



Avrupa Komisyonu

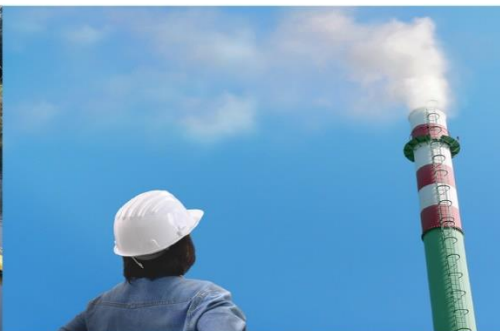
ORTAK ARAŞTIRMA MERKEZİ (OAM) POLİTİKA OLUŞTURMA AMAÇLI BİLİM RAPORU

Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EED) Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporu

*Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
2010/75/EU (Entegre Kirlilik Önleme
ve Kontrolü)*

Thomas Brinkmann, Ralf Both, Bianca Maria
Scalet, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho

2018



Ortak
Araştırma
Merkezi

EUR 29261 EN

EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporu

Endüstriyel Emisyonlar Direktifi 2010/75/EU
Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü

Yazarlar:

Thomas Brinkmann
Ralf Both
Bianca Maria Scalet
Serge Roudier
Luis Delgado Sancho

2018

EUR 29261 EN

Bu yayın, Avrupa Komisyonunun bilim ve bilgi birimi olan Ortak Araştırma Merkezi (OAM) tarafından hazırlanmış bir Politika Oluşturma Amaçlı Bilim raporudur. Avrupa politika oluşturma sürecine kanıta dayalı bilimsel destek sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bilimsel çıktı, Avrupa Komisyonunun bir politika pozisyonuna işaret etmez. Bu yayının kullanımından Avrupa Komisyonu veya Komisyon adına hareket eden herhangi bir kişi sorumlu değildir.

İletişim bilgileri

İsim: Avrupa EKÖK Bürosu

Adres: Ortak Araştırma Merkezi, Edificio Expo c / Inca Garcilaso 3, E-41092 Sevilla, İspanya

E-posta : JRC-B5-EIPPCB@ec.europa.eu

Tel.: +34 95 4488 284

OAM Bilim Merkezi

<https://ec.europa.eu/jrc>

Yasal Uyarı

Komisyon Belgelerinin Yeniden Kullanılmasına ilişkin 12 Aralık 2011 tarihli Komisyon Kararı (2011/833/EU) uyarınca, mevcut MET-REF belgesi, belgede mevcut olabilecek üçüncü taraf haklarının kapsamına giren kısımlar (hakların daha sonra kullanılmak üzere ilgili hak sahiplerinden ayrı olarak alınması gereken resimler, tablolar, veriler, yazılı materyaller vb.) dışında, ücretsiz olarak yeniden kullanıma tabidir. Avrupa Komisyonu, bu yayının yeniden kullanımından kaynaklanan herhangi bir sonuçtan sorumlu değildir. Herhangi bir yeniden kullanımda, kaynağın belirtilmesi ve orijinal anlam veya mesajın bozulmaması gerekir.

JRC112164

EUR 29261 EN

PDF

ISBN 978-92-79-86853-5

ISSN 1831-9424

doi:10.2760/344197

Lüksemburg: Avrupa Birliği Yayın Ofisi, 2018

© Avrupa Birliği, 2018

Bu rapordan şu şekilde alıntı yapılır: Thomas Brinkmann, Ralf Both, Bianca Maria Scalet, Serge Roudier, Luis Delgado Sancho; *EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporu*; EUR 29261 EN; doi 10.2760/344197

Başka bir kaynaktan alıntı yapılan yerler hariç tüm görüntüler © Avrupa Birliği, 2018. Soldan sağa ve yukarıdan aşağıya kapak resimlerinin alındığı yerler: 1. Su numunesi alımı: © Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen – Klaus Selent; 2. Bir bacaya bakan bir işçi: © AB; 3. İyon kromatografi cihazı: © OAM; 4. Analiz Laboratuvarı - Pipet ve Beherli Bilim Adamı: © fotolia.com – Romolo Tavani; 5. Dioksinlerin, PKB'lerin ve diğer Kalıcı Organik Kirleticilerin (KOK'ler) analizleri için çevresel özütlüklerin temizlenmesine yönelik otomatik çok sütunlu numune saflaştırma sistemi: © OAM.

Başlık EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporu

Özet

Hava ve su emisyonlarının izlenmesi, endüstriyel tesislerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ve azaltılmasında ve bir bütün olarak çevrenin yüksek düzeyde korunmasının sağlanmasında önemli bir unsurdur. Dolayısıyla, 2010/75/EU sayılı Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde (EED), çeşitli durumlarda emisyonların izlenmesi ele alınmaktadır.

Bu OAM İzleme Referans Raporunda (İRR), EED tesislerinden kaynaklanan hava ve su emisyonlarının izlenmesine ilişkin bilgiler özetlenmekte ve böylece EED tesislerinin ruhsatlarında yetkili makamların izleme şartlarını tanımlamasına yardımcı olmak için izleme konusunda Mevcut En İyi Teknikler (MEİT) sonuçlarının uygulanmasına ilişkin uygulamalı rehberlik sağlanmaktadır.

Ayrıca, bu belgede sunulan bilgi ve tavsiyeler, Teknik Çalışma Gruplarının (TÇG'ler) METReferans Belgelerinin (MET-REF'ler) hazırlanması ve gözden geçirilmesi sırasında METsonuçları çıkarmasına yardımcı olabilir.

Teşekkür

Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EED) Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine ilişkin bu Ortak Araştırma Merkezi (OAM) İzleme Referans Raporu (İRR), Avrupa Komisyonunun Ortak Araştırma Merkezinde (OAM) Avrupa Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Bürosu (AEKÖKB) tarafından Serge Roudier (AEKÖKB Başkanı) ve Luis Delgado'nun (Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Liderlik Birimi Başkanı) denetimi altında hazırlanmıştır.

İRR'nin AEKÖKB bünyesindeki yazarları Thomas Brinkmann, Ralf Both ve Bianca-Maria Scalet idi.

Bu belge, AEKÖKB tarafından aşağıdakilere dayanarak hazırlanmıştır:

1. Bu belgenin yerini aldığı Genel İzleme İlkelerine ilişkin Referans Belge (MON REF [\[3, COM 2003\]](#));
2. Başta EN standartları olmak üzere emisyonların izlenmesine ilişkin genel mevcut bilgiler;
3. Endüstriyel Emisyonlar Direktifinin (EED) [\[24, EU 2010\]](#) 13. Maddesi kapsamında Üye Devletler, ilgili endüstriler, çevrenin korunmasını destekleyen sivil toplum kuruluşları ve Komisyon arasında gerçekleştirilen bilgi alışverişinden elde edilen deneyimler ve
4. Bu belgenin hazırlanması amacıyla kurulan izleme konusunda uzman bir grup (İUG) arasında gerçekleştirilen bilgi alışverişi.

Aşağıdaki İUG üyeleri, özellikle bilgi alışverişinde aktif bir rol oynamışlardır:

- AB Üye Devletleri: Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, Hollanda, İspanya, İsveç ve Birleşik Krallık;
- Sanayi Dernekleri: British Glass, Cefic, CEMBUREAU, Cerame-Unie, CEWEP, CONCAWE, ESWET, EuLA, EURELECTRIC, EUROFER, Eurometaux, ECGA/EUROMINES;
- Çevrenin korunmasını destekleyen sivil toplum kuruluşu: EEB;
- Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN): Teknik Komiteler CEN/TC 230 'Su analizi' ve CEN/TC 264 'Hava kalitesi'.

Tüm AEKÖKB ekibi, bu belgenin hazırlanmasına ve akran değerlendirmesine tabi tutulmasına katkıda bulunmuştur.

Bu belge, aşağıda listelenen öngörülen belgeler serisinden bir belgedir (yazım sırasında aşağıdaki belgeler hazırlanmıştır):

Mevcut En İyi Tekniklere İlişkin Referans Belge	Kod
Seramik İmalat Sanayisi	CER
Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemleri	CWW
Depolama Kaynaklı Emisyonlar	EFS
Enerji Verimliliği	ENE
Demir İçeren Metalleri İşleme Sanayisi	FMP
Gıda, İçecek ve Süt Sanayileri	FDM
Endüstriyel Soğutma Sistemleri	ICS
Yoğun Kümes Hayvanları veya Domuz Yetiştiriciliği	IRPP
Demir-Çelik Üretimi	IS
Büyük Yakma Tesisleri	LCP
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar - Amonyak, Asitler ve Gübreler	LVIC-AAF
Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar - Katılar ve Diğerlerine İlişkin Sanayi	LVIC-S
Madencilik Faaliyetlerinde Maden Atığı ve Atık Kaya Yönetimi	MTWR
Cam İmalatı	GLS
Organik İnce Kimyasalların İmalatı	OFC
Demir Dışı Metaller Sanayisi	NFM
Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimi	CLM
Klor-Alkali Üretimi	CAK
Büyük Hacimli Organik Kimyasalların Üretimi	LVOC
Polimer Üretimi	POL
Selüloz, Kağıt ve Karton Üretimi	PP
Özel İnorganik Kimyasalların Üretimi	SIC
Ahşap Esaslı Panel Üretimi	WBP
Madeni Yağ ve Gaz Rafinasyonu	REF
Mezbahalar ve Hayvansal Yan Ürünler Sanayisi	SA
Demircilik ve Dökümhane Sanayisi	SF
Metal ve Plastik Yüzey İşleme Endüstrisi	STM
Organik Çözücülerle Yüzey İşleme Endüstrisi	STS
Post ve Derilerin Tabaklanması	TAN
Tekstil Sanayisi	TXT
Atık Yakma	WI
Atık Arıtma	WT
Referans Belge	
Ekonomi ve Çapraz Ortam Etkileri	ECM
<i>EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesi</i>	<i>İRR</i>

Belgelerin taslak ve tamamlanmış hallerinin elektronik kopyaları genel erişime açıktır ve <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/> adresinden indirilebilir.

ÖN SÖZ

Avrupa Komisyonu, 2012 yılında, Endüstriyel Emisyonlar Direktifi (EED) [24, EU 2010] kapsamında bir Ortak Araştırma Merkezi (OAM) İzleme Referans Raporu (İRR) hazırlamaya karar vermiştir. İRR, Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü (EKÖK) Direktifi (96/61/EC) (daha sonra yürürlükten kaldırılarak 2008/1/EC Direktifi ile değiştirilmiştir) kapsamında Temmuz 2003'te Komisyon tarafından kabul edilen Genel İzleme İlkeleri (MON REF [3, COM 2003]) referans belgesinin revizyonuna dayanmaktadır.

İRR, MON REF'in yerini almış olsa da tüm konularını, özellikle de uygunluk değerlendirmesini kapsamamaktadır.

İRR'de, Avrupa EKÖK Bürosu tarafından uluslararası ve ulusal standartlar ve bilimsel yayınlar gibi çeşitli kaynaklardan toplanan genel ve yaygın olarak kullanıma açık bilgiler özetlenmektedir. Bazı Üye Devletler izleme uygulamalarını ayrıca özetleyerek özel katkılar sağlamıştır. Toplanan tüm bilgiler, telif hakkı yasasıyla korunmadığı sürede, görüş alışverişi gerçekleştiren bir İzleme Uzmanları Grubuna (İUG) sunulmuştur. Tüm katkılar memnuniyetle kabul edilmektedir.

İRR'de, EED [24, EU 2010] yorumlanmamaktadır. EED Madde 16(1)'e göre, ruhsatlardaki izleme şartları Mevcut En İyi Teknikler (MEİ) sonuçlarında açıklandığı gibi izlemeye ilişkin sonuçlara dayanacaktır. Bu çerçevede, İRR, izleme standartları, stratejileri ve uygulamaları hakkında ek rehberlik sağlayarak METsonuçlarının ve Direktifin tutarlı bir şekilde uygulanmasını geliştirmek için bir referans görevi görebilir.

Bu belgede, Direktifin uygulanmasında görev alan kişilerin emisyon izlemenin genel yönleri hakkında bilgilendirilmesi amaçlanmakta ve ayrıca METReferans Belgelerinin (MET-Ref) ve bunların METsonuçlarının hazırlanmasında veya gözden geçirilmesinde faydalı olabilecek izleme hakkındaki bilgiler bir araya getirilmektedir.

İzleme uygulamaları zaman içinde değiştiği için, bu belge uygun şekilde gözden geçirilecek ve güncellenecektir. Tüm yorum ve öneriler, Avrupa EKÖK Bürosunun aşağıdaki adresine gönderilmelidir:

Avrupa Komisyonu
Ortak Araştırma Merkezi
Müdürlük B: Büyüme ve İnovasyon
Döngüsel Ekonomi ve Endüstriyel Liderlik Birimi
Avrupa EKÖK Bürosu
Edificio Expo
c/ Inca Garcilaso, 3
E-41092 Sevilla, İspanya
Telefon: +34 95 4488 284
Faks: +34 95 4488 426
E-posta: jrc-b5-eippcb@ec.europa.eu
İnternet: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu>

EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporu

ÖN SÖZ.....	i
1 GİRİŞ	1
2 AMAÇ VE KAPSAM.....	3
3 İZLEMeye İLİŞKİN GENEL HUSUSLAR	5
3.1 Tanımlar	5
3.2 Olası izleme amaçları	6
3.3 Uygun bir izleme rejimine karar vermek için genel yaklaşımlar	7
3.3.1 Genel bakış	7
3.3.2 Risk bazlı yaklaşım.....	7
3.3.3 Doğrudan ölçümler ve dolaylı yöntemler	10
3.3.3.1 Genel bakış.....	10
3.3.3.2 Doğrudan ölçümler.....	11
3.3.3.2.1 Düzenli ölçümler	11
3.3.3.2.1.1 Sürekli ölçümler.....	11
3.3.3.2.1.2 Periyodik ölçümler.....	11
3.3.3.2.1.3 Sürekli ve periyodik ölçümler.....	12
3.3.3.2.2 Kampanya ölçümleri.....	12
3.3.3.3 Dolaylı yöntemler.....	12
3.3.3.3.1 Vekil parametreler	12
3.3.3.3.2 Kütle denklilikleri	14
3.3.3.3.3 Emisyon faktörleri	15
3.3.3.3.4 Diğer hesaplamalar	16
3.4 Kalite güvencesi	17
3.4.1 Genel bakış	17
3.4.2 Personel ve laboratuvar yeterliliği	17
3.4.3 Standartlaştırılmış yöntemler	19
3.4.4 Veri işleme	21
3.4.4.1 Genel bakış	21
3.4.4.2 Ölçüm sonuçlarının ortalamasının alınması	21
3.4.4.3 Ölçüm belirsizliği	23
3.4.4.4 Tespit sınırı ve miktar tayini sınırı.....	26
3.4.4.5 Aykırı değerler.....	28
3.5 Normal ve normalden farklı çalışma koşulları - ilgili ölçüm koşulları	30
4 HAVA EMİSYONLARININ İZLENMESİ	33
4.1 Genel bakış	33
4.2 Hava kirleticiler	34
4.3 Sürekli/Periyodik ölçümler.....	35
4.3.1 Sürekli ve periyodik ölçümler.....	35
4.3.2 Sürekli ölçümler.....	37
4.3.2.1 Genel EN standartları	37
4.3.2.2 Kalite güvencesi	38
4.3.2.2.1 Sertifikasyon.....	38

4.3.2.2.2	İşletimde kalite güvencesi	39
4.3.2.3	Ölçüm/numune alma yeri, bölümü, düzlemi ve noktası	40
4.3.2.4	Analiz	41
4.3.2.4.1	Numunenin çıkartıldığı ve çıkartılmadığı OÖS	41
4.3.2.4.2	Onaylı OÖS yöntemleri	42
4.3.2.4.3	Sürekli cıva ölçümleri	43
4.3.2.5	Referans/Standart koşullar.....	43
4.3.2.5.1	Genel bakış	43
4.3.2.5.2	Sürekli ölçümlere ilişkin özel hususlar	44
4.3.2.6	Veri işleme	44
4.3.2.7	Raporlama	45
4.3.2.8	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi	45
4.3.3	Periyodik ölçümler.....	46
4.3.3.1	Genel EN standartları	46
4.3.3.2	Kalite güvencesi	47
4.3.3.2.1	Sertifikasyon.....	47
4.3.3.2.2	İşletimde kalite güvencesi.....	47
4.3.3.3	Ölçüm amacı ve ölçüm planı	47
4.3.3.4	Çalışma koşulları	48
4.3.3.5	Ölçüm/Numune alma alanı, bölümü ve düzlemi	48
4.3.3.6	Ölçüm/numune alma noktası	49
4.3.3.7	Ayrı ölçümlerin sayısı	50
4.3.3.8	Ölçümlerin zamanlaması ve süresi	50
4.3.3.9	Ölçüm sıklığı	51
4.3.3.10	Analiz	52
4.3.3.10.1	Genel bakış	52
4.3.3.10.2	Amonyak	52
4.3.3.10.3	Karbonmonoksit	52
4.3.3.10.4	Toz	53
4.3.3.10.5	Formaldehit.....	53
4.3.3.10.6	Gaz halindeki klorürler/florürler ve HCl/HF	53
4.3.3.10.7	Diğer gaz halindeki organik bileşikler	54
4.3.3.10.8	Cıva ve bileşikleri	54
4.3.3.10.9	Metaller ve bileşikleri	55
4.3.3.10.10	Metan.....	55
4.3.3.10.11	Azot oksitler.....	55
4.3.3.10.12	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler)	55
4.3.3.10.13	PKDD'ler/PKDF'ler ve dioksin benzeri PKB'ler.....	56
4.3.3.10.14	Sülfür oksitler	57
4.3.3.10.15	Toplam uçucu organik karbon (TUOK).....	57
4.3.3.11	Referans/Standart koşullar.....	59
4.3.3.12	Veri işleme	59

4.3.3.13	Raporlama	59
4.3.3.14	MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	60
4.4	Dolaylı yöntemler	62
4.4.1	Vekil parametre örnekleri	62
4.4.1.1	Genel bakış	62
4.4.1.2	Tahmine Dayalı Emisyon İzleme Sistemleri (TDEİS)	62
4.4.2	Yakıt analizi.....	63
4.4.3	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	63
4.5	Dağınık emisyonlar.....	65
4.5.1	Genel bakış	65
4.5.2	Tanımlar	65
4.5.3	EN standartları	66
4.5.4	Diğer yöntemler	67
4.5.4.1	Kaynakta ölçümler.....	67
4.5.4.2	Uzaktan ölçüm yöntemleri.....	67
4.5.4.2.1	Optik uzaktan algılama	67
4.5.4.2.2	Diğer uzaktan ölçüm yöntemleri.....	68
4.5.4.3	Hesaplamalar ve tahminler	69
4.5.5	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	69
4.6	Koku	70
4.6.1	Genel bakış	70
4.6.2	Tanımlar	70
4.6.3	EN standartları	71
4.6.3.1	Genel bakış	71
4.6.3.2	Dinamik olfaktometri	72
4.6.3.3	Izgara yöntemi	73
4.6.3.4	Koku bulutu yöntemi	73
4.6.4	Diğer yöntemler	73
4.6.4.1	Genel bakış	73
4.6.4.2	Üye Devletlerde koku izleme uygulamalarının örnekleri.....	74
4.6.4.3	Heyetlerle koku izleme.....	74
4.6.4.4	Koku araştırmaları	75
4.6.5	MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi	76
4.7	Biyolojik izleme	77
4.7.1	Genel bakış	77
4.7.2	Tanımlar	77
4.7.3	EN standartları	77
4.7.4	Diğer yöntemler	78
4.7.5	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	78
4.8	Maliyetler	79
5	SU EMİSYONLARININ İZLENMESİ.....	81
5.1	Genel bakış	81
5.2	Su kirleticiler	82
5.3	Sürekli/periyojik ölçümler	83
5.3.1	Genel EN standartları.....	83
5.3.2	İzleme rejimleri	84
5.3.3	Sürekli ve periyodik ölçümler	85
5.3.4	Sürekli ölçümler	87

5.3.4.1	Atık su akışı hariç su parametreleri	87
5.3.4.2	Atık su akışı.....	88
5.3.5	Periyodik ölçümler.....	89
5.3.5.1	Genel bakış.....	89
5.3.5.2	Ölçüm amacı ve ölçüm planı	89
5.3.5.3	Ölçüm/Numune alma yeri ve noktası	91
5.3.5.4	Numune türleri.....	91
5.3.5.4.1	Kompozit numuneler	91
5.3.5.4.2	Spot numuneler.....	92
5.3.5.5	Numune alma ekipmanları.....	93
5.3.5.5.1	Numune kabı.....	93
5.3.5.5.2	Manuel numune alma cihazları	94
5.3.5.5.3	Otomatik numune alma cihazları	94
5.3.5.6	Ölçüm/numune alma sıklığı.....	95
5.3.5.7	Numunelerin taşınması ve saklanması.....	96
5.3.5.8	Analiz	97
5.3.5.8.1	Genel bakış	97
5.3.5.8.2	Adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler (AOX).....	98
5.3.5.8.3	Amonyum azotu (NH ₄ -N).....	99
5.3.5.8.4	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	99
5.3.5.8.5	Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)/Toplam organik karbon (TOK).....	100
5.3.5.8.6	Krom (VI)	101
5.3.5.8.7	Siyanür.....	101
5.3.5.8.8	Hidrokarbon yağ indeksi (HYİ)	102
5.3.5.8.9	Cıva.....	102
5.3.5.8.10	Metaller ve diğer elementler	103
5.3.5.8.11	Fenol indeksi.....	104
5.3.5.8.12	Sülfid	104
5.3.5.8.13	Toplam azot (TA)/Toplam inorganik nitrojen (N _{inorg})/Toplam Kjeldahl azotu (TKA) ...	105
5.3.5.8.14	Toplam fosfor (TF)	105
5.3.5.8.15	Toplam askıda katı madde (TAKM).....	106
5.3.5.8.16	Test kitleri.....	107
5.3.6	Veri işleme	108
5.3.7	Raporlama	109
5.3.8	MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi	110
5.4	Vekil parametreler	112
5.4.1	Vekil parametre örnekleri	112
5.4.2	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	113
5.5	Toksosite testleri ve bütünsel çıkış suyu değerlendirmesi	114
5.5.1	Toksosite testleri.....	114
5.5.1.1	Genel bakış	114
5.5.1.2	EN standartları.....	115
5.5.1.3	Veri işleme ve raporlama.....	119
5.5.2	Bütünsel çıkış suyu değerlendirmesi.....	120

5.5.3	MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi.....	121
5.6	Maliyetler	123
6	GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR İÇİN SON SÖZLER VE ÖNERİLER	125
7	EKLER.....	127
A.1.	Hava emisyonlarının ölçülmesine ilişkin standartlar ve yöntemler	127
A.2.	Su emisyonlarının ölçümüne ilişkin standartlar.....	133
A.3.	Hava emisyonlarının sürekli ölçümü için debi eşik değeri örnekleri	140
A.4.	PKDD'ler/PKDF'ler için toksik eş değerlik faktörleri	141
A.5.	Hava emisyonlarının izlenmesine ilişkin maliyet örnekleri	143
A.6.	Atık sudaki debi ağırlıklı ortalama konsantrasyonların ve ortalama özgül yükün hesaplanmasına ilişkin örnekler.....	151
SÖZLÜK.....		155
I.	Ülke kodları	155
II.	Para birimleri	155
III.	Birim ön ekleri.....	156
IV.	Birimler	156
V.	Kimyasal elementler	157
VI.	Bu belgede yaygın olarak kullanılan kimyasal formüller	158
VII.	Kısaltmalar	160
REFERANSLAR.....		165

Şekil listesi

Şekil 3.1:	ESD'yi aşma riskine bağlı izleme rejimi	9
Şekil 3.2:	Emisyon seviyelerinin zaman içinde nasıl değişebileceğine dair örnekler	31
Şekil 4.1:	Numunenin çıkartıldığı bir numune alma cihazı örneği	41
Şekil 4.2:	EN 15259:2007'de açıklandığı gibi numune alma stratejisi	49
Şekil 4.3:	Bir OÖS için klimalı muhafaza örneği	80
Şekil 5.1:	Numune kabı örnekleri	93
Şekil 5.2:	Bir numune alma kepçesi ve tutacak örneği	94
Şekil 5.3:	Bir otomatik numune alma cihazı örneği	95
Şekil 5.4:	Numune koruma örneği	96
Şekil 5.5:	Bir AOX analizörü örneği	98
Şekil 5.6:	Endüktif olarak eşleşmiş bir plazma optik emisyon spektrometresi örneği	103
Şekil 5.7:	Spektrofotometreli bir test kiti örneği	107
Şekil 5.8:	Su mercimeği toksisite testi	117
Şekil 5.9:	Su piresi toksisite testi	118
Şekil 5.10:	Zebra balığı yumurtası toksisite testi	118

Tablo listesi

Tablo 3.1:	Su emisyonlarında ESD'yi aşma olasılığını etkileyen risk faktörleri ve ESD'yi aşmanın sonuçlarına ilişkin örnek	8
Tablo 3.2:	METsonuçlarında tanımlanan ortalama alma sürelerinin örnekleri	22
Tablo 3.3:	SRY'lerin izin verilen maksimum genişletilmiş belirsizlikleri	24
Tablo 3.4:	EED Ek V ve VI'da büyük yakma tesisleri ve atık (ortak) yakma tesisleri için izin verilen maksimum genişletilmiş OÖS belirsizlikleri	25
Tablo 4.1:	Hava kirleticilerinin tanımlarına örnekler	34
Tablo 4.2:	Sürekli ve periyodik ölçümlerin önemli özellikleri	35
Tablo 4.3:	Hava emisyonlarının sürekli ölçümleriyle ilgili genel EN standartları	37
Tablo 4.4:	En yaygın hava kirleticileri için onaylı OÖS yöntemleri	42
Tablo 4.5:	Hava emisyonlarının periyodik ölçümleriyle ilgili genel EN standartları ve teknik şartnameler	46
Tablo 4.6:	Yaygın ve kaçak emisyonların izlenmesine ilişkin EN standartları	66
Tablo 4.7:	Koku ölçümlerine ilişkin EN standartları	71
Tablo 4.8:	Bitkilerle biyolojik izlemeye ilişkin EN standartları	77
Tablo 5.1:	Su kirleticilerinin tanımlarına örnekler	82
Tablo 5.2:	Su emisyonlarının izlenmesi ile ilgili genel EN standartları ve bir teknik şartname	83
Tablo 5.3:	Su emisyonlarının izlenmesiyle ilgili farklı ölçüm ve numune alma türlerine genel bakış	84
Tablo 5.4:	Sürekli ve periyodik ölçümlerin önemli özellikleri	86
Tablo 5.5:	Toksisite testlerine ilişkin EN standartları	116
Tablo 6.1:	EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporunu (İRR) hazırlama sürecinin temel kilometre taşları	125
Tablo 7.1:	Hava emisyonlarının periyodik ölçümüne ilişkin özel standartlar	127
Tablo 7.2:	Hava emisyonlarına ilişkin onaylı OÖS yöntemleri	131
Tablo 7.3:	Su emisyonlarının ölçümüne ilişkin özel standartlar	133
Tablo 7.4:	Hava emisyonlarının sürekli ölçümü için debi eşik değeri örnekleri	140
Tablo 7.5:	PKDD'ler/PKDF'ler için toksik eş değerklik faktörleri	141
Tablo 7.6:	Birleşik Krallık'taki farklı sanayi sektörlerinden baca emisyonlarının izlenmesine ilişkin olarak tesis işletmecileri tarafından sağlanan maliyet örnekleri	143
Tablo 7.7:	Birleşik Krallık'taki sürekli baca emisyon ölçümlerine ilişkin olarak cihaz üreticileri ve tedarikçileri tarafından sağlanan maliyet örnekleri	146
Tablo 7.8:	Birleşik Krallık'taki periyodik baca emisyon ölçümlerine ilişkin olarak test laboratuvarları tarafından sağlanan maliyet örnekleri	150
Tablo 7.9:	Günlük ölçülen bir parametre için aylık ortalamaların hesaplanması - nispeten sabit debilerle bir ay için KOİ'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon	151
Tablo 7.10:	Günlük ölçülen bir parametre için aylık ortalamaların hesaplanması - değişken debilerle bir ay için KOİ'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon	152
Tablo 7.11:	Periyodik olarak ölçülen bir parametre için bir yıl boyunca toplanan numunelerin ortalamalarının hesaplanması - nispeten sabit debiler için AOX'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon	153

1 GİRİŞ

Hava ve su emisyonlarının izlenmesi, endüstriyel tesislerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ve azaltılmasında ve bir bütün olarak çevrenin yüksek düzeyde korunmasının sağlanmasında önemli bir unsurdur. Dolayısıyla, Endüstriyel Emisyonlar Direktifinde (EED) [24, EU 2010], aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli durumlarda emisyonların izlenmesi ele alınmaktadır:

- Mevcut En İyi Teknikler (MET) sonuçları, MET ve ilgili izleme (EED Madde 3(12)) ile ilişkili emisyon seviyelerini içerir.
- MET-REF'lerin hazırlanması ve gözden geçirilmesi için METHakkında bilgi alışverişinde, kullanılan teknikler ve ilgili izleme ele alınacaktır (EED Madde 13(2)(b)).
- İzinler, uygun emisyon izleme şartlarını içerecektir (EED Madde 14(1)(c) ve (d)).
- İzinlerdeki izleme şartları, uygun durumlarda, METsonuçlarında (EED Madde 16(1)) açıklandığı şekilde izleme ile ilgili sonuçlara dayanacaktır.
- Yetkili makam, ruhsat koşulları kapsamında gerektiği şekilde yetkili makamın elinde bulunan emisyon izleme sonuçlarını kamuya açık hale getirecektir (EED Madde 24 (3)(b)).

Bu Ortak Araştırma Merkezi (OAM) İzleme Referans Raporunda (İRR), EED tesislerinden kaynaklanan hava ve su emisyonlarının izlenmesine ilişkin bilgiler özetlenmekte ve böylece EED tesislerinin ruhsatlarında yetkili makamların izleme şartlarını tanımlamasına yardımcı olmak için izleme konusunda METsonuçlarının uygulanmasına ilişkin uygulamalı rehberlik sağlanmaktadır. Ayrıca, bu belgede sunulan bilgi ve tavsiyeler, Teknik Çalışma Gruplarının (TÇG'ler) MET-REF'lerin hazırlanması ve gözden geçirilmesi sırasında METsonuçları çıkarmasına yardımcı olabilir.

2 AMAÇ VE KAPSAM

Bu OAM İzleme Referans Raporunun (İRR) iki amacı vardır:

- EED kapsamında tesislerin hava ve su emisyonlarının izlenmesinin genel yönleri hakkında yetkili makamları ve işletmecileri bilgilendirmek;
- Avrupa EKÖK Bürosu da dahil olmak üzere TÇG üyeleri için emisyonların izlenmesine ilişkin MET-REF'ler ve METsonuçları üzerinde çalışırken faydalı olabilecek bilgileri bir araya getirmek.

Bu belge özellikle, EED Madde 14 (1)(c) ve Madde 16 ile bağlantılı olarak emisyonların izlenmesiyle ilgili konuları kapsamaktadır.

Bu belgede, izleme yaklaşımına ve sıklığına ve ayrıca izleme verilerinin toplanması, işlenmesi ve raporlanmasına ilişkin olarak verilen kararların dayanağını oluşturan emisyonların ve ilgili parametrelerin izlenmesiyle ilgili genel ilkeler ve diğer ilgili hususlar ele alınmaktadır. Bu belgede, endüstriyel tesislerden gelen izleme verilerinin doğruluğu, güvenilirliği, temsil gücü ve karşılaştırılabilirliğinin teşvik edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu belge aşağıdaki konuları kapsar:

- izlemeye ilişkin genel hususlar; örneğin:
 - izleme hedefleri;
 - doğrudan ölçümler ve dolaylı yöntemler de dahil olmak üzere izleme yaklaşımları;
 - personel ve laboratuvar nitelikleri, EN, ISO ve diğer standartların kullanımı ve ölçüm belirsizliği de dahil olmak üzere kalite güvencesi konuları;
 - normal çalışma koşulları dışındaki durumlarda izleme yaklaşımları;
- Aşağıdakileri kapsayan hava (kokular, yaygın ve kaçak emisyonlar, biyolojik izleme dahil) ve su (toksikite testleri dahil) emisyonlarının izlenmesiyle ilgili hususlar:
 - ölçüm planlaması;
 - ölçüm sıklığı;
 - sürekli ve periyodik ölçüm yöntemleri;
 - çevresel parametrelerin/referans büyüklüklerin ölçümü, ifade edilmesi ve belgelendirilmesi;
 - veri işleme;
 - raporlama;
 - izleme maliyetleri;
 - vekil parametreler, kütle denklikleri ve Tahmine Dayalı Emisyon İzleme Sistemleri (TDEİS) gibi dolaylı yöntemleri kullanarak izleme.

Aşağıdaki konular bu belgenin **kapsamında değildir**:

- Süreç izleme: Üretim sürecini kontrol etmeye yönelik süreç parametrelerinin izlenmesi. İlgili görülürse bu, sektörel MET-REF'lerin kapsamında yer alır.
- Atık su ve atık gaz dışındaki atıkların izlenmesi.
- İzleme yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi.
- Belirli sanayi sektörleri için izleme konuları: Sektöre özgü hususlar, ilgili görülmesi halinde sektörel MET-REF'lerin kapsamında yer alır.
- AB Emisyon Ticareti Sistemi kapsamında sera gazlarının izlenmesi: Bu, Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 2003/87/EC Direktifi [130, EU 2012] uyarınca sera gazı emisyonlarının izlenmesi ve raporlanmasına ilişkin 601/2012 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün (AB) kapsamında yer almaktadır.
- Avrupa Kirleticisi Salımı ve Transferi Siciline (E-PRTR) göre raporlama: Bu, Avrupa PRTR'nin [131, COM 2006] uygulanmasına ilişkin Rehber Dokümanın kapsamında yer almaktadır.
- Tüketime ilişkin izlenmesi (örneğin enerji, su veya ham maddelerin tüketimi).

- Ortam hava veya yüzey suyu kalitesi gibi çevre kalitesi parametrelerinin izlenmesi.
- Tesislerin denetlenmesi.
- Emisyon sınır değerlerine (ESD'ler) uygunluğun değerlendirilmesi.

3 İZLEMeye İLİŞKİN GENEL HUSUSLAR

3.1 Tanımlar

Bu belgede izleme, bir emisyonun belirli bir kimyasal veya fiziksel özelliğinin varyasyonlarının sistematik bir şekilde gözlemlenmesi anlamına gelir. İzleme, emisyonlar hakkında hedeflenen bilgileri elde etmek için, belgelenmiş ve kararlaştırılmış prosedürlere göre ve uygun bir sıklıkla tekrarlanan ölçümlere veya gözlemlere dayanır. Bu bilgiler basit görsel gözlemlerden (örneğin kapılardan, flanşlardan veya vanalardan havaya salınan görünür emisyonlar veya bir deşarjın renginin değişmesi) kesin sayısal verilere (örneğin bir kirleticinin konsantrasyonu veya yükü) kadar değişiklik gösterebilir.

Genel kullanımda izleme ve ölçüm sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılsa da aynı anlama gelmezler. Bu terimler bu belgede aşağıdaki anlamlarda kullanılmaktadır:

- Ölçme, bir miktarın değerini belirlemek için yapılan bir dizi işlemi içerir ve dolayısıyla, tek bir nicel sonucun elde edildiği anlamına gelir.
- İzleme, belirli bir parametrenin değerinin ölçülmesini ve aynı zamanda değerindeki değişikliklerin takibini içerebilir (parametrenin gerçek değerinin kontrol edilerek gerekli bir aralık içinde tutulmasını sağlamak için). İzleme bazen sayısal değerler olmadan (yani ölçüm yapılmadan) nitel bir parametrenin basit bir şekilde gözlemlenmesi anlamına gelebilir. İzleme aynı zamanda ölçüm ve hesaplamaların bir kombinasyonundan oluşabilir (bkz. Bölüm 3.3.3.3).

3.2 Olası izleme amaçları

İzlemenin amaçları çok ve çeşitlidir. Örneğin, şu amaçlarla izleme yapılabilir:

- ruhsat gerekliliklerine uygunluğu değerlendirmek;
- proses verimi, enerji verimliliği, kaynak girdisi ve emisyon seviyeleri arasındaki optimum dengeyi bulmak;
- belirli emisyon davranışı türlerinin nedenlerini analiz etmek (örneğin, normal veya normal olmayan çalışma koşulları altında emisyonlardaki değişikliklerin nedenlerini tespit etmek için);
- bir tesisin emisyon davranışını (örneğin operasyonel dönüşümler, operasyonel arızalar veya kapasite artışından sonra) tahmin etmek;
- emisyon azaltma sistemlerinin performansını kontrol etmek;
- farklı kaynakların genel emisyonlara nispi katkısını belirlemek;
- güvenlik kontrolleri için ölçümler sağlamak;
- belirli envanterler (örneğin yerel, ulusal ve E-PRTR gibi uluslararası) için emisyonları raporlamak;
- çevresel etkilerin değerlendirilmesi için veri sağlamak (örneğin modellere, kirleticiler için haritalarına, şikayet değerlendirmelerine girdi);
- çevresel harçlar ve/veya vergiler belirlemek veya koymak.

İşletmeciler ve yetkili makamlar, izleme başlamadan önce izlemenin hedeflerini net bir şekilde anlamalıdır. Hedefler ve izleme sistemi, akredite test laboratuvarları gibi yükleniciler ve izleme verilerinin diğer olası kullanıcıları (örneğin arazi kullanım planlamacıları, kamu çıkar grupları ve merkezi hükümet) dahil olmak üzere ilgili tüm üçüncü taraflar için de açık olmalıdır. Hedefler, izleme planında ve izleme sonuçlarının raporlanmasında açıkça belirtilmeli ve dikkate alınmalıdır (bkz. Bölüm 4.3 ve 5.3).

Açıkça tanımlanmış bir izleme hedefi, standartlaştırılmış yöntemlere (örneğin EN standartları) dayalı uygun bir izleme planı ve örneğin EN ISO/IEC 17025: 2017'e [\[1, CEN 2017\]](#) uygun bir kalite güvence sistemi, doğru, güvenilir, temsil gücü yüksek ve karşılaştırılabilir izleme verilerinin elde edilmesinin sağlanmasına yardımcı olur.

Bu izleme bilgileri daha sonra MET-REF'lerin hazırlanması ve gözden geçirilmesinde ve özellikle METve METile ilişkili emisyon seviyeleri (MEİT-İES'ler) dahil olmak üzere METile ilişkili çevresel performans seviyelerinin (MEİT-İÇPS'ler) tanımlanmasında kullanılabilir. Tekniklerin performansını yeterince değerlendirmek için, toplanan verilerin temsil gücünün yüksek olmasını sağlamak üzere genellikle uzun bir süre boyunca (örneğin bir veya daha fazla yıl) toplanan büyük miktarda verilere ihtiyaç vardır.

3.3 Uygun bir izleme rejimine karar vermek için genel yaklaşımlar

3.3.1 Genel bakış

Prensipte, belirli bir parametreyi izlemek için kullanılabilecek çeşitli yaklaşımlar vardır, ancak bazıları belirli uygulamalar için uygun olmayabilir. Genel olarak, yaklaşımlar iki ana grupta sınıflandırılabilir: Doğrudan ölçümler (bkz. Bölüm 3.3.3.2) ve dolaylı yöntemler (bkz. Bölüm 3.3.3.3).

İzleme için bu yaklaşımlardan birini veya birkaçını seçerken, yöntemin kullanılabilirliği, sonuçların doğruluğu, güvenilirliği, temsil gücü ve karşılaştırılabilirliği, güven seviyesi, maliyetler ve çevresel faydalar arasında bir denge aranır.

İzlenecek parametrelerin seçimi proselere, ham maddelere, yakıt ve kullanılan diğer maddelere, temel çevre sorunlarına ve emisyonları önlemek veya azaltmak için kullanılan tekniklere bağlıdır. İzlenmek üzere seçilen parametrenin, tesisin işleyişini kontrol etmeye de hizmet etmesi etkilidir. Belirli bir parametrenin izlenme sıklığı ihtiyaçlara, çevreye yönelik risklere ve uygulanan izleme yaklaşımına bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterir [139, Saarinen 1999].

Emisyon izleme çalışmaları, emisyonların zaman içindeki değişimleri hakkında yeterli bilgi sağlamalıdır. Bu amaçla, yalnızca belirli kirleticiler değil, aynı zamanda referans koşullar (örneğin sıcaklık, basınç; bkz. Bölüm 4.3.2.5 ve 4.3.3.11), hava ve su akışı, ham madde girdisi ve üretim yükü gibi emisyonların nitelendirilmesine hizmet edebilecek diğer parametreler de izlenir. Genellikle, izlenecek parametrelerin sayısı, belirli bir sanayi sektörü için bir ruhsatta veya METsonuçlarında belirtilen sayıyı aşar. Emisyonları ve ilgili koşulları açıklamak için gerekli tüm parametreler ölçüm veya numune alma planında belirtilmeli ve ölçüm raporunun bir parçası olmalıdır.

Uygun bir izleme rejimine karar vermek için, özellikle izleme rejiminin halihazırda mevcut kanun veya yönetmeliklerde tanımlanmadığı durumlarda, aşağıdaki bölümde açıklandığı gibi risk bazlı bir yaklaşım uygulanabilir.

3.3.2 Risk bazlı yaklaşım

Bir tesisten çevreye (potansiyel) emisyonların oluşturduğu genel riski değerlendirmek ve izleme rejiminin sıklığını ve kapsamını bu riskle eşleştirmek en iyi uygulamadır. İzleme programının bu yönleri, çeşitli risk faktörleri dikkate alınarak ve birleştirilerek belirlenebilir. Bunlar örneğin önemsiz, önemli veya kritik olarak değerlendirilebilir. Daha sonra, izleme gerekliliklerinin önemsiz durumlar için minimumdan kritik durumlar için kapsamlıya kadar değiştiği değerlendirilebilir. Dikkate alınacak risk faktörlerinin örnekleri arasında şunlar yer alır[2, IMPEL 2001]:

- tesisin boyutu ve türü (çevresel etkisini belirleyebilir);
- kaynakların karmaşıklığı (sayı ve çeşitlilik, kaynak özellikleri (örneğin alan kaynakları, kanalize edilmiş emisyonlar, noktasal emisyonlar));
- prosesin karmaşıklığı (potansiyel arızaların sayısını artırabilir);
- özellikle çok amaçlı kimyasal fabrikalarında proses değiştirme sıklığı;
- girdi ham maddeler ve yakıtların türü ve miktarından kaynaklanan olası tehlikeler;
- kirletici türleri ve salım oranları dikkate alınarak ve emisyon azaltma ekipmanlarının olası arızalarını da dahil ederek emisyonlardan kaynaklanan çevre ve insan sağlığı üzerindeki olası etkiler;
- emisyonun sabitliği;

- emisyon kaynağının hassas çevresel alıcı ortamlara yakınlığı;
- jeolojik, hidrolojik, meteorolojik veya denizsel faktörler gibi doğal tehlikelerin varlığı;
- tesis ve yönetiminin geçmiş performansı;
- özellikle tartışmalı tesislerle ilgili olarak halkın ne derecede ilgili olduğu.

Bu risk faktörlerinden bazılarının farklı risk seviyelerine göre nasıl sınıflandırılabileceğine dair bir örnek Tablo 3.1'de verilmiştir. Her bir risk faktörü, bir olayın olasılığını ve etkisini temsil eden iki gruba ayrılır.

Tablo 3.1: Su emisyonlarında ESD'yi aşma olasılığını etkileyen risk faktörleri ve ESD'yi aşmanın sonuçlarına ilişkin örnek

Risk faktörü	Risk seviyesi		
	Düşük	Orta	Yüksek
ESD'yi aşma olasılığını etkileyen risk faktörleri			
Emisyona katkıda bulunan bireysel kaynakların sayısı	Tek	Birkaç (2 ila 5)	Çok sayıda (> 5)
Çalışma koşullarının istikrarı	İstikrarlı	Bazen istikrarsız	İstikrarsız
Atık su arıtmanın tampon kapasitesi	Bozulmalarla başa çıkmak için yeterli	Sınırlı	Yok
Kaynağın aşırı emisyonlar için arıtma kapasitesi	Tepe değerlerle baş edebilme (stokiyometrik tepkime, büyük ebatlı, fazla arıtmayla)	Sınırlı imkanlar	İmkan yok
Korozyon nedeniyle mekanik arıza potansiyeli	Korozyon yok veya sınırlı	Tasarımda öngörülen normal korozyon	Korozyon koşulları hala mevcut
Ürün çıktısında esneklik	Tek bir özel üretim birimi	Sınırlı sayıda ürün sınıfı	Birçok ürün sınıfı, çok amaçlı tesis
Tehlikeli madde envanteri	Mevcut değil veya üretime bağlı	Önemli (ESD ile karşılaştırıldığında)	Büyük envanter
Maksimum olası emisyon yükü (konsantrasyon × debi)	ESD'nin önemli ölçüde altında	ESD civarında	ESD'nin önemli ölçüde üstünde
ESD'yi aşmanın sonuçlarını etkileyen risk faktörleri			
Potansiyel arızanın süresi	Kısa (< 1 saat)	Orta (1 saat ile 1 gün arası)	Uzun (> 1 gün)
Maddenin/maddelerin akut etkisi	Hayır	Potansiyel	Olası
Tesis yeri	Endüstriyel alan	Sanayi ve yerleşim alanları arasında güvenli mesafe	Yakındaki yerleşim alanı
Alıcı su kütlesindeki seyreltme oranı	Yüksek (örneğin 1000'in üzerinde)	Normal	Düşük (örneğin 10'dan az)
Kaynak: [3, COM 2003]			

Herhangi bir risk değerlendirmesinde, Tablo 3.1'de gösterilmeyen risk faktörleri de dahil olmak üzere yerel koşullar dikkate alınmalıdır. Olasılık veya sonuçların nihai değerlendirmesi, Üye Devlet veya bölgenin özel yasal gereklilikleri dikkate alınarak, tek bir faktör değil, tüm faktörlerin birleşimine dayanmalıdır.

Bu faktörlerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar daha sonra birleştirilebilir ve ESD'yi aşmanın sonuçlarına karşı ESD'yi aşma olasılığını gösteren basit bir diyagramda resmedilebilir (Şekil 3.1).

Bu faktörlerin kombinasyonları, duruma göre ve en ilgili faktörlere daha fazla ağırlık verilebilecek şekilde kararlaştırılabilir. Şekil 3.1'de gösterildiği gibi, risk bazlı kareleme sisteminde sonucun konumu, rutin proses operasyonu için uygun izleme rejimi koşullarını belirler [3, COM 2003].

Olasılık	Yüksek	3	4	4
	Orta	2	3	4
	Düşük	1	2	3
1- Ara sıra 2- Düzenli 3- Sık 4- Yoğun		Düşük	Orta	Yüksek
Sonuçların ciddiyeti				

Şekil 3.1: ESD'yi aşma riskine bağlı izleme rejimi

Bu suyla ilgili örnek için 24 saatlik akış orantılı kompozit numunelere veya spot numunelere dayanan ilgili izleme rejimleri (bkz. Bölüm 5.3.5) aşağıdaki gibidir [3, COM 2003]:

1. **Ara sıra** - yılda dört kez, en çok ayda bir.
2. **Düzenli (ila sık)** - ayda bir, en çok ayda bir ve/veya özel durumlarda spot numuneler.
3. **(Düzenli ila) Sık** - haftada bir, en fazla günde bir ve/veya özel durumlarda spot numuneler.
4. **Yoğun** - günde bir kez veya sürekli veya yüksek sıklıkta (uygun olduğunda günde 3 ila 24 spot numune).

Hava emisyonlarında, Tablo 3.1'de verilen yaklaşımın, emisyon azaltma sisteminin kapasitesi ve işleyişi, günlük emisyon olasılığı veya beklenmedik emisyonlara neden olan kaza riski gibi tipik faktörler dikkate alınarak uyarlanması gerekmektedir. Hava emisyonları için ilgili izleme rejimleri de uyarlanmalıdır ve aşağıdaki şekilde farklılaştırılabilir:

1. **Ara sıra** - üç yılda bir ila yılda bir olmak üzere periyodik ölçümler, muhtemelen ölçümler arasında gösterge niteliğinde izleme ile birlikte.
2. **Düzenli (ila sık)** - yılda bir kez ila yılda iki defaya kadar periyodik ölçümler, muhtemelen ölçümler arasında gösterge niteliğinde izleme ile birlikte.
3. **(Düzenli ila) Sık** - sürekli veya periyodik ölçümler (yılda birkaç kez).
4. **Yoğun** - otomatik ölçüm sisteminin (OÖS) mevcut olduğu durumlarda sürekli ölçümler.

Bölüm 4.3'te, hava emisyonlarının sürekli ve periyodik ölçümleri ve ilgili gösterge niteliğindeki izleme ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Mevcut risk bazlı yaklaşımın bir örneği Hollanda Hava Emisyonları Kılavuzunda bulunabilir. Bir emisyon azaltma tekniğinin veya prosese entegre önlemin başarısız olması durumunda emisyonlardaki artışa dayanır ve bir arıza emisyonu olarak ifade edilir. Bir emisyon azaltma tekniği veya prosese entegre edilmiş teknik başarısız olduğunda ek olarak ortaya çıkan bir emisyonun zararlılığı, bir kütle akış kontrol değeri olarak ifade edilir. Bu değer bir sınıflandırma sistemine dayanır ve çevresel zararlarına göre farklı maddeler için farklılık gösterir. Arıza emisyonunu (g/s cinsinden) kütle akış kontrol değerine (g/s cinsinden) bölerek, bir arıza faktörü (F) belirlenir. Arıza faktörü F , emisyon azaltma tekniğinin başarısızlığının ciddiyetinin bir göstergesidir ve arıza faktörü F hesaplanarak, izleme rejimi ve katılığı belirlenebilir. Aşağıdakiler de dahil olmak üzere artan katılıkta farklı izleme rejimleri uygulanabilir [4, NL 2012]:

- Değerlendirilecek emisyonlarla doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili ölçülebilir miktarlar olan emisyonla ilgili parametreler;
- periyodik ölçümler ve
- sürekli ölçümler.

3.3.3 Doğrudan ölçümler ve dolaylı yöntemler

3.3.3.1 Genel bakış

Belirli bir parametreyi izlemek için aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli yaklaşımlar uygulanabilir [2, IMPEL 2001]:

- doğrudan ölçümler (bkz. Bölüm 3.3.3.2);
 - sürekli ölçümler (bkz. Bölüm 3.3.3.2.1.1);
 - periyodik ölçümler (bkz. Bölüm 3.3.3.2.1.2);
 - kampanya ölçümleri (bkz. Bölüm 3.3.3.2.2);
- dolaylı yöntemler (bkz. Bölüm 3.3.3.3):
 - vekil parametreler (bkz. Bölüm 3.3.3.3.1);
 - kütle denklilikleri (bkz. Bölüm 3.3.3.3.2);
 - emisyon faktörleri (bkz. Bölüm 3.3.3.3.3);
 - diğer hesaplamalar (bkz. Bölüm 3.3.3.3.4).

Prensip olarak, doğrudan ölçümler (salınan bileşiklerin spesifik nicel tespiti) tercih edilir, çünkü bunlar genellikle daha basittir, ancak her zaman daha doğru sonuçlar vermeyebilirler. Bununla birlikte, doğrudan ölçümlerin karmaşık, maliyetli ve/veya kullanışsız olduğu durumlarda, diğer yöntemler daha uygun olabilir. Örneğin, vekil parametrelerin kullanımının, doğrudan ölçüme kıyasla fiili emisyonun eşit derecede iyi bir değerlendirmesini sağladığı durumlarda, bu yöntemler basitlikleri ve ekonomik olmaları nedeniyle tercih edilebilir. Her durumda, doğrudan ölçümlerin gerekliliği ve katma değeri, vekil parametreler veya diğer yöntemler (kütle denklilikleri gibi) kullanılarak daha basit doğrulama olasılığına karşı değerlendirilmelidir.

Doğrudan ölçümler dışındaki yöntemler kullanıldığında, kullanılan yöntem ile ilgilenilen parametre arasındaki ilişki kurulmalı, gösterilmeli ve düzenli olarak belgelenmelidir.

Çoğu durumda, EED ve ulusal düzenlemelerde, belirli bir tesis için kullanılacak izleme yaklaşımına ilişkin gereklilikler yer alır (örneğin ilgili standartların zorunlu kullanımı veya sürekli ölçüm zorunluluğu). Ayrıca, izleme ile ilgili hükümler genellikle, EED Madde 14 (3)'e göre ruhsat koşullarının belirlenmesi için referans olarak kullanılacak olan METsonuçlarının bir parçasıdır.

İzleme yaklaşımına karar verirken aşağıdaki hususlar önemlidir:

- Amaca uygunluk, yani yöntem hedeflere ulaşmak için uygun mu (bkz. Bölüm 3.2)?
- Yasal gereklilikler, yani yöntem AB mevzuatına veya ulusal mevzuata uygun mu?
- Tesisler ve uzmanlık, yani yöntemin yeterince uygulanması için gerekli tesisler ve uzmanlık mevcut mu (örneğin uygun teknik ekipmanların ve deneyimli personelin yer aldığı nitelikli laboratuvar) (bkz. Bölüm 3.4.2)?

Bazı durumlarda, ilgilenilen parametre için belirli bir izleme yaklaşımı mevcut olmayabilir. Seçim, emisyonun niteliği ve miktarı, ESD'yi aşma olasılığı ve sonuçları (Bölüm 3.3.2'de açıklandığı gibi), gerekli doğruluk, maliyetler, basitlik, hız ve güvenilirlik dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır.

3.3.3.2 Doğrudan ölçümler

3.3.3.2.1 Düzenli ölçümler

3.3.3.2.1.1 Sürekli ölçümler

Genel olarak iki tür sürekli ölçüm tekniği dikkate alınır (daha fazla ayrıntı için bkz. Bölüm 4.3.2 ve 5.3.4) [3, COM 2003]:

- Sabit, *yerinde* (veya hat içi) sürekli okuma cihazları. Bu cihazların analiz için herhangi bir numune alması gerekmez ve genellikle belirli uygulamalarda kullanımına izin verilir. Olası iki tasarım vardır: Ölçüm hücresi kanala, boruya ya da akışın kendisine yerleştirilir ya da verici ve alıcı bacanın dışında birbirlerinin karşısına yerleştirilir. Bu cihazların düzenli bakımı ve kalibrasyonu çok önemlidir.
- Sabit, hat üstü (veya numunenin alınıp laboratuvara götürüldüğü) sürekli okuma aletleri. Bu cihazlar, bir numune alma hattı boyunca akıştan sürekli olarak numuneler alır ve bunları, numunelerin sürekli olarak analiz edildiği hat üstü bir ölçüm istasyonuna taşır. Ölçüm istasyonu, akıştan uzakta olabilir ve dolayısıyla numune alma hattı boyunca numune bütünlüğünün korunmasına dikkat edilir. Bu tür ekipmanlarda genellikle numunenin ön işleminden geçirilmesi gerekir.

3.3.3.2.1.2 Periyodik ölçümler

Genellikle aşağıdaki periyodik ölçüm tekniği türleri dikkate alınır (daha fazla ayrıntı için bkz. Bölüm 4.3.3 ve 5.3.5) [3, COM 2003]:

- Seriler halinde yapılan ölçümler için kullanılan taşınabilir cihazlar. Bu cihazlar ölçüm alanına taşınır ve orada kurulur. Normalde *yerinde* ölçüm yapmak veya akıştan numune alıp hat üzerinde analiz etmek için uygun bir ölçüm portuna bir sonda yerleştirilir. Bu cihazlar, emisyon konsantrasyonlarını kontrol etmek ve ayrıca diğer izleme ekipmanlarını kalibre etmek için uygundur.
- Sabit hat üzeri numune alıcılar tarafından alınan numunelerin laboratuvar analizi. Bu numune alıcılar, sürekli olarak numune alıp bir kapta toplar. Bu kapta toplanan numunenin bir kısmı daha sonra laboratuvarında analiz edilerek, kapta biriken toplam hacim üzerinden ortalama bir konsantrasyon elde edilir. Alınan numune miktarı, zamanla veya akışla orantılı olabilir ve uygulanan ölçüm tekniği için yeterli olmalıdır.
- Spot numunelerin laboratuvar analizi. Spot numune, belirli bir süre içinde belirli bir zamanda numune alma noktasından alınan numunedir. Numune daha sonra laboratuvarında analiz edilerek numunenin alındığı zamanı temsil eden numune alma periyodu boyunca bir ortalama değer sağlanır. Alınan numune miktarı uygulanan ölçüm tekniği için yeterli olmalıdır.

3.3.3.2.1.3 Sürekli ve periyodik ölçümler

Sürekli ölçüm teknikleri, istatistiksel analizi kolaylaştırabilen ve farklı çalışma koşullarının sürelerini vurgulayabilen daha büyük miktarda veri sağladıkları için periyodik ölçüm tekniklerine kıyasla bir avantaja sahiptir. Sürekli ölçüm tekniklerinin bazı dezavantajları da olabilir. Örneğin periyodik standart referans yöntemleriyle düzenli olarak kalibre edilmeleri gerekir. Sürekli ve periyodik ölçümlerin avantajları ve dezavantajları, kullanımları ile ilgili tavsiyelerle birlikte Bölüm 4.3 ve 5.3'te daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

3.3.3.2.2 Kampanya ölçümleri

Özel ölçüm türlerinden biri, genel olarak esasen uygunluk değerlendirmesi için gerçekleştirilen rutin izlemeyle sağlanandan daha kapsamlı bilgi edinme ihtiyacına veya amacına yanıt olarak gerçekleştirilen kampanya ölçümleridir. Kampanya ölçümleri genellikle düzenli olarak yapılması gerekmeyen nispeten ayrıntılı ve bazen de kapsamlı ve pahalı ölçümleri içerir [2, IMPEL 2001].

Kampanya ölçümlerinin gerçekleştirilebileceği durumlar arasında aşağıdakiler bulunmaktadır [2, IMPEL 2001], [3, COM 2003]:

- yeni bir ölçüm tekniğinin uygulamaya koyulacağı ve doğrulanmasının gerekeceği durumlar;
- dalgalanan bir parametrenin dalgalanmasının temel nedenlerini belirlemek veya dalgalanma aralığını azaltma fırsatlarını değerlendirmek için bir araştırmanın yapılacağı durumlar;
- bir vekil parametrenin tanımlanacağı ve proses parametreleri veya diğer emisyon değerleri ile ilişkilendirileceği durumlar;
- bir toplam parametrenin düzenli ölçümüne ek olarak bir emisyonun içindeki gerçek bileşiklerin/maddelerin belirleneceği veya değerlendirileceği durumlar;
- bir emisyonun ekolojik etkisinin, ekotoksikolojik analizlerle değerlendirileceği durumlar;
- koku için uçucu organik bileşiklerin belirleneceği durumlar;
- ölçüm belirsizliklerinin değerlendirileceği durumlar;
- emisyon örüntüleri hakkında önceden bilgi sahibi olunmadan yeni bir prosesin başlatılacağı durumlar;
- emisyonların önlenmesi veya azaltılmasına (arıtma sistemleri) yönelik tekniklerin tasarlanması veya iyileştirilmesi için bir ön çalışmanın gerekli olduğu durumlar;
- çeşitli kaynaklardan (türler ve özellikler) kaynaklanan toplam emisyonların (bir maddenin) belirlenmesinin gerektiği durumlar;
- bir kirlilik kaynağının toplam emisyonlara nispi emisyon katkısının belirlenmesinin gerektiği durumlar (kademeli emisyon kaynakları);
- bir neden-sonuç ilişkisinin araştırılacağı durumlar.

3.3.3.3 Dolaylı yöntemler

3.3.3.3.1 Vekil parametreler

Vekil parametreler, kirlетici maddelerin geleneksel doğrudan ölçümleriyle doğrudan veya dolaylı olarak yakından ilişkili olabilen ve dolayısıyla bazı pratik amaçlar doğrultusunda doğrudan kirlетici değerleri yerine izlenebilen ve kullanılabilen ölçülebilir veya hesaplanabilir miktarlardır [2, IMPEL 2001]. Vekil parametrelerin tek tek veya birlikte veya doğrudan ölçümlerle birlikte kullanılması, emisyonun niteliği ve miktarı hakkında yeterince güvenilir bilgiler edinilmesini sağlayabilir [3, COM 2003].

Vekil parametre normalde, iş hacmi, enerji tüketimi, sıcaklıklar, kalıntı miktarları (su, hava, katı atık) veya emisyon konsantrasyonları (örneğin organik çözücüler için bir vekil parametre olarak toplam

uçucu organik karbon (TUOK)) gibi çeşitli proses detaylarını gösterebilecek, kolaylıkla ve güvenilir bir şekilde ölçülen veya hesaplanan bir parametredir.

Vekil parametre, belirli bir aralıkta tutulması şartıyla, başka bir parametrenin istenen aralıkta olup olmadığına dair bir gösterge sunabilir [3, COM 2003]. Belirli durumlarda, vekil parametre doğrudan ölçümlerle birleştirilirse daha güvenilir sonuçlar elde etmek mümkün olabilir.

İlgili başka bir parametrenin değerini belirlemek için bir vekil parametre önerildiğinde, vekil parametre ile ilgilenilen parametre arasındaki ilişki açıkça tanımlanmalı, gösterilmeli ve belgelenmelidir (örneğin, Bölüm 3.3.3.2'de açıklandığı gibi kampanya ölçümleriyle). Ayrıca, vekil parametre temelinde parametrenin değerlendirilmesinin izlenebilirliği gereklidir [3, COM 2003].

Bir vekil parametre, yalnızca aşağıdaki durumlarda izleme amacıyla yararlı olabilir [2, IMPEL 2001], [3, COM 2003]:

- Ölçülecek kirletici ile yakından ve tutarlı bir şekilde ilişkiliyse;
- Doğrudan ölçümler yapmaktan daha ekonomik veya izlemesi daha kolaysa veya daha sık bilgi sağlayabiliyorsa;
- Belirtilen sınır değerlerle ilişkilendirilebiliyorsa;
- Vekil parametrelerin izlendiği andaki çalışma koşulları, doğrudan ölçümlerin gerekli olduğu koşullarla eşleşiyorsa;
- Kullanımı genellikle yeterli verilerle desteklenip onaylanıyorsa; bu, vekil parametreye bağlı herhangi bir ekstra belirsizliğin düzenleyici kararlar için önemsiz olduğu anlamına gelir;
- Düzenli değerlendirme ve takip de dahil olmak üzere uygun şekilde tanımlanmışsa.

Vekil parametrelerin kullanımının temel **avantajları** aşağıdakileri içerebilir [2, IMPEL 2001], [3, COM 2003]:

- ölçümlerin veya hesaplamaların kolaylığı ve güvenilirliği;
- daha düşük maliyetler;
- aynı veya daha düşük maliyetlerle daha yüksek izleme sıklığı;
- aynı veya daha düşük maliyetlerle daha fazla sayıda ölçüm/numune alma noktası;
- belirli durumlarda, doğrudan ölçümlere kıyasla daha yüksek doğruluk;
- normal çalışma koşulları dışındaki koşulları tespit etme imkanı (örneğin dioksin emisyonlarındaki potansiyel bir artış uyarısına karşı yanma sıcaklığı değişiklikleri);
- doğrudan ölçümlere kıyasla proses işleminde daha az kesinti;
- daha çok yönlü kullanılabilirlik (örneğin enerji verimliliği, kirletici emisyonları, proses işlemi ve ham madde kontrolü gibi çeşitli konuları değerlendirmek için sıcaklık ölçümü yararlı olabilir);
- bozuk emisyon izleme verilerinin kurtarılması.

Vekil parametrelerin kullanımının temel **dezavantajları** aşağıdakileri içerebilir [2, IMPEL 2001], [3, COM 2003]:

- doğrudan ölçümlere kıyasla potansiyel olarak daha zorlu kalibrasyon;
- mutlak bir değerden ziyade nispi bir değerle sınırlama;
- geçerliliğin potansiyel olarak belirli bir çalışma koşulları aralığıyla sınırlı olması;
- doğrudan ölçümlere kıyasla potansiyel olarak daha düşük halk güveni;
- belirli durumlarda, doğrudan ölçümlere kıyasla daha düşük doğruluk;
- yasal amaçlar için potansiyel uygunsuzluk.

İlgili emisyon parametresi ile vekil parametre arasındaki ilişkinin gücüne göre farklı vekil parametre kategorileri ayırt edilebilir (bkz. Bölüm 4.4 ve 5.4) [3, COM 2003]:

- Nicel vekil parametreler, emisyonun güvenilir bir nicel resmini verir ve doğrudan ölçümlerin yerini alabilir.
- Nitel vekil parametreler, emisyonun bileşimi hakkında güvenilir nitel bilgi verir.
- Gösterge niteliğindeki vekil parametreler, bir proses veya tesisin işletimi hakkında bilgi verir ve dolayısıyla emisyon hakkında gösterge niteliğinde bir izlenim edinilmesini sağlar.

Bu farklı kategoriler arasındaki sınır, bir dereceye kadar belirsizdir.

Vekil parametreler periyodik olarak veya sürekli olarak izlenebilir.

Farklı vekil parametre kategorileri için örnekler Bölüm 4.4.1 ve 5.4.1'de verilmiştir. Biyolojik test yöntemleri, özel vekil parametrelerdir. Endüstriyel faaliyetlerin neden olduğu etki de dahil olmak üzere hava kirleticilerinin organizmalar üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan biyolojik izlemeyi (bkz. Bölüm 4.7) ve atık suyun olası tehlikeli karakterini değerlendirmek için yapılan toksisite testlerini içerirler (bkz. Bölüm 5.5).

3.3.3.3.2 Kütle denklilikleri

Kütle denklilikleri, bir tesisten, prosesten veya ekipmandan çevreye salınan emisyonların tahmini için kullanılabilir. Prosedürde normalde, ilgili maddenin girdileri, birikmeleri, çıktıları ve üretimi veya imhası hesaba katılır ve aradaki fark, çevreye bir salım olarak kabul edilir [141, AU 1999].

Kütle denkliliklerinin kullanımı şu durumlarda en büyük potansiyele sahiptir:

- Emisyonlar girdiler veya çıktıları aynı büyüklük derecesinde olduğunda;
- Maddenin miktarları (girdi, çıktı, aktarma, birikme) tanımlanmış bir süre boyunca kolayca ölçülebilir olduğunda.

Girdinin bir kısmı dönüştürüldüğünde (örneğin bir kimyasal prosesteki ham madde) veya emisyon bir dönüştürme prosesinden kaynaklandığında, kütle denkliliği yönteminin uygulanması daha zor olabilir; bu durumlarda bunun yerine kimyasal elementlerle bir denklik kurulması gerekir [141, AU 1999].

Kütle denklilikleri bir MEİT-İÇPS veya bir ruhsattaki bir ESD ile ilişkili izleme olarak kullanılacaksa, önerilen kütle denkliliğinin uygulanabilirliğini gösteren yeterli veri mevcut olmalıdır.

[141, AU 1999]'a göre, bir kütle denkliliği ile emisyonları tahmin ederken aşağıdaki basit denklem uygulanabilir:

$$\text{Proses giren toplam kütle} = \text{birikmeler} + \text{prosesten çıkan toplam kütle}$$

Bu denklem bir tesis, proses veya ekipman bağlamında uygulandığında, aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

$$\text{Girdiler} = \text{ürünler} + \text{aktarmalar} + \text{birikmeler} + \text{emisyonlar}$$

Burada,

Girdiler	=	proseste kullanılan tüm gelen malzemeleri;
Ürünler	=	tesisten dışarıya gönderilen ürün ve malzemeleri (örneğin yan ürünler);
Aktarmalar	=	kanalizasyona boşaltılan maddeleri, çöplükte biriktirilen maddeleri ve imha, arıtma, geri dönüşüm, yeniden işleme, geri kazanım veya saflaştırma için bir tesisten çıkarılan maddeleri;
Birikmeler	=	proseste biriken malzemeleri;

Emisyonlar = havaya, suya, toprağa ve yer altı sularına salınanlar; emisyonlar hem rutin hem de dökülme gibi kazara gerçekleşen salımları içerir.

Kütle denklilikleri basit bir emisyon tahmin yöntemi gibi görünse de, ilgili belirsizlikler iyi bilinmelidir. Dolayısıyla, yalnızca doğru girdi ve çıktı miktarları belirlenebildiğinde kütle denklilikleri uygulanabilir. Her bir malzemenin takibi veya her bir malzemenin kullanım aşamasının doğasında bulunan diğer faaliyetlerle ilişkili yanlışlıklar, tesisin toplam emisyonlarında büyük sapmalara neden olabilir. İşlemin herhangi bir adımındaki küçük bir hata, emisyon tahminlerini önemli ölçüde etkileyebilir. Örneğin, kütle denkliği için kütle elemanlarının hesaplanmasında kullanılanlar da dahil olmak üzere veri veya hesaplama parametrelerindeki küçük hatalar, nihai tahminlerde potansiyel olarak büyük hatalara neden olabilir. Ayrıca, girdi ve/veya çıktı malzemelerinden numune alınırken temsil gücü yüksek numunelerin kullanılmaması da belirsizliğe katkıda bulunacaktır. Bazı durumlarda belirsizlik ölçülebilir olabilir; eğer öyleyse, bu, değerlerin amaçlanan kullanımlarına uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından yararlıdır [3, COM 2003].

Bir kütle denkliği uygulamasının örnekleri arasında yakıt analizi (bkz. Bölüm 4.4.2) ve çözücü yönetimi planları (bkz. Bölüm 4.5.4.3) yer alır.

Emisyonları tahmin etmek için bir kütle denkliği kullanılamasa bile, bazı durumlarda emisyon ve tüketim seviyelerini (örneğin bir cıvalı pil klor-alkali tesisinde cıva dengesi) daha iyi anlamak için yararlı bir araç olabilir [140, COM 2014].

3.3.3.3 Emisyon faktörleri

Emisyon faktörleri, tesisten kaynaklanan emisyonları tahmin etmek için bir faaliyet oranıyla (örneğin üretim çıktısı, su tüketimi, hayvan sayısı) çarpılabilen sayılardır. Aynı ürün hattının tüm (tarımsal) endüstriyel birimlerinin benzer emisyon örüntülerine sahip olduğu varsayımı altında uygulanırlar. Bu faktörler, özellikle hayvancılık için olmak üzere, küçük tesislerdeki emisyonların belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaygın emisyonların belirlenmesi için de yaygın olarak kullanılırlar (bkz. Demir ve Çelik Üretimi için MET-REF'ler (DÇ MET-REF) [142, COM 2012] ve Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonu (REF MET-REF) [143, COM 2015]).

Emisyon faktörleri genellikle benzer proses ekipmanlarının (örneğin belirli bir yakıt türü kullanan kazanlar) veya belirli bir (tarımsal) endüstriyel sektör için proses adımlarının test edilmesiyle elde edilir. Bu bilgiler, salınan malzeme miktarını faaliyet ölçeğinin bazı genel ölçüleriyle ilişkilendirmek için kullanılabilir (örneğin, kazanlar için, emisyon faktörleri genellikle tüketilen yakıt miktarına veya kazanın ısı çıkışına bağlıdır) [141, AU 1999]. Diğer bilgilerin yokluğunda, emisyonları tahmin etmek için varsayılan emisyon faktörleri (örneğin literatür değerleri) kullanılabilir (örneğin farklı hayvan türleri için hayvan başına salınan amonyak veya koku birimleri için farklı emisyon faktörleri mevcuttur).

Emisyon faktörleri, emisyon oranını belirlemek için emisyon faktörüyle birleştirilen faaliyet oranlarının kullanılmasını gerektirir. Genel formül şudur:

$$\text{Emisyon Oranı} = \frac{\text{Emisyon Faktörü} \times \text{Faaliyet Oranı}}{(\text{zaman birimi başına kütle}) \quad (\text{iş hacmi başına kütle}) \quad (\text{zaman birimi başına iş hacmi})}$$

Birimler için uygun dönüştürme faktörlerinin uygulanması gerekebilir. Örneğin emisyon faktörü kg kirlenici/m³ yanmış yakıt olarak ifade edilirse, gereken faaliyet verileri m³ yakılan yakıt/saat cinsinden ifade edilerek kg kirlenici/saat cinsinden bir emisyon tahmini yapılır.

EN ISO 11771:2010'da [5, CEN 2010], ölçümler yaparak ve aşağıdakileri belirleyerek toplanan verileri kullanarak belirli bir tesis veya bir tesis ailesinden (veya ortak kaynak türünden) salınan zaman ortalamalı kütle emisyonlarının (yani emisyon oranları) belirlenmesi ve raporlanması için genel bir yöntem açıklanmaktadır:

- Standartlaştırılmış manuel veya otomatik yöntemler kullanılarak konsantrasyon ve gaz akışının eş zamanlı ölçümüyle emisyon oranları ve ayrıca ölçüm belirsizliğinin tahmini;
- Emisyon oranı değerlerinin zaman serisi verilerini kullanarak zaman ortalamalı emisyon oranları, bunların belirsizlik özellikleri ve ayrıca ortalamanın genişletilmiş belirsizliğinin belirlenmesi;
- Belirli bir tesis veya bir tesis ailesi için zamana ortalamalı emisyon faktörleri ve bunların ilgili belirsizlik özellikleri;
- Envanter kalite güvence ve doğrulama sürecine yardımcı olacak bir kalite yönetim sistemi.

Emisyon faktörleri genellikle emisyon envanteri çıkarma amacıyla oluşturulur ve birkaç kaynaktan elde edilebilir (örneğin EMEP/EEA [6, EEA 2013], US EPA AP 42 [7, US EPA 2013] veya VDI 3790 Kısım 3: 2010 [8, VDI 2010]). Genellikle, salınan bir maddenin kütlesinin kütle birimi, hacim birimi, mesafe birimi, yakıtın ısı değeri veya maddenin salınmasına neden olan faaliyetin süresine bölümü şeklinde ifade edilirler (örneğin yakılan bir ton yakıt başına salınan kilogram kükürt dioksit).

Bir emisyon faktörünün seçimini etkileyen ana kriter, faktörün uygulanmasında seçilen ekipman veya proses ile faktörün elde edildiği ekipman veya proses arasındaki benzerlik derecesidir.

Belirli bir proses için ölçümlerden geliştirilen emisyon faktörleri bazen diğer tesislerdeki emisyonları tahmin etmek için kullanılabilir. Bir şirketin benzer nitelikte ve büyüklükte birkaç prosesi varsa ve tek bir proses kaynağından çıkan emisyonlar ölçülüyorsa, bir emisyon faktörü oluşturulup benzer bir durumdaki benzer kaynaklara uygulanabilir.

3.3.3.3.4 Diğer hesaplamalar

Endüstriyel proseslerden kaynaklanan emisyonları tahmin etmek için teorik ve karmaşık denklemler veya modeller kullanılabilir. Tahminler, maddenin fiziko-kimyasal özelliklerine (örneğin buhar basıncı) ve fiziko-kimyasal ilişkilere (örneğin ideal gaz yasası) dayalı hesaplamalarla yapılabilir.

Modellerin ve ilgili hesaplamaların kullanılması için, tüm ilgili girdi verilerinin mevcut olması gerekir. Aşağıdaki durumlarda modeller genellikle makul bir tahmin sağlar:

- önceki doğrulamalarda gösterildiği gibi geçerli varsayımlara dayanıyorlarsa;
- içsel belirsizlikleri yeterince düşükse;
- uygun duyarlılık analizlerinin sonuçları modellerle birlikte sunulursa;
- modelin kapsamı incelenen durumu karşılıyorsa;
- girdi verileri güvenilir ve tesisin koşullarına özelse.

Bu tür bir hesaplamanın bir örneği, anaerobik koşullar altında organik materyalin birinci dereceden çürümeye dayalı düzenli depolama alanlarının metan emisyonlarının tahminidir [266, IPCC 2006].

3.4 Kalite güvencesi

3.4.1 Genel bakış

Veri kalitesi, izlemenin en kritik yönüdür. Emisyon kontrol tekniklerinin performanslarını değerlendirmek ve karşılaştırmak, izin verilen emisyon seviyeleri ile ilgili kararlar vermek ve kazaların önlenmesini vb. sağlamak için güvenilir verilere ihtiyaç vardır. Bu nedenle, tüm veri üretim zinciri ve her türlü izleme için kalite güvencesi çok önemlidir.

2005 yılından bu yana, düzenleyici çerçevede ve ölçüm yöntemlerinin standardizasyonunda, ölçümlerin kalite güvencesi ve alınan verilerin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sebep olan çeşitli değişiklikler meydana gelmiştir. Nisan 2009'da, 756/2008 Sayılı Tüzüğe [10, EC 2008] göre Avrupa Akreditasyon İşbirliği (EA) [9, EA 2013] kurulmuştur ve Üye Devletlerin henüz mevcut değilse 1 Ocak 2010'a kadar tek tip bir akreditasyon kurumu ve sistemini uygulamaya koymaları zorunlu hale getirilmiştir. Akreditasyon, standartların ortak bir şekilde yorumlanmasını sağlar ve diğer hususların yanı sıra havada ve suda test (ölçümler) ve kalibrasyon yapan laboratuvarları kapsar. Laboratuvarlar tesis işletmecileri, yetkili makamlar veya üçüncü şahıslar (örneğin danışmanlar, uzmanlar) tarafından işletilebilir, ancak aynı gereklilikleri yerine getirmek zorundadır.

Test laboratuvarlarının akreditasyonu için kullanılan EN standardı EN ISO/IEC 17025:2017'dir ve bu standartta, her laboratuvarın kanıtlanmış bir kalite yönetim sistemi uygulaması öngörülmektedir. Bu aynı zamanda yöntemlerin doğrulanması, veri işleme, ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi ve sonuçların raporlanmasını da kapsar. EN ISO/IEC 17025:2017'de verilen kuralların uygulanması, akredite laboratuvarlarda ve sundukları sonuçlarda belirli bir düzeyde kalite güvencesini garanti eder [1, CEN 2017].

Ölçüm belirsizliği için, EN ISO/IEC 17025:2017'de, Ölçüm Belirsizliğinin İfade Edilmesi Kılavuzuna [11, JCGM 2008], [79, ISO 2008] atıfta bulunmaktadır. Bu Kılavuza göre, sabit kaynak emisyonlarının ölçümleri de dahil olmak üzere hava kalitesi ölçümlerinde ölçüm belirsizliğini tahmin etmeye yönelik bir Avrupa Standardı mevcuttur (EN ISO 20988:2007 [12, CEN 2007]).

Aşağıdaki bölümlerde, temel kalite güvencesi ilkeleri açıklanmaktadır.

3.4.2 Personel ve laboratuvar yeterliliği

EN ISO/IEC 17025:2017'de, standart yöntemler, standart olmayan yöntemler ve laboratuvar tarafından geliştirilen yöntemler kullanılan test ve kalibrasyon laboratuvarlarının yetkinliğine ilişkin genel şartlar belirtilmektedir. Standartta uygun hareket eden laboratuvarlar, ölçüm sonuçlarının kalitesini güvence altına almak için bir yönetim sistemi kurmalıdır. Standart ayrıca personel, laboratuvar tesisleri ve ekipmanları, ölçüm ve kalibrasyon yöntemleri, ölçüm izlenebilirliği, numune alma ve raporlama ile ilgili teknik şartları içerir [1, CEN 2017].

EN ISO/IEC 17025:2017, laboratuvarın tüm personelinin tarafsız davranmasını ve yetkin olmasını gerektirir [1, CEN 2017]. Bazı Üye Devletler (örneğin, Belçika (Flandre) [14, BE (Flanders) 2010]), EN ISO/IEC 17025'in uygulanmasına ilişkin daha ayrıntılı bilgi ve kriterler sağlamak için, personel yeterliliğini kapsayan ve EN ISO/IEC 17024:2012'den yararlanan ek rehberlik veya standartlar uygulamaya koymuştur [15, CEN 2012]. Emisyonların belirlenmesi için, emisyonlara neden olan operasyonel prosesler ve emisyon azaltma teknikleri de dahil olmak üzere çeşitli teknikler hakkında bilgiye sahip olunması gerekir. Farklı teknik alanlarda gereken bilgileri kanıtlamak için diğer araçların yanı sıra denetimler ve ölçüm raporları kullanılır.

Bazı Üye Devletlerde, farklı personel yeterliliği seviyeleri tanımlanmıştır ve gerekli deneyim ve becerilerle ilgilidir. Örneğin Birleşik Krallık'ta stajyer (giriş seviyesi), teknisyen (seviye 1) ve ekip lideri

(seviye 2) terimleri kullanılmaktadır. Her seviye, artan düzeyde bilgi ve deneyim gerektirir. Seviye 1 ve 2 için resmi sınavlar yapılır ve ilgili personel bir sertifika alabilir [17, MCERTS 2011], [18, MCERTS 2016].

Diğer Üye Devletlerde, laboratuvarlara personel tahsisine ilişkin şartlar belirlenmiştir. Örneğin Almanya'da sabit kaynaklarda hava kirleticileri tespitini gerçekleştiren laboratuvarların en az bir teknik denetçi, en az bir teknik denetçi yardımcısı ve en az iki kişiden oluşan yetkin laboratuvar personeline sahip olması gerekmektedir. Bu kişilerin nitelikleri, akreditasyon kurumu tarafından (yeniden) akreditasyon ve düzenli denetimler sırasında değerlendirilir [19, VDI 2011].

EN ISO/IEC 17025:2017 ayrıca laboratuvarların laboratuvarlar arası karşılaştırmalara veya yeterlilik testlerine katılmasını gerektirir [1, CEN 2017]. Yeterlilik testi programlarının geliştirilmesi ve uygulanması ve sağlayıcılarının yetkinliğine ilişkin genel şartlar EN ISO/IEC 17043:2010'da verilmiştir [20, CEN 2010].

Bir akreditasyon prosedürünü izlemek ve tüm gerekliliklerini yerine getirmek zordur ve önemli bir çaba gerektirir. Bu gerekliliklerin ne derecede karşılandığı, ilk akreditasyon sırasında ve daha sonra her dört ila beş yılda bir gerçekleştirilen tam bir yeniden akreditasyon sırasında kapsamlı bir prosedür izlenerek değerlendirilir. Yeniden akreditasyonlar arasında, bir veya iki yılda bir, sabit aralıklarla üç kereye kadar teftiş ziyaretlerini içeren sıkı bir takvime göre bir denetim planı uygulanır [21, UKAS 2013], [22, DAKKS 2015].

Akredite olmayan bir laboratuvar akredite bir laboratuvarla aynı kalitede ölçüm sonuçlarına ulaşabilir. Ancak sonuçlar şüpheli ise, uygulanan yöntemlerin karşılaştırılabilirliği ve güvenilirliği, EN standartlarını uygulasa bile akredite olmayan laboratuvar tarafından kanıtlanmalıdır. Akredite laboratuvarlar için bu, akreditasyon sırasında sistematik ve şeffaf bir şekilde yürütülmektedir ve herhangi bir zamanda kanıtlanabilir. Dolayısıyla, özellikle uygunluk değerlendirmesi durumlarında, Üye Devletlerin çoğunluğu yalnızca akredite laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçlarını kabul eder.

EN ISO/IEC 17025:2017'ye göre akredite olan laboratuvarlar tesis işletmecileri, yetkili makamlar veya üçüncü şahıslar (örneğin danışmanlar, uzmanlar) tarafından işletilebilir, ancak tarafsız olmaları gerekir [1, CEN 2017].

Genel olarak, hava emisyonlarının ölçümleri üçüncü taraf laboratuvarları tarafından gerçekleştirilirken, su emisyonlarına ilişkin ölçümler büyük oranda tesis işletmecileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu, aşağıda ayrıntıları verilen birkaç faktörle ilgilidir.

Su emisyonlarında, ölçülen temel çevresel parametreler, emisyon azaltma ekipmanlarını kontrol etmeye yönelik temel parametrelerle genellikle aynıdır. Atık su arıtma tesisini optimize bir şekilde çalıştırmak için bunların ölçülmesi ve bunun için de genel olarak tesis işletmecilerinin kendi analiz laboratuvarlarına sahip olmaları önemlidir. Ayrıca, atık su numunesi almak, atık gaz numunesi almaktan daha kolaydır ve sonuçlar, çevreye salınan kirletici miktarını göstermek için de kullanılabilir.

Hava emisyonlarında, prosesi ve/veya azaltma ekipmanlarını kontrol etmek için ölçülen temel parametreler genellikle temel çevresel parametrelerden farklılık gösterir (yakma prosesleri için CO veya seçici katalitik indirgeme (SKI) veya seçici katalitik olmayan indirgeme (SKOI) için NO_x hariç). Ayrıca, numune alma ve çevresel parametrelerin/referans miktarların belirlenmesi de dahil olmak üzere hava emisyonlarının ölçümüne yönelik çalışmalar çok daha karmaşıktır. Genel olarak, yerinde ölçümler için kullanılan analitik ekipmanlardan bağımsız olarak karmaşık ve pahalı numune alma ekipmanlarına ihtiyaç vardır. Bu nedenlerden dolayı, başta periyodik ölçümler ve sürekli ölçüm ekipmanlarının kalibrasyonu olmak üzere hava emisyonlarına ilişkin ölçüm çalışmalarının esas olarak (akredite) üçüncü şahıslar tarafından yapılması yaygın bir uygulamadır.

Birleşik Krallık'ta, işletmecilerin kendi kendini izleme çalışmalarının denetimini güçlendirmek için Çevresel İzin Yönetmelikleri kapsamında düzenlemeye tabi endüstriyel tesislerin hava [23, MCERTS 2013] ve su [132, MCERTS 2013] emisyonları için İşletme İzleme Değerlendirmesi (OMA) adında özel bir program uygulanmaktadır. OMA programı, Çevre Ajansı tarafından, diğer hususların yanı sıra, ruhsatlarının gerektirdiği şekilde işletmecilerin kendi kendini izleme çalışmalarının (işletmeciler adına yükleniciler tarafından gerçekleştirilen izleme dahil) kalite ve güvenilirliğini değerlendirmek ve izleme eksikliklerini ve iyileştirme yapılabilecek alanları belirlemek için kullanılır.

Akredite laboratuvarlar tarafından üretilen verilerin kullanımı, MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi sırasında da bir avantaja sahiptir: Bazen kolayca açıklanamayan farklılıklar gösterebilen çok sayıda veri seti sağlanır. Dolayısıyla akreditasyon, veri kalitesinin değerlendirilmesi için ek bir kriter görevi görebilir. Esasen, düzenli olarak denetlenen ve yeterlilik testi programlarına katılan akredite laboratuvarlardan gelen veriler, nihayetinde akredite olmayan laboratuvarlardan gelen verilerden daha güvenilirdir.

3.4.3 Standartlaştırılmış yöntemler

98/34/EC sayılı Direktife göre, Avrupa standardizasyon kuruluşları CEN (Avrupa Standardizasyon Komitesi), CENELEC (Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi) ve ETSI (Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü) olarak sıralanmaktadır [25, EC 1998]. Avrupa Standartlarının (EN standartları) hazırlanması ve değiştirilmesinde, tüm AB Üye Devletleri dahil olmak üzere 33 üye ülkenin ulusal standardizasyon organları görev alır.

CEN tarafından geliştirilen tüm Avrupa standartlarının hiçbir değişiklik yapılmadan ulusal standartlara dönüştürülmesi gerekmektedir. Ayrıca, çelişen tüm ulusal standartlar kullanımdan kaldırılmalıdır. Bu, tüm Avrupa'da ölçüm yöntemleri için uyumlu hale getirilmiş bir temel oluşturur. Laboratuvarların akreditasyonunda bu standartların kullanılması, bu laboratuvarların bu standartlara göre çalışmasını ve standartları uyumlu bir şekilde uygulamasını garanti etmektedir.

Hava ve su emisyonlarının ölçülmesine yönelik standartlar sırasıyla Ek A.1 ve A.2'de listelenmiştir.

EED bağlamında emisyonların izlenmesine ilişkin olarak EN standartlarının önceliği, titanyum dioksit üreten tesislerle ilgili 70. Maddede, büyük yakma tesisleriyle ilgili Ek V, Bölüm 3'te ve atık (ortak) yakma tesisleriyle ilgili Ek VI, Bölüm 6'da ifade edilmiştir: 'İzleme, CEN standartlarına veya CEN standartları mevcut değilse, eş değer bilimsel kalitede verilerin sunulmasını sağlayan ISO standartlarına ya da ulusal veya diğer uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilir.'

Bu standartlar hiyerarşisi, kabul edilen pek çok METsonucunun izlenmesine ilişkin olarak MEİT'in oluşturulmasında kullanılmıştır: 'MEİT, EN standartlarına uygun olarak (...) emisyonları izlemektir. EN standartları mevcut değilse, METeş değer bilimsel kalitede verilerin sunulmasını sağlayan ISO standartlarını ya da ulusal veya diğer uluslararası standartları kullanmaktır.'

EN standartlarının geliştirilmesi için, standardizasyon sürecinde çevresel test yöntemleri hakkındaki CEN Kılavuzu 13'te açıklandığı gibi bir doğrulama yapılması gerekir [26, CEN 2008]. Doğrulama, ölçüm ilkesinin sahip olunan ölçüm amacına uygunluğunun gösterilmesi anlamına gelir. Bu, yöntemin kullanıcısı tarafından karşılanması gereken performans özelliklerinin belirlenmesini ve belirtilmesini içerir. Doğrulama süreci, Avrupa'nın farklı bölgelerindeki endüstriyel tesislerde Avrupa'nın farklı test laboratuvarları tarafından gerçekleştirilen laboratuvar ve saha testlerini içerir.

EED'de ikinci öncelik, ISO standartlarına ve ulusal veya diğer uluslararası standartlara verilmiştir. ISO standartlarının geliştirilme süreci her zaman EN standartları ile aynı değildir, ancak çoğu durumda,

özellikle su analizleri için, ISO standartları herhangi bir değişiklik yapılmadan EN standartları olarak kabul edilmektedir.

Standartların paralel olarak kabul edilmesine yönelik hükümler de dahil olmak üzere ISO ve CEN arasındaki teknik iş birliği, 1999 tarihli Viyana anlaşması ile resmileştirilmiştir [144, ISO ve CEN 2016]. Ulusal veya diğer uluslararası standartların geliştirilme süreci de EN standartları için kullanılandan farklı olabilir. EN standartlarının aksine, bazı Üye Devletlerin deneyimleri ve kalite gereksinimleri bu standartlara dahil edilmeyebilir.

Standart olmayan yöntemler, laboratuvar tarafından geliştirilen yöntemler ve amaçlanan kapsamalarının dışında kullanılan veya başka bir şekilde değiştirilen standart yöntemler söz konusu olduğunda, EN ISO/IEC 17025:2017’de bunların doğrulanması öngörülmektedir. Doğrulama sırasında, ölçüm aralığı gibi performans özelliklerinin yanı sıra sonuçların doğruluğu ve kesinliği değerlendirilmelidir. Bu, genellikle ölçüm belirsizliğinin, tespit sınırının, yöntemin seçiciliğinin, doğrusallığın, tekrarlanabilirliğin ve/veya tekrar gerçekleştirilebilirliğin, dış etkilere karşı sağlamlığın ve/veya numune/test nesnesi matrisinden kaynaklanan girişime karşı çapraz duyarlılığın belirlenmesini içerir [1, CEN 2017]. Ölçüm sonuçlarının bilimsel kalitesine ilişkin değerlendirmeler, bu performans özelliklerinin analizine dayanır.

Yöntemlerin doğrulanmasına ilişkin kılavuz, hava emisyonlarının ölçümüne ilişkin CEN/TS 15674:2007 (bkz. Bölüm 4.3.3.1) [76, CEN 2007] ve su emisyonlarının ölçümüne ilişkin CEN/TS 16800:2015 (bkz. Bölüm 5.3.1) [264, CEN 2015] gibi bazı EN standartlarında yer almaktadır.

Hava emisyonlarının ölçümü için, EN 14793:2017’de standart bir referans yöntem (SRY) yerine alternatif bir yöntemin (AY) kullanılıp kullanılmayacağını göstermeye yönelik bir doğrulama prosedürü belirtilmektedir [27, CEN 2017]. Su analizi için 2017’de benzer bir EN standardı mevcut değildi. Ancak, ISO/TS 16489:2006 ve DIN 38402-71:2002’de, iki farklı analitik yöntemle elde edilen sonuçların eş değerliliğini test etmek için kullanılan istatistiksel prosedürler açıklanmaktadır [263, ISO 2006] [43, DIN 2002].

Birkaç Üye Devletin uygunluk değerlendirmesine ilişkin ulusal gereklilikleri büyük ölçüde standartlaştırılmış yöntemlerin kullanımına ve özellikle EN standartlarına dayanmaktadır (örneğin Almanya [28, DE UBA 2008], [29, DE 2014], İrlanda [16, IE EPA 2017], Hollanda [30, NL InfoMil 2012], Polonya [31, PL 2012] ve Birleşik Krallık [32, MCERTS 2016], [33, SEPA 2011], [34, MCERTS 2017]).

Gösterge niteliğinde veya basitleştirilmiş test yöntemleri genellikle uygunluk değerlendirmesi için kullanılmaz. Yine de, standartlaştırılmış yöntemlere ek olarak bunların kullanılmasının önerildiği durumlar olabilir. Emisyonların bir göstergesi yeterli olduğunda, örneğin uygunluk değerlendirmesi için gerçekleştirilen periyodik ölçümler arasında bunların kullanımı uygun olabilir.

Standartlaştırılmış yöntemlerin kullanımı üzerinde etkisi olabilecek bir diğer önemli faktör, tesisin konumu ile birlikte kirlenici ile ilişkili potansiyel çevresel risktir. Çevrede hassas alıcı ortamlar bulunduğu için çevresel risk yüksekse, daha yüksek düzeyde şeffaflık ve güvenilirlik sağlamak ve muhtemelen sonuçların kamuoyunda veya standart yöntemlerin kullanılması halihazırda kanunlar, yönetmelikler ve ruhsat belgelerinde öngörülmüyorsa mahkeme davalarında daha yüksek düzeyde kabul görmesi için her zaman standart yöntemlerin kullanılması tavsiye edilir.

Uygulamada, tüm ölçümler uygunluk değerlendirmesiyle ilgili değildir. Örneğin, temel proses parametreleri ölçülürken standartlaştırılmış yöntemlerin kullanılması gerekli değildir. Hangi düzeyde doğruluk, tekrarlanabilirlik ve tekrar gerçekleştirilebilirlik gerektiğine karar vermek işletmeciyeye bağlıdır (belirli bir mevzuatta aksi belirtilmediği sürece).

Özetle, EN standartlarının tek tip kullanımı, özellikle EN standartları düzenli olarak denetlenen ve yeterlilik testi programlarına katılan akredite laboratuvarlar tarafından uygulanıyorsa tüm Avrupa'da karşılaştırılabilir, güvenilir ve tekrarlanabilir ölçüm sonuçlarını garanti eder. ISO veya ulusal standartlar, eş değer bilimsel kalitede verilerin sunulmasını sağlıyorsa kullanılabilirler. Basitleştirilmiş gösterge yöntemlerinin kullanışlılığı çok sınırlıdır.

3.4.4 Veri işleme

3.4.4.1 Genel bakış

İzleme verilerini değerlendirirken ve karşılaştırırken, ölçüm sonuçlarının nasıl işlendiğine dair bilgi sahibi olmak önemlidir. Ölçüm sonuçlarının ortalamasına ilişkin bilgiler (bkz. Bölüm 3.4.4.2) ve bu sonuçlarla ilgili ölçüm belirsizliği (bkz. Bölüm 3.4.4.3) çok önemlidir. Ayrıca, analitik yöntemin tespit sınırı ve miktar tayini sınırı gibi bazı performans özellikleri (bakınız Bölüm 3.4.4.4), verilerin yanı sıra aykırı değerlerin, bunların tespitinin ve nasıl ele alındığının değerlendirilmesi (bkz. Bölüm 3.4.4.5) sırasında dikkate alınmalıdır.

3.4.4.2 Ölçüm sonuçlarının ortalamasının alınması

Ölçüm sonuçlarının ortalamasının nasıl alınacağı veya verilerin nasıl bir araya getirileceği, her ölçüm dizisinden sonra ortaya çıkan sorulardır. Seçim, büyük ölçüde ölçüm sıklığına (sürekli - periyodik) ve uygulanan uygunluk değerlendirmesi rejimine bağlıdır.

Sürekli ölçümlerde, sonuçları özetlemek için ortalamanın alınmasının gerekli olduğu açıktır. Süreye ve doğrulanmış değerlerin sayısına bağlı olarak, ölçümün sonucu örneğin yarım saatlik, saatlik, günlük, aylık veya yıllık ortalama olabilir. Bazı durumlarda, ölçüm sonuçlarının ortalaması alınmadan önce bir doğrulama yapılır (örneğin, ölçüm belirsizliği dikkate alınarak (bkz. Bölüm 3.4.4.3) veya aykırı değerler kaldırılarak (bkz. Bölüm 3.4.4.5)). Doğrulanmış sonuçların sayısı yeterliyse, sonucun, kapsam dahilindeki çalışma koşullarını temsil ettiği kabul edilir.

Periyodik ölçümlerde, bir ölçümün sonucu, numune alma periyodu boyunca elde edilen bir ortalamadır; bu, örneğin hava emisyonlarının ölçümleri için 30 dakika (bkz. Bölüm 4.3.3.8) veya su emisyonlarının ölçümleri için 24 saat (bkz. Bölüm 5.3.5.4.1) olabilir. Temsili bir günlük, aylık veya yıllık ortalamayı belirlemek için kaç numunenin gerekli olduğunu belirlemek, çeşitli kriterlerin dikkate alınmasını gerektiren çok karmaşık bir iştir.

Periyodik ölçümlerin amacına bağlı olarak, örneğin kalıcı olarak kurulan sistemleri kalibre etmek veya proses kontrolünün değerlendirmelerini gerçekleştirmek için taşınabilir cihaz analizörleri tarafından sağlanan gerçek zamanlı verilerin ortalamasını almamak faydalı olabilir.

Çoğu durumda, temsil gücünü yalnızca alınan numune sayısı ile garanti etmek mümkün değildir. Diğer varsayımlarda bulunulması gerekir (bkz. Bölüm 4.3.3 ve 5.3.5). Numuneler iyi tanımlanmış ve kontrollü normal çalışma koşulları altında alınırsa, genellikle ölçüm sonuçlarının bu koşulları temsil ettiği varsayılır.

Sürekli ve periyodik ölçümlerle elde edilen sonuçların ortalamasının alınması için mevzuata ve çevresel ortama bağlı olarak farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Ortalama süreler 10 dakika, 30 dakika, 1 saat ve 24 saatten bir yıla kadar değişiklik gösterir. Özellikle, hava emisyonlarının sürekli ölçümünün aylık veya yıllık ortalamaları, 10 dakikalık, yarım saatlik, saatlik veya günlük ortalamalara dayalı olarak hesaplanabilir.

İzleme sonuçlarının yanlış yorumlanmasını önlemek için, açık ve kesin tanımlar kullanılmalıdır. Tablo 3.2'de, MET sonuçlarında veya ruhsatlarda kullanılan veya kullanılabilecek ortalama alma sürelerine

ilişkin örnekler verilmektedir. Tanımlar, hazırlanacak/gözden geçirilecek MET-REF'in özelliklerine veya gerekli ruhsat koşullarına göre değiştirilebilir.

Tablo 3.2: METsonuçlarında tanımlanan ortalama alma sürelerinin örnekleri

	Ortalama alma süresi	Tanım
Hava emisyonları		
a	Günlük ortalama	Sürekli ölçümlerle elde edilen geçerli yarım saatlik veya saatlik ortalamalara dayalı 24 saatlik ortalama (1)
b	Aylık/Yıllık ortalama	Bir ay/yıl boyunca sürekli ölçümlerle elde edilen 10 dakikalık, yarım saatlik, saatlik veya günlük ortalamalardan hesaplanan ortalama (1)
c	Numune alma süresinin ortalaması	Periyodik ölçümlerle elde edilen en az 30 dakikalık ortalama (2)
d	Özgül yük olarak Günlük/Aylık/Yıllık ortalama (3)	Üretilen veya işlenen ürün/malzeme kütle birimi başına yayılan madde kütlesi olarak ifade edilen bir gün/ay/yıl boyunca ortalama
Su emisyonları		
e	Günlük ortalama	Akış orantılı bir kompozit numuneden elde edilen 24 saatlik bir numune alma periyodu boyunca ortalama
f	Aylık/Yıllık ortalama	Bir ay/yıl boyunca elde edilen tüm günlük ortalamalardan hesaplanan ortalama (4)
g	Bir ay boyunca alınan numunelerin ortalaması	Bir ay boyunca alınan 24 saatlik akış orantılı en az dört (her hafta en az bir numune) kompozit numunenin ortalaması (4)
h	Bir yıl boyunca alınan numunelerin ortalaması	Bir yıl boyunca alınan 24 saatlik akış orantılı en az 12 (her ay en az bir numune) kompozit numunenin ortalaması (4)
i	Özgül yük olarak Günlük/Aylık/Yıllık ortalama (3)	Üretilen veya işlenen ürün/malzeme kütle birimi başına yayılan madde kütlesi olarak ifade edilen bir gün/ay/yıl boyunca ortalama
(1)	Sürekli ölçüm araçları, EN 14181:2014'e göre, emisyonların sürekli izlenmesi veya çevresel parametrelerin ölçümü için kalıcı olarak sahada kurulmuş otomatik ölçüm sistemi (OÖS) ile yapılan ölçümler [36, CEN 2014].	
(2)	Periyodik ölçüm araçları, EN 15259:2007'ye göre, belirli zaman aralıklarında ölçülen bir büyüklüğün belirlenmesi [45, CEN 2007].	
(3)	Özgül yükün ortalama alma süresi ve minimum izleme sıklığı, ilgili sanayi sektörünün gerekliliklerine göre tanımlanmalıdır.	
(4)	Günlük akışlar dikkate alınarak hesaplanan ağırlıklı ortalama.	

Uygulamada, periyodik ölçümlerin sonuçlarını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan iki yaklaşım vardır.

Bazı Üye Devletlerde (örneğin Almanya, Birleşik Krallık) her ölçüm sonucu ayrı ayrı değerlendirilir. Bu prosedür ayrıca atık (ortak) yakma tesislerinden havaya salınan ağır metal ve poliklorlu dibenzo-*p* dioksin ve dibenzofuranlar (PKDD'ler/PKDF'ler) emisyonları için EED, Ek VI, Bölüm 8'de de kullanılmaktadır [24, EU 2010]. Kentsel atık su arıtması ile ilgili 91/271/EEC sayılı Direktifte de 24 saatlik kompozit numunelere dayanan bu yaklaşım kullanılmaktadır ve ayrıca 'izin verilen maksimum uygun olmayan numune sayısı' tanımlanmıştır [35, EEC 1991].

Diğer Üye Devletler (örneğin İtalya, Hollanda), periyodik olarak gerçekleştirilen tüm münferit ölçümlerin ortalamasını kullanır (örneğin, hava emisyonları için arka arkaya yapılan üç ölçüm). Tüm münferit ölçümlerin sonuçlarının ortalaması ayrıca organik çözücüler kullanılan tesisler ve faaliyetlerden havaya salınan organik bileşik emisyonları için EED, Ek VII, Bölüm 8'de kullanılmıştır [24, EU 2010].

Münferit ölçümlerin sonuçlarının ortalamasının alınması uygulaması, tespit sınırı/miktar tayini sınırının altındaki değerlerle ne yapılacağı (bkz. Bölüm 3.4.4.4) veya ölçüm belirsizliğinin nasıl dikkate alınacağı (bkz. Bölüm 3.4.4.3) gibi konularda bazı ek hükümler gerektirebilir. Örneğin Hollanda'da, toplam ölçüm belirsizliği, hesaplanan n ölçüm ortalamasından çıkarılmadan önce $\sqrt{n}$ 'ye bölünmelidir [4, NL 2012].

3.4.4.3 Ölçüm belirsizliği

Metroloji Kılavuzları için Ortak Komite tarafından yayımlanan Ölçüm Belirsizliğinin İfadesi Kılavuzunda (GUM), geniş bir ölçüm yelpazesine uygulanabilmesi amaçlanan ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi ve ifade edilmesine ilişkin genel kurallar belirlenmiştir [11, JCGM 2008], [79, ISO 2008]. EN ISO/IEC 17025:2017'de, şu tanımın yer aldığı GUM'ye [1, CEN 2017] atıfta bulunarak ölçüm belirsizliği kavramı kullanılmaktadır: 'Makul bir şekilde ölçülen büyüklüğe atfedilebilecek değerlerin dağılımını karakterize eden bir ölçümün sonucuyla ilişkili parametre' [11, JCGM 2008], [79, ISO 2008]. EN ISO 20988:2007'de, GUM'nin genel tavsiyeleri, sabit kaynak emisyon ölçümleri de dahil olmak üzere hava kalitesi ölçümlerinin koşullarına uygulanmaktadır [12, CEN 2007]. Su analizi alanında, GUM'ye dayalı olarak, ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi için genellikle Eurachem/CITAC kılavuzu kullanılır [269, Eurachem / CITAC 2012].

Çeşitli standartlarda genellikle üç farklı belirsizlik türü arasında ayrım yapılmaktadır [11, JCGM 2008], [79, ISO 2008], [12, CEN 2007], [265, INERIS 2016], [269, Eurachem / CITAC 2012]:

- **Standart belirsizlik**, bir standart sapma olarak ifade edilen bir ölçüm sonucunun belirsizliğidir.
- **Birleşik standart belirsizlik**, bir ölçüm sonucunun başka girdi büyüklüklerinin değerlerinden elde edilmesi durumunda söz konusu olan ölçüm sonucunun standart belirsizliğidir. Terimlerin toplamının pozitif kareköküne eşittir; söz konusu terimler, ölçüm sonucunun miktarlardaki değişikliklerle nasıl değiştiğine göre ağırlıklandırılan bu diğer miktarların varyansları veya kovaryanslarıdır.
- Genel belirsizlik olarak da adlandırılan **genişletilmiş belirsizlik**, ölçülen büyüklüğün değerinin daha yüksek bir güven düzeyinde yer aldığına inanılan aralıktır. Genişletilmiş belirsizlik, birleşik standart belirsizliğin kapsama faktörü ile çarpılmasıyla elde edilir. Çoğu durumda, %95 güven düzeyi ile $k = 1,96$ şeklinde bir kapsama faktörü seçilir.

Ölçüm yöntemleriyle ilgili her (yeni) EN standardı için, ölçüm belirsizliğinin ele alınmasına yönelik bir zorunluluk vardır [26, CEN 2008]. Bu standartları uygulayan her akredite laboratuvar, belirsizliğin nasıl ele alındığını açıklayan bir prosedür tanımlamalı ve ölçüm sonuçlarını ifade ederken her zaman bu prosedürü uygulamalıdır [1, CEN 2017].

Dolayısıyla, her (akredite) laboratuvar, ilgili standartlara (örneğin EN standartları) veya ilgili direktife göre her ölçüm sonucu için tahmini belirsizliği belirtebilmelidir. Tahmini belirsizlik genellikle uygunluk değerlendirmesi için gereklidir.

Toplam ölçüm belirsizliğine çeşitli etmenler katkıda bulunur. Örneğin:

- personelin niteliği ve insan etmenleri;
- laboratuvar tesisleri ve çevre koşulları;
- test ve kalibrasyon yöntemleri ve yöntem doğrulaması;
- kullanılan ekipman ve yazılımlar;
- ölçümün izlenebilirliği;
- numune alma planı, prosedürleri ve süreci;
- test ve kalibrasyon unsurlarının taşınması ve kullanımı.

Ölçüm belirsizliğini belirlerken bu etmenleri hesaba katmanın farklı yolları vardır.

EN ISO 20988:2007'ye göre, hava emisyonlarına ilişkin ölçüm belirsizliği, tek bir deneysel tasarım kullanarak doğrudan bir yaklaşımla veya farklı deneysel tasarımların bir kombinasyonunu kullanarak dolaylı bir yaklaşımla belirlenebilir.

Doğrudan bir yaklaşımda, ölçüm sonucunun değişmesine neden olabilecek tüm etmenler, tüm ara adımlarla birlikte tüm veri üretim zincirini içeren tek bir deneyde araştırılır. Bu, doğrudan, ölçüm sonucunun yer aldığı bir aralığı tanımlayan genişletilmiş belirsizliğin elde edilmesini sağlar. Yaygın olarak kullanılan bir doğrudan yaklaşım, iki ayrı numune alma ve analiz sistemi ile yapılan bağımsız ikili ölçümlerin kullanılmasıdır. Dolaylı bir yaklaşımda, ölçüm sonuçlarının farklılıkları, uygulanan ölçüm yönteminin münferit ara adımları için ayrı ayrı değerlendirilir (ayrıca bkz. yukarıda bahsedilen etmenler). Ölçüm belirsizliğini hesaplamak için, katkıda bulunan tüm ara adımların birleştirildiği analitik bir denkleme ('yöntem modeli denklemi') ihtiyaç vardır. Son olarak, dolaylı yaklaşım, genişletilmiş belirsizlik elde etmek için bir kapsama faktörü ile çarpılması gereken birleşik belirsizliğin elde edilmesini sağlar. GUM'nin odak noktası dolaylı yaklaşımdır, ancak doğrudan yaklaşım da dışlanmamaktadır [11, JCGM 2008], [79, ISO 2008], [12, CEN 2007], [37, VDI 2009].

Doğrudan yaklaşım örnekleri arasında, farklı laboratuvarlardan ve farklı ekipmanlara sahip personelin aynı anda aynı maddeyi/parametreyi ölçtüğü laboratuvarlar arası karşılaştırmalar yer almaktadır. GUM ile karşılaştırıldığında, bu yapı aynı zamanda numune alma, ekipmanlar (örneğin Veri Toplama ve İşleme Sistemi) ve insani faktörlerden kaynaklanan belirsizlikleri de içerir. Ancak, etmenler hiç değişiklik göstermez veya çok az değişiklik gösterir. Hava emisyonları için, bu laboratuvarlar arası karşılaştırmalar özel olarak tasarlanmış test tezgahlarında yapılmaktadır. Deneyimler, bu laboratuvarlar arası karşılaştırmalardan elde edilen ölçüm belirsizliğinin GUM yaklaşımı kullanılarak elde edilenden genellikle daha yüksek olduğunu göstermektedir [265, INERIS 2016].

İzin verilen maksimum ölçüm belirsizlikleriyle ilgili şartlar, standartlarda veya mevzuatta bulunabilir. Bu amaçla, EN ISO 14956:2002'de, gerekli bir ölçüm belirsizliği ile karşılaştırılarak ortam havası ve baca emisyon ölçümleri için bir ölçüm prosedürünün uygunluğunun değerlendirilmesine ilişkin rehberlik sunulmaktadır [268, CEN 2002].

Hava emisyonlarının periyodik ölçümlerinde, bazı SRY'ler için izin verilen maksimum ölçüm belirsizlikleri belirlenmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3: SRY'lerin izin verilen maksimum genişletilmiş belirsizlikleri

Parametre/madde(ler)	Standart	SRY'nin maksimum izin verilen genişletilmiş belirsizliği ⁽¹⁾
Karbonmonoksit (CO)	EN 15058:2017	% 6,0
Toz	EN 13284-1:2017	% 20,0
Gaz halindeki klorürler	EN 1911:2010	% 30,0
Azot oksitler (NO _x)	EN 14792:2017	% 10,0
Oksijen (O ₂)	EN 14789:2017	% 6,0 ⁽²⁾
Sülfür oksitler (SO _x)	EN 14791:2017	% 20,0
Su buharı	EN 14790:2017	% 20,0
⁽¹⁾ Genişletilmiş belirsizlik, $k = 1,96$ kapsama faktörünü ve %95 güven aralığını ifade eder. Kuru bazda (su buharı hariç) ve referans oksijen seviyesine göre düzeltme yapılmadan önce hesaplanır. Oksijen ve su için, ölçülen değerde geçerlidir ve o değer yüzdesi olarak ifade edilir; aksi takdirde ESD seviyesinde geçerlidir ve bu ESD'nin yüzdesi olarak ifade edilir. ⁽²⁾ Veya hacim konsantrasyonu olarak %0,3. Not: B = belirtilmedi. Kaynak: [71, CEN 2010], [72, CEN 2017], [73, CEN 2017], [74, CEN 2017], [75, CEN 2017], [181, CEN 2017], [193, CEN 2017], [265, INERIS 2016]		

Hava emisyonlarının sürekli ölçümleri için, ölçüm belirsizliği iki aşamada belirlenir. Ekipman sertifikasyonu için EN 15267-3:2007'de, otomatik ölçüm sistemlerinin (OÖS) kendisinden kaynaklanan belirsizlik katkısı için yeterli bir marjı hesaba katmak için OÖS'nin toplam belirsizliğinin izin verilen maksimum belirsizliğin en az %25 altında olması öngörülmektedir (ayrıca kalite güvence seviyesi 1 (QAL1) hakkında Bölüm 4.3.2.2.1'e bakın) [66, CEN 2007]. Ekipmanlar çalışırken, ölçüm belirsizliği EN

14181:2014'e göre değişkenlik yoluyla belirlenir; yani SRY ve OÖS arasındaki paralel ölçümlerin farklılıklarının standart sapması (QAL2 için bkz. Bölüm 4.3.2.2.2) [36, CEN 2014].

Mevzuattaki maksimum izin verilebilir belirsizlik örnekleri, büyük yakma tesislerinin (Ek V, Bölüm 3, madde 9) ve atık (ortak) yakma tesislerinin (Ek VI, Bölüm 6, madde 1.3) (Tablo 3.4) hava emisyonlarının ölçümü için OÖS'ye ilişkin şartların belirtildiği EED'de bulunabilir [24, EU 2010]. EED'de, EN 14181:2014'e göre genişletilmiş belirsizliklere karşılık gelen %95 güven aralığı değerlerini ifade eder [36, CEN 2014].

Tablo 3.4: EED Ek V ve VI'da büyük yakma tesisleri ve atık (ortak) yakma tesisleri için izin verilen maksimum genişletilmiş OÖS belirsizlikleri

Parametre/madde(ler)	OÖS'nin izin verilen maksimum genişletilmiş belirsizliği ⁽¹⁾	
	Büyük yakma tesisleri	Atık yakma tesisleri
Karbonmonoksit (CO)	%10	%10
Toz	%30	%30
Hidrojen klorür (HCl)	-	%40
Hidrojen florür (HF)	-	%40
Azot oksitler (NO _x)	%20	%20
Sülfür dioksit (SO ₂)	%20	%20
TUOB	-	%30

⁽¹⁾ Genişletilmiş belirsizlikler, $k = 1,96$ kapsama faktörünü ve %95 güven aralığını ifade eder. EED için Ek V'te (aylık ESD'ler) ve VI'da (günlük ESD'ler) verilen ESD seviyelerinde geçerlidirler ve bu ESD'lerin yüzdesi olarak ifade edilirler.
Not: U = uygulanamaz.
Kaynak: [24, EU 2010]

Uygunluk değerlendirmesi için, genişletilmiş belirsizlik değerleri bir ruhsatta belirtilen ESD ile karşılaştırılmadan önce her ölçüm sonucu için veya ortalama için hesaba katılabilir. Karşılaştırma ile ilgili olarak, Üye Devletlerde farklı yaklaşımlar uygulanmaktadır. Hava emisyonları için en yaygın yaklaşım ölçüm belirsizliğini sonuçtan çıkarmak ve elde edilen değeri yapılacak değerlendirmede kullanmaktır. Genel olarak, ölçüm belirsizliğinin dikkate alınıp alınmayacağını/nasıl dikkate alınacağını açıklamak iyi bir uygulamadır.

EED'de, büyük yakma tesislerinden (Ek V, Bölüm 3, madde 10) ve atık (ortak) yakma tesislerinden (Ek VI, Bölüm 8, madde 1.2) havaya salınan emisyonlar için ölçüm belirsizliği hesaba katılır. Her iki durumda da, doğrulanmış ortalama değerler, ölçülen ortalama değerlerden %95 güven aralığı (yani genişletilmiş belirsizlik) çıkarılarak hesaplanır [24, EU 2010].

Ölçüm belirsizliğinin çıkarılması negatif sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, bu tür verilerin nasıl işleneceğinin açıklanması iyi bir uygulamadır. Örneğin, kazan ve gaz türbinlerinin hava emisyonlarının ölçülmesine ilişkin Avusturya yönetmeliğine göre, negatif olan doğrulanmış ortalama değerler (yani ölçüm belirsizliğinin çıkarılmasıyla elde edilen saatlik ortalama değerler) sıfır olarak ayarlanmalıdır [42, AT 2011].

Genel olarak, ölçülen değer yüzdesi olarak ifade edilen **bağıl** ölçüm belirsizliği, azalan emisyon seviyeleri ile artar [265, INERIS 2016].

Veri toplama ve MET-REF'lerin hazırlanmasına ilişkin 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararında Bölüm 5.4.7.2'de, uygun olduğu durumlarda, veri toplama sırasında emisyon verileri sunulurken ölçüm belirsizliğine dair bir beyanın dahil edilmesi öngörülmektedir. Ayrıca Bölüm 3.3'te, ölçüm belirsizliği gibi teknik konuları hesaba katmak için MEİT-İES'leri de içeren MEİT-İÇPS'leri tanımlamak için yuvarlanmış değerlerin kullanılabileceği belirtilmektedir [39, EU 2012]. Ancak, METsonuçlarındaki MEİT-İÇPS'ler genellikle ölçüm belirsizliğinden bahsedilmeden ifade edilir. Bununla birlikte, veri toplama sırasında

elde edilen ölçüm belirsizliğine ilişkin bilgiler MET-REF'te rapor edilebilir (örneğin bkz. Büyük Yakma Tesisleri için MET-REF (LCP MET-REF) [277, COM 2017]).

3.4.4.4 Tespit sınırı ve miktar tayini sınırı

EN ISO/IEC 17025:2017'ye uygun olarak faaliyet gösteren laboratuvarların, standart olmayan yöntemleri, laboratuvar tarafından geliştirilen yöntemleri ve amaçlanan kapsamlarının dışında kullanılan veya başka şekilde değiştirilen standart yöntemleri doğrulamaları ve ayrıca performans özelliklerini belirlemeleri gerekir [1, CEN 2017]. Doğrulama genellikle tespit sınırının (TS) ve miktar tayini sınırının (MTS) belirlenmesini içerir.

Su analizi alanında, 2017'de TS veya MTS'nin tanımlandığı genel bir EN standardı veya şartnamesi yoktu. Ancak, Su Çerçeve Direktifi uyarınca su durumunun kimyasal analizi ve izlenmesine ilişkin teknik şartları belirleyen Direktif 2009/90/EC'de bir tanım verilmiştir [40, EC 2009]:

- **Tespit sınırı**, üzerinde, bir numunenin değeri belirlenecek herhangi bir büyüklüğü içermeyen kör bir numuneden farklı olduğunun belirtilen bir güven seviyesi ile teyit edilebileceği çıkış sinyali veya konsantrasyon değeri anlamına gelir.
- **Miktar tayini sınırı**, değeri belirlenecek büyüklüğün konsantrasyonunda kabul edilebilir bir doğruluk ve kesinlik düzeyinde makul bir şekilde belirlenebilecek tespit sınırının belirtilen bir katı anlamına gelir. Miktar tayini sınırı, uygun bir standart veya numune kullanılarak hesaplanabilir ve kör numune hariç olmak üzere kalibrasyon eğrisindeki en düşük kalibrasyon noktasından elde edilebilir.

Endüstriyel atık suların izlenmesi Direktif 2009/90/EC kapsamında yer almasa da, yukarıda belirtilen tanımlar bu bağlamda kullanılabilir.

Hava emisyonlarının ölçümleri için, benzer ancak daha genel bir tanım EN 14793:2017'de verilmiştir [27, CEN 2017]:

- **Tespit sınırı**, yöntem için açıklanan deney koşullarında tespit edilebilen, ancak miktarı tayin edilemeyen ölçülen büyüklüğün en küçük konsantrasyonu anlamına gelir;
- **Miktar tayini sınırı**, yöntem için açıklanan deney koşullarında miktarı tayin edilebilen ölçülen büyüklüğün en küçük konsantrasyonu anlamına gelir.

Bazı standartlarda (örneğin sabit kaynaklardan havaya salınan PKDD/PKDF emisyonlarının ölçümüne ilişkin EN 1948-3:2006) daha fazla şart yer almaktadır [41, CEN 2006].

Belirleme sınırı, uygulama sınırı, pratik raporlama sınırı veya gösterilebilirlik sınırı gibi kullanımda olan başka birkaç terim daha vardır, ancak bunların çoğunlukla miktar tayini sınırı (MTS) anlamında kullanıldığı görülmektedir.

Uygulanacak herhangi bir ölçüm yöntemi, ölçülecek emisyon seviyesi ile ilgili olarak uygun bir TS/MTS'ye sahip olmalıdır. Çoğu durumda, MTS'nin ESD'nin açıkça altında olmasını garanti etmek için TS'nin ESD'nin %10'undan az olması gerekir. Bazı Üye Devletler daha katı performans gereklilikleri belirlemiştir. Örneğin Fransa'da MTS ESD'nin %10'undan daha az olmalıdır [133, FR 2013].

Su Çerçeve Direktifi uyarınca su durumunun kimyasal analizi ve izlenmesine ilişkin Direktif 2009/90/EC, su analizi alanındaki AB gerekliliklerinin bir örneğidir, ancak bu, EED tesislerinin emisyonlarıyla ilgili değildir. Direktifte, tüm analiz yöntemleri için MTS'nin ilgili çevresel kalite standartlarının en fazla %30'una eşit olması öngörülmektedir [40, EC 2009].

TS ve MTS, büyük ölçüde laboratuvarın performansına ve ilgili koşullarda yapılması olası değişikliklere veya uyarlamalara bağlıdır. Örneğin, periyodik ölçümler için, numune alma periyodu uyarlanabilir ve/veya kabul edilebilir bir MTS'ye ulaşmak için analitik yöntem seçilebilir. Bu nedenle, ölçüm sonuçlarıyla birlikte TS'nin ve tercihen MTS'nin de raporlanması önemlidir. Bu, ölçüm sonuçlarını değerlendirirken verilerin daha iyi kullanılmasını sağlar.

Bu bağlamda, verilerin toplanması ve MET-REF'lerin hazırlanması ile ilgili 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararında Bölüm 5.4.7.2'de, TS ve MTS'nin, veri toplama sırasında emisyon verileriyle birlikte referans bilgi olarak verilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, yukarıda belirtilen Kararda Bölüm 3.3'te, aralığın alt ucu doğru bir şekilde tanımlanamadığında (örneğin raporlanan veriler TS'ye yakın olduğunda), '<X'ten Y'ye' şeklinde bir ifadenin kullanılmasının kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir [39, EU 2012].

MTS bilinmiyorsa veya raporlanmamışsa, örneğin ilgili (EN) standartta verilen TS'yi üçle çarparak MTS, TS'nin bir katı olarak tahmin edilebilir. Ancak, yöntemin laboratuvara özgü performans özelliklerinin kullanılması tercih edilir.

Ölçüm sonuçlarının ortalamasını almak için, TS veya MTS altındaki değerlerin nasıl dikkate alındığının tanımlanması gerekir. Bu aynı zamanda, ölçülen kirleticinin araştırılan tesisle ilgili olup olmadığına ve dolayısıyla salınan emisyonunun içeriğinde bulunup bulunmayabileceğine karar verilmesi anlamına da gelir. Mevcut en iyi bilgi, bir kirleticinin salınmadığını gösteriyorsa, bu kirleticinin ölçülmesine veya herhangi bir verinin raporlanmasına gerek yoktur. Şu anda tespit edilemese bile kirleticinin salınabileceğine dair göstergeler varsa, veriler raporlanmalı ve TS ve MTS ifade edilmelidir.

TS veya MTS altındaki değerleri açık bir şekilde kullanmanın farklı yolları vardır. Örneğin:

- Su Çerçeve Direktifi uyarınca kimyasal analiz ve su durumunun izlenmesine ilişkin Direktif 2009/90/EC'nin 5. Maddesinde, ortalama değerlerin hesaplanması için aşağıdaki kurallar belirtilmektedir [40, EC 2009]:
 - Belirli bir numunedeki fiziko-kimyasal veya kimyasal ölçüm büyüklüklerinin miktarlarının miktar tayin sınırının altında olduğu durumlarda, ölçüm sonuçları, ortalama değerlerin hesaplanması için ilgili miktar tayin sınırı değerinin yarısı olarak belirlenecektir.
 - Paragraf 1'de belirtilen ölçüm sonuçlarının hesaplanan ortalama değerinin, miktar tayini sınırlarının altında olduğu durumlarda, bu değer 'miktar tayini sınırından az' olarak ifade edilir.
 - Paragraf 1, ilgili metabolitleri ve bozunma ve tepkime ürünleri de dahil olmak üzere, belirli bir grup fiziko-kimyasal parametre veya kimyasal ölçüm büyüklüğünün toplamı olan ölçüm büyüklükleri için geçerli değildir. Bu durumlarda, her bir madde için miktar tayini sınırının altındaki sonuçlar sıfır olarak belirlenecektir.
- Danimarka'da, 2009/90/EC sayılı Direktifin yaklaşımı, çok düşük konsantrasyonlara sahip kirleticilere (örneğin organik mikro kirleticiler) ilişkin yararlı bilgileri kaybetmemek amacıyla endüstriyel atık suyun izlenmesi için değiştirilmiştir [38, DK EPA 2012]:
 - Tüm numunelerin %10'undan daha azı TS'nin üzerinde konsantrasyonlara sahipse, ortalama hesaplanmayacaktır.
 - Tüm numunelerin %10'undan fazlası ancak %50'den azı TS'nin üzerinde konsantrasyonlara sahipse, tespit sınırının altındaki tüm değerler için ölçüm sonucu, ortalamanın hesaplanması için sıfır olarak belirlenecektir.
 - Tüm numunelerin en az %50'si TS'nin üzerinde konsantrasyonlara sahipse, tespit sınırının altındaki tüm değerler için ölçüm sonucu, ortalamanın hesaplanması için tespit sınırı değerinin yarısı olarak belirlenecektir.
- İskoç Kirletici Salım Envanterine yapılacak raporlamalar için, bir kirleticiye ilişkin birden fazla sonuç TS'nin altında olduğunda ve kirleticinin mevcut olduğuna inanmak için başka bir neden

olmadığında ölçüm sonuçları sıfır olarak belirlenmelidir. Bir kirleticinin var olduğuna inanmak için bir neden olduğunda, ölçüm sonuçları TS değerinin yarısı olarak alınmalıdır. Bazı değerler TS'nin üstünde ve bazıları altında olduğunda, ölçümlerin yanlış olduğu gösterilemediği sürece TS'nin üzerindeki değerler ölçülen değerler olarak alınmalı ve TS'nin altındaki okumalar, TS değerinin yarısı olarak alınmalıdır [33, SEPA 2011].

- Fransa'da, hava emisyonlarına ilişkin ölçüm sonuçlarının toplanması ve ortalamasının alınması için sonuç, MTS'nin altındaki konsantrasyonlar için MTS değerinin yarısı olarak ve TS'nin altındaki konsantrasyonlar için sıfır olarak alınır [133, FR 2013].

Diğer Üye Devletlerde, ölçüm sonuçlarının ortalaması alınırken TS ve/veya MTS'nin hesaba katılması için farklı yaklaşımlar olabilir. Dolayısıyla, izlenen yaklaşımı her zaman sonuçlarla birlikte raporlamak iyi bir uygulamadır. Bu aynı zamanda MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için sunulan ortalama emisyon verileri için de geçerlidir.

Ulusal düzenlemelerde başka bir yerde belirtilmemişse, TS veya MTS altındaki değerlere ilişkin gerekli düzenlemelerin ruhsatta açıkça belirtilmesi yararlıdır. İzlenen yaklaşım nihai sonuç ve müteakip olarak gerçekleştirilen uygunluk değerlendirmesi üzerinde bir etkisi olabileceğinden, bu, MTS, ESD'nin çok altında olmadığında ESD'lerin hesaplanan ortalamalar olarak ifade edildiği durumlarda özellikle önemlidir.

3.4.4.5 Aykırı değerler

ISO 5725-1:1994'te, aykırı değer, bir kümenin diğer elemanlarıyla tutarsız olan bir eleman olarak tanımlanmaktadır [271, ISO 1994]. CEN/TR 15983:2010'da, hava emisyonlarının ölçümünde aykırı değer için benzer bir tanım verilmiştir. Bu tanıma göre, geçersiz bir veri noktası olarak da adlandırılan bir aykırı değer, bir veri kümesindeki diğer değerlere anormal bir mesafede bulunan ve dolayısıyla geçerli bir veri noktası olma olasılığı düşük olan bir gözlemdir. CEN/TR 15983:2010 kullanımdan kaldırılmıştır [272, CEN 2010].

Bu belgede (yani İRR), aykırı değerler, geçersizliği ölçümden kaynaklanan geçersiz veri noktaları olarak anlaşılmaktadır.

Hava ve su emisyonlarının izlenmesi bağlamında, iki durumun ayırt edilmesi gerekir. Aykırı değerler, iki farklı ölçüm yönteminin sonuçlarını karşılaştırırken bir dizi veri çiftinde ve aynı ölçüm yöntemi kullanıldığında bir dizi ölçüm verisinde de ortaya çıkabilir [273, CEWEP ve ESWET 2016].

İki farklı yöntemin sonuçlarını karşılaştırırken, aykırı değerleri (örneğin EN 14793:2017'de [27, CEN 2017] hava emisyonları için ve DIN 38402-71:2002'de [43, DIN 2002] su emisyonları için) istatistiksel olarak belirlemek için genellikle Grubbs testi kullanılır. QAL2 prosedürü sırasında EN 14181:2014 uyarınca bir aykırı değer kontrolü yapılması da gerekir (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2) [36, CEN 2014]. Aykırı değerlerin EN 14181:2014'ün gerekliliklerini karşılayacak şekilde belirlenmesine yönelik rehberlik, örneğin Hızlı İzleme Kılavuz 14'te sunulmaktadır [44, MCERTS 2012]. Grubbs testi, veri setinin normal dağılım gösterdiği varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayım, testi uygulamadan önce kontrol edilmelidir [274, NIST / SEMATECH 2017].

Bir dizi ölçüm verisinde dikkat edilecek husus, anormal bir değer in istisnai emisyonlardan mı kaynaklandığının yoksa ölçümden kaynaklanan bir aykırı değer olup olmadığının belirlenmesidir [273, CEWEP ve ESWET 2016]. Bir tesisin çalışma koşulları normal dağılım göstermediğinden [273, CEWEP ve ESWET 2016], istatistiksel testler tek başına aykırı değerleri belirlemek için yeterli olmayacaktır.

Çalışma koşullarının derinlemesine analizi, bir aykırı değer in belirlenmesi için önemli bir adımdır. Potansiyel aykırı değerleri belirlemeye yönelik diğer eylemler arasında konsantrasyonların önceki ve

sonraki gözlemlerle ve ruhsatlarla karşılaştırılarak kontrol edilmesi ve muhtemelen önceki izleme dönemlerindeki geçmiş aykırı değerlerin hesaba katılması yer alır [3, COM 2003].

Bu kontrol genellikle kalifiye personel tarafından yapılmalıdır, ancak otomatik prosedürler de uygulanabilir. Yine de, gözlemlerdeki önemli farklılıkların vasıflı bir veri tabanı operatörü tarafından incelenmesi gerekir [3, COM 2003].

Anormal bir değer için operasyonel bir neden belirlenemediğinde, olağan dışı sonuçlarının yaygın bir nedeni numune alma veya analiz sırasında yapılan hatalardır. Bu durumda, söz konusu laboratuvar bilgilendirilerek performansının ve izleme verilerinin kritik bir şekilde revize edilmesi istenebilir [3, COM 2003].

Anormal bir değer, ölçümden kaynaklanıyorsa (yani yukarıda açıklandığı gibi bir aykırı değerse), ortalama konsantrasyonlara vb. ilişkin hesaplamalardan çıkarılabilir ve son olarak raporlama yapılırken normal veya normalden farklı çalışma koşullarıyla ilgili verilerden açıkça ayırt edilmelidir.

Bir aykırı değer ve tüm gerçek verilerin belirlenmesinin dayanağı, her zaman yetkili makamlara bildirilmeli, aynı zamanda MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için veri toplama sırasında da raporlanmalıdır.

3.5 Normal ve normalden farklı çalışma koşulları - ilgili ölçüm koşulları

EED Madde 3(13)'te, mevcut en iyi tekniklerle (MEİT-İES'ler) ilişkili emisyon seviyeleri, METsonuçlarında belirtildiği gibi bir mevcut en iyi tekniği veya mevcut en iyi tekniklerin bir birleşimini kullanarak normal çalışma koşulları (NÇK) altında elde edilen ve belirtilen referans koşullar altında belirli bir sürede elde edilmiş bir ortalama olarak ifade edilen emisyon seviyeleri aralığı olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, Madde 15(3)'te, yetkili makamın, normal çalışma koşulları altında, emisyonların ilgili MEİT-İED'leri aşmamasını sağlayan ESD'ler belirleyeceği ifade edilmektedir. Madde 14(1)(f)'de, çalıştırma ve kapatma işlemleri, sızıntılar, arızalar, anlık durmalar ve işlemlerin kesin olarak durdurulması gibi normalden farklı çalışma koşullarının (NFÇK) örnekleri verilmektedir [24, EU 2010]. Yukarıda belirtilen örnek koşullar, planlı ve plansız olayların yanı sıra düzenli ve düzensiz olaylardan kaynaklanabilir.

Dolayısıyla, ruhsatlar verilirken veya güncellenirken çalışma koşulları dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Ayrıca, 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararında Bölüm 2.3.7.2.4'te, MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için kullanılan emisyon ve tüketim verilerinin, mümkün olduğunca ilgili çalışma koşullarının ayrıntılarıyla birlikte açıklanması şart koşulmaktadır [39, EU 2012].

MEİT-İES'ler ile NÇK arasında bağlantı kurulması, NFÇK altında gerçekleşen emisyonlara ilişkin hükümlerin EED, ruhsatlar ve METsonuçlarında tanımlanamayacağı anlamına gelmez. Aslında, EED Madde 14(1)(f)'de, ruhsatların NFÇK ile ilgili önlemleri içermesi öngörülmektedir. Diğer bir örnek, atık yakma tesisleri ile ilgili EED, Ek VI, Bölüm 3, madde 2'de bulunabilir. Bu maddede, tüm çalışma koşullarında toplam toza ilişkin belirli bir ESD'nin 'ne olursa olsun aşılması' öngörülmüştür [24, EU 2010]. Ayrıca, 2012/119/EU sayılı Komisyon Uygulama Kararında Bölüm 3.1'de, çevre koruma açısından endişe verici olduğu düşünüldüğünde NFÇK'nin METsonuçlarında ele alınması öngörülmektedir [39, AB 2012]. İlgili çevresel etkilerin meydana gelmesinin beklenebileceği açıksa (örneğin yerleşim alanlarına yakın yerlerde toksik madde emisyonları veya kokulu maddelerin yüksek konsantrasyonları), NFÇK özellikle ele alınmalıdır.

NÇK veya NFÇK ile ilgili ölçüm sonuçlarını sınıflandırmak için, çalışma koşullarının, emisyonla ilgili bağlamsal bilgilerle (örneğin referans koşullar) birlikte ölçüm raporunda belgelenmesi ve araştırılan kaynakların karmaşıklığı izin veriyorsa, belirli değerlerle açıkça bağlantısının kurulması gerekir. Bu, farklı NÇK'nin emisyonlar üzerinde bir etkisi varsa (örneğin üretim sırasında farklı proses biçimleri, farklı ham maddeler veya yakıtlar, belirli bir yük veya kapasitede çalışan tesis, toplu işleme veya üretim gibi) belirlenmesi gerektiği anlamına gelir.

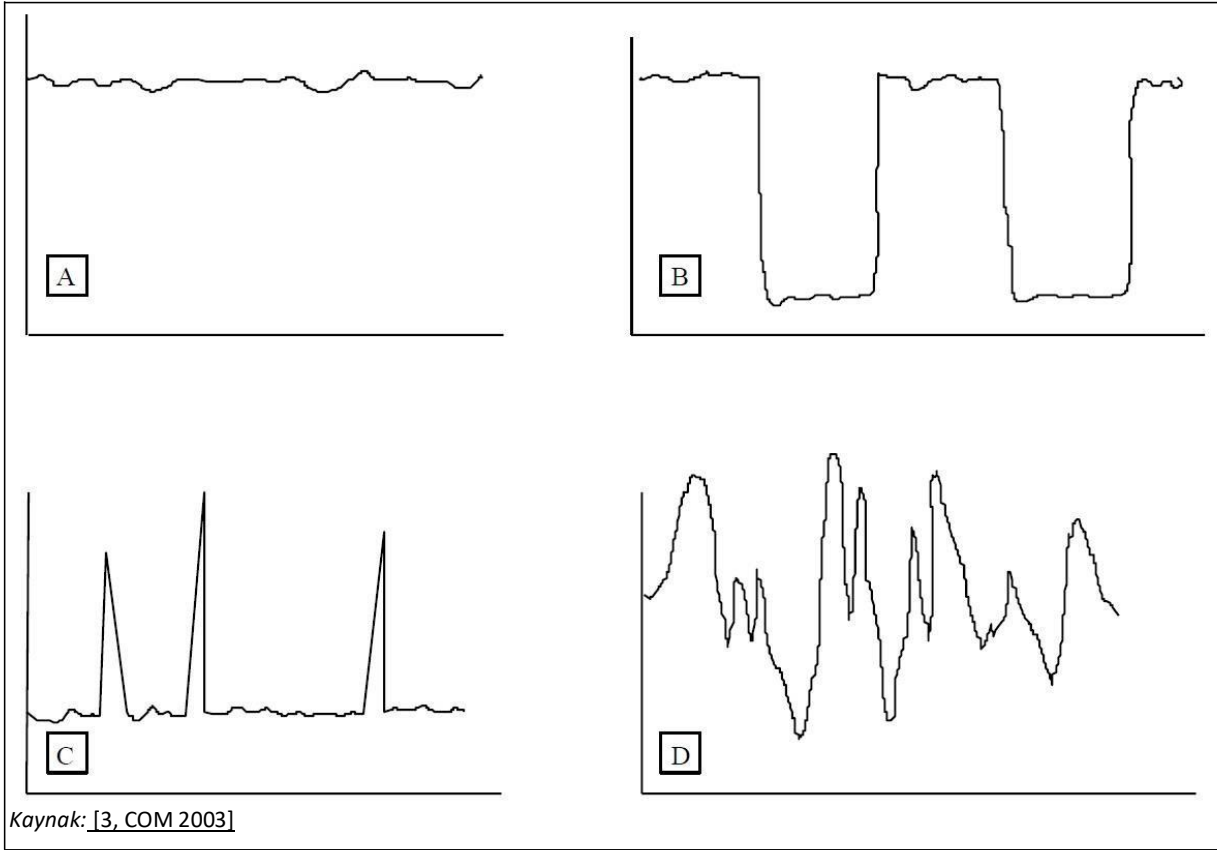
Değerlerin ortalamasının alınması gerekiyorsa, hesaplamaya sadece karşılaştırılabilir NÇK veya NFÇK ile açık bir şekilde ilişkili olanlar dahil edilmelidir.

Sürekli ölçümler için, izleme sonuçları hem NÇK hem de NFÇK'yi kapsayacaktır. Dolayısıyla, tesisin farklı çalışma koşullarının sınıflandırılmasına ilişkin kriterler önceden belirlenmelidir; böylece sonuçlar tanımlı (kalibrasyon) aralıkta olduğu sürece NÇK ve gerekirse NFÇK için de değerlerin ayrı ayrı ortalaması alınabilir. Bu, raporlanan ortalamaların yalnızca karşılaştırılabilir çalışma koşullarıyla ilgili olmasını sağlar.

Periyodik ölçümler için, ölçüm planı tanımlanırken çalışma koşulları zaten dikkate alınmalıdır [45, CEN 2007], [46, CEN 2006]. Emisyonlarda önemli farklılıklarla farklı NÇK meydana gelirse, her bir ayırt edilebilir NÇK'yi temsil eden veya en azından beklenen en yüksek emisyonlara sahip olanı temsil eden periyodik ölçümlerin yapılması tavsiye edilir (ayrıca bkz. Bölüm 4.3.3.4 ve 5.3.5.2). NFÇK için periyodik ölçümlerin de gerekli olup olmadığı, ilgili duruma ve beklenen emisyonlara bağlı olacaktır. NFÇK altında

temsil gücü yüksek periyodik ölçümlerin sağlanması, özellikle rutin olmayan olayların söz konusu olduğu durumlarda zorlu bir iş olabilir.

Emisyonların zaman içinde nasıl değişebileceğine dair bazı örnekler (A, B, C ve D) Şekil 3.2'de verilmiştir; bu grafiklerde yatay eksen (x ekseni) zamanı, dikey eksen (y ekseni) ise emisyon seviyesini temsil etmektedir.



Şekil 3.2: Emisyon seviyelerinin zaman içinde nasıl değişebileceğine dair örnekler

Şekil 3.2'de verilen örneklerde, NÇK ve NFÇK ve bunlara ilişkin izleme rejimi şu şekilde özetlenebilir:

- **Proses A**, çok istikrarlı bir prosestir. NÇK'nin hâkim olduğu varsayılabilir. Ne zaman gerçekleştirildiklerinden bağımsız olarak, ölçümlerin sonuçları benzer olacaktır. Minimum sıklıkta yapılan periyodik ölçümler yeterli olabilir. Beklenen değer ESD'ye yakınsa ve EED veya ulusal mevzuatta halihazırda şart koşulmamışsa, sürekli ölçümlerin yapılması tavsiye edilebilir.
- **Proses B**, döngüsel veya kesikli prosesler için tipik olan, değişen ancak istikrarlı bir şekilde yüksek ve düşük emisyon seviyelerine sahip bir örnektir. Tüm prosesin iki farklı emisyon seviyesi olan NÇK'yi temsil ettiği varsayılabilir. Seçilen izleme yaklaşımı, farklı emisyon aşamalarının süresine ve iznin özel şartlarına bağlı olacaktır. Sürekli emisyon ölçümleri yapılırsa, genel ortalama emisyon seviyesi veya her bir farklı aşamanın emisyon seviyesi kolayca ölçülebilir. Periyodik ölçümler yapılıyorsa, genel ortalama emisyon seviyesinin (örneğin yüklerin tahmin edilmesi için) veya her bir farklı aşamanın emisyon seviyesinin belirlenmesi gerekir gerekmediği önceden netleştirilmelidir. İki farklı emisyon aşaması sırasında ölçüm yapılması

veya duruma bağlı olarak, yalnızca beklenen en yüksek emisyonun olduğu aşamada ölçüm yapılması tavsiye edilebilir.

Buna göre, MET-İÇPS'ler ve/veya ESD'ler bu emisyon durumunu yansıtabilir ve uygun bir izleme rejimi seçilmelidir.

- **Proses C**, arada sırada kısa ama yüksek tepe noktaların görüldüğü nispeten istikrarlı bir prosestir. Benzer bir durum, hafta sonundan sonra bir prosesin başlaması gibi, her zaman belirli bir olaydan sonra meydana gelen düzenli tepe noktalarından oluşabilir. Bu durumlarda, tepe noktalarının NÇK veya NFÇK'den kaynaklanıp kaynaklanmadığının değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca, izleme gereklilikleri tanımlanırken tepe noktalarının toplam emisyona katkısı ve potansiyel çevresel etkileri dikkate alınmalıdır. Sürekli ölçümler, tepe noktalarının yanı sıra ara dönemleri de kapsar ve NÇK ile NFÇK arasında ayrım yapılmasına olanak tanır. Ancak, tepe noktalarının süresine bağlı olarak, istikrarlı koşullar altında periyodik olarak ölçüm yapmak ve arada sırada yalnızca yoğun zamanlarda ölçüm yapmak da yeterli olabilir. Bu, numune alma süresinin kısaltılmasını gerektirebilir. Tepe noktalarının METsonuçlarına ve/veya ruhsatlara yansıtılması gerekip gerekmediği, emisyonun uygunluğuna ve çalışma koşullarının NÇK veya NFÇK olarak nitelendirilmesine bağlıdır.
- **Proses D**, oldukça değişken bir prosestir, ancak yine de muhtemelen NÇK'yi temsil eder. NÇK ile NFÇK arasında ayrım yapmak zor gibi görünse de, prosese baktıktan sonra NFÇK'nin belirlenmesi mümkündür.

Emisyonun tamamı NÇK altında meydana geliyorsa, tesisin toplam emisyonlarına katkısını değerlendirmek gerekir ve katkının önemli düzeyde olması koşuluyla, sürekli ölçümler, tüm emisyon değişikliklerini kapsayan tek olası izleme çözümü olabilir.

Böyle bir proses türündeki emisyonlar için periyodik ölçümlerin kullanılması pek olası değildir. Yalnızca tesisin toplam emisyonuna katkısı çok düşükse veya dalgalanmalara rağmen emisyon seviyelerinin ESD'nin sürekli olarak altında olması bekleniyorsa, en yüksek emisyon seviyelerinin olduğu dönemlerde ölçümlerin gerçekleştirilmesini garanti eden bir ölçüm planının hazırlanması uygun olabilir.

Böyle bir prosese ilişkin MET-İÇPS ve/veya ESD, özel koşulları yansıtmalı ve uygun bir izleme rejimiyle ilişkilendirilmelidir.

Yukarıda özetlendiği gibi, farklı çalışma koşulları veya emisyon örüntüleri izleme rejimini etkileyecektir. Bu, hava emisyonlarına ilişkin Bölüm 4'te ve su emisyonlarına ilişkin Bölüm 5'te daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4 HAVA EMİSYONLARININ İZLENMESİ

4.1 Genel bakış

Bu bölüm, aşağıdakilerle ilgili bilgiler de dahil olmak üzere hava emisyonlarının izlenmesini kapsar:

- hava kirleticiler (bkz. Bölüm 4.2);
- sürekli/periyodik ölçümler (bkz. Bölüm 4.3);
- vekil parametreler (bkz. Bölüm 4.4);
- dağınık emisyonlar (bkz. Bölüm 4.5);
- koku (bkz. Bölüm 4.6);
- biyolojik izleme (bkz. Bölüm 4.7);
- maliyetler (bkz. Bölüm 4.8).

İzlemeye ilişkin genel hususlar Bölüm 3'te açıklanmıştır.

4.2 Hava kirleticiler

Tablo 4.1’de, MET sonuçlarında veya ruhsatlarda kullanılan veya kullanılabilecek bazı hava kirleticilerin tanımları verilmiştir. Tanımlar, hazırlanacak/gözden geçirilecek MET-REF’in özelliklerine veya gerekli ruhsat koşullarına göre değiştirilebilir.

Tablo 4.1: Hava kirleticilerinin tanımlarına örnekler

Parametre/madde(ler)	Tanım
CO	Karbonmonoksit
Toz	Toplam partikül madde (havada)
Gaz halindeki klorürler	HCl olarak ifade edilen gaz halindeki klorürler
Gaz halindeki florürler	HF olarak ifade edilen gaz halindeki florürler
H ₂ S	Hidrojen sülfür
Cıva ve bileşikleri	Hg olarak ifade edilen cıva ve bileşiklerinin toplamı
NH ₃	Amonyak
NO	Azot monoksit
NO ₂	Azot dioksit
NO _x	NO ₂ olarak ifade edilen azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO ₂) toplamı
Koku konsantrasyonu	EN 13725’e [52, CEN 2003] göre dinamik olfaktometri ile ölçülen standart koşullarda bir metreküpteki Avrupa koku birimlerinin (ou _E) sayısı
PKB’ler	Poliklorlu bifeniller
PKDD’ler/PKDF’ler	Poliklorlu dibenzo- <i>p</i> -dioksinler/dibenzofuranlar
SO ₂	Kükürt dioksit
SO _x	SO ₂ olarak ifade edilen kükürt dioksit (SO ₂), sülfür trioksit (SO ₃) ve sülfürik asit aerosollerinin toplamı
TUOK	C olarak ifade edilen toplam uçucu organik karbon
UOB	Uçucu organik bileşik; Direktif 2010/75/EU’da [24, EU 2010] '293,15 K’de 0,01 kPa veya daha fazla buhar basıncına sahip veya belirli kullanım koşulları altında buna karşılık gelen bir uçuculuğa sahip herhangi bir organik bileşik ve kreozot fraksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

Ölçüm prensiplerine dair bilgiler de dahil olmak üzere en yaygın hava kirleticilere yönelik özel izleme hususları hakkındaki bilgiler, sürekli ölçümlere ilişkin Bölüm 4.3.2.4’te ve periyodik ölçümlere ilişkin Bölüm 4.3.3.10’da verilmiştir.

4.3 Sürekli/Periyodik ölçümler

4.3.1 Sürekli ve periyodik ölçümler

Sürekli ölçümler, emisyonların sürekli olarak izlenmesi için sahaya kalıcı olarak kurulan otomatik bir ölçüm sistemi (OÖS) ile gerçekleştirilir ([36, CEN 2014]). Periyodik ölçüm, belirli zaman aralıklarında ölçülen bir büyüklüğün belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır ([45, CEN 2007]).

Tablo 4.2’de, sürekli ve periyodik ölçümlerin avantaj ve dezavantajları da dahil olmak üzere önemli özelliklerine genel bir bakış sunulmaktadır.

Tablo 4.2: Sürekli ve periyodik ölçümlerin önemli özellikleri

Özellik	Sürekli ölçüm	Periyodik ölçüm
Numune alma periyodu	Ölçüm, maddelerin yayıldığı sürenin tamamını veya çoğunu kapsar	Uzun vadeli emisyon örüntüsünün anlık görüntüleri
Hız	Neredeyse her zaman gerçek zamanlı sonuçlar	Analiz cihazları kullanılıyorsa gerçek zamanlı sonuçlar; laboratuvarında sonlanan manuel bir yöntem kullanılıyorsa gecikmeli sonuçlar
Sonuçların ortalamasının alınması	Sonuçlar sürekli olarak toplanır ve belirli bir süre (örneğin 30 dakika, 1 saat veya 24 saat) boyunca ortalamaları alınabilir	Numune alma periyoduna ait sonuçlar, tipik olarak 30 dakika ila birkaç saat arasında
Kalibrasyon ve izlenebilirlik	OÖS, standart bir referans yöntemine (SRY) ⁽²⁾ göre kalibrasyon yapılmasını ve bakım aralığında sertifikalı referans malzemelerle ayarlama yapılmasını gerektirir	Periyodik ölçümler için standart referans yöntemler kullanılabilir; bunlar manuel veya otomatik yöntemler olabilir
Akreditasyon	EN 14181:2014 [36, CEN 2014] ve EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017] uyarınca OÖS kalibrasyonu ve bakımı için kalite güvencesi	EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017] uyarınca periyodik ölçümler için kalite güvencesi
Ekipmanların sertifikasyonu	Mevcut ekipmanların sertifikasyonu (bkz.Bölüm 4.3.2.2.1)	Mevcut taşınabilir ekipmanların sertifikasyonu
Yatırım maliyetleri ⁽¹⁾	Periyodik izleme ekipmanlarının maliyetlerinden daha yüksektir	OÖS maliyetlerinden daha düşüktür
İşletme maliyetleri ⁽¹⁾	Normalde periyodik ölçümlerin maliyetlerinden daha yüksektir, özellikle QAL2, QAL3, AST, vb. içeriyorsa (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2)	Normalde OÖS maliyetlerinden daha düşüktür

⁽¹⁾ Maliyetlerle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. Bölüm 4.8 ve Ek A.5

⁽²⁾ EN 14793:2017’ye uygun olarak eş değeriğin gösterildiği durumlarda kalibrasyon için alternatif bir yöntem (AY) kullanılabilir [27, CEN 2017].

Kaynak: [34, MCERTS 2017].

Tablo 4.2'ye ek olarak, sürekli veya periyodik ölçümlerin kullanılıp kullanılmayacağına karar verirken aşağıdaki hususlar da dikkate alınabilir [3, COM 2003]:

- Emisyonun çevre açısından önemi;
- ESD'nin aşılmasıyla ilişkili çevresel risk (bkz. Bölüm 3.3.1);
- Emisyon seviyelerinin özellikle ESD'ye yakın olmaları durumunda değişkenlikleri (bkz. Bölüm 3.5);
- yasal gereklilikler (örneğin ulusal mevzuat, EED, METsonuçları);
- yerel koşullar (örneğin hava kalitesi standartları);
- ekipmanların mevcudiyeti ve güvenilirliği (örneğin, atık gazda yüksek su buharı veya toz içeriği olması gibi belirli koşullar altında sürekli ölçümler mümkün olmayabilir);
- gerekli ölçüm belirsizliği;
- kirlilik azaltma sistemi de dahil olmak üzere çalışma koşullarının sürekli olarak izlenmesi ve/veya kontrol edilmesi ihtiyacı;
- halkın algısı.

EED'de, örneğin toplam anma ısı girdisi 100 MW veya daha fazla olan (örneğin SO₂, NO_x ve toz için) büyük yakma tesisleri için Ek V, Bölüm 3'te ve atık yakma tesisleri (örneğin, ESD'lerin belirlenmesi koşuluyla NO_x için ve CO, toplam toz, TOK, HCl, HF ve SO₂ için) Ek VI, Bölüm 6'da bazı faaliyetlere ilişkin olarak sürekli ölçüm yapılması öngörülmektedir. Her iki durumda da EED, hangi koşullar altında sürekli ölçümler yerine periyodik ölçümlerin yapılabileceğini belirten hükümler içerir [24, EU 2010].

Bazı Üye Devletlerde (örneğin Belçika (Flandre) [57, BE (Flanders) 2014], Danimarka [58, DK 2002], Fransa [60, FR 2016], Almanya [61, DE 2002] ve Portekiz'de [137, PT 1993]), sürekli ölçümlerin gerekli olup olmadığına karar vermek için genel kütle akış eşik değerleri kullanılır. Genel olarak, söz konusu durumun koşulları farklı bir yaklaşım gerektirmediği sürece, bu eşik değerlerin altında periyodik ölçümlerin yeterli olduğu varsayılır. En yaygın kirleticiler için bu kütle akış eşik değerlerinin bazı örnekleri Ek A.3, Tablo 7.4'te verilmiştir.

Diğer Üye Devletlerde (örneğin Hollanda ve Birleşik Krallık), sürekli ölçümlerin veya filtre sızıntısı izlemesinin şart koşulması için bir dayanak olarak emisyon azaltma ekipmanlarının arızalanması üzerine emisyonlardaki artışın dikkate alındığı riske dayalı bir yaklaşım kullanılmaktadır [4, NL 2012].

Organik çözücüler kullanılan tesisler ve faaliyetler için bir kütle akış eşik değeri de EED'nin Ek VII, Bölüm 6'sında tanımlanmıştır: Azaltma ekipmanlarının bağlı olduğu ve son boşaltma noktasında ortalama 10 kg/saatten fazla TOK yayan kanallarda sürekli izleme kullanılması gerekmektedir [24, EU 2010].

MET-REF'lerde izlemeye ilişkin METsonuçlarına ilişkin kararlar, ilgili endüstriyel sektör(ler)deki uygulamalara ve sağlanan bilgilere dayanmaktadır. Yukarıda belirtilen hususlar ve örnekler, sürekli veya periyodik olarak izleme yapılmasının daha uygun olup olmadığına karar vermede yardımcı olabilir.

4.3.2 Sürekli ölçümler

4.3.2.1 Genel EN standartları

Tablo 4.3'te hava emisyonlarının sürekli ölçümleriyle ilgili genel EN standartları verilmiştir. Bunlardan biri aynı zamanda ortam havası ölçümleriyle de ilgilidir.

EN standartlarının ve diğer standartlaştırılmış yöntemlerin genel kullanımı için Bölüm 3.4.3'e bakınız.

Tablo 4.3: Hava emisyonlarının sürekli ölçümleriyle ilgili genel EN standartları

Standart	Başlık
EN ISO 9169:2006	Hava kalitesi - Bir otomatik ölçüm sisteminin performans özelliklerinin tanımlanması ve belirlenmesi (ISO 9169:2006)
EN 14181:2014	Sabit kaynak emisyonları - Otomatik ölçüm sistemlerinin kalite güvencesi
EN 15259:2007	Hava kalitesi - Sabit kaynak emisyonlarının ölçümü - Ölçüm bölümleri ve alanlarına ve ölçüm amacı, planı ve raporuna ilişkin gereklilikler
EN 15267-1:2009	Hava kalitesi - Otomatik ölçüm sistemlerinin sertifikasyonu - Bölüm 1: Genel ilkeler
EN 15267-2:2009	Hava kalitesi - Otomatik ölçüm sistemlerinin sertifikasyonu - Bölüm 2: OÖS üreticisinin kalite yönetim sisteminin ilk değerlendirmesi ve üretim sürecine ilişkin sertifikasyon sonrası gözetim
EN 15267-3:2007	Hava kalitesi - Otomatik ölçüm sistemlerinin sertifikasyonu - Bölüm 3: Sabit kaynak emisyonlarının izlenmesi için kullanılan otomatik ölçüm sistemlerine ilişkin performans kriterleri ve test prosedürleri

EN ISO 9169:2006'da, ortam hava ve baca emisyon ölçümleri için kullanılan OÖS'nin performans özelliklerini belirlemeye yönelik yöntemler belirtilmekte ve tanımlar verilmektedir. Testler, istikrarlı laboratuvar koşulları veya saha koşulları altında gerçekleştirilir. Standart, uygulama aralığında, ölçülen büyüklük için belirsizliğin bilindiği kabul edilmiş değerlere sahip birkaç referans malzemenin uygulanmasının mümkün olduğu ölçüm sistemleri için geçerlidir [267, CEN 2006].

EN 14181:2014'te, işletimdeki OÖS'ye ilişkin kalite güvence prosedürleri, yani kalite güvence seviyesi 2'yi (QAL2) temsil eden kalibrasyon ve doğrulama, QAL3'ü temsil eden işletim sırasında devamlı kalite güvencesi ve yıllık gözetim testi (YGT) tanımlanmaktadır (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2) [36, CEN 2014]. Bu standartla bağlantılı olarak, toz [62, CEN 2017], cıva [232, CEN 2005] ve metan [233, CEN 2010] gibi bazı kirleticiler/parametreler ve ayrıca hız ve hacimsel debi için daha spesifik EN standartları mevcuttur [234, CEN 2013].

EN 15259:2007 temel olarak periyodik emisyon ölçümleri için geçerlidir, ancak bu standartta aynı zamanda OÖS için mevcut en iyi numune alma noktasını bulmaya yönelik bir prosedür belirtilmektedir (bkz. Bölüm 4.3.2.3) [45, CEN 2007].

EN 15267, Bölüm 1, 2 ve 3'te kalite güvence seviyesi 1'i (QAL1) oluşturan ve uygunluk değerlendirmesi olarak da anılan OÖS sertifikasyonu açıklanmaktadır. Sertifikasyon prosedürü, OÖS emisyon kaynağına kurulmadan önce gerçekleştirilir (bkz. Bölüm 4.3.2.2.1) [64, CEN 2009] [65, CEN 2009] [66, CEN 2007].

2017 yılında, Teknik Komite CEN/TC 264 'Hava kalitesi' çalışma grubu, sabit kaynakların emisyonlarını izlemek için kullanılan OÖS'den veri toplama ve işleme sistemleri (VTİS) tarafından alınan verilerin kalite güvencesine dair bir dizi yeni EN standardı üzerinde çalışıyordu. Bu EN serisinde, verilerin işlenmesi ve raporlanması (Bölüm 1), VTİS (Bölüm 2) ve VTİS performans testleri ve sertifikasyonuna (Bölüm 3) ilişkin gerekliliklerin belirtilmesi beklenmektedir [78, CEN 2017].

4.3.2.2 Kalite güvencesi

4.3.2.2.1 Sertifikasyon

QAL1, sahada kurulumdan **önce** bir OÖS'nin kullanım amacına uygun olduğunu göstermek için EN 15267, Bölüm 1, 2 ve 3'te tanımlanan ve EN 14181:2014'te atıfta bulunulan bir prosedürdür [36, CEN 2014]:

- EN 15267-1:2009'da, sertifikasyonun ortak prosedürleri ve gereklilikleri de dahil olmak üzere genel ilkeleri belirtilmektedir [64, CEN 2009].
- EN 15267-2:2009'da, üreticinin kalite yönetim sistemine, üreticinin üretim kontrolünün ilk değerlendirmesine ve daha sonra yapılan tasarım değişikliklerinin onaylı bir OÖS'nin performansı üzerindeki etkisinin sürekli olarak gözlemlenmesine ilişkin gereklilikler belirtilmektedir [65, CEN 2009].
- EN 15267-3:2007'de, OÖS'ye ilişkin performans kriterleri ve test prosedürleri belirtilmektedir [66, CEN 2007].

QAL1 uygunluk testi, bir laboratuvar ve saha testi aşamasına bölünmüş karmaşık bir prosedürdür [28, DE UBA 2008], [66, CEN 2007]. Ölçüm cihazlarının üreticileri normalde sertifikayı almak amacıyla uygunluk testlerini gerçekleştirmeleri için üçüncü tarafları görevlendirir. 2017 yılında, Avrupa'daki uygunluk testleri aşağıdaki kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmiş veya koordine edilmiştir:

- İngiltere Çevre Ajansının İzleme Sertifikasyon Planı (MCERTS);
- TÜV Rhineland ve Alman Federal Çevre Ajansı (UBA).

Uygunluk testleri, OÖS'nin onaylandığı bir **sertifikasyon aralığını** içerir. Sertifikasyon aralığı, OÖS'nin kullanılacağı proseslerin ilgili AB direktiflerinde verilen ESD'lerle ilgilidir. Örneğin, EN 15267-3:2007'de sertifikasyon aralığının atık yakma tesisleri için günlük ESD'nin 1,5 katından ve büyük yakma tesisleri için günlük ESD'nin 2,5 katından fazla olmaması gerektiği belirtilmektedir [66, CEN 2007], [67, MCERTS 2015]. Bir ESD değiştiğinde, mevcut bir OÖS, sertifikasyon aralığı için gereklilikleri artık karşılamıyor olabilir. Bu genellikle, OÖS'nin hala amaca uygun olup olmadığını belirlemek için bir değerlendirme yapılmasını gerektirir.

Onaylı bir OÖS, EED, Ek V ve VI'da verilen gerekliliklere göre maksimum genişletilmiş belirsizlik de dahil olmak üzere çeşitli performans standartlarını karşılar. EN 15267-3:2007'de, EN 14181:2014'ün QAL2 ve QAL3 seviyelerini başarılı bir şekilde geçmek için OÖS'nin kurulduğu tesisin belirsizlik katkısına ilişkin olarak yeterli bir marjın dikkate alınması için toplam belirsizliğin izin verilen maksimum belirsizliğin en az %25 altında olması öngörülmektedir (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2). Standartta ayrıca, laboratuvar testlerinde belirlenen toz ve oksijen dışındaki gaz halindeki bileşikler için miktar tayini sınırlarının, sertifikasyon aralığının üst sınırının en fazla %8'i olması da öngörülmektedir [66, CEN 2007].

Daha eski OÖS (örneğin 2007'den önce) EN 15267 kriterlerini karşılayamayabilir [256, CONCAWE 2013].

Hava emisyonlarının ölçümü için, Ek A.1, Tablo 7.2'de listelenen kirleticiler ve çevresel parametrelere yönelik onaylı OÖS mevcuttur.

Sürekli olarak ölçülen emisyon verilerinin saklanması ve daha fazla işlenmesi gerekir. Bu amaçla, tercihen, uzaktaki bir merkezi işlem birimi ile iletişim kurabilen otomatik veri kaydediciler gibi çeşitli sistemler kullanılır. Ayrıca Tablo 7.2'de bulunmayan onaylı dijital veri aktarım ve değerlendirme sistemleri de mevcuttur [129, DE UBA ve TÜV 2018], [138, MCERTS 2018].

Sürekli toz tutma tesisi monitörlerinin sertifikasyonu için EN 15859:2010'da performans kriterleri ve test prosedürleri sunulmaktadır. Bu standardın kapsamında iki tür toz tutma tesisi monitörü yer almaktadır [63, CEN 2010]:

- kütle yoğunluğu birimleriyle (örneğin mg/m^3) kalibre edilebilir ve toz tutma ve kontrol amaçları için kullanılabilir olan bir filtre toz monitörü;
- emisyon seviyesinde bir değişikliği veya temizleme prosesinde oluşan toz atımlarının büyüklüğündeki bir değişikliği gösteren bir filtre sızıntı monitörü.

EN 15859:2010'a göre onaylanmış sürekli toz ölçümleri, bu toz monitörleri tarafından yapılan ölçümler EN 14181:2014'ün tüm gerekliliklerini yerine getirmese bile, toz tutma tesislerinin yalnızca nitel izlemesinin gerekli olduğu durumlarda daha pahalı nicel OÖS'ye alternatif olarak kullanılabilir.

Yukarıda belirtildiği gibi bir filtre sızıntı monitörünün çıkış sinyali, gösterge niteliğinde bir vekil parametre olarak kullanılabilir (bkz. Bölüm 4.4.1.1).

4.3.2.2 İşletimde kalite güvencesi

EN 14181:2014'te, kalite güvence seviyeleri QAL2 ve QAL3'e ilişkin prosedürlerin yanı sıra işletimdeki OÖS için yıllık gözetim testi (YGT) açıklanmaktadır [36, CEN 2014].

EN 14181:2014'te tanımlandığı şekilde **QAL2**, doğrudan ilgili yetkili makam tarafından akredite edilmiş (bkz. Bölüm 3.4.1 ve 3.4.2) veya onaylanmış test laboratuvarlarıyla çalışılmasını içerir. QAL2 testleri, OÖS kurulduktan **sonra** gerçekleştirilir. OÖS ve standart referans yöntem (SRY) ile paralel olarak gerçekleştirilen bir dizi gerçek emisyon ölçümünün sonuçlarından bir kalibrasyon fonksiyonu oluşturulur. OÖS ile elde edilen ölçülen değerlerin değişkenliği daha sonra izin verilen maksimum ölçüm belirsizliğine göre değerlendirilir [36, CEN 2014].

SRY'ler belirli EN standartlarında tanımlanmıştır (bkz. Ek A.1, Tablo 7.2). EN 14793:2017'ye uygun olarak eş değeri gösterildiği durumlarda alternatif bir yöntem (AY) kullanılabilir [27, CEN 2017].

QAL2 prosedürünün periyodik olarak en az beş yılda bir tekrarlanması gerekir. Mevzuata veya yetkili makama göre veya OÖS'de ya da proses/işletim koşullarında büyük değişiklikler yapıldıktan sonra daha sık tekrarlanması yapılması gerekli olabilir. QAL2, normal çalışma koşulları altında OÖS ve SRY (veya AY) ile yapılan en az 15 paralel ölçümü içerir. EN 14181:2014'te, atık gaz matrisini yeterince tekrarlamadıklarından, kalibrasyon fonksiyonunu elde etmek için tek başına referans malzemelerin kullanımına izin verilmemektedir. Ölçümler, dört haftalık bir süre içinde gerçekleştirilir ve hem en az üç güne hem de ölçüm günlerinin her birine eşit şekilde yayılır. Genel olarak, kalibrasyon sırasındaki konsantrasyonlar, tesisin normal çalışma koşulları dahilinde olabildiğince değişmelidir. Normal çalışma koşulları, farklı çalışma biçimlerinden oluşuyorsa (örneğin, farklı yakıtların kullanılması, farklı ürünlerin imalatı), ek kalibrasyon ihtiyacının kontrol edilmesi gerekir [36, CEN 2014].

QAL2 prosedürü gerçek emisyon ölçümlerine dayandığından, ortaya çıkan **kalibrasyon aralığı** sertifikasyon aralığından farklıdır (örneğin, daha düşük veya daha yüksek olabilir). EN 14181:2014, geçerli kalibrasyon aralığının kalibrasyon sırasında elde edilen en yüksek ölçülen değerin üzerinde ne ölçüde genişletilebileceğini belirten hükümler içerir. **Ölçüm aralığı**, OÖS'nin kullanım sırasında çalışmak üzere ayarlandığı aralıktır. Ulusal yetkili makamlar genellikle ölçüm aralığının maksimum kısa vadeli ESD'yi kapsamamasını ister. Ölçüm aralığı, sertifikasyon aralığından farklı olabilir (örneğin, daha düşük veya daha yüksek olabilir). Geçerli kalibrasyon aralığı dışındaki ölçümler için EN 14181:2014'te, kalibrasyon eğrisinin dış değer tahminiyle (ekstrapolasyon) oluşturulması öngörülmektedir.

Tesis kalibrasyon aralığının dışında emisyon yayarken ESD'de OÖS'nin performansına daha fazla güven duyulması gerekiyorsa, doğrusal dış değer tahmininin uygunluğunu doğrulamak için kalibrasyon sırasında referans malzemeler kullanılmalıdır [36, CEN 2014]. Emisyon seviyeleri miktar tayini sınırına yakın olduğunda, bir OÖS'nin kalibrasyonu genellikle zordur. 2016'da INERIS, veri noktası bulutlarının zayıf regresyon katsayılarına ve hatta negatif eğimlere sahip kalibrasyon çizgileriyle sonuçlandığı durumlar bildirmiştir [265, INERIS 2016]. Tesisin çalışma koşullarını değiştirme imkanları genellikle sınırlı olduğundan, EN 14181:2014'te, paralel ölçüm sonuçlarında sınırlı farklılıklar varsa ve ölçülen konsantrasyonlar ESD'nin çok altındaysa referans malzemeleri kullanma imkanı sunulmaktadır [36, CEN 2014]. Ancak, toz ölçümleri için bu tür referans malzemeler mevcut değildir [265, INERIS 2016]. Bu tür durumlarda nasıl ilerleneceğine ilişkin seçenekler İngiltere Çevre Ajansının bir Teknik Kılavuz Notunda açıklanmıştır [67, MCERTS 2015].

14181:2014'te tanımlandığı şekilde **QAL3**, normal çalışması sırasında OÖS'nin gereken kalitesini korumak ve göstermek için sıkı bir kalite güvence prosedürünü açıklar. QAL3 prosedürünün uygulanması ve performansı, tesis işletmecisinin sorumluluğundadır. QAL1 ve QAL2'nin aksine, QAL3, prosedürleri gerçekleştirmek için akredite veya onaylı bir laboratuvar gerektirmez. QAL3 prosedürünün amacı, QAL2 prosedürü sırasında OÖS'nin kurulumu ve kalibrasyonu ile karşılaştırıldığında aynı operasyonel durumda tutulmasını sağlamaktır. Bu, sertifikasyon (yani QAL1) sırasında belirlenen sapma ve hassasiyetin kontrol altında kaldığı doğrulanarak sağlanır [36, CEN 2014].

QAL3 prosedürü, bilinen miktar ve kalitede referans malzemeler kullanarak sıfır ve aralık noktalarında düzenli ve ideal olarak sık ölçümler yapılmasını gerektirir. Sıfır ve aralık okumalarının zaman içindeki değerlerinin gösterildiği kontrol grafikleri kullanılır. Kontrol grafiğinin türüne bağlı olarak, OÖS'nin sapması ve hassasiyeti birlikte veya ayrı ayrı belirlenir. Bu, ne zaman bir ayarlama veya bakımın gerekli olduğunun belirlenmesine olanak tanır (örneğin, üretici tarafından) [36, CEN 2014].

QAL3 prosedürünün gerekli sıklığı, genellikle sekiz gün ile bir ay arasında olmak üzere sertifikasyon (yani QAL1) sırasında tanımlanan bakım aralığı süresi içinde en az bir kezdir. Aralık ölçümleri, zaman alıcı olabileceğinden, bazı OÖS'ler kanıtlanmış uzun vadeli istikrar ve izleme için daha yüksek kullanılabilirlik avantajları sunan çok daha uzun bakım aralıklarına (örneğin üç ila altı ay) sahiptir [36, CEN 2014].

YGT (yıllık gözetim testi), doğrudan ilgili yetkili makam tarafından akredite edilmiş (bkz. Bölüm 3.4.1 ve 3.4.2) veya onaylanmış test laboratuvarlarıyla çalışılmasını içerir. (i) OÖS'nin doğru çalıştığını ve performansının geçerliliğini koruduğunu ve (ii) kalibrasyon parametrelerinin önceden belirlendiği (QAL2 sırasında) gibi kaldığını değerlendirmek amacıyla OÖS'yi test etmek için gerçekleştirilen yıllık bir prosedürdür. Genel olarak, bir YGT, bir işlev testinden ve OÖS ile SGY (veya AY) arasında en az beş paralel ölçümden oluşur. Ölçülen veriler, OÖS'nin değişkenlik ve kalibrasyon fonksiyonunun test edilmesinde kullanılır [36, CEN 2014].

4.3.2.3 Ölçüm/numune alma yeri, bölümü, düzlemi ve noktası

Aşağıdaki terimler sıklıkla kullanılmaktadır [45, CEN 2007], [102, MCERTS 2016]:

- **Ölçüm/numune alma sahası (ayrıca ölçüm/numune alma yeri olarak da anılır):** Ölçüm düzlemi alanında ölçümlerin veya numune alımının gerçekleştirildiği atık gaz kanalındaki yer. Yapılardan ve teknik ekipmanlardan oluşur; örneğin çalışma platformları, ölçüm portları ve enerji kaynağı.
- **Ölçüm/numune alma bölümü:** Ölçüm düzlemlerini ve giriş ve çıkış bölümlerini içeren atık gaz kanalı bölgesi.
- **Ölçüm/numune alma düzlemi:** Numune alma konumunda kanalın merkez çizgisine normal olan (tanjantına dik olan) düzlem.
- **Ölçüm/numune alma noktası:** Ölçüm verilerinin doğrudan elde edildiği veya akıştan numune alınan atık gaz kanalının ölçüm düzlemindeki konumu.

EN 14181:2014'te, bir OÖS'nin çalışma platformunun kolay erişilebilir, temiz, iyi havalandırılmış, iyi aydınlatılmış ve EN 15259:2007'ye uygun olması öngörülmektedir. Çalışma platformu açık hava koşullarına maruz kalıyorsa personel ve ekipmanlar için uygun korumanın sağlanması gerekir [36, CEN 2014]. EN 15259:2007'ye göre, çalışma platformu yeterli bir yük taşıma kapasitesine sahip olmalı ve OÖS'yi idare etmek için yeterli çalışma alanı (genişlik ve yükseklik) sağlamalıdır [45, CEN 2007].

Sürekli ölçümler genellikle tek bir noktada veya tek bir görüş hattı boyunca yapılan ölçüm/numune alımı ile sınırlıdır. EN 15259:2007'de, bu ölçüm/numune alma noktalarının, emisyonun **temsil gücü yüksek** bir ölçümüne/numune alımına imkan veren bir konumda bulunması öngörülmektedir. Bu amaçla standartta, kareajlı ölçümlere dayalı olarak mevcut en iyi ölçüm/numune alma noktasını belirlemek için bir prosedür sunulmaktadır (ayrıca bkz. Bölüm 4.3.3.6) [45, CEN 2007].

4.3.2.4 Analiz

4.3.2.4.1 Numunenin çıkartıldığı ve çıkartılmadığı OÖS

Genel olarak, emisyonların sürekli ölçümü için iki farklı tür OÖS mevcuttur: Numunenin çıkartıldığı ve çıkartılmadığı OÖS. Tablo 7.2'de listelenen parametrelerin çoğu için her iki tip OÖS de mevcuttur.

Numunenin çıkartıldığı bir OÖS'de, bir numune alma sistemi ile ana gaz akışından bir gaz numunesi alınır ve numune alma noktasından fiziksel olarak ayrı bir yerde olan ölçüm cihazına gönderilir (Şekil 4.1). Bu, uygun numune alma ekipmanlarının kullanılmasını gerektirir, ancak gerekirse numune alınan gaz akışının özel bir işleme tabi tutulmasına olanak tanır. Genel olarak, kısa yanıt sürelerini mümkün kılmak ve olası numune kayıplarını önlemek için numune alma yolu olabildiğince kısa tutulmalıdır. Ölçüm cihazının tüm gaz numunesi alma hatları ve bileşenleri, bir yandan korozyonu önlemek ve diğer yandan bu malzemeler ile ölçülen bileşen arasındaki reaksiyonları önlemek için uygun malzemeden yapılmıştır. Numune gaz soğutucusuna kadar (yoğuşma sıvısının ayrılması için kullanılıyorsa) sondalar, filtreler ve numune gaz boruları, çiy noktası sıcaklığının üzerine çıkacak kadar ısıtılır [28, DE UBA 2008].



Kaynak: [253, INERCO 2012]

Şekil 4.1: Numunenin çıkartıldığı bir numune alma cihazı örneği

Numunenin çıkartılmadığı bir OÖS'de, ölçüm cihazı, gaz akışındaki veya bir kısmındaki bacaya kurulur (yerinde ölçüm). Dolayısıyla, numunenin çıkartıldığı bir numune alımı gerekli değildir. Prensip olarak, numunenin çıkartılmadığı bir OÖS'de, genellikle numune üzerinde hiç işlem yapılmadığından veya çok az işlem yapıldığından, numunenin çıkartıldığı OÖS'dekine kıyasla diğer atık gaz bileşenlerinden kaynaklanan karışımlar daha az görülür. Örneğin, atık gaz akımındaki yüksek nem, numunenin çıkartıldığı bir OÖS'nin kullanılmasını gerektirebilir. Ölçümler ıslak koşullarda ve baca içindeki çalışma sıcaklığında gerçekleştirildiğinden, bunun veri işlemede dikkate alınması gerekir.

4.3.2.4.2 Onaylı OÖS yöntemleri

En yaygın hava kirleticileri için onaylı OÖS yöntemleri Tablo 4.4'te özetlenmiştir. Daha detaylı bilgi Ek A.1, Tablo 7.2'de bulunabilir.

Tablo 4.4: En yaygın hava kirleticileri için onaylı OÖS yöntemleri

Kirletici	İzleme yöntemleri	Açıklamalar
Amonyak (NH ₃)	FTIR, GFC'li NDIR, TDL	ISO 17179:2016'da, amonyak için otomatik ölçüm sistemlerinin (OÖS) temel yapısı ve en önemli performans özellikleri belirtilmektedir [262, ISO 2016].
Karbonmonoksit (CO)	FTIR, NDIR	—
Toz	Işık zayıflaması veya saçılması, triboelektrik etki (yani toz partiküllerinin neden olduğu sonda elektrikleşmesi)	EN 13284-2:2017'de, toz için OÖS ile ilgili belirli kalite güvence gereklilikleri tanımlanmaktadır [62, CEN 2017]. 2017'de, partikül boyutu dağılımlarının sürekli ölçümü için onaylı bir OÖS mevcut değildi.
Hidrojen klorür (HCl)	FTIR, GFC'li NDIR, TDL	2012 yılında Avrupa Komisyonu, CEN'ye, özel kalite güvence gereklilikleri dahil olmak üzere otomatik bir yöntemle gaz halindeki hidrojen klorürün ölçümü için yeni bir Avrupa standardı hazırlama yetkisi verdi [250, COM 2012].
Hidrojen florür (HF)	FTIR, TDL	—
Metan (CH ₄)	FID, FTIR, NDIR	EN ISO 25140:2010'da, metan ölçümüne yönelik OÖS ile ilgili prensipler, temel performans kriterleri ve özel kalite güvence gereklilikleri tanımlanmaktadır [233, CEN 2010].
Cıva (Hg)	AAS, DOAS	EN 14884:2000'de, toplam gaz halindeki cıva ölçümlerine yönelik OÖS ile ilgili özel kalite güvence gereklilikleri tanımlanmaktadır [232, CEN 2005]. Sürekli cıva ölçümleri hakkında daha ayrıntılı bilgi için bkz. Bölüm 4.3.2.4.3.
Metaller ve bileşikler	—	Onaylı OÖS yalnızca cıva (Hg) ölçümü için mevcuttur.
Azot oksitler (NO _x)	Kimyasal ışılda, FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	NO ve NO ₂ 'yi ayrı ayrı ölçmeye yönelik OÖS de mevcuttur.
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler)	—	2017'de hiçbir onaylı OÖS mevcut değildi.
PKDD'ler/PKDF'ler ve dioksin benzeri PKB'ler	—	2017 yılında, onaylı sistemler yalnızca sürekli izokinetik numune alımı için mevcuttur.
Sülfür dioksit (SO ₂)	FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	—
Sülfür oksitler (SO _x)	—	2017'de hiçbir onaylı OÖS mevcut değildi. Tipik seçeneklerden biri, SO ₂ konsantrasyonlarını sürekli ölçmek ve kükürt trioksit ve sülfürik asit aerosollerin katkısını dikkate alan bir düzeltme katsayısını uygulamaktır. Düzeltme katsayısı, örneğin sürekli ölçüm cihazı kalibre edilirken SO _x 'nin periyodik ölçümleriyle belirlenebilir.
Toplam uçucu organik karbon (TUOK)	FID	PID'ler, yanıt faktörlerinin yüksek değişkenliği ve numune koşullandırma ile ilgili zorluklar nedeniyle sürekli ölçümler için kullanılmamaktadır [231, MCERTS 2016].

Not: AAS = atomik absorpsiyon spektrometresi; DOAS = diferansiyel optik absorpsiyon spektroskopisi; FID = alev iyonizasyon tespiti; FTIR = Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi; GFC = gaz filtresi korelasyonu; NDIR = saçılımsız kızılötesi spektrometresi; NDUV = saçılımsız UV spektrometresi; PID = foto iyonizasyon dedektörü; TDL = ayarlanabilir diyot lazer absorpsiyon spektrometresi.

Kaynak: [104, MCERTS 2018], [129, DE UBA ve TÜV 2018]

4.3.2.4.3 Sürekli cıva ölçümleri

Toplam gaz halindeki cıvanın sürekli ölçümleri, numunenin çıkartıldığı gaz numunesi alımı, filtreleme, dönüştürme, muhtemelen birleştirme ve ölçüme (örneğin atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS) veya atomik floresans spektrometresi (AFS)) dayanmaktadır. AAS ve AFS ile yalnızca metalik cıva tespit edildiğinden, numune gaz koşullandırması özel bir rol oynar. Bu yüzden, başta cıva klorürler ($\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{HgCl}_2$) olmak üzere diğer uçucu cıva bileşikler analizden önce metalik cıvaya indirgenir. Bu, ıslak kimyasal indirgeme (örneğin kalay klorür çözeltisiyle) ya da dönüştürücülerle düşük ($\sim 250^\circ\text{C}$) veya yüksek ($\sim 700^\circ\text{C}$) sıcaklıklarda gerçekleştirilen kuru indirgeme ile sağlanır. Herhangi bir partiküle bağlı cıva sonuca dahil edilmemiştir [198, Boneß ve Greiter 2011], [199, UNEP 2015], [220, Laudal 2015].

Atık gazlardaki cıva ölçümlerinin daha gelişmiş bir numune şartlandırma işlemi gerektirdiği ve $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ile $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ konsantrasyon aralıklarında yapılmasının gerekebileceği göz önüne alındığında, bir OÖS ile ilgili gereklilikler nispeten yüksektir [198, Boneß ve Greiter 2011].

4.3.2.5 Referans/Standart koşullar

4.3.2.5.1 Genel bakış

EED Madde 3 (13)'de tanımlandığı şekilde MET-İES'lerde, belirtilen referans koşullarına atıfta bulunulur, ancak EED'de referans koşullar teriminin bir tanımı verilmemiştir [24, EU 2010]. EN 14181:2014'te, standart koşullar, ESD'lere uygunluğu doğrulamak için ölçülen değerlerin standartlaştırılması gereken koşullar olarak tanımlanmaktadır [36, CEN 2014].

EED ve MET-REF'ler bağlamında, referans koşullar ve standart koşullar terimleri genellikle aynı anlamda kullanılır ve bu nedenle birbirlerinin yerine kullanılabilir. Bu genellikle, ölçülen emisyon konsantrasyonlarının, su buharı içeriği düşüldükten sonra (dolayısıyla kuru gaza atıfta bulunulur) $273,15 \text{ K}$ sıcaklığa ve $101,3 \text{ kPa}$ basınca dönüştürüldüğü anlamına gelir. Çoğu durumda, standart koşullar ayrıca bir referans oksijen seviyesi içerir (örneğin yanma veya yakma proseslerinden kaynaklanan baca gazları için).

EED ile ilgili olmayan bağlamlarda, referans/standart koşullar terimlerinin diğer tanımları geçerli olabilir. Örneğin, IUPAC tarafından tanımlanan standart koşullarda yalnızca sıcaklık ($273,15 \text{ K}$) ve basınç (100 kPa) ele alınır [275, IUPAC 2017].

Hava emisyonlarının seviyelerini karşılaştırmak için genellikle bunları standart koşullara dönüştürmek gerekir. Çoğu durumda bu, sıcaklık, basınç ve su buharı içeriği için düzeltme yapılmasını içerir.

Oksijen içeriği için yapılacak düzeltme genellikle yanma havasının neden olduğu atık gazın seyrelmesini hesaba katmak için yanma ve yakma proseslerinde yapılır. Referans oksijen seviyeleri bir prosten/sektörden diğerine farklılık gösterir. Öte yandan, yanma dışı proseslerden kaynaklanan atık gazlardaki emisyon seviyeleri genellikle bir referans oksijen seviyesine göre düzeltilmez. Bunun örnekleri arasında, Klor-Alkali Üretimine ilişkin MET-Ref'te (CAK MET-REF) klor ve klor dioksit emisyonlarına [140, COM 2014], Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine ilişkin MET-Ref'de (CLM MET-RefMET-REF) fırın dışı faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlara [183, COM 2013], Cam Üretimine ilişkin MET-REF'de (GLS MET-REF) ergitme dışı faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlara [182, COM 2013] ve Ahşap Esaslı Panellerin Üretimine ilişkin MET-Ref'de(WBP MET-REF) yonga levha ve yönlendirilmiş yonga levha kurutucular dışındaki kaynakların emisyonlarına [195, COM 2016] ilişkin MET-İES'ler yer alır.

Oksijensiz atık gaz akışları üzerinde işlem yapan termal oksitleyicilerin emisyon seviyeleri, bir referans oksijen seviyesi ile makul bir şekilde ilişkili olabilse de, bu uygulama normalde yüksek oksijenli veya hava açısından zengin akışlar bağlamında anlamlı değildir.

İkinci durumda, güvenilir kirletici imhası için minimum bir tepkime sıcaklığı sağlamak üzere eklenen ilave yakıt miktarı çok azdır. Atık gaz ön ısıtma seviyesine bağlı olarak bu, yüksek bir referans oksijen seviyesi ayarlanırsa bile (örneğin hacmen %11), büyük düzeltme katsayılarının (örneğin >10) uygulanmasını gerektirecek kadar yüksek artık oksijen seviyelerine yol açacaktır [276, VDI 2014].

Çeşitli belgelerde, ölçülen kütle konsantrasyonunu ve ölçülen baca gazı hacmini standart koşullara dönüştürmek için gerekli hesaplamalar hakkında bilgi sunulmaktadır [30, NL InfoMil 2012], [34, MCERTS 2017], [45, CEN 2007]. Referans oksijen seviyesinde emisyon konsantrasyonunu hesaplama denklemi EED'de ve birçok MEİT sonucunda verilmiştir [24, EU 2010]:

$$\text{Denklem 4.1: } E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

Burada, E_R = referans oksijen seviyesinde (O_R) emisyon konsantrasyonu;
 O_R = referans oksijen seviyesi (hacmen %);
 E_M = ölçülen emisyon konsantrasyonu;
 O_M = ölçülen oksijen seviyesi (hacmen %).

Denklem, ölçülen oksijen seviyesi (O_M) referans oksijen seviyesinden (E_R) daha yüksekse, ölçülen oksijen seviyesindeki hataların referans oksijen seviyesinde ortaya çıkan emisyon konsantrasyonu üzerinde daha yüksek bir etkiye sahip olacağını ima eder.

Emisyon oranları hesaplanırken (örneğin kg/saat cinsinden), kütle konsantrasyonu (örneğin mg/m³ cinsinden) ve hacimsel debinin (örneğin m³/s cinsinden) aynı koşullarda ifade edilmesi şartıyla farklı sıcaklık, basınç, oksijen ve su buharı seviyeleri, hesaplanan sonucu etkilemez. Dolayısıyla, emisyon oranlarının hesaplanması için standart koşullara dönüştürme yapmaya gerek yoktur [34, MCERTS 2017], [45, CEN 2007].

4.3.2.5.2 Sürekli ölçümlere ilişkin özel hususlar

Yukarıda Bölüm 4.3.2.5.1'de belirtildiği gibi, bir kirletici maddenin sürekli ölçümü genellikle, referans miktarlar olarak da adlandırılan sıcaklık, basınç, oksijen seviyesi ve su buharı içeriği gibi çevresel parametrelerin eş zamanlı olarak sürekli ölçülmesini gerektirir (örneğin bkz. EED Ek V ve VI [24, EU 2010]). EN 14181:2014'te, çevresel bir OÖS, ölçülen OÖS değerini standart koşullara dönüştürmek için gereken verileri toplamak amacıyla kullanılan bir OÖS olarak tanımlanmaktadır. Çevresel OÖS'nin ölçüm belirsizliği, OÖS ile ölçülen kirletici maddenin ölçüm belirsizliğine katkıda bulunur [36, CEN 2014].

4.3.2.6 Veri işleme

Bir OÖS, kısa vadeli veriler sağlar. Yanıt süresi, NH₃, HCl ve HF (bunlarda yanıt süresi 400 saniye gibi yüksek bir değer olabilir) hariç, partikül madde ve gaz halindeki bileşikler için yaklaşık 5 saniye ile maksimum 200 saniye arasında değişir [66, CEN 2007]. EN 14181:2014'te, yanıt süresi, OÖS'de ölçülen bir girdi miktarının değerindeki ani bir değişimin gerçekleştiği an ile çıktı miktarı değerinin güvenilir bir şekilde girdi miktarının doğru değerinin %90'ının üzerinde tutulduğu zaman arasındaki zaman aralığı olarak tanımlanmaktadır [36, CEN 2014].

Ortalama süreler, ruhsat gerekliliklerine bağlı olarak genellikle 10 ila 60 dakika arasında değişir. En yaygın olarak, yarım saatlik veya saatlik ortalamalar hesaplanır. Aynı şekilde, çevresel ölçümlerden (örneğin oksijen, su buharı) alınan verilerin ortalaması alınır ve kirletici konsantrasyonlarının yarım saatlik veya saatlik ortalamaları ilgili gelen standart koşullara dönüştürülür (bkz. Bölüm 4.3.2.5).

Bazı durumlarda, doğrulanmış ortalamalar elde etmek için ölçüm belirsizliği standartlaştırılmış yarım saatlik veya saatlik sonuçlardan çıkarılır. Negatif doğrulanmış ortalamalar genellikle sıfıra eşit olarak kabul edilir (bkz. Bölüm 3.4.4.3). Bu doğrulanmış ortalamalara dayalı olarak, günlük, aylık veya yıllık ortalamalar gibi diğer ortalamalar hesaplanabilir ve daha sonra değerlendirmelerde kullanılabilir.

4.3.2.7 Raporlama

Ölçüm raporu genellikle şunları içerir:

- EN 14181:2014'te açıklandığı gibi OÖS'nin kalibrasyon (QAL2 raporu) ve yıllık gözetim testinin (YGT raporu) sonuçları (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2) [36, CEN 2014];
- Referans koşullar (sıcaklık, oksijen, su buharı, basınç) ve çalışma koşulları dahil olmak üzere ölçüm sonuçları.

İzinde belirlenen özel gerekliliklere bağlı olarak ölçüm sonuçlarının günlük, aylık ve/veya yıllık olarak raporlanması iyi bir uygulamadır. Günlük ve/veya aylık raporlar, yıllık raporun arka plan bilgisi olarak hizmet etmek için yeterli veri içermelidir. Özellikle, günlük/aylık/yıllık emisyonların tam bir değerlendirmesine olanak tanımak için, raporların en azından aşağıdaki verileri içermesi tavsiye edilir:

- Günlük çalışma koşulları ve normal ve normalden farklı çalışma koşulları gösteren saatler ile ilgili veriler;
- Yarım saatlik/saatlik ortalamalar, standartlaştırılmış yarım saatlik/saatlik ortalamalar ve belirli bir günün (veya gerekli diğer herhangi bir ortalama alma periyodu için) doğrulanmış yarım saatlik/saatlik ortalamaları;
- Takvim yılı için yarım saatlik/saatlik, günlük ve/veya aylık ortalamaların sıklık dağılımı;
- Olayın bir açıklaması ile birlikte özel (çalışma) koşullarıyla ilgili ölçüm sonuçlarının beyanı;
- Geçerli kalibrasyon aralığının dışındaki ölçüm sonuçlarının ve kalibrasyon işlevinin geçerliliğiyle ilgili verilerin gösterilmesi;
- OÖS'nin elektrik kesintilerinin tarihi ve süresi;
- OÖS'nin test edildiği ve bakımının yapıldığı tarihler ve bu işlemlerin süresi.

Belirli koşullar altında, ölçüm sonuçları/raporları, örneğin EED Madde 24(3)(b) uyarınca genel erişime açık hale getirilir [24, EU 2010].

4.3.2.8 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için veri toplama sırasında, eksiksiz veri setleri (örneğin, yarım saatlik veya saatlik ortalamaların tümü) genellikle sağlanmamaktadır. Bunun yerine, veri toplama çalışmasında toplanan veriler genellikle ilgili ortalamaları (örneğin günlük, aylık ve/veya yıllık), ölçüm belirsizliğini (bkz. Bölüm 3.4.4.3), minimum ve maksimum değerleri ve varsa 95./97. yüzdilik dilimi ve ayrıca normal ve normalden farklı çalışma koşullarını ayırt etmek için çalışma koşullarına dair açık ve kesin bilgileri içerir.

Veri toplama hakkında daha fazla bilgi ve emisyon verilerine eşlik eden referans bilgiler için bkz. 'MET-REF rehberliği' [39, EU 2012].

4.3.3 Periyodik ölçümler

4.3.3.1 Genel EN standartları

Tablo 4.5'te hava emisyonlarının periyodik ölçümleriyle ilgili genel EN standartları ve teknik şartnamelerden bazıları verilmiştir. Bunlardan bazıları aynı zamanda ortam hava ölçümleriyle de ilgilidir. Hava emisyonlarının ölçülmesine yönelik özel standartlar Ek A.1, Tablo 7.1'de listelenmiştir.

EN standartlarının ve diğer standart yöntemlerin genel kullanımı için Bölüm 3.4.3'e bakınız.

Tablo 4.5: Hava emisyonlarının periyodik ölçümleriyle ilgili genel EN standartları ve teknik şartnameler

Standart	Başlık
EN 14793:2017	Sabit kaynak emisyonları - Alternatif bir yöntemin bir referans yöntemle eş değerliğinin gösterilmesi
EN 15259:2007	Hava kalitesi - Sabit kaynak emisyonlarının ölçümü - Ölçüm bölümleri ve alanlarına ve ölçüm amacı, planı ve raporuna ilişkin gereklilikler
EN 15267-4:2017	Hava kalitesi - Otomatik ölçüm sistemlerinin sertifikasyonu - Bölüm 4: Sabit kaynak emisyonlarının periyodik ölçümü için kullanılan otomatik ölçüm sistemlerine ilişkin performans kriterleri ve test prosedürleri
CEN/TS 15674:2007	Hava kalitesi - Sabit kaynak emisyonlarının ölçümü - Standartlaştırılmış yöntemlerin hazırlanmasına ilişkin kılavuzlar

EN 14793:2017'de, aynı büyüklüğü belirlemek için uygulanan standart bir referans yöntem (SRY) yerine alternatif bir yöntemin (AY) kullanılıp kullanılmayacağını göstermeye yönelik bir doğrulama prosedürü belirtilmektedir. AY'yi değerlendirmek için istatistiksel araçlar ve farklı kriterler sunulmaktadır [27, CEN 2017].

EN 15259:2007, manuel veya otomatik referans yöntemler kullanılan periyodik emisyon ölçümleri için geçerlidir ve emisyonları temsil eden güvenilir ve karşılaştırılabilir sonuçların elde edilmesi hedeflenmektedir. Standartta, ölçüm amacı ve ölçüm planı (bkz. Bölüm 4.3.3.3), ölçüm sahaları, bölümleri, düzlemleri ve noktaları (bkz. Bölüm 4.3.3.5 ve 4.3.3.6), her bir ölçümün sayısı, zamanlaması ve süresi (bkz. Bölüm 4.3.3.7 ve 4.3.3.8) ve ayrıca raporlamaya (bkz. Bölüm 4.3.3.13) ilişkin gereklilikler belirtilmektedir [45, CEN 2007].

EN 15267-4:2017'de, taşınabilir otomatik ölçüm sistemlerine (T-OÖS) ilişkin genel performans kriterleri ve test prosedürleri belirtilmektedir (bkz. Bölüm 4.3.3.2.1) [257, CEN 2017].

CEN/TS 15674:2007'de, sabit kaynakların emisyon ölçümleri için standartlaştırılmış referans yöntemlerin geliştirilmesine ilişkin gereklilikler belirtilmekte ve önerilerde bulunmaktadır [76, CEN 2007].

4.3.3.2 Kalite güvencesi

4.3.3.2.1 Sertifikasyon

2017 yılında, ekipman sertifikasyonu yalnızca taşınabilir otomatik ölçüm sistemleri (T-OÖS) için mevcuttu. EN 15267-4:2017, sabit kaynak emisyonlarının periyodik ölçümleri için kullanılan T-OÖS için geçerlidir. T-OÖS, standart bir referans yöntemde (SRY) veya alternatif bir yöntemde (AY) belirtilen ölçüm tekniklerine dayanır. T-OÖS için performans testleri, EN 15267-3:2007'ye göre sabit OÖS için olan testlere benzer şekilde gerçekleştirilir (bkz. Bölüm 4.3.2.2.1). OÖS sabit ve taşınabilir kullanım için tasarlanmışsa her iki test birleştirilebilir [\[257, CEN 2017\]](#).

4.3.3.2.2 İşletimde kalite güvencesi

İşletimde kalite güvencesi için ilgili standart EN ISO/IEC 17025:2017'dir [\[1, CEN 2017\]](#).

4.3.3.3 Ölçüm amacı ve ölçüm planı

Ölçüm amacı müşteri tarafından tanımlanır ve yapılacak işin kapsamını belirtir. EN 15259:2007'ye göre, ölçüm amacında asgari olarak şunlar belirtilir [\[45, CEN 2007\]](#):

- ölçümün maksadı;
- ölçümlerin tarih ve saatleri;
- ölçümlerin gerçekleştirildiği çalışma koşulları (önceden biliniyorsa normal çalışma koşulları (NÇK) ve/veya normalden farklı çalışma koşulları (NFÇK));
- ölçüm sahası;
- ölçülen büyüklükler (kirleticiler ve referans miktarlar) ve beklenen değerler;
- test laboratuvarının yetkinliği.

Ölçüm amacında, kullanılacak ölçüm yöntemleri ve ölçüm belirsizliğine ilişkin gereklilikler de belirtilebilir [\[45, CEN 2007\]](#).

Test laboratuvarı tarafından hazırlanan ölçüm planında bu hususlar dikkate alınır ve ölçüm amacını gerçekleştirmek için izlenecek prosedür ana hatlarıyla açıklanır. EN 15259:2007'ye göre, ölçüm planında, bazıları ölçüm amacının bir parçasını oluşturan çeşitli konular belirtilir [\[45, CEN 2007\]](#):

- ölçümlerin tarih ve saatleri;
- ölçümlerin gerçekleştirildiği çalışma koşulları (bkz. Bölüm 4.3.3.4);
- ölçüm sahaları ve bölümleri (bkz. Bölüm 4.3.3.5);
- ölçüm noktaları (bkz. Bölüm 4.3.3.6);
- ayrı ölçümlerin sayısı (bkz. Bölüm 4.3.3.7);
- ayrı ölçümlerin zamanlaması ve süresi (bkz. Bölüm 4.3.3.8);
- ölçülen büyüklükler (kirleticiler ve referans miktarlar);
- ölçüm yöntemleri (bkz. Bölüm 4.3.3.10);
- ölçümlerin gerçekleştirilmesi için teknik gözetmen, gerekli personel ve yardımcı personel;
- raporlama (bkz. Bölüm 4.3.3.13).

Ayrıca uygunsa, NÇK ve olası NFÇK dikkate alınarak ölçüm amacının fizibilitesini değerlendirmek de iyi bir uygulamadır. Ölçüm planı, ölçüm amacına bağlı olarak, çalışma koşullarının, yani NÇK veya NFÇK'nin açıkça belirtilmesini ve bu koşulların ölçümler sırasında mevcut olması için önlemlerin alınmasını sağlamalıdır.

4.3.3.4 Çalışma koşulları

Uygunluk değerlendirmesi için, ölçümler genellikle araştırılan çalışma koşullarının en yüksek emisyon durumunda (genellikle NÇK) gerçekleştirilir. En yüksek emisyon durumu, bir kirleticinin maksimum emisyon konsantrasyonuna mutlaka karşılık gelmeyen en yüksek emisyon kütle akışı ile nitelendirilir. İzin koşullarına bağlı olarak, ölçüm amacında konsantrasyonlara veya kütle akışlarına veya her ikisine de atıfta bulunulabilir. En yüksek emisyon durumu genellikle maksimum (izin verilen) tesis çıkışına karşılık gelir. Ancak, ham maddelerin türü ve bileşimi de beklenen emisyonları etkileyebilir. Ayrıca, kirleticilerin her birinin emisyon davranışı koşullara bağlı olarak zıt yönlerde ilerleyebilir (örneğin yanma proseslerinde CO ve NO_x) [45, CEN 2007].

En yüksek emisyon durumu ile ilişkili koşulları belirlemek için, aşağıdakilerden yararlanılması tavsiye edilir [45, CEN 2007]:

- Tesisin işletmecisi ve gerekirse yetkili makamlarla uzman görüşmeleri;
- Tesise ve ölçüm alanlarına saha ziyaretleri;
- Söz konusu tesiste veya benzer tesislerde halihazırda gerçekleştirilmiş olan ölçümlere dayalı olarak tesis tipi ve ilgili emisyon davranışı hakkındaki bilgiler;
- Literatür bilgileri (örneğin emisyon faktörleri).

Bazı durumlarda, teknik kısıtlamalar bir tesisin en yüksek emisyon durumunda (örneğin, şebeke işletmecisi tarafından kombine çevrim santrallerine uygulanan kısıtlamalar nedeniyle) çalışmasına izin vermeyebilir [255, EURELECTRIC 2013].

4.3.3.5 Ölçüm/Numune alma alanı, bölümü ve düzlemi

Ölçüm/numune alma alanları, bölümleri, düzlemleri ve noktalarının tanımları Bölüm 4.3.2.3'te verilmiştir.

EN 15259:2007'ye göre, ölçüm alanları ve bölümleri, atık gazdan temsil gücü yüksek numunelerin alınmasını sağlayacak ve kirletici maddelerin dağılımını ve referans miktarları ölçecek şekilde tasarlanmalıdır. Bunlar aynı zamanda çevresel parametreler olarak da adlandırılır. Ölçüm alanı, örneğin ölçümü gerçekleştiren personelin güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayan bir platform aracılığıyla tipik numune alma ekipmanları için numune alma noktalarına kolay erişim sağlamalıdır [45, CEN 2007].

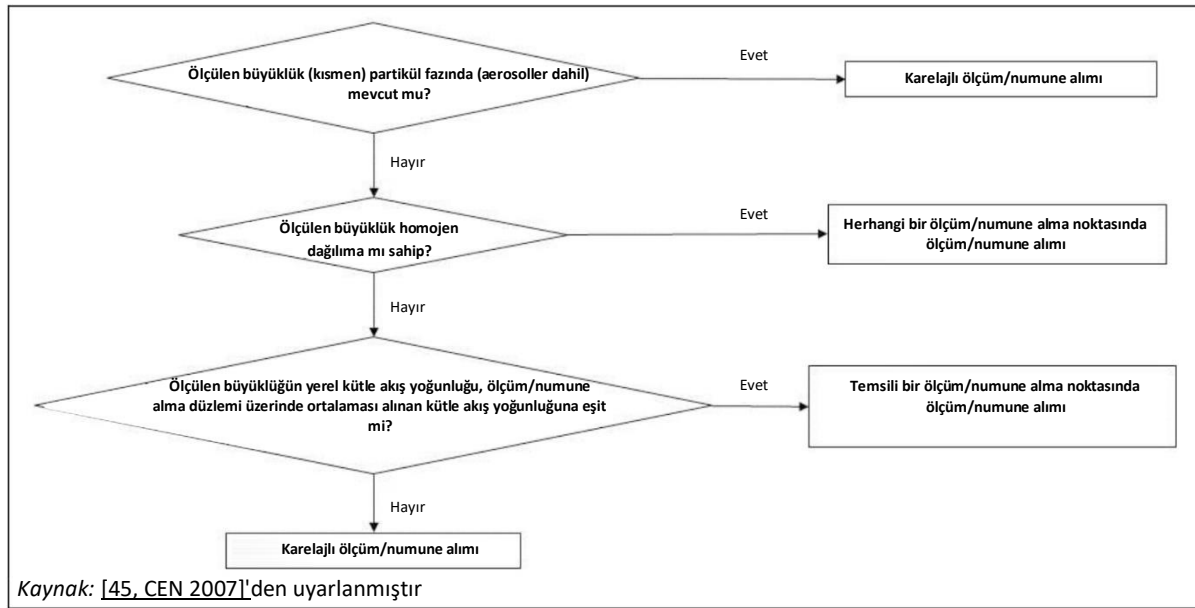
Ayrıca, atık gaz hızı ve ölçülen büyüklüğün kütle konsantrasyonunun temsili olarak belirlenebilmesi için, ölçüm düzleminde tanımlanmış akış koşullarının (girdap ve geri akış olmaksızın düzenli ve kararlı bir akış profili) olması gerekir. EN 15259:2007'ye göre, ölçüm düzlemi, atık gaz kanalının homojen akış koşulları ve konsantrasyonlarının beklenebileceği bir bölüme yerleştirilir. Ölçüm düzlemi aşağıdaki koşulları sağlıyorsa homojen akış koşullarına ilişkin gereklilik genellikle karşılanır [45, CEN 2007]:

- Akış yönünde bir değişikliğe neden olabilecek herhangi bir bozulmadan (örneğin, dirsekler, fanlar veya kısmen kapalı damperler bozulmalara yol açabilir) akış veya kaynak yönünde mümkün olduğunca uzak olması;

- numune alma düzleminin kaynak yönünde düz, kanalın en az beş hidrolik çapında ve akış yönünde iki hidrolik çapında ve ayrıca bir bacanın üstünden beş hidrolik çapında olan bir kanal bölümünde olması (hidrolik çap: ölçüm düzleminin alanının çevresine oranının dört katıdır) ve
- kanalın sabit bir şekle ve kesit alanına sahip bir bölümünde olması.

4.3.3.6 Ölçüm/numune alma noktası

Temsili ölçüm/numune alımını sağlamak için EN 15259:2007’de, ölçüm düzlemine dair hükümlerin (bkz. önceki Bölüm 4.3.3.5) bir numune alma stratejisi ile tamamlanması öngörülmektedir. Numune alma stratejisi, temsili ölçüm/numune alma noktalarına karar vermek için bir karar ağacından oluşur (Şekil 4.2) [45, CEN 2007]:



Şekil 4.2: EN 15259:2007’de açıklandığı gibi numune alma stratejisi

Karelaçlı ölçüm/numune alımı, ölçüm/numune alma düzlemindeki ölçüm/numune alma noktalarından oluşan belirli bir karelaçda gerçekleşir. Hem partikül hem de gaz fazında (örneğin metaller ve PKDD’ler/PKDF’ler) bulunan kirleticiler için gereklidir. Bu aynı zamanda hem aerosol hem de gaz fazında (örneğin hidrojen klorür) bulunan kirleticileri de içerir [45, CEN 2007].

Gaz halindeki bileşikler ve debi açısından, EN 15259:2007’de, atık gazın ölçüm düzleminde konsantrasyon/debi profilini doğrulamak için bir homojenlik testi yapılması öngörülmektedir. Bu test genellikle, ölçüm/numune alma noktalarından oluşan belirli bir karelaçda ölçüm büyüklüğünü belirleyerek ve aynı anda bir ölçüm/numune alma noktasında yalnızca bir kez gerçekleştirilir. Karelaçlı ölçüm/numune alımı için EN 15259:2007’de, ölçüm/numune alma noktalarının sayısının, bunların yerleşiminin ve her ölçüm/numune alma noktasındaki numune alma süresinin nasıl belirleneceği açıklanmaktadır. Homojenlik testinin sonucuna bağlı olarak, sonraki ölçüm/numune alma işlemi herhangi bir ölçüm/numune alma noktasında, temsili bir ölçüm/numune alma noktasında veya ölçüm/numune alma noktalarından oluşan bir karelaç üzerinde gerçekleştirilir (Şekil 4.2) [45, CEN 2007].

Karelaçlı ölçümler, OÖS için temsili bir ölçüm/numune alma noktasını belirlemek için de gereklidir (bkz. Bölüm 4.3.2.3) [45, CEN 2007].

Partikül madde ve aerosollerin temsili ölçümü/numune alımı, **izokinetik numune alımını** gerektirir; bu, numune alma başlığına giren gazın hızı ve yönünün, numune alma noktasındaki atık gazın hızı ve yönü ile aynı olacağı bir debide numune alma anlamına gelir [45, CEN 2007], [75, CEN 2017]. Numune alma debisi çok düşükse, daha küçük parçacıkların bir kısmı numune alma başlığına girmezken, daha büyük parçacıklar girecektir. Bu, toz konsantrasyonunun olduğundan fazla hesaplanmasına neden olabilir. Numune alma debisi çok yüksekse, orijinal parçacık boyutu dağılımına kıyasla daha küçük parçacıklardan daha fazla toplanacaktır. Bu, toz konsantrasyonunun olduğundan daha düşük tahmin edilmesine yol açabilir [30, NL InfoMil 2012], [34, MCERTS 2017].

Genel olarak numune alımı, atık gazın bileşimi değiştirilmeden (örneğin suyun yoğunlaşmasının veya partikül filtrasyonunun engellenmesi) gerçekleştirilmeli ve/veya numune daha kararlı bir forma dönüştürülmelidir. Bu, diğer hususların yanı sıra, numune alma cihazının aşağıdaki özellikleri karşılayacak şekilde tasarlanması gerektiği anlamına gelir:

- yoğunlaşmayı önlemek için ısıtılabilir;
- soğurmaya yardımcı olmak için soğutulabilir;
- farklı numune alma debilerine olanak tanır ve
- çıkarılan gaz hacmi kuru veya ıslak olarak ölçülebilir (örneğin koku ölçümleri için).

Taşıma ve saklama sırasında numune bileşiminde değişikliklerin meydana gelmesinden de kaçınılmalıdır.

4.3.3.7 Ayı ölçümlerin sayısı

Bir ölçüm serisinde ardışık olarak gerçekleştirilen ayrı ölçümlerin sayısı, ölçüm amacına uygun olarak ve emisyonun istikrarlılığıyla ilişkili olarak belirtilmelidir. İstikrarlı bir emisyon ölçülürken en iyi uygulama, bir ölçüm serisinde arka arkaya en az üç numune almaktır. İstikrarsız emisyonlarda, ölçüm amacını yerine getirmek için numune sayısı artırılabilir [45, CEN 2007]. İzin koşullarına ve ilgili ortalama alımına (bkz. Bölüm 3.4.4.2) bağlı olarak, istikrarsız emisyonun temsili bir ortalamasını ölçmek için daha uzun bir numune alma süresiyle (örneğin iki ila üç saat) üç ölçüm yapmak yeterli olabilir.

Bir ölçüm serisindeki asgari ölçüm sayısı genellikle ilgili mevzuatta veya ruhsatta belirtilir.

Bazı Üye Devletlerde, asgari ölçüm sayısı, ölçüm sonucu ile ESD arasındaki farka bağlıdır. Örneğin Fransa'da, önceki üç ölçüm serisinin sonuçları ESD'nin %20'sinden düşükse, bir ölçüm serisindeki asgari ölçüm sayısı üçten bire düşürülebilir [133, FR 2013].

4.3.3.8 Ölçümlerin zamanlaması ve süresi

Emisyon ölçümünün zamanlaması ve süresi, ölçüm amacına uygun olarak ölçüm planında belirtilmelidir [45, CEN 2007]. En yaygın numune alma süresi 30 dakikadır, ancak 60 dakika da uygulanmaktadır. Bu aynı zamanda kirleticiye ve prosesin emisyon örüntüsüne de bağlıdır.

Numune alma süresi, sonraki ölçüm için gereken kirletici kütlesine bağlıdır. Bu nedenle, bazı EN standartlarında, numune alma süresinin atık gazdaki beklenen kirletici konsantrasyonuna ve tespit sınırı da dahil olmak üzere laboratuvar tarafından kullanılan analitik yöntemin ölçüm aralığına bağlı olduğu belirtilmektedir (bkz. Bölüm 3.4.4.4) . Dolayısıyla, uygun bir numune alma süresine karar verirken analitik yöntemin performansının dikkate alınması çok önemlidir.

Bu, yaygın olarak uygulananndan daha uzun numune alma sürelerine yol açabilir.

En uygun numune alma zamanlaması ve süresinin seçilmesi için EN 15259:2007'de aşağıdaki üç proses kategorisi arasında ayırım yapılmaktadır [45, CEN 2007]:

- sabit bir emisyon örüntüsüne sahip sürekli prosesler;
- değişken bir emisyon örüntüsüne sahip sürekli prosesler;
- kesikli prosesler veya yükleme prosesleri gibi sürekli olmayan prosesler.

Sabit bir emisyon örüntüsüne sahip sürekli prosesler, büyük ölçüde, kullanılan yakıtların ve ham maddelerin sabit özelliklerinin yanı sıra büyük ölçüde sabit çalışma koşullarıyla nitelendirilir. Dolayısıyla, emisyon örüntüsü daha uzun süreler boyunca nispeten sabittir. Bu nedenle emisyon herhangi bir zamanda ölçülebilir. Tipik sürekli proseslerin örnekleri arasında, değişken olmayan yakıtların kullanıldığı yakma tesisleri, kurutma tesisleri, kaplama tesisleri, döner fırın tesisleri ve kırma ve sınıflandırma tesisleri yer almaktadır [45, CEN 2007].

Değişken emisyon örüntüsüne sahip sürekli prosesler, büyük ölçüde sabit bir malzeme beslemesiyle ve emisyon örüntüsünü etkileyebilecek zamana bağlı proses adımlarıyla nitelendirilebilir. Emisyon ölçümlerinin zamanlamasına karar verirken, bu koşullar yeterince dikkate alınmalı ve zaman içinde emisyon örüntüsünde meydana gelebilecek değişiklikler yeterince hesaba katılmalıdır. Zaman içinde farklılaşan tipik sürekli proseslerin örnekleri arasında, rejeneratif tank fırınlarında, cam üretiminde ve tuğla üretiminde gerçekleştirilen fırınlama prosesleri (örneğin tünel fırınlarda arabalı besleme) yer almaktadır [45, CEN 2007].

Kesintili prosesler, ağırlıklı olarak, kullanılan malzemeye ve/veya zamana bağlı olarak değişiklik gösterebilen işletim prosedürleri ile emisyon modelinin kontrol edilmesi veya edilebilmesi ile nitelendirilir. Emisyon ölçümlerinin zamanlaması belirlenirken bu koşullar dikkate alınmalıdır. Özellikle çok kısa süreli emisyon olaylarında, çalışma durumunun değerlendirilmesini mümkün kılmak için birkaç benzer emisyon olayının tek bir numune/ölçümde birleştirilip birleştirilemeyeceğine dair bir kontrol yapılmalıdır. Tipik kesikli proseslerin örnekleri, kimya endüstrisinde, demir dışı metal eritme tesislerinde, çelik üretiminde ve tekstil endüstrisinde bulunabilir [45, CEN 2007].

4.3.3.9 Ölçüm sıklığı

Genel olarak, ölçüm planında, daha önce açıklandığı gibi, bir ölçüm veya her biri belirli bir tarih ve saatte en az üç ardışık ölçümden oluşan bir ölçüm dizisinden bahsedilir. Ayrıca, periyodik ölçümlerin yapılması gereken zaman aralıklarının (ölçüm sıklığı) tanımlanması da tavsiye edilir. Uygulamada genel olarak, en az üç ardışık ölçümden oluşan ölçüm dizileriyle ilgili aşağıdaki sıklıklar, maliyet unsurları ve çevre üzerindeki olası etkiler de dikkate alınarak uygulanır (bkz. Bölüm 3.3.1):

- **Yılda bir veya iki kez:** Genel olarak bu, EED'ye göre yetkili makamlara raporlamanın yıllık olarak yapılması gerektiği de dikkate alındığında, NÇK için uygulanan sıklıktır. Ayrıca, doğrudan ölçümler arasında emisyonlarda ciddi değişikliklerin meydana gelmemesini sağlamak için ölçümler arasında dolaylı yöntemlerin kullanılması tavsiye edilebilir.
- **Üç yılda bir:** NÇK için emisyon seviyesinin ESD'nin açıkça altında olduğu birkaç yıl (örneğin beş yıl) boyunca gösterilebiliyorsa veya ölçüm başka amaçlarla gerçekleştiriliyorsa (örneğin, raporlama için emisyon yüklerini belirlemek amacıyla) uygun sıklık bu olabilir. Üretim prosesinin NÇK'indeki değişiklikler nedeniyle emisyon artışları beklenmediği sürece azaltılmış sıklık uygulanır. Özellikle, bu durumlarda, doğrudan ölçümler arasında hava emisyonlarında ciddi değişikliklerin olmamasını sağlamak için dolaylı yöntemlerin kullanılması tavsiye edilir.

- **Daha yüksek sıklıklar** (örneğin haftalık, aylık, iki ayda bir, üç ayda bir): Bu, NÇK altında olduğundan daha yüksek emisyonların beklendiği durumlarda (örneğin NFÇK nedeniyle veya işletmeye alma veya işletmeden çıkarma sırasında) gerekli olabilir. Bu durumlarda, daha yüksek izleme sıklığı, NÇK altında kabul edilebilir bir emisyon seviyesine ulaşılan kadar sürdürülmelidir.

Periyodik ölçümlerin planlanması, planlanmayan çalıştırma ve kapatmaların sıklıkla yapıldığı santraller (örneğin, elektrik talebine bağlı olarak yıl içinde sınırlı sayıda çalışma saati olan elektrik santralleri) için zordur [255, EURELECTRIC 2013]. Bu anlamda, Büyük Yakma Tesislerine ilişkin MET-REF'de (LCP MET-REFMET-REF), verilen izleme sıklıklarının, bir tesisin yalnızca bir emisyon ölçümü gerçekleştirmek amacıyla çalıştırılması gereken durumlarda geçerli olmadığı belirtilmektedir [277, COM 2017].

4.3.3.10 Analiz

4.3.3.10.1 Genel bakış

Periyodik ölçümler için, atık gaz numunesi emisyon kaynağından alınır ve kirletici, portatif izleme cihazları ile hat üzerinde analiz edilir veya bir soğurma sıvısı içinde, bir filtre üzerinde veya bir adsorban (yüzeyde tutan malzeme) üzerine sabitlenir. Daha sonra bu sıvı veya katı numune laboratuvarında analiz edilir. Dolayısıyla, güvenilir bir ölçüm sonucu elde etmek için numunelerin toplanması, depolanması ve taşınması kritik öneme sahiptir.

Aşağıdaki bölümlerde, ölçüm prensipleri de dahil olmak üzere en yaygın hava kirleticilerine ilişkin özel izleme hususları hakkında bilgi verilmektedir. Hava emisyonlarının ölçülmesine yönelik spesifik standartların ve yöntemlerin bir listesi, ölçüm aralıkları ve sınırları hakkındaki bilgilerle birlikte Ek A.1, Tablo 7.1'de verilmiştir.

4.3.3.10.2 Amonyak

Havaya amonyak emisyonlarına ilişkin MET-İES'ler çeşitli METsonuçlarında tanımlanmıştır (örneğin Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine (CLMMET-REF) [183, COM 2013], Cam Üretimine (GLS MET-RefMET-REF) [182, COM 2013], Demir Dışı Metal Endüstrilerine MET-Ref (NFM MET-REF) [229, COM 2017], Kağıt Hamuru, Kağıt ve Karton Üretimine (PP MET-REFMET-REF) [160, COM 2015] ve Madeni Yağ ve Gaz Rafinasyonuna (REF MET-REF) [143, COM 2015] ilişkin MET-Ref'lerde). Ancak, 2017 yılında, baca emisyonlarında amonyak ölçümlerine ilişkin bir EN standardı mevcut değildi [59, CEN 2018]. Avrupa Komisyonu, böyle bir standardın geliştirilmesini 2018 yılında Avrupa'da standardizasyon için yıllık Birlik çalışma programı kapsamında yeni bir eylem olarak belirledi [293, COM 2017].

Kullanılan ulusal standartların veya endüstri standartlarının örnekleri Ek A.1, Tablo 7.1'de verilmiştir. Ayrıca, 2018'de uluslararası bir standart taslağı olan ISO/DIS 21877 yayımlanmıştır. Belirleme için, bilinen bir atık gaz hacmi çıkarılır, filtrelenir ve seyreltik sülfürik asitten oluşan bir soğurma çözeltisinden geçirilir. Atık, gaz damlacıkları içeriyorsa izokinetik numune alma uygulanır. Soğurma çözeltisinde ortaya çıkan amonyum, su analizi ile belirlenir. Numune alma sıcaklığında uçucu olan ve soğurma çözeltisinde ayrışma gerçekleşmesi üzerine amonyum üreten tüm bileşikler bu yöntemle ölçülür [270, ISO 2018].

4.3.3.10.3 Karbonmonoksit

EN 15058:2017, saçılımsız kızılötesi spektrometri (NDIR) kullanılarak karbonmonoksit ölçümü için uygulanan standart referans yöntemdir (SRY). Başta su ve karbondioksit olmak üzere soğurucu gazlardan kaynaklanan girişimlerin yanı sıra dedektör kararsızlığı ve sapması, örneğin belirli bir dalga boyunda ölçülerek, çift hücreli monitörler kullanılarak ve/veya gaz filtresi korelasyonu (GFK) kullanılarak bastırılır [72, CEN 2017].

4.3.3.10.4 Toz

Toz ölçümü için SRY, EN 13284-1:2017'dir. İzokinetik numune alımına (bkz. Bölüm 4.3.3.6), bir düzlem filtresiyle filtrelemeye ve gravimetriye dayanır. Numune alma ekipmanlarındaki filtrenin kaynak tarafındaki birikintiler de geri kazanılır ve tartılır. Numune alma işlemi, termal olarak kararsız tozların etkilerini en aza indirmek için uygun bir sıcaklıkta gerçekleştirilir (örneğin, baca sıcaklığında veya en azından önerilen 160°C sıcaklıkta). Su buharı ile doymuş atık gazlardaki toz ölçümleri, kuru atık gazlardakine kıyasla daha zordur ve daha yüksek TS'lere yol açar [75, CEN 2017].

Toplam toz emisyonlarının çevresel etkisini daha iyi bir şekilde sınırlandırmak için, özellikle PM₁₀ ve PM_{2,5} olmak üzere toz partikül boyutu dağılımının belirlenmesi tavsiye edilebilir veya hatta gerekli olabilir. Toz emisyonlarının üretildiği proses önemli değişikliklere (örneğin kullanılan yakıtlar, ham maddeler, katalizörler bakımından) uğradığında bu tür karakterizasyonun tekrarlanması gerekebilir.

EN ISO 23210:2009, atık gazlardaki PM₁₀ ve PM_{2,5} konsantrasyonlarının aynı anda belirlenmesine imkan tanır. Yöntem, partikülleri 10 µm'den büyük, 10 µm ile 2,5 µm arasında ve 2,5 µm'den küçük aerodinamik çaplara sahip üç gruba ayıran iki aşamalı bir kademeli ayırıştırıcının kullanımına dayanmaktadır. Ayrılan partiküller, toplama plakaları ve yedek filtreler üzerinde biriktirilir ve ardından gravimetri ile ölçülür. Atık gaz su buharı ile doymuş olduğunda damlacıkların varlığı nedeniyle partikül boyutu dağılımları belirlenemez [69, CEN 2009].

4.3.3.10.5 Formaldehit

Havaya formaldehit emisyonlarına ilişkin MET-İES'ler, bazı METsonuçlarında (örneğin Cam Üretimine (GLS MET-REF) [182, COM 2013] ve Ahşap Bazlı Panel Üretimine (WBP MET-REF) [195, COM 2016] ilişkin MET-Ref'lerde) tanımlanmıştır. Ancak, 2017 yılında, baca emisyonlarındaki formaldehit ölçümleri için EN veya ISO standartları mevcut değildi [59, CEN 2018], [112, ISO 2018]. Dolayısıyla, Avrupa Komisyonu, böyle bir standardın geliştirilmesini 2016 yılında Avrupa'da standardizasyon için yıllık Birlik çalışma programı kapsamında yeni bir eylem olarak belirledi [222, COM 2016].

Kullanılan ulusal standartların veya endüstri standartlarının örnekleri Ek A.1, Tablo 7.1'de ve Ahşap Bazlı Panel Üretimine ilişkin MET-REF'de verilmiştir [195, COM 2016]. Bunlar, numune alma ve analitik ölçümler açısından önemli ölçüde farklılık gösterirler. 2014 yılında Eurofins İtalya tarafından Avrupa Panel Federasyonu için yapılan bir çalışmada, metodolojik farklılıkların önemli ölçüde farklı ölçüm sonuçlarına neden olabileceği ortaya konmuştur. Formaldehit, su damlacıklarında çözünme ve partiküllere bağlanma konusunda güçlü bir eğilim gösterir. Dolayısıyla, aerosol veya toz içeren atık gazlar için numune alma yöntemi (yani izokinetik veya izokinetik olmayan), ölçüm sonucunu önemli ölçüde etkiler. Ayrıca, filtre/sonda ısıtma ve sonda yıkama gibi başka faktörler de devreye girebilir [196, EPF ve Eurofins İtalya 2014]. Bu nedenlerden dolayı, Ahşap Bazlı Panel Üretimine ilişkin MET-Ref'nin METsonuçlarında, formaldehit ölçümü için çeşitli numune alma detayları belirtilmektedir [195, COM 2016].

4.3.3.10.6 Gaz halindeki klorürler/florürler ve HCl/HF

EN 1911:2010 ve ISO 15713:2006, sırasıyla gaz halindeki klorürleri ve florürleri ölçmek için kullanılan SRY'lerdir. Her iki durumda da, bilinen hacimde atık gaz çıkarılır, filtrelenir ve soğurma çözeltilerinden (su) geçirilir. Elde edilen klorür/florür, su analizi ile belirlenir. Filtreleme sıcaklığında uçucu olan ve su ile reaksiyona girdikten sonra çözünür klorür/florür bileşikler üreten tüm klor/flor içeren bileşikler bu yöntemlerle ölçülür [71, CEN 2010], [180, ISO 2006]. Genel olarak, üretilen klorür/florürün neredeyse tamamı sırasıyla HCl/HF'den kaynaklanmaktadır. Ancak, belirli durumlarda, saf klor(Cl₂) gibi diğer gaz halindeki halojen bileşikler ölçüm sonucuna katkıda bulunabilir.

Avrupa Komisyonu, hidrojen florür veya toplam gaz halindeki florürün ölçülmesine yönelik bir standardın geliştirilmesini 2018 yılında Avrupa’da standardizasyon için yıllık Birlik çalışma programı kapsamında yeni bir eylem olarak belirledi [293, COM 2017].

Atık gazın niteliğine, mevzuata veya izne bağlı olarak, HCl/HF veya gaz halindeki klorürlerin/florürlerin ölçülmesi gerekebilir. Örneğin, atık yakma tesislerine ilişkin EED Ek VI’da, HCl/HF’den bahsedilmektedir [24, EU 2010]. Öte yandan, METsonuçlarında tanımlanan bazı MEİT-İES’lerde, gaz halindeki klorürler/florürlerden bahsedilmektedir (örneğin, Demir ve Çelik Üretimine (IS MET-REF) [142, COM 2013], Cam Üretimine (GLS MET-REF) [182, COM 2013], Demir Dışı Metal Endüstrilerine (NFM MET-REF) [229, COM 2017] ve Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine (CLM MET-REF) [183, COM 2013] ilişkin MET-REF’lerde).

4.3.3.10.7 Diğer gaz halindeki organik bileşikler

CEN/TS 13649:2014’te, ayrı ayrı gaz halindeki organik bileşiklerin nasıl belirleneceği açıklanmaktadır. Sorbentler üzerinde adsorpsiyon ile numune alma, çözücü ekstraksiyonu veya termodezorpsiyon ile numune hazırlama ve gaz kromatografisi ile analize ilişkin prosedürler belirtilmektedir [283, CEN 2014].

4.3.3.10.8 Cıva ve bileşikleri

Toplam cıva ölçümü için SRY, EN 13211:2001’dir. Bilinen bir hacimde atık gaz, izokinetik olarak çıkarılır (ya da toz ve damlacıklardaki cıva içeriği $<1 \text{ ug} / \text{m}^3$ ise izokinetik olmayan bir şekilde), filtrelenir ve bir soğurma çözeltisinden geçirilir. Filtre sindirilir. Filtre sindirim ürünü ve soğurma çözeltisi, atomik absorpsiyon spektrometrisi (AAS) ile analiz edilir (bkz. Bölüm 5.3.5.8.9). Sonuç, fiziksel halinden (gaz halinde, damlacıklar içinde çözünmüş, katı, parçacıklar üzerinde adsorbe edilmiş) bağımsız olarak cıva ve bileşiklerinin konsantrasyonunu gösterir [197, CEN 2001].

Sürekli cıva ölçümleriyle ilişkili zorluklar nedeniyle (bkz. Bölüm 4.3.2.4.3), son birkaç yılda bir alternatif ortaya çıkmıştır: Sorbent (emici veya yüzeyde tutucu madde) tuzağıyla numune alma. Bilinen hacimlerdeki atık gaz, uygun bir debide sorbent ortam tuzağı kullanılarak çıkarılır. Tipik olarak, gaz akışına yerleştirilen sondalar kullanılarak paralel olarak kopya numuneler alınır. Kullanılan sorbent malzeme esas olarak halojenlenmiş karbondan oluşur. Numune alma periyodunun sonunda, sorbent tuzakları manuel olarak değiştirilir ve kullanılan tuzaklar, su analizine yönelik geleneksel yöntemlerle ya da küçük termal desorpsiyon sistemleriyle analiz edilir. Standart sorbent tuzakları, gaz halindeki cıvayı ölçmek için tasarlanmıştır, ancak cıva içeren parçacıklar da sorbent tuzaklarına çekilebilir. Bu partiküller analiz edilir ve ölçülen cıva miktarı, toplam cıva miktarını hesaplamak için karbon yatağına bağlı cıva miktarına eklenir. Ancak, numune alma izokinetik olarak yapılmaz ve bu nedenle partiküle bağlı cıvanın ölçülmesinde doğru sonuç vermez. Sürekli ölçümlerle karşılaştırıldığında, sorbent tuzağı ile numune alma düzeneğinin kurulumu ve kullanımı daha kolaydır. Ölçüm sıklığı çok yüksek değilse, numune alma işlemi ayrıca daha ucuz olacaktır. Sorbent tuzakları, sürekli numune alımı sağlarken, geniş bir konsantrasyon aralığı için hassas ve doğru sonuçlar verir [199, UNEP 2015], [221, Senior 2015].

Büyük Yakma Tesislerine ilişkin MET-Ref’de (LCP MET-RefMET-REF), örneğin standartlaştırılmış bir sorbent tuzağıyla izleme yöntemi ile zamanla entegre edilmiş numunelerin sık analiziyle birlikte sürekli numune alımının, sürekli ölçümlere alternatif olarak kullanılabileceği öngörülmektedir [277, COM 2017].

Ancak, 2017 yılında sorbent tuzakları ile cıva ölçümlerine ilişkin EN veya ISO standartları mevcut değildi [59, CEN 2018], [112, ISO 2018]. Avrupa Komisyonu, böyle bir standardın geliştirilmesini 2016 yılında Avrupa’da standardizasyon için yıllık Birlik çalışma programı kapsamında yeni bir eylem olarak belirledi [222, COM 2016]. Amerika Birleşik Devletleri’nde, yöntem 30B’de, kömürle çalışan yanma kaynaklarının cıva emisyonlarını ölçmek için sorbent tuzaklarının kullanımından bahsedilmektedir [223, US EPA 2014]. İlgili performans kıyaslamaları performans şartnamesi 12B’de açıklanmıştır [224, US EPA 2014].

4.3.3.10.9 Metaller ve bileşikler

EN 14385:2004'te, şu elementlerin kütle konsantrasyonunun nasıl belirleneceği açıklanmaktadır: Metallerden antimon (Sb) ve arsenik (As) ve ayrıca metallerden kadmiyum (Cd), krom (Cr), kobalt (Co), bakır (Cu), kurşun (Pb), manganez (Mn), nikel (Ni), talyum (Tl) ve vanadyum (V). Bilinen bir hacimdeki atık gaz izokinetik olarak çıkarılır, filtrelendir ve bir soğurma çözeltisinden geçirilir. Filtre, soğurma çözeltisi ve durulama çözeltisi analiz için geri kazanılır. Filtre sindirilir. Son aşama olarak sıvı numuneler, örneğin endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi (ICP-MS), endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometrisi (ICP-OES) veya AAS (bkz. Bölüm 5.3.5.8.10) ile analiz edilir. Sonuç, gaz halinde, damlacıklarda çözünmüş, katı veya partiküller üzerinde adsorbe olmasından bağımsız olarak tüm metal bileşikler içerir [47, CEN 2004].

4.3.3.10.10 Metan

EN ISO 25139:2011, metan ölçümü için SRY'dir. Numune gaz, atık gaz kanalından çıkarılır, filtrelendir ve bir gaz kromatografına (GK) verilir. Dolgulu veya kapiler bir kolon üzerinde ayrıldıktan sonra, metan alev iyonizasyon tespiti (FID) ile belirlenir [217, CEN 2011].

4.3.3.10.11 Azot oksitler

NO_x, azot monoksit (NO) ve azot dioksit (NO₂) toplamı olarak tanımlanır. Geleneksel yakma sistemlerinden çıkan baca gazlarında, azot oksitler %95'ten fazla NO içerir. Kalan azot oksitler ağırlıklı olarak NO₂'den oluşur. NO_x'in NO'ya oranı, diğer proseslerde olduğundan farklı olabilir ve başka azot oksitleri mevcut olabilir [193, CEN 2017].

NO_x ölçümleri için SRY, kimyasal ısladama tespitine dayanan EN 14792:2017'dir. Analizörün tepkime bölmesinde, numune alınan gaz, NO ile tepkimeye girerek NO₂ oluşturan ozonla karıştırılır. Bu tepkime sırasında oluşan NO₂'nin bir kısmı, yoğunluğu NO içeriği ile orantılı olan ışık yayar. Yayılan ışımaya, seçici bir optik filtre aracılığıyla filtrelendir ve bir foto-çoğaltıcı tüp aracılığıyla bir elektrik sinyaline dönüştürülür. NO_x'in belirlenmesi için, numune alınan gaz, bir dönüştürücü aracılığıyla beslenir ve burada NO₂ NO'ya indirgenerek elde edilen NO, daha önce açıklandığı gibi aynı şekilde analiz edilir. Daha sonra NO₂ konsantrasyonu, NO_x konsantrasyonu ve yalnızca NO konsantrasyonu arasındaki farktan hesaplanabilir (numune alınan gaz dönüştürücüden geçmediğinde). İkili tip analizör kullanıldığında, hem NO hem de NO_x aynı anda belirlenir. Tekli tip analizörde, tepkime bölmesine dönüşümlü olarak ham gaz ile NO₂'yi NO'ya indirgeyen dönüştürücüden geçen gaz beslenir. Dolayısıyla, NO ve NO_x dönüşümlü olarak belirlenir [193, CEN 2017].

4.3.3.10.12 Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler)

2017'de, PAH'lerin ölçümü için iki ISO standardı mevcuttu, ancak EN standardı yoktu [59, CEN 2018], [112, ISO 2018]. ISO 11338-1:2003'te, ısıtılmış filtre/yoğunlaştırıcı/adsorber yöntemi, seyreltme yöntemi veya soğutulmuş sonda/adsorber yöntemi ile numune alımı açıklanmaktadır. Üç yöntem de izokinetik numune alımına dayanmaktadır [218, ISO 2003]. ISO 11338-2:2003'te, spektrofotometrik ve floresans saptamalı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) veya gaz kromatografisi kütle spektrometrisi (GC-MS) kullanarak numune hazırlama, temizleme ve belirleme işlemleri açıklanmaktadır [219, ISO 2003].

Atmosferde, dört veya daha fazla halka içeren PAH'ler partiküller üzerine adsorbe olma eğilimindeyken, iki ila dört halka içeren PAH'ler gaz halinde bulunma eğilimindedir. Atık gazlarda, PAH'lerin gaz fazı ve partiküller arasındaki dağılımı, sıcaklık, yayılan partikül kütlesi, partikül boyutu ve su buharının yanı sıra PAH'lerin türü ve konsantrasyonu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır [219, ISO 2003].

PAH'lerin toksisitesi (özellikle kanserojenliği), bir maddeden diğerine önemli ölçüde değişiklik gösterir. Benzo[a]piren en toksik PAH'lerden biri olarak kabul edilir ve bazen atık gazdaki toplam PAH konsantrasyonunun bir göstergesi olarak kullanılır. Bu yaklaşım, örneğin Demir Dışı Metaller Endüstrisine ilişkin MET-REF'de (NFM MET-REF) [229, COM 2017] ve Almanya'da [61, DE 2002] kullanılmaktadır. Alternatif olarak, toksik eş değerlik faktörleri kavramı, PKDD'ler/PKDF'lere benzer şekilde uygulanabilir (bkz. Bölüm 4.3.3.10.13) [225, Safe 1998], [226, Jung ve ark. 2010], [227, MDH 2016]. Bu yaklaşım örneğin Danimarka'da kullanılmaktadır [58, DK 2002].

4.3.3.10.13 PKDD'ler/PKDF'ler ve dioksin benzeri PKB'ler

PKDD'lerin/PKDF'lerin ve dioksin benzeri PKB'lerin ölçümü çeşitli EN standartlarının kapsamında yer almaktadır. EN 1948-1:2006'da, filtre/yoğunlaştırıcı yöntemi, seyreltme yöntemi veya soğutulmuş sonda yöntemiyle izokinetik numune alımı açıklanmaktadır [49, CEN 2006]. Daha sonra, EN 1948-2:2006'da numunenin çıkarılması ve temizlenmesi ele alınmaktadır [70, CEN 2006]. Son olarak, EN 1948-3:2006 ve EN 1948-4:2010'da, gaz halindeki faz ve partiküller arasındaki PAH'lerin belirlenmesi ve dağılımının, sıcaklık, yayılan partiküllerin kütlesi, partikül boyutu ve su buharının yanı sıra PAH'lerin türü ve konsantrasyonu [219, ISO 2003], izotop seyreltmeli GC-MS [41, CEN 2006], [51, CEN 2010] kullanılarak gerçekleştirilen PKDD'lerin/PKDF'lerin ve dioksin benzeri PKB'lerin miktar tayini gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu ele alınmaktadır.

Bu standartlara ek olarak, teknik şartname CEN/TS 1948-5:2015'te, PKDD'ler/PKDF'ler ve PKB'ler için uzun vadeli numune alımı açıklanmaktadır. Cıva ölçümü için sorbent tuzaklarının kullanımına (bkz. Bölüm 4.3.3.10.8) benzer şekilde, bu uzun vadeli numune alımında, genellikle dört hafta gibi daha uzun bir süre boyunca ortalama konsantrasyon seviyelerinin belirlenmesi amaçlanır. CEN/TS 1948-5, EN 1948-1 aynı numune alma ilkelerine dayanır [216, CEN 2015]. Avrupa Komisyonu, bu teknik şartnamenin oluşturulmasını 2015 yılında Avrupa'da standardizasyon için yıllık Birlik çalışma programı kapsamında yeni bir eylem olarak belirledi [222, COM 2016].

PKDD'lerin/PKDF'lerin ölçümü için numune alma süresi tipik olarak altı ila sekiz saattir [24, EU 2010], [49, CEN 2006].

Atık yakma tesislerine ilişkin EED Ek VI'ya ve EN 1948-1:2006'ya göre, PKDD'ler/PKDF'lere ilişkin ölçüm sonuçları, ng I-TEQ/m³ biriminde ifade edilir; burada I-TEQ, uluslararası toksik eş değerlik faktörleri (I-TEF'ler) uygulanarak elde edilen uluslararası toksik eş değer anlamına gelir. Bu faktörler, en yüksek toksisiteye sahip türdeş madde olan 2,3,7,8-TKDD'nin toksik etkisine göre tek bir PKDD veya PKDF türdeşinin toksik potansiyelini gösterir. EED'de, 2,3,7,8-TKDD dahil 17 PKDD/PKDF türdeşine ilişkin I-TEF'ler belirlenmiştir [24, EU 2010], [49, CEN 2006].

Dioksin benzeri PKB'lerin de kapsama dahil edilmesine ihtiyaç duyulursa, I-TEF'lere ek olarak, 12 dioksin benzeri PKB için toksik eş değerlik faktörlerini içeren Dünya Sağlık Örgütü'nün toksik eş değerlik faktörleri (WHO-TEF'ler) uygulanarak ng WHO-TEQ/m³ biriminin kullanılması tavsiye edilir. İki kavram arasındaki başka bir fark, WHO-TEF'lerin birkaç PKDD/PKDF için I-TEF'lerden farklı olmasıdır [50, Van den Berg ve ark. 2006], [51, CEN 2010].

Toksik eş değerlik faktörleri Ek A.4, Tablo 7.5'te listelenmiştir.

4.3.3.10.14 Sülfür oksitler

SO_x, SO₂ olarak ifade edilen sülfür dioksit (SO₂), sülfür trioksit (SO₃) ve sülfürik asit aerosollerinin (H₂SO₄) toplamı olarak tanımlanmaktadır. Çoğu endüstriyel emisyon kaynağı için, SO₂ baskın sülfür oksit türüdür (tipik olarak >%90).

SO₂ ölçümü için SRY, EN 14791:2017'dir. Bilinen bir hacimdeki atık gaz çıkarılır, filtrelenir ve SO₂'yi oksitleyerek sülfata dönüştüren hidrojen peroksit ihtiva eden bir soğurma çözeltisi içinden geçirilir. SO₂, iyon kromatografisi veya titrasyon ile belirlenir. SO₃ eşit olarak absorbe edildiği ve oksitlenerek sülfata dönüştürüldüğü için ölçüm sonucuna dahil edilir [181, CEN 2017]. Dolayısıyla, standart, gerçekte SO_x'i ölçer.

2017'nin başlarından beri, bacalardan numune alıp gaz halindeki kükürt dioksit emisyonlarının konsantrasyonunu belirlemeye yönelik faydalı bir tekniğe ilişkin bir teknik şartname mevcuttur. CEN/TS 17021:2017, hem periyodik ölçümler hem de düzenleme veya diğer amaçlar için bacalara kalıcı olarak kurulumu yapılmış OÖS'nin kalibrasyonu için geçerlidir. Teknik şartnamede belirli bir teknik öngörülmemekte, ancak analizör ve ilgili numune alma sistemine, dolayısıyla taşınabilir bir otomatik ölçüm sistemi (T-OÖS) olan tüm ölçüm sistemine ilişkin performans kriterleri belirlenmektedir. Gerçek ölçüm, kızılötesi veya morötesi ışık soğurumu, morötesi ışıınımı veya elektrokimyasal hücreler gibi farklı tekniklere dayalı olabilir [211, CEN 2017].

Atık gazın niteliğine, mevzuata veya izne bağlı olarak, SO₂ veya SO_x'in ölçülmesi gerekebilir. Örneğin, büyük yakma tesislerine ilişkin EED Ek V ve atık yakma tesislerine ilişkin EED Ek VI'da, SO₂'ye atıfta bulunmaktadır [24, EU 2010]. METsonuçlarında tanımlanan bazı MET-içs'lerde aynı zamanda SO₂'ye de atıfta bulunmaktadır (örneğin Demir Dışı Metal Endüstrilerine (NFM MET-REF) [229, COM 2017], Kağıt Hamuru, Kağıt ve Karton Üretimine (PP MET-REF) [160, COM 2015] ve Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna (REF MET-REF) [143, COM 2015] ilişkin MET-REF'lerde), ancak diğerlerinde SO_x'e atıfta bulunmaktadır (örneğin Demir ve Çelik Üretimine (IS MET-REFMET-REF) [142, COM 2013], Cam Üretimine (GLS MET-REF) [182, COM 2013] ve Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine (CLM MET-REF) [183, COM 2013] ilişkin MET-REF'lerde).

Bazı durumlarda, SO_x emisyonları yakıt analizi ile tespit edilebilir (bkz. Bölüm 4.4.2).

4.3.3.10.15 Toplam uçucu organik karbon (TUOK)

EN 12619:2013'te TUOK, toplam karbon olarak ifade edilen tüm gaz ve buhar halindeki organik bileşiklerin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Ölçüm, cihaz içindeki partiküller ve/veya yoğunlaşma ile kontaminasyonu önleyen bir numune gaz temizleme sistemine sahip bir FID'ye (alev iyonizasyon tespiti) dayanır. Analizöre katı olarak giren daha yüksek derecedeki hidrokarbonlar filtrelenir ve sonuçta ölçülmez. Atık yakma tesislerine ilişkin EED Ek VI ve organik çözücüler kullanılan tesisler ve faaliyetlere ilişkin EED Ek VII'de TOK (toplam organik karbon) ölçümüne atıfta bulunulsa da, FID analizörü gerçekte partiküllere bağlı organik bileşikler ölçmez. EN 12619:2013'e göre, bu genel olarak endüstride ve yetkili makamlarca kabul edilmektedir [48, CEN 2013].

FID, organik olarak bağlı karbon atomlarını bir hidrojen alevinde iyonize eder ve iyonizasyon akımı ölçülür. FID'nin avantajlarından biri, çeşitli inorganik bileşiklerin (örneğin CO, CO₂, NO ve H₂O) göz ardı edilebilir girişimini göstermesidir. Ancak, oksijen seviyesi sinyali etkiler ve kalibrasyonlar, atık gazda mevcut olana benzer oksijen seviyelerinde gerçekleştirilir. FID hassasiyeti çoğunlukla karbon atomlarının sayısına, ancak aynı zamanda moleküler yapıya (tek veya çift bağlar, heteroatomların sayısı ve niteliği, zincir uzunluğu ve halka yapısı) bağlıdır. Örneğin, FID, molekül başına aynı sayıda karbon atomuna sahip saf hidrokarbonlara kıyasla oksijen içeren organik bileşikler için genellikle daha az duyarlıdır [48, CEN 2013], [231, MCERTS 2016].

Yanıt faktörü, dedektörün özel tasarımının ve ayarlanan çalışma koşullarının bir fonksiyonudur. EN 12619:2013'te kalibrasyon için propan (C_3H_8) kullanılması ve karbon atomlarının sayısını (yani üç) hesaba katarak yanıt faktörünün 1,00 olarak ayarlanması öngörülmektedir. Sabit oranlarda bir tane veya sınırlı sayıda organik bileşik içeren atık gazlarda, yanıt faktörlerinin önceden belirlenmiş olması koşuluyla her bir bileşiğin konsantrasyonu belirlenebilir [48, CEN 2013].

Yanma dışı proseslerden (örneğin organik çözücülerin kullanımından) kaynaklanan atık gazlarda, TUOK EN ISO 13199:2012 ile ölçülebilir. Çıkarılan atık gaz filtrelendirir ve iki akışa ayrılır. Birinci akış katalitik dönüştürücüden geçerek organik bileşikler tam oksidasyonla CO_2 'ye dönüşür ve bu NDIR ile ölçülür. İkinci akış, CO_2 ölçümü için doğrudan NDIR analizörüne yönlendirilir. İki akış arasında CO_2 konsantrasyonları bakımından gözlemlenen fark, organik bileşiklerden kaynaklanan CO_2 konsantrasyonuna eşittir. Bu yöntemin FID'ye kıyasla avantajları arasında daha fazla güvenlik (alev yok, hidrojen yok), aynı sayıda karbon atomuna sahip ayrı organik bileşiklerin eşit yanıt faktörlerine sahip olması ve oksijen nedeniyle girişim olmaması bulunmaktadır [194, CEN 2012]. Öte yandan, katalitik oksidasyona dayalı TUOK ölçümleri iki dezavantaja sahiptir: Katalizörler zehirli olabilir ve organik bileşiklerin CO_2 'ye dönüşümü her zaman tam olarak gerçekleşmeyebilir [231, MCERTS 2016].

Organik bileşikler ölçmek için alternatif olarak foto iyonizasyon dedektörleri (PID'ler) kullanılabilir. PID'ler, iyonizasyon için UV ışığının kullanılması dışında FID'ler ile aynı şekilde çalışır. FID'lerde, hassasiyet karbon atomlarının sayısına ve moleküler yapıya bağlıdır. Ayrıca, PID hassasiyeti kullanılan UV lambasının tipine de bağlıdır. Örneğin, butanolde 9,8 eV, 10,6 eV ve 11,7 eV'lik lambalar için göreceli yanıtlar sırasıyla 1, 15 ve 50'dir [192, Honeywell 2004].

FID'ler ve PID'ler farklı hassasiyetlere sahiptir ve farklı gazlarla kalibre edilir. Bu nedenle, analitik sonuçlar **karşılaştırılabilir değildir**. Geniş anlamda, FID'ler karbon zinciri uzunluğuna, PID'ler ise fonksiyonel gruplara daha fazla yanıt verir. Örneğin, bir FID, propan, izopropanol ve asetona nispeten benzer bir yanıt gösterir (bu sıraya göre biraz azalarak [230, Dietz 1967]), çünkü bu bileşiklerin tümü üç karbon atomuna sahiptir, ancak bir PID, propan için çok hassas değildir, izopropanole orta derecede hassas ve asetona çok hassastır. Göreceli hassasiyet sırası aşağıdaki gibidir [192, Honeywell 2004]:

- FID: Aromatikler, uzun zincirli bileşikler > kısa zincirli bileşikler (metan) > halojenli bileşikler.
- PID: Aromatikler, iyotlu bileşikler > olefinler, ketonlar, eterler, aminler, sülfür bileşikler > esterler, aldehytler, alkoller, alifatikler > klorlu alifatikler, etan > metan (yanıt yok).

PID'ler genellikle metana yanıt vermez ve dolayısıyla gerçekte metan olmayan uçucu organik karbonu (MOUOK) ölçer. FID'ler metan dahil TUOK'ler ölçerken, metan kesme katalizörü eklenerek MOUOK'yi ölçecek şekilde modifiye edilebilirler [190, Wilford 2006].

FID'ler ile karşılaştırıldığında, PID'ler daha basittir ve doğası gereği patlamaya karşı dayanıklıdır (hidrojen alevi yoktur) ve dolayısıyla genellikle taşınabilir cihazlarda kullanılır (bkz. Bölüm 4.5.3). PID'ler, FID'lerden çok daha düşük organik bileşik seviyelerini tespit edebilirken, FID'ler daha yüksek konsantrasyon aralıklarında daha doğrusaldır. Ayrıca, FID'ler genellikle nemden etkilenmez [190, Wilford 2006], [192, Honeywell 2004].

2017'de, PID'lerle baca emisyonlarındaki organik bileşiklerin ölçümü için hiçbir EN veya ISO standardı mevcut değildi [59, CEN 2018] [112, ISO 2018].

Atık gazın niteliğine (örneğin atık gaz metan içeriyorsa), mevzuata veya izne bağlı olarak, TUOK veya MOUOK'nin ölçülmesi gerekebilir. Daha önce belirtildiği gibi, EED Ek VI ve VII'de TOK'ye ve dolayısıyla TUOK'ye atıfta bulunmaktadır [24, EU 2010].

Ayrıca, METsonuçlarında tanımlanan bazı MET-İES'lerde, TOK veya TUOK'ye atıfta bulunmaktadır (Demir Dışı Metal Endüstrilerine (NFM MET-REF) [229, COM 2017] ve Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine (CLM MET-REF) [183, COM 2013] ilişkin MET-REF'lerde). Ancak, Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna ilişkin MET-REF'nin (REF MET-REF) METsonuçlarındaki MEİT-İES'lerde MOUOK'ye atıfta bulunmaktadır [143, COM 2015]. MEİT-İES'lerde genel olarak TUOK'ye atıfta bulunulduğu ancak doğal gaz ve sıvılaştırılmış petrol gazı gibi yakıtlar kullanılırken kurutucudan (kısmen) kaynaklanan emisyonlarda metan içeriğinin çıkarıldığı Ahşap Esaslı Panellerin Üretimine ilişkin MET-Ref'nin (WBP MET-REF) METsonuçlarında özel bir durum söz konusudur. Bu çıkarma işleminin amacı, emisyon kaynakları (kurutma prosesi veya ısıtıcıdan) arasında ayırım yapılmasıdır [195, COM 2016]. E-PRTR'de MOUOK'ye atıfta bulunmaktadır [147, EC 2006].

4.3.3.11 Referans/Standart koşullar

Referans/standart koşullara ilişkin genel bilgiler Bölüm 4.3.2.5.1'de verilmiştir.

Bir kirleticinin periyodik ölçümü genellikle, çevresel parametreler olarak da adlandırılan referans miktarların eş zamanlı olarak ölçülmesini gerektirir. Oksijen ve su buharının periyodik ölçümüne ilişkin EN standartları mevcuttur [73, CEN 2017], [74, CEN 2017]. Ayrıca, QAL2 prosedürü sırasında SRY ile OÖS kalibrasyonu için referans miktarların ölçülmesi de gereklidir (bkz. Bölüm 4.3.2.2.2) [36, CEN 2014].

Dinamik olfaktometri ile koku konsantrasyonunun ölçümü için özel standart koşullar geçerlidir (su buharı içeriği için düzeltme yapılmadan 293,15 K sıcaklık; bkz. Bölüm 4.6.3.2).

4.3.3.12 Veri işleme

Ölçüm sonuçları, ilgili standart koşullara dönüştürülür (bkz. Bölüm 4.3.2.5 ve 4.3.3.11) [45, CEN 2007].

Periyodik ölçümlerin ölçüm sonuçlarının ortalamasının nasıl alınacağı, büyük ölçüde ölçüm dizisinde gerçekleştirilen ölçümlerin sayısına, ölçüm sıklığına ve uygunluk değerlendirme rejimine bağlıdır (bkz. Bölüm 3.4.4.2).

Bazı durumlarda, ölçüm belirsizliği ölçülen değerlerden çıkarılır (bkz. Bölüm 3.4.4.3).

4.3.3.13 Raporlama

Ölçüm raporunda, ölçümlerin nerede ve nasıl gerçekleştirildiği şeffaf ve izlenebilir bir şekilde açıklanmalı ve ayrıca sonuçların hesaplamalar üzerinden toplanan ham verilere ve çalışma koşullarına kadar izlenmesini sağlamak için yeterli ayrıntı sunulmalıdır [45, CEN 2007]. Bazı Üye Devletlerde, standart rapor formatları düzenleme amacıyla belirtilmektedir, ancak hepsi benzer bir içerik ve ayrıntı düzeyine sahip değildir. Avrupa genelinde ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasına olanak tanımak için, aşağıda belirtildiği gibi asgari olarak EN 15259:2007'de verilen gerekliliklerin dikkate alınması tavsiye edilir.

EN 15259:2007'ye göre, bir emisyon ölçüm raporu asgari olarak aşağıdaki bilgileri içerir [45, CEN 2007]:

- işletmecinin adı, tesisin adresi, test laboratuvarının adı ve adresi gibi genel bilgiler;
- ölçüm amacının/amaçlarının belirtilmesi ile projenin tanımı;
- tesis ve kullanılan malzemelere dair açıklama;

- ölçüm yeri ve bölümü;
- ölçülen kirleticiler ve referans miktarlara ilişkin standartlara göre ölçüm yöntemleri ve araçları;
- atık gaz işleme üniteleri de dahil olmak üzere ölçüm sırasında üretim prosesinin çalışma koşulları;
- ölçüm planından sapmaların belirlenmesi;
- doğrulama amacıyla orijinal verilere nasıl erişileceğine ve bunların nasıl kullanılacağına ilişkin referans;
- ölçüm sonuçları ve numune alma tarihi (saat, gün, ay ve yıl) ve ölçüm belirsizlikleri de dahil olmak üzere sonuçların yorumlanması için gerekli diğer ilgili veriler;
- verilerin belirli standart koşullara dönüştürülmesi gibi hesaplama prosedürleri;
- sonuçların sunumu.

Ayrıca, EN standartlarından (örneğin, EN 15259:2007) ve ölçüm planından herhangi bir sapma, ölçüm raporunda gerekçelendirilmeli ve belgelenmelidir [45, CEN 2007].

Ayrıca, her EN standardı, ölçüm yönteminin ve performans parametrelerinin herhangi bir raporda nasıl belirtilmesi gerektiği ve elde edilen sonuçların nasıl raporlanması gerektiğine dair bir bölüm içerir [76, CEN 2007].

Buna ek olarak, her test laboratuvarı, kurum içi belgeleme için çok daha ayrıntılı bilgiler içeren özel ölçüm veya çalışma dosyaları kullanır. Bu dosyalar, diğer hususların yanı sıra, ölçüm noktasından veri işleme de dahil olmak üzere numunenin analizine ve sonuçların belgelendirilmesine kadar izlenecek her numunenin depolanmasına ve işlenmesine olanak tanımalıdır.

Belirli koşullar altında, ölçüm sonuçları/raporları, örneğin EED Madde 24(3)(b) uyarınca genel erişime açık hale getirilir [24, EU 2010].

4.3.3.14 MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için veri toplama sırasında, periyodik ölçümlere ilişkin tam ölçüm raporları genellikle sunulmaz. Bunun yerine, veri toplama genellikle her bir ölçümün sonucunu, ölçüm belirsizliklerini, numune alma sürelerini, referans koşulları, bir ölçüm dizisindeki ardışık ölçümlerin sayısını ve ölçüm sıklığını, normal ve normalden farklı çalışma koşullarını ayırt etmek için çalışma koşullarına dair açık ve kesin bilgilerle birlikte içerir.

Ek olarak ortalama değerler de raporlanıyorsa, ölçümlerin sayısı, minimum ve maksimum değerler ve TS/MTS'nin ne şekilde dikkate alındığı da veri değerlendirmesiyle ilgilidir ve bu nedenle sunulmalıdır.

Sunulan veriler, uygun olduğunda MET ve MET-İÇPS'lerin tanımlanması için gerekli temeli oluşturur. MET-İÇPS'ler için, ilgili izleme rejiminin tanımlanması gerekir. 2017'de, periyodik ölçümler için aşağıdaki genel koşullar MET sonuçlarında yaygın olarak kullanılmaktaydı:

- referans koşullar (273,15 K sıcaklık, 101,3 kPa basınç, kuru gaz, tanımlanmış oksijen içeriği);
- en az 30 dakikalık bir numune alma süresi;
- bir ölçüm dizisinde en az üç ardışık ölçüm;
- uygunsa yılda en az bir (veya iki) ölçüm sıklığı;
- uygunsa, normal çalışma koşulları altında en yüksek emisyon durumu zamanında ölçümler.

Sanayi sektörüne ve kirletici maddeye bağlı olarak, periyodik ölçümlere ilişkin izleme rejimi uyarlanabilir.

Örnekler arasında, su buharı içeriği için düzeltme yapılmadan 293,15 K sıcaklıkta dinamik olfaktometri ile koku konsantrasyonunun ölçümü için özel standart koşullar (bkz. Bölüm 4.6.3.2) veya PKDD'lerin/PKDF'lerin ölçümü için daha uzun numune alma süresi (bkz.Bölüm 4.3.3.10.13) yer almaktadır. Ayrıca, bazı durumlarda üçten fazla ardışık ölçüm ve daha düşük veya daha yüksek bir ölçüm sıklığı uygun olabilir.

Veri toplama hakkında daha fazla bilgi ve emisyon verilerine eşlik eden referans bilgiler için bkz. 'MET-REF rehberliği' [39, EU 2012].

4.4 Dolaylı yöntemler

4.4.1 Vekil parametre örnekleri

4.4.1.1 Genel bakış

Nicel, nitel ve gösterge niteliğindeki vekil parametreler arasındaki farklılıklar da dahil olmak üzere vekil parametrelerin genel özellikleri Bölüm 3.3.3.3.1'de açıklanmaktadır.

Nicel vekil parametre örnekleri aşağıdakileri içerebilir [3, COM 2003]:

- Organik bileşikler yerine TUOK (bkz. Bölüm 4.3.3.10.15);
- Bir fırının baca gazı debisini belirlemek için yakıt debisi ve yakıt bileşimi (örneğin EN ISO 16911-1:2013 [254, CEN 2013]);
- Vekil parametrelerin bir kombinasyonuna dayanan Tahmine Dayalı Emisyon İzleme Sistemleri (TDEİS) (bkz. Bölüm 4.4.1.2).

Nitel vekil parametre örnekleri aşağıdakileri içerebilir [3, COM 2003]:

- Metaller ve bileşikler yerine toz;
- PM₁₀ veya PM_{2,5} yerine toz.

Gösterge niteliğindeki vekil parametre örnekleri aşağıdakileri içerebilir [3, COM 2003]:

- TUOK yerine bir yoğunlaştırucudan çıkan atık gazın sıcaklığı;
- Koku yerine bir biyolojik filtrenin basınç düşüşü, debisi, pH değeri ve nemi;
- Oksitlenecek bileşikler yerine bir termal oksitleyicinin yanma sıcaklığı ve kalma süresi (veya debisi);
- Oksitlenecek bileşikler yerine bir katalitik oksitleyicinin katalizör sıcaklığı ve kalma süresi (veya debisi);
- Toz konsantrasyonu yerine bir elektrostatik çöktürücüden çıkan tozun debisi, voltajı ve miktarı;
- Yıkılacak bileşikler yerine atık gazın akışı ve sıcaklığı, yıkama sıvısının debisi ve basıncı ve bir sulu yıkayıcının basınç düşüşü;
- Toz yerine bir bez filtre (bkz. Bölüm 4.3.2.2.1) için bir filtre sızıntı monitörünün çıkış sinyali (örneğin EN 15859:2010'a göre [64, CEN 2009]).

4.4.1.2 Tahmine Dayalı Emisyon İzleme Sistemleri (TDEİS)

Tahmine Dayalı Emisyon İzleme Sistemleri (TDEİS), bir emisyon kaynağının yakıt veya ham madde kalitesine dair verileri (örneğin kükürt içeriği) ve çeşitli karakteristik sürekli izlenen proses parametreleriyle (örneğin yakıt gazı tüketimi, hava/yakıt oranı) olan ilişkisine dayanarak bir kirleticinin emisyon konsantrasyonlarını belirlemek için kullanılan sistemlerdir.

TDEİS'de, kirleticisi maddenin ilgili emisyon konsantrasyonlarını hesaplamak için maksimum 25 parametre birleştirilir. Bu sistemlerin doğrudan ölçümlerle kalibrasyonu karmaşıktır, çünkü çok çeşitli çalışma koşulları altında gerçekleştirilmesi ve doğrulanması gerekir, ancak avantajı, ortaya çıkan emisyon konsantrasyonlarının bir OÖS olmadan sürekli olarak belirlenebilmesidir. Her durumda, TDEİS'nin belirli bir proses için uygulanabilir olduğunun kanıtlanması gerekir.

2017'de CEN, sabit kaynak emisyonlarının belirlenmesinde kullanılan TDEİS'nin uygulanabilirliği, idaresi ve kalite güvencesi hakkında nihai bir teknik şartname taslağı yayımlamıştır [292, CEN 2017]. Teknik şartnamenin 2018 yılı içerisinde yayımlanması beklenmektedir.

Hollanda'da, NTA 7379:2014'te, TDEİS'nin uygulamaya konması ve kalite güvencesine ilişkin kılavuz ilkeler sunulmaktadır [77, NEN 2014].

4.4.2 Yakıt analizi

Yakıt analizi, bir kütle dengliği örneğidir (bkz. Bölüm 3.3.3.3.2). Endüstriyel sektöre bağlı olarak, yakıtın kütsel debisine dair veri mevcutsa koruma yasalarının uygulanmasına dayalı olarak SO₂, metaller ve diğer maddelerin emisyonlarını tahmin etmek için kullanılabilir. Yakıt analizi emisyon hesaplamalarında kullanılan temel denklem aşağıdaki gibidir [13, AU 2012]:

Denklem 4.2:
$$E = Q \times c / 100 \times (M_w / M_{wE}) \times t \times (100 - R)$$

Burada:	E	=	yayılan kimyasal türlerinin yıllık yükü (kg/yıl);
	Q	=	yakıtın kütsel debisi (kg/s);
	c	=	yakıttaki temel kirletici madde konsantrasyonu (ağırlıkça %);
	M_w	=	yayılan kimyasal türlerinin moleküler ağırlığı (g/mol);
	M_{wE}	=	yakıttaki kirletici maddenin temel ağırlığı (g/mol);
	t	=	çalışma saatleri (saat/yıl);
	R	=	tutma faktörü (ağırlıkça %), yani temel kirletici maddenin kütle kesri yanma prosesinde kalan (örneğin kül).

4.4.3 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

Nicel vekil parametre TUOK haricinde, dolaylı yöntemler hava emisyonlarıyla ilgili METsonuçlarında su emisyonlarıyla ilgili METsonuçlarına göre daha az kullanılmaktadır (bkz. Bölüm 5.4.2). Bunun örnekleri arasında şunlar yer alır:

- Cam Üretimine ilişkin MET-Ref (GLS MET-REF): MET7(iii) ve MET7(viii)'de, toz, NO_x ve SO₂ emisyonları dahil olmak üzere periyodik ölçümler arasında arıtma sisteminin düzgün çalıştığından emin olmak için vekil parametreleri kullanmanın METolduğu belirtilmektedir. Ayrıca beslemesi, sıcaklık, su beslemesi, voltaj, toz giderme ve fan hızı, vekil parametre örnekleri olarak listelenmiştir [182, COM 2013].
- Yoğun Kümes Hayvanları veya Domuz Yetiştiriciliğine ilişkin MET-Ref (IRPP MET-REF): MET25'te havaya amonyak emisyonlarını izlemek için bir seçenek olarak kütle dengliğinden bahsedilmektedir [284, COM 2017].
- Demir Çelik Üretimine ilişkin MET-REF (IS MET-REF): Kok fırını tesislerinin dağınık emisyonların azaltılmasına ilişkin MET46, bir vekil parametre olarak tüm kapılardan çıkan görünür emisyonların kontrolüne dayanır [142, COM 2013].
- Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna ilişkin MET-Ref (REF MET-REF): Hava emisyonlarının izlenmesi ile ilgili MET4'te dolaylı yöntemlerden bahsedilmektedir. Vekil parametrelerin (ham maddedeki/yakıttaki O₂ içeriği, kükürt veya azot içeriği gibi) ölçümlerinin, hesaplamaların ve periyodik baca ölçümlerinin uygun bir kombinasyonuyla yapılan tahminleri içerirler. Yakıt analizi ve TDEİS'den de bahsedilmektedir. Nominal termal kapasitesi 50 MWth'den büyük ve katalitik parçalama yapılan yanma üniteleri için, sürekli SO₂ ölçümleri, eş değer düzeyde bir doğruluk sağlanacağı gösterilebiliyorsa, yakıtın veya ham maddenin kükürt içeriği ölçümlerine (yani yakıt analizi) dayanan hesaplamalarla değiştirilebilir. Ayrıca, kükürt geri kazanım üniteleri (KGKÜ'ler) için, KGKÜ verimliliğinin uygun ölçümlerinin periyodik (örneğin her iki yılda bir) tesis performans testlerine dayalı olması koşuluyla, sürekli SO₂ ölçümleri, sürekli bir malzeme dengesi veya diğer ilgili proses parametrelerinin izlenmesi ile değiştirilebilir [143, COM 2015].
- Ahşap Esaslı Panel Üretimine ilişkin MET-Ref (WBP MET-RefMET-REF): MET15'te, uygun vekil parametrelerin izlenmesinin METolduğu belirtilmektedir. Yıkayıcılar için vekil parametreler,

atık gaz akışı ve sıcaklığı, emisyonların görünümü ve ayrıca su akışı ve sıcaklığını, elektrostatik çöktürücüler için vekil parametreler ise voltaj düşüşünü içerebilir [195, COM 2016].

Çeşitli MET-REF'lerde (örneğin Demir Dışı Metal Endüstrilerine (NFM MET-REF) [229, COM 2014], Deri ve Postların Tabaklanması (TAN MET-REF) [179, COM 2013] ve Ahşap Esaslı Panel Üretimine (WBP MET-REF) [195, COM 2016] ilişkin MET-REF'lerde) belirtildiği gibi bir kumaş filtredeki basınç düşüşünün ölçümü, temizleme mekanizmasının yeterince çalışıp çalışmadığına dair bilgi sağlar (yani filtrelerin temizlendiğine ve tıkalı olmadığına (enerji kullanımını etkiler)). Ancak, bir filtre arızası durumunda, basınç düşüşünde ölçülebilir bir artış meydana gelmez ve dolayısıyla emisyonların arttığına dair bir gösterge olmaz [246, UK 2013].

4.5 Dağınık emisyonlar

4.5.1 Genel bakış

Bir tesisin toplam emisyon miktarının belirlenmesi için genellikle kaçak emisyonlar da dahil olmak üzere dağınık emisyonların bir değerlendirmesinin yapılması gerekir (Bölüm 4.5.2'deki tanımlara bakınız), çünkü bu emisyonlar, toplam emisyonların önemli bir miktarını oluşturuyor olabilir ve çevre üzerinde önemli etkileri olabilir. Bazen dağınık emisyonlar da bir tesis için ekonomik önem arz edebilir. Bu nedenlerle, ruhsatlar ve METsonuçları, uygun ve makul olduğu durumlarda, bu emisyonların nasıl düzgün bir şekilde izlenip azaltılacağına belirtildiği hükümler içerir [3, COM 2003].

Yaygın emisyonların miktarının belirlenmesi kolay olmayabilir ve genel olarak yoğun emek gerektirip yüksek maliyetlere yol açar. Ölçüm teknikleri mevcuttur, ancak ölçüm belirsizliği nispeten yüksek olabilir ve dolayısıyla sonuçlara olan güven seviyesi düşük olabilir. Ayrıca, çok sayıda potansiyel kaynak olması nedeniyle, toplam dağınık emisyon miktarının değerlendirilmesi, noktasal kaynaklı emisyon ölçümlerinden daha maliyetli olabilir [3, COM 2003].

Aşağıdaki bölümlere ek olarak, Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna ilişkin MET-Ref (REF MET-REF), rafinerilerin yaygın UOB emisyonlarının izlenmesi hakkında ayrıntılı bilgiler içermektedir [143, COM 2015].

4.5.2 Tanımlar

Yaygın ve kaçak emisyonların tanımları bir kaynaktan diğerine farklılık göstermektedir; örneğin:

- Organik çözücüler kullanılan tesisler ve faaliyetlere ilişkin EED'nin 5. Bölümünde, kaçak emisyonlar “hava, toprak ve suya salınan uçucu organik bileşiklerin atık gazlarında ve ayrıca herhangi bir üründe bulunan çözücülerde yer almayan emisyonlar” olarak tanımlanmaktadır. Atık gazlar, “bir baca veya emisyon azaltma ekipmanından havaya salınan, uçucu organik bileşikler veya diğer kirleticileri içeren nihai gaz halindeki deşarj” olarak tanımlanmaktadır [24, EU 2010].
- EN 15445:2008’de, kaçak toz emisyonu “dağınık emisyonlardan atmosfere kontrolsüz toz emisyonu” olarak tanımlanmaktadır ve stoklanmış malzemelerden rüzgarla savrulan toz, atölye binalarından ve kuru dökme yüklerin taşınmasından kaynaklanan toz ve trafik nedeniyle yeniden havada asılı kalan toz gibi örnekler verilmektedir. Yaygın emisyonlar tanımlanmamıştır [247, CEN 2008].
- EN 15446:2008’de, kaçak emisyon “sızdırmaz şekilde tasarlanmış bir öğenin sızdırmazlığının kaybolması nedeniyle atmosfere karışan emisyon” olarak tanımlanmaktadır.

Bu belgede, yaygın ve kaçak emisyonlar aşağıdaki anlamlarda kullanılmıştır [3, COM 2003], [143, COM 2015], [154, COM 2016]:

- **Yaygın emisyonlar:** Çevreye salınan kanalizasyon edilmiş emisyonlardır. Emisyonlar genellikle uçucu veya tozlu maddelerle ilgilidir. Yaygın emisyon kaynakları noktasal, doğrusal, yüzeysel veya hacimsel kaynaklar olabilir. Örnekler arasında yükleme ve boşaltma sırasında depolama tesisleri, katı maddenin açık havada depolanması, petrol rafinerilerindeki ayırma havuzları, kok fabrikalarındaki kapılar ve klor-alkali tesislerindeki elektroliz hücreleri sayılabilir. Bir binanın içindeki çoklu emisyonlar, normalde dağınık emisyon olarak kabul edilir.
- **Kaçak emisyonlar:** Noktasal kaynaklardan yayılan emisyonlardır. Kaçak emisyonlar, dağınık emisyonların bir alt kümesidir ve genel olarak sızıntı yapan ekipmanlardan kaynaklanır.

4.5.3 EN standartları

Tablo 4.6’da yaygın ve kaçak emisyonların izlenmesine ilişkin EN standartları verilmiştir.

Tablo 4.6: Yaygın ve kaçak emisyonların izlenmesine ilişkin EN standartları

Standart	Başlık
EN 15445:2008	Sanayi sektörlerini ilgilendiren kaçak ve dağınık emisyonlar - Ters yayılım modellemesi ile kaçak toz kaynaklarının nitelendirilmesi
EN 15446:2008	Sanayi sektörlerini ilgilendiren kaçak ve dağınık emisyonlar - Ekipmanlardan ve boru sızıntılarından kaynaklanan buharların kaçak emisyonunun ölçülmesi
EN 16253:2013	Hava kalitesi - Aktif Diferansiyel Optik Absorpsiyon Spektroskopisi (DOAS) ile yere yakın atmosferik ölçümler - Ortam hava ve dağınık emisyon ölçümleri

EN 15445:2008’de, endüstriyel tesislerin veya sahaların yaygın toz emisyon oranlarını nitelendirmek için bir ters yayılım modelleme yöntemi belirtilmektedir. Yöntem, bir yayılım modeli kullanılan hesaplamalara ve numune almaya yönelik deneysel bir düzeneğin tanımına dayanır. Yaygın toz emisyon kaynaklarının sayısı, yüksekliği ve genişliği gibi alan verilerini, ortam toz ölçümlerinin sonuçlarını, emisyon kaynakları ile numune alma sahaları arasındaki numune alma mesafelerini ve meteorolojik bilgileri dikkate alır. Standart, toz emisyon oranlarının kesin rakamlarla ölçülmesine olanak tanımaz, ancak ilgili emisyon kaynaklarını belirlemeye ve önleme ve azaltma tekniklerini uygulamaya yönelik bir araçtır. EN 15445:2008’de, uygunluk değerlendirmesi için veya aynı sanayi sektörüne ait farklı tesislerin karşılaştırılması için kullanılmaması gerektiği belirtilmektedir [\[247, CEN 2008\]](#).

EN 15446:2008, proses ekipmanlarından uçucu organik bileşiklerin (UOB'ler) kaçak emisyonlarının ölçümü için geçerlidir. UOB'ler, ağırlıkça en az %20'si 20°C'de 0,3 kPa'dan daha yüksek bir buhar basıncı gösteren tüm ürünler olarak tanımlanır. Genellikle 'koklama yöntemi' olarak adlandırılan yöntemde, bağımsız kaynaklardan UOB sızıntılarını tespit etmek için taşınabilir aletler kullanılır. Standardın teknik şartlarını ve performans kriterlerini karşılaması koşuluyla, herhangi bir dedektör türü (örneğin katalitik oksidasyon, kızılötesi absorpsiyon, alev iyonizasyonu veya foto iyonizasyona dayalı) kullanılabilir. Ayrıca, EN 15446:2008’de, bir dizi korelasyon aracılığıyla belirli bir raporlama dönemi boyunca (genellikle bir yıl) her bir kaynaktan salınan emisyon oranını ve tesisin toplam emisyonlarını tahmin etmeye yönelik bir prosedür açıklanmaktadır [\[248, CEN 2008\]](#). Koklama yöntemi genellikle kaçak tespiti ve onarım (KTO) programlarında kullanılır [\[143, COM 2015\]](#), [\[154, COM 2016\]](#).

EN 16253:2013’te, ortam havasında veya dağınık emisyonlarda gaz halindeki bileşiklerin (örneğin NO₂, SO₂, O₃, Hg, benzen, toluen, ksilen ve diğer UOB'ler) belirlenmesi için sürekli bir radyasyon kaynağı ile aktif Diferansiyel Optik Absorpsiyon Spektroskopisinin (DOAS) kullanımı açıklanmaktadır. DOAS sistemleri, doğrudan çok bileşenli ölçümleri destekler. Bir radyasyon kaynağı ile bir spektrometre arasındaki açık bir izleme yolu boyunca yakın morötesi, görünür ve/veya yakın kızılötesi ışığın gaz halindeki bileşikler tarafından soğurulması prensibiyle çalışırlar. Ölçüm tipik olarak 250 nm ile 2500 nm arasında değişen dalga boylarında ve 0,1 ile 1 nm arasında değişen yüksek spektral çözünürlükle gerçekleştirilir. Teknikte mutlak absorpsiyon yerine diferansiyel absorpsiyon kullanıldığından, sonuçlar partikül veya damlacıklardan kaynaklanan absorpsiyon ve saçılmalardan etkilenmez. DOAS, alan kaynaklarından, kanalizasyon arıtma tesislerinden ve üretim alanları veya boru hattı sistemlerindeki sızıntılardan kaynaklanan emisyonlar gibi dağınık emisyonların izlenmesi için doğrudan ölçümlerin yeterince kullanılmadığı durumlarda emisyon tahminlerinin dayandırılabilceği alternatif bir ölçüm tekniği olarak kullanılabilir [\[249, CEN 2013\]](#).

Doğrudan emisyon ölçümleri dağınık kaynaklarda gerçekleştiriliyorsa, yukarıda belirtilen EN standartlarından bağımsız olarak EN 15259:2007 de kullanılabilir (özellikle bu standardın planlama ve raporlama hususları) [45, CEN 2007].

2012 yılında, Avrupa Komisyonu, özellikle UOB'lerin depolanması, aktarılması ve taşınmasından (yükleme/boşaltma) havaya yayılan yaygın ve kaçak UOB emisyonlarının miktarının belirlenmesine ilişkin yeni bir Avrupa standardı hazırlanması için CEN'ye yetki vermiştir [251, COM 2012]. 2017 yılında, Teknik Komite CEN/TC 264 'Hava kalitesi', optik gaz görüntüleme (OGG) (bkz. Bölüm 4.5.4.1), diferansiyel absorpsiyon LIDAR (DIAL) ve güneş örtülme akısının (SOF) (bkz. Bölüm 4.5.4.2.1) yanı sıra hesaplama/tahmin yöntemlerini (bkz. Bölüm 4.5.4.3) kapsayan bir standart geliştireyordu [78, CEN 2017].

4.5.4 Diğer yöntemler

4.5.4.1 Kaynakta ölçümler

Doğrudan ölçümler

Doğrudan ölçümler, bir davlumbazın altı, bir rüzgar tüneli veya salon açıklıkları (pencereler, kapılar, mahya kulecikleri) gibi bir emisyon kaynağı alanının tanımlı temsili kısımlarında hacimsel debi ve konsantrasyonun ölçümüne dayanır [235, VDI 2005], [236, VDI 2011].

Koklama

Koklama EN 15446:2008'de [248, CEN 2008] açıklanmıştır (bkz. Bölüm 4.5.3).

Optik gaz görüntüleme

Optik gaz görüntüleme (OGG), ilgili ekipmanın normal görüntüsü ile birlikte bir video kayıt cihazında 'duman' olarak görünmeleri için gerçek zamanlı olarak gaz kaçaklarının görselleştirilmesini sağlayan küçük, hafif, el tipi kızılötesi kameralar kullanılır. Bu teknik öncelikle, örneğin proses ekipmanlarından, depolama tankı bağlantı parçalarından, boru hattı flanşlarından veya havalandırma deliklerinden önemli UOB sızıntılarını kolayca ve hızlı bir şekilde bulmak için kullanılır. Aktif OGG sistemleri, ekipman ve çevresi tarafından bir kızılötesi lazer ışınının geri saçılmasına dayanırken, pasif OGG sistemleri ekipman ve çevresinden yayılan doğal kızılötesi radyasyona dayanır [143, COM 2015].

OGG'nin avantajlarından biri, koklamak üzere erişilebilir olmayan ekipmanların UOB emisyonlarının tespit edilebilmesi için izolasyon altındaki sızıntıları algılama ve uzaktan tarama yapma imkanındır. Ancak, OGG sistemlerinin hassasiyetinin geleneksel koklama ekipmanlarına göre daha düşük olduğu bildirilmiştir. OGG, özellikle alkanlarla iyi çalışırken aromatik bileşiklerde daha kötü performans gösterir. OGG genellikle kaçak tespiti ve onarım (KTO) programlarında kullanılır [143, COM 2015], [154, COM 2016]. Son araştırmalar, OGG'nin belirli koşullar altında hidrokarbon emisyon oranlarını ölçmek için de kullanılabileceğini ortaya koymaktadır [237, CONCAWE 2017].

Hollanda'da NTA 8399:2015'te, pasif OGG sistemleri kullanarak yaygın UOB emisyonlarını tespit etmeye yönelik kılavuz ilkeler sunulmaktadır [134, NEN 2015].

OGG ayrıca amonyak, klor dioksit, azot oksit, kükürt dioksit ve kükürt hekzaflorür gibi inorganik bileşiklerin kaçak emisyonlarının tespiti için de kullanılabilir.

4.5.4.2 Uzaktan ölçüm yöntemleri

4.5.4.2.1 Optik uzaktan algılama

Optik uzaktan algılama (OUA) yöntemleri, kirletic maddenin salındığı noktadan veya alandan uzakta gerçekleştirilen özel bir uzaktan ölçüm yöntemidir. OUA yöntemlerinde, elektromanyetik radyasyonla

(yani morötesi, görünür veya kızılötesi ışık) etkileşimlerine göre hava kirleticilerinin konsantrasyonu ölçülür. Bazı yöntemlerde bir veya iki bileşik (örneğin TDL) ölçülebilirken bazılarında birkaç bileşik aynı anda (örneğin UV-DOAS), diğerlerinde ise çok sayıda bileşik aynı anda ölçülebilir (örneğin FTIR).

Meteorolojik verilerle birleştirildiğinde, OUA yöntemleri, dağınık emisyon kaynaklarının rüzgar yönüne doğru giden kirletici emisyon oranlarının hesaplanmasına olanak tanır [136, US EPA 2011].

Birkaç OUA yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır [136, US EPA 2011], [143, COM 2015], [154, COM 2016]:

- DOAS (Diferansiyel Optik Absorpsiyon Spektroskopisi): DOAS, EN 16253:2013'te [249, CEN 2013] açıklanmıştır (bkz. Bölüm 4.5.3).
- FTIR spektrometreleri ve ayarlanabilir diyot lazerler (TDL'ler), kirletici(ler) tarafından ışığın soğurulması prensibine dayandıkları için DOAS'ye benzerler. Aralarındaki fark, FTIR spektrometrelerinin bir Fourier dönüşümü kullanarak geniş bir spektral kızılötesi aralığında ışık yoğunluğunu kaydetmesi, TDL'lerde lazerin dalga boyunun kirletici maddenin seçilen bir absorpsiyon bandında ayarlanmasıdır [136, US EPA 2011].
- DIAL (diferansiyel absorpsiyon LIDAR): DIAL'de, aerosoller, tozu veya gaz halindeki bileşikler ölçmek için atmosfere yönlendirilmiş lazerler kullanılır. Uzamsal konsantrasyonlar, yansıyan veya geri saçılan ışıktan iki dalga boyunda elde edilir: Biri kirletici(ler)in soğurma bandında, diğeri ise hemen dışında. İkincisi, arka plan ışık saçılımını ölçmek için kullanılır. Geri saçılan ışık yoğunluğunun iki dalga boyundaki oranı ölçülür ve dönüş sinyalinin zaman gecikmesi ile birleştirilir. Oran, kirletici konsantrasyonlarının belirlenmesine olanak tanırken, zaman gecikmesi kirleticilerin yerinin belirlenmesi için kullanılır. Geri saçılan ışığın kaynaktan farklı açılarda ölçülmesiyle, veriler, bir emisyonun iki boyutlu duman bulutu şeklini göstermek için işlenebilir [136, US EPA 2011].
DIAL'nin diğer OUA yöntemlerine göre temel avantajı, kirletici konsantrasyonlarının uzamsal olarak yerini tespit etme imkanıdır [136, US EPA 2011]. Ayrıca DIAL, diğer yöntemler kullanıldığında olduğundan daha düşük olarak tahmin edilebilecek dağınık emisyonların daha kapsamlı ölçümlerine olanak tanır [135, Chambers ve ark. 2008], [252, Robinson ve ark. 2011]. Ancak, lazer teknolojisi ile üretilebilecek dalga boylarının sayısı ve dolayısıyla izlenebilen kirletici sayısı sınırlıdır. Buna ek olarak, DIAL kullanmanın maliyetlerinin yüksek olduğu bildirilmektedir [136, US EPA 2011].
- SOF (güneş örtülme akısı): SOF, güneşin geniş bantlı bir ışık kaynağı olarak kullanıldığı pasif bir OUA yöntemidir. Bir SOF sistemi üç bileşen içerir: Güneş radyasyonunu ölçmek için bir spektrometre (genellikle bir FTIR spektrometresi), güneşin tepe noktasına enstrümantal yönelimi korumak için bir güneş izleyici ve gaz bulutuna göre konumun doğru ölçümü için bir GPS cihazı. SOF sistemi, belirli bir coğrafi güzergah boyunca hareket eden, rüzgar yönünü geçen ve emisyon bulutlarını kesen hareketli bir araca monte edilir [136, US EPA 2011].

4.5.4.2.2 Diğer uzaktan ölçüm yöntemleri

İzleyici gazlar

Bu yöntem, belirlenen farklı noktalarda veya alanlarda ve tesis yüzeyinin üzerinde çeşitli yüksekliklerde bir izleyici gazın serbest bırakılmasını içerir. Daha sonra, kirletici (örneğin, UOB'ler) ve izleyici gaz konsantrasyonları, OUA kullanılabilen taşınabilir aletlerle tesisin rüzgar yönünde ölçülür. Emisyon oranları, neredeyse durağan koşullara sahip basit akı varsayımlarından ve sızıntı noktaları ile numune alma noktaları arasında önemsiz atmosferik tepkimeler veya gaz birikimi olduğu varsayılarak tahmin edilebilir [3, COM 2003], [136, US EPA 2011].

Ortam hava kalitesi ölçümleri

Yaygın emisyonların niteliksel olarak izlenmesi, tesisin rüzgar yönündeki ortam hava kalitesi ölçümleri ile gerçekleştirilebilir (örneğin, yaygın numune alımıyla veya ıslak ve kuru birikimlerin analiziyle); bu da daha sonra arka plan konsantrasyonlarından ve diğer kaynaklardan ayırt edilebilmeleri şartıyla dağınık emisyonların zaman içindeki gelişiminin tahmin edilmesine olanak tanır [3, COM 2003].

Ters yayılım modellemesi (TYM)

TYM, rüzgar yönünde ölçülen hava kalitesi verileri ve meteorolojik verilerden bir kaynağın veya tesisin emisyonlarının tahmin edilmesine olanak tanır. Tüm potansiyel emisyon kaynaklarını kapsamak için, birkaç noktada izleme yapılması yaygın bir uygulamadır. Duman bulutu şeklindeki yüksek emisyonlar bu yaklaşımın kapsamına girmeyebilir. Bir sızıntının (tam) yerini bu yöntemle belirlemek zor olabilir [3, COM 2003]. Toz için bir TYM yöntemi EN 15445:2008'de [247, CEN 2008] açıklanmıştır (bkz. Bölüm 4.5.3).

Biyolojik izleme

Biyolojik izleme, Bölüm 4.7'de açıklanmaktadır.

4.5.4.3 Hesaplamalar ve tahminler

Kütle denklilikleri

Kütle denklilikleri Bölüm 3.3.3.3.2'de açıklanmaktadır. EED Ek VIII Bölüm 7'ye (organik çözücüler kullanılan tesisler ve faaliyetlere ilişkin) göre bir çözücü yönetim planı, organik bileşiklerin dağınık emisyonlarını ölçmek için bir kütle denkliliği uygulamasının bir örneğini oluşturmaktadır [24, EU 2010].

Emisyon faktörleri ve/veya korelasyonları

Depolama tanklarından, yükleme/boşaltma işlemlerinden, atık su arıtma ve soğutma suyu sistemlerinden kaynaklanan emisyonlar genellikle genel emisyon faktörleri ve/veya korelasyonlarına dayalı olarak hesaplanır [3, COM 2003]. Emisyon faktörleri Bölüm 3.3.3.3.3'te açıklanmaktadır.

4.5.5 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

2017'de, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli MET-REF'ler dağınık emisyonların izlenmesine ilişkin MET'i içeriyordu:

- Demir Çelik Üretimine ilişkin MET-REF (IS MET-REF): MET16'da, ilgili kaynakların dağınık emisyonlarının büyüklük sırasının belirlenmesinin METolduğu belirtilmektedir. Doğrudan ölçümler, dolaylı yöntemlere veya emisyon faktörleri ile yapılan hesaplamalara dayanan değerlendirmelere tercih edilir [142, COM 2013].
- Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna ilişkin MET-Ref (REF MET- MET-REF): MET6'da, şu üç teknik kullanılarak tüm sahadan havaya yayılan UOB emisyonlarının izlenmesinin METolduğu belirtilmektedir: Koklama, OGG ve emisyon faktörlerine dayalı emisyon hesaplamaları. Ayrıca, DIAL veya SOF gibi optik absorpsiyona dayalı tekniklerle periyodik kampanya ölçümleri yapılarak saha emisyonlarının taranması ve miktarının belirlenmesi, faydalı bir tamamlayıcı teknik olarak kabul edilir [143, COM 2015].
- Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine ilişkin MET-Ref (CWW MET-REF): MET5'te, koklama, OGG ve emisyon faktörlerine dayalı emisyon hesaplamalarının uygun bir kombinasyonunu kullanarak ilgili kaynaklardan havaya yayılan UOB emisyonlarının periyodik olarak izlenmesinin METolduğu belirtilmektedir. Büyük miktarlarda UOB'nin söz konusu olduğu durumlarda, DIAL veya SOF gibi optik absorpsiyona dayalı tekniklerle periyodik kampanya ölçümleri yapılarak tesis emisyonlarının taranması ve miktarının belirlenmesi, faydalı bir tamamlayıcı teknik olarak kabul edilir [154, COM 2016].

MET-REF'lerde yaygın ve kaçak emisyonlar ele alınırken, bu terimlerin açıkça tanımlanması uygun görünmektedir (bkz. Bölüm 4.5.2).

4.6 Koku

4.6.1 Genel bakış

Koku emisyonları, yoğun hayvancılık, gıda endüstrisi, demir ve çelik endüstrisi, kimya endüstrisi ve atık (su) arıtımı gibi çeşitli (tarımsal) sanayi sektörlerinde meydana gelir. Bunlar, kanalizasyon veya daha sıklıkla yaygın kaynaklardan salınabilir. Gaz halindeki emisyonlar, insanın koku alma sistemi tarafından algılanabilen kokulu maddeler içerebilir. Bu maddeler, hidrojen sülfür veya amonyak gibi inorganik veya hidrokarbonlar, kükürt bileşikler (örneğin merkaptanlar) veya aminler gibi organik bileşikler olabilir.

Tesisin konumuna bağlı olarak, kokulu bir maddenin salımı tesisin çevresinde yaşayan insanlar tarafından algılanarak koku rahatsızlığına ve şikayetlere neden olabilir. Sonuç olarak, koku emisyonlarının izlenmesi ve eğer kaynak tespit edilebiliyorsa, bu emisyonları azaltmak için önlemler alınması gerekebilir.

Kokuların duyuşsal olarak algılanmasının dört ana boyutu vardır [52, CEN 2003]:

- Tespit edilebilirlik: Tespit için gerekli minimum konsantrasyon;
- Yoğunluk: Kokunun algılanan gücü;
- Nitelik: Kokunun neye benzediği;
- Hedonik ton: Kokunun algılanan hoşluğu veya nahoşluğu.

Genel olarak, bir emisyonun kokusu birkaç kimyasal maddeden oluşur. Tek bir kimyasal maddenin analizi çoğu durumda koku emisyonunu tanımlamak ve ölçmek için yeterli değildir ve bu nedenle önemli ölçüde eksik tahminlere neden olabilir. Sonuç olarak, koku ölçümleri insan sensörleri ile yapılır.

Yine de, koku emisyonlarını önlemek veya azaltmak amacıyla uygun tekniklerin seçilmesi için başlıca kokulu maddelerin belirlenmesi gerekebilir [133, FR 2013].

Doğrudan veya dolaylı yöntemlerle kokuların niceliksel veya niteliksel olarak izlenmesi için birkaç yöntem vardır. Aşağıdaki bölümlerde, kokuları (örneğin koku konsantrasyonu, koku yoğunluğu ve hedonik ton) tanımlayan parametreler ve koku emisyonlarının ölçümü için Avrupa'da uygulanan bazı yaygın yöntemler ele alınmaktadır.

4.6.2 Tanımlar

İlgili Avrupa standartlarına göre aşağıdaki tanımlar geçerlidir:

- **Koku algılama:** Koku alma sisteminin yeterli derecede uyarılmasından kaynaklanan duyurun farkına varmaktır [52, CEN 2003], [85, CEN 2016], [86, CEN 2016].
- **Algılama eşiği:** Test koşulları altında algılanma olasılığı %50 olan koku konsantrasyonudur [52, CEN 2003]. Algılama eşiğinde, koku insanlar tarafından algılanabilir ancak tanınmaz [85, CEN 2016]. Algılama eşiği, her kimyasal madde için karakteristiktir. Kimyasal madde karışımlarında, algılama eşiği her bir maddenin algılama eşiğinden tahmin edilemez [246, UK 2013].
- **Koku türü:** Tanınabilen ve belirli bir tesis veya kaynağa atfedilebilen kokudur. Koku türleri, bir araştırma için özel olarak tanımlanır. Bir tesis birden fazla koku türü yayabilir ve birkaç tesis aynı koku türünü yayabilir [85, CEN 2016], [86, CEN 2016].
- **Koku tanıma:** Koku türünün pozitif olarak belirlenmesini sağlayan bir koku hissidir [85, CEN 2016], [86, CEN 2016].

- **Tanıma eşiği:** Test koşulları altında tanınma olasılığı %50 olan koku konsantrasyonudur [52, CEN 2003].
- **Avrupa koku birimi (ou_E):** Standart koşullarda buharlaştırılıp bir metreküp nötr gazı dönüştürüldüğünde, bir heyetten, standart koşullarda buharlaştırılıp bir metreküp nötr