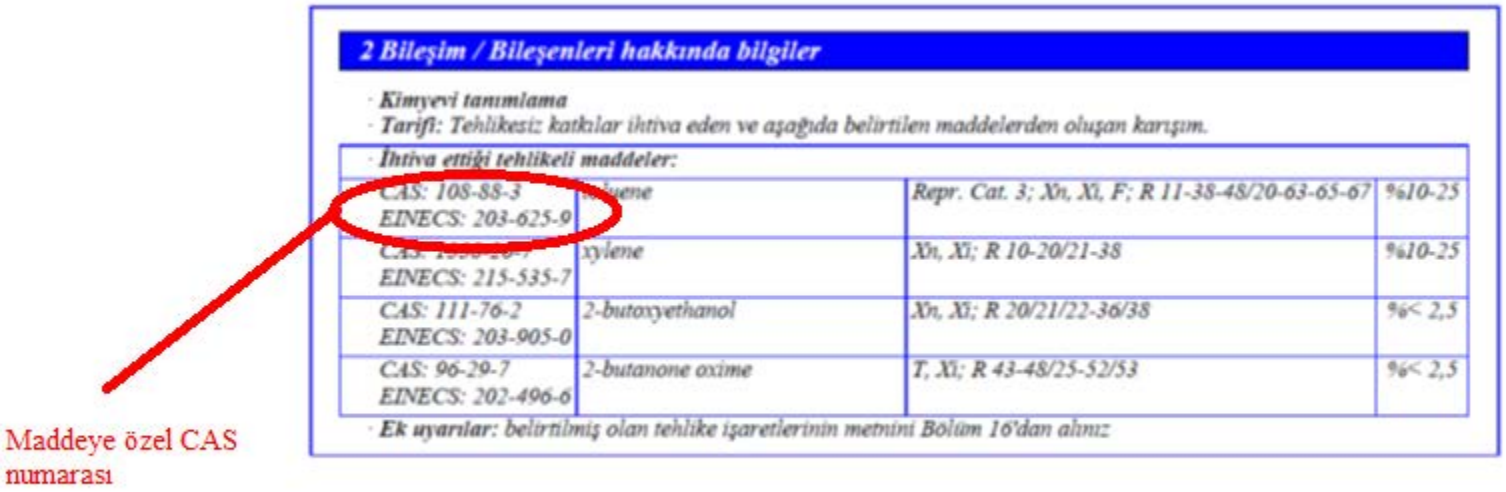
EMİSYON HESAPLAMA

- Pistonlu Acil Durum Jeneratörü



EMİSYON HESAPLAMA

MSDS KULLANMA



2 Bileşim / Bileşenleri hakkında bilgiler

· *Kimyevi tanımlama*
· *Tarifi: Tehlikesiz katkılar ihtiva eden ve aşağıda belirtilen maddelerden oluşan karışım.*

· *İhtiva ettiği tehlikeli maddeler:*

CAS: 108-88-3 EINECS: 203-625-9	toluene	Repr. Cat. 3; Xn, Xi, F; R 11-38-48/20-63-65-67	%10-25
CAS: [illegible] EINECS: 215-535-7	xylene	Xn, Xi; R 10-20/21-38	%10-25
CAS: 111-76-2 EINECS: 203-905-0	2-butoxyethanol	Xn, Xi; R 20/21/22-36/38	%< 2,5
CAS: 96-29-7 EINECS: 202-496-6	2-butanone oxime	T, Xi; R 43-48/25-52/53	%< 2,5

· ***Ek uyarılar:*** *belirtilmiş olan tehlike işaretlerinin metnini Bölüm 16'dan alınız*

Maddeye özel CAS numarası

ÖNEMLİ: Emisyon hesaplamalarını büyük ölçüde basitleştirmek için, her bir üründe VOC'ler için ağırlık yüzdeleri (ağırlıkça %) elde etmeniz önerilir. Ağırlık yüzdesi ve hacim yüzdesi aynı şey değildir. Ağırlıkça yüzde olarak MSDS'de veya diğer teknik veri sayfasında listelenmiyorsa, tedarikçi ile iletişime geçerek istemek gerekir.

EMİSYON HESAPLAMA

Malzeme Yoğunluğu: Birim hacme göre malzemenin ağırlığıdır.VOC içeriği değildir.

Toplam Uçucular: Bu sayı, genellikle ağırlıkça% veya hacim olarak% olarak ifade edilir; bu madde ne kadar buharlaştığını gösterir. Tipik olarak su, tüm VOC'leri içerir.

9 Fiziksel ve kimyevi özellikler	
· Genel bilgiler	
Biçim:	Sıvı şeklide
Renk:	Ürün adına göre
Koku:	Karakteristik
· Durum değişikliği	
Erime ısısı / Erime ısı alanı:	Belirlenmemiştir.
Kaynama ısısı / Kaynama ısı alanı:	110°C
· Alev alma ısısı:	< 23°C
· Tutuşma ısısı:	500°C
· Kendiliğinden tutuşabilme özelliği:	Ürün kendiliğinden tutuşmaz niteliktedir.
· Patlama tehlikesi:	Ürünün patlama tehlikesi yoktur, ancak patlam Hava karışımlarının oluşması mümkündür.
· Patlama sınırları:	
Alt:	1,1 Vol %
Üst:	7,0 Vol %
· Buhar basıncı 20°C'de:	29 hPa
· Yoğunluk 20°C'de:	1,140 g/cm³
· Çözülme kabiliyeti / karışma kabiliyeti	
suyla:	Karıştırılamaz ya da düşük ölçüde karıştırılabilir.
· Çözücü madde oranı:	
Organik çözücü madde:	%29,6
VOC (CE)	29,59 %
· Katı madde oranı:	%57,0

VOC İçeriği ağırlıkça % olarak

verilmişse yapılacak hesaplama;

1,140 gr/cm3 * (29,59/100) = 0,337 gr/cm3 = 337 gr/lt

Kullanılan boya miktarı 5.000 litre

5.000*337= 16,85 ton VOC

EMİSYON HESAPLAMA

Kütle Dengesi Kullanılarak VOC Emisyonlarının Hesaplanması

SECTION 9 — PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

PRODUCT WEIGHT	12 19 lb/gal	1460 g/l
SPECIFIC GRAVITY	1 47	
BOILING POINT	277 - 292 °F	136 - 144 °C
MELTING POINT	Not Available	
VOLATILE VOLUME	26%	
EVAPORATION RATE	Slower than ether	
VAPOR DENSITY	Heavier than air	
SOLUBILITY IN WATER	N A	

VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOC Theoretical - As Packaged)

2 11 lb/gal	253 g/l	Less Water and Federally Exempt Solvents
2 11 lb/gal	253 g/l	Emitted VOC

SECTION 10 — STABILITY AND REACTIVITY

STABILITY — Stable

CONDITIONS TO AVOID

None known

INCOMPATIBILITY

None known

HAZARDOUS DECOMPOSITION PRODUCTS

By fire Carbon Dioxide, Carbon Monoxide

HAZARDOUS POLYMERIZATION

Will not occur

Örnek 1: Yoğunluk ve kullanılan malzeme miktarı

(hacimce) ile hesaplama;

Kullanılan Boya Miktarı - 5.000 Litre

VOC İçeriği – 253 g/lt

5.000 litre *253g/lt = 1,25 ton VOC

EMİSYON HESAPLAMA

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

SOLUBILITY IN WATER:	Not soluble in water.		
APPEARANCE AND ODOR:	Clear colorless liquid, mild odor.		
pH of 5% SOLUTION:	N/A	**VAPOR DENSITY:**	Not determined
VAPOR PRESSURE:		**OTHER PROPERTIES:**	
EVAPORATION:	Not determined	**FREEZING POINT:**	
SPECIFIC GRAVITY:	0.75 - 0.79	**PERCENT VOLATILE:**	

Sadece özgül ağırlık verilmişse; Ürünün yoğunluğunu elde etmek için ürünün özgül ağırlığını ve suyun yoğunluğu kullanılır (8,34 lb / gal): (Amerika MSDS dir)

0,79* 8,34=6,59 lbs/galon

EMİSYON HESAPLAMA

2 Bileşim / Bileşenleri hakkında bilgiler

· **Kimyevi tanımlama**
· **Tarifi:** Tehlikesiz katkılar ihtiva eden ve aşağıda belirtilen maddelerden oluşan karışım.

· **İhtiva ettiği tehlikeli maddeler:**

CAS: 108-88-3 EINECS: 203-625-9	toluene	Repr. Cat. 3; Xn, Xi, F; R 11-38-48/20-63-65-6	%10-25
CAS: 1330-20-7 EINECS: 215-535-7	xylene	Xn, Xi; R 10-20/21-38	%10-25
CAS: 111-76-2 EINECS: 203-905-0	2-butoxyethanol	Xn, Xi; R 20/21/22-36/38	%< 2,5
CAS: 96-29-7 EINECS: 202-496-6	2-butanone oxime	T, Xi; R 43-48/25-52/53	%< 2,5

· **Ek uyarılar:** belirtilmiş olan tehlike işaretlerinin metnini Bölüm 16'dan alınız

BİLEŞENLERİ AYRI AYRI HESAPLAMA

Kullanılan Boya Miktarı – 5.000 litre

Ürün Ağırlığı – 1,140 kg/lt

Toluen % 25 (En yüksek)

Ksilen içeriği % 25 (En yüksek)

5000 litre x 1,140 kg/lt x (25/100) = 1.425 kg Toluen

5000 litre x 1,140 kg/lt x (25/100) = 1,425 kg Ksilen

EMİSYON HESAPLAMA

Taş Ocağı Tersiyer Kırma

AP-42 kullanarak PM-10 hesaplaması

Etkinlik Bilgileri:

•Kaynak Sınıflandırma Kodu:
30502003

• İşlem Malzemesi: Taş

•Proses Oranı:
1.361.120 ton/1 yıl

• Gerçekleşen Saat İşlemi: 3.640

•Kontrol Senaryosu (varsa):
Toz Bastırma
Kontrol = %77.7



EMİSYON HESAPLAMA

Source [b]	Total Particulate Matter [r,s]	EMISSION FACTOR RATING	Total PM-10	EMISSION FACTOR RATING	Total PM-2.5	EMISSION FACTOR RATING
Primary Crushing (SCC 3-05-020-01)	ND		ND[n]		ND[n]	
Primary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-01)	ND		ND[n]		ND[n]	
Secondary Crushing (SCC 3-05-020-02)	ND		ND[n]		ND[n]	
Secondary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-02)	ND		ND[n]		ND[n]	
Tertiary Crushing (SCC 3-050030-03)	0.0054[d]	E	0.0024[o]	C	ND[n]	
Tertiary Crushing (controlled) (SCC 3-05-020-03)	0.0012[d]	E	0.00054[p]	C	0.00010[q]	E

EMİSYON HESAPLAMA

$$E = A * EF * (1 - \text{Kontrol Verimliliği})$$

$$PM\ 10 = 1{,}361{,}120\ \text{tons} * \frac{0.0024\ \text{lbs}}{\text{ton}} = 3{,}267\ \text{lbs}$$

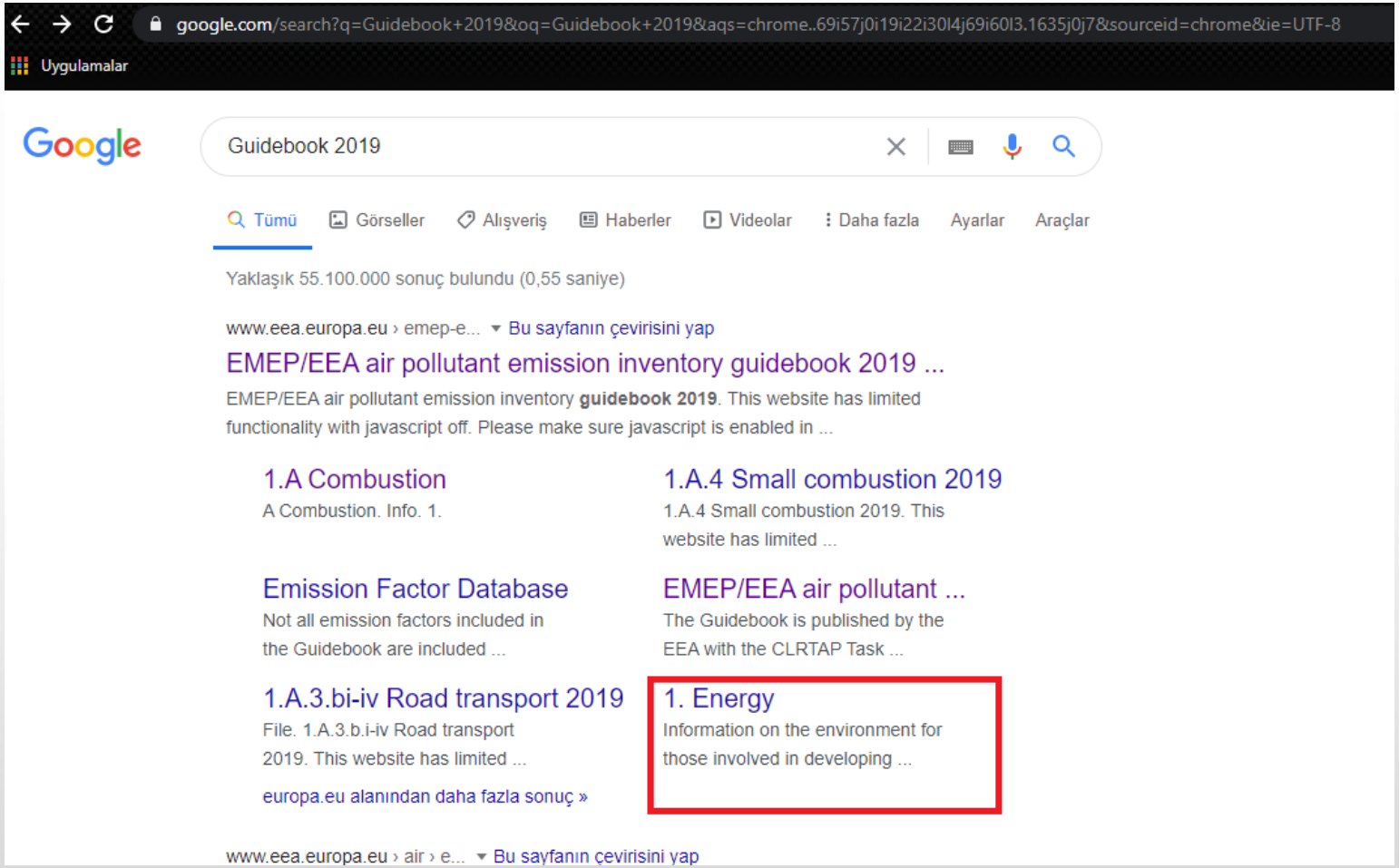
Kontrol hesabı

$$PM\ 10 = 3{,}267\ \text{lbs} * (1 - 0.777) = 729\ \text{lbs}$$

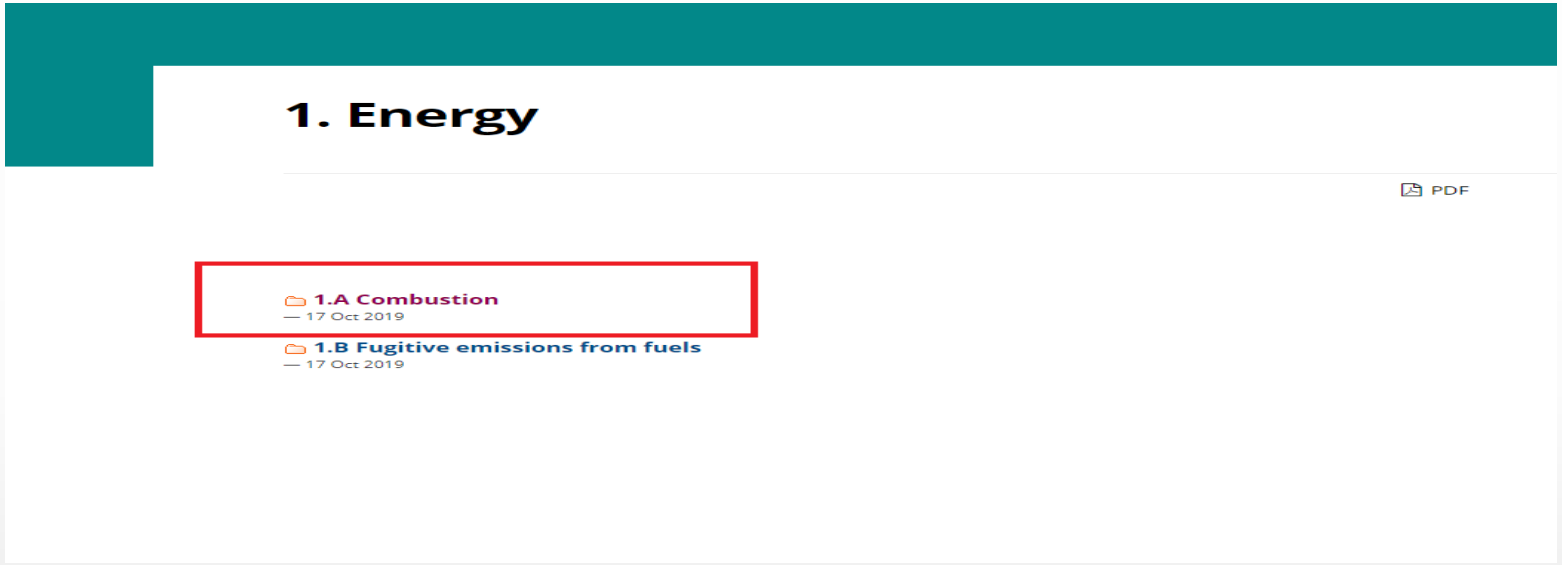
Ton Olarak:

$$PM\ 10 = 729\ \text{lbs} * \frac{\text{ton}}{2{,}000\ \text{lbs}} = 0{,}36\ \text{ton}$$

EMİSYON HESAPLAMA



EMİSYON HESAPLAMA





EMİSYON HESAPLAMA

emep

European Environment Agency

3.4.2.1 Algorithm

The Tier 1 approach for process emissions from combustion uses the general equation:

Category		Title
NFR	1.A.1	Energy industries
SNAP	01	Combustion in energy and transformation industries
ISIC		
Version	Guidebook 2019	

EMİSYON HESAPLAMA

Yanmadan kaynaklanan proses emisyonları için Tier 1 yaklaşımı genel denklemi kullanır:

3.4.2.1 Algorithm

The Tier 1 approach for process emissions from combustion uses the general equation:

$$E_{pollutant} = AR_{fuelconsumption} \times EF_{pollutant} \quad (1)$$

$E_{pollutant}$ annual emission of pollutant

$EF_{pollutant}$ emission factor of pollutant

$AR_{fuel\ consumption}$ activity rate by fuel consumption

EMİSYON HESAPLAMA

Table 3-2 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using hard coal

Tier 1 default emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.1.a	Public electricity and heat production			
Fuel	Hard Coal				
Not applicable					
Not estimated	NH_3				
Pollutant	**Value**	**Unit**	**95% confidence interval**		**Reference**
			Lower	**Upper**	
NOx	209	g/GJ	200	350	US EPA (1998), chapter 1.1
CO	8.7	g/GJ	6.15	15	US EPA (1998), chapter 1.1
NMVOC	1.0	g/GJ	0.6	2.4	US EPA (1998), chapter 1.1
SOx	820	g/GJ	330	5000	See Note
TSP	11.4	g/GJ	3	300	US EPA (1998), chapter 1.1
PM_{10}	7.7	g/GJ	2	200	US EPA (1998), chapter 1.1
$PM_{2.5}$	3.4	g/GJ	0.9	90	US EPA (1998), chapter 1.1
BC	2.2	% of $PM_{2.5}$	0.27	8.08	See Note
Pb	7.3	mg/GJ	5.16	12	US EPA (1998), chapter 1.1
Cd	0.9	mg/GJ	0.627	1.46	US EPA (1998), chapter 1.1

EMİSYON HESAPLAMA

Table 3-9 Tier 2 emission factors for source category 1.A.1.a, dry bottom boilers using coking coal, steam coal and sub-bituminous coal

Tier 2 emission factors					
	Code	Name			
NFR Source Category	1.A.1.a	Public electricity and heat production			
Fuel	Coking Coal, Steam Coal & Sub-Bituminous Coal				
SNAP (if applicable)	010101 010102	Public power - Combustion plants >= 300 MW (boilers) Public power - Combustion plants >= 50 and < 300 MW (boilers)			
Technologies/Practices	Dry Bottom Boilers				
Region or regional conditions	NA				
Abatement technologies	Abatement assumed except for SO_2 EF				
Not applicable					
Not estimated	NH_3				
Pollutant	**Value**	**Unit**	**95% confidence interval**		**Reference**
			Lower	**Upper**	
NOx	209	g/GJ	200	350	US EPA (1998), chapter 1.1
CO	8.7	g/GJ	6.15	15	US EPA (1998), chapter 1.1
NMVOC	1.0	g/GJ	0.6	2.4	US EPA (1998), chapter 1.1
SOx	820	g/GJ	330	5000	See Note
TSP	11.4	g/GJ	3	300	US EPA (1998), chapter 1.1
PM_{10}	7.7	g/GJ	2	200	US EPA (1998), chapter 1.1
$PM_{2.5}$	3.4	g/GJ	0.9	90	US EPA (1998), chapter 1.1

$$EF_{country,pollutant} = \sum_{technologies} Penetration_{technology} \times EF_{technologypollutant} \quad (3)$$

$$E_{pollutant} = AR_{production} \times EF_{country,pollutant}$$

EMİSYON HESAPLAMA

Yakıt sülfür içeriği

SO2 azaltımı olmayan kömür kullanan prosesler için, yakıtın sülfür içeriği için SO2 emisyon faktörünü hesaplamak aşağıdaki denklem kullanılır.

$$EF_{SO2} = \frac{[S] \times 20{,}000}{CV}$$

where:

EF_{SO2} is the SO_2 emission factor $g \cdot GJ^{-1}$

[S] is the percent sulphur (w/w)

CV is the net/inferior calorific value $GJ.tonne^{-1}$

TEŞEKKÜRLER

Halis Emre GÜNEŞ

Çevre Mühendisi

hemre.gunes@csb.gov.tr

LABORATUVAR, ÖLÇÜM VE İZLEME DAİRESİ BAŞKANLIĞI

Endüstriyel Kirlilik İzleme Şube Müdürlüğü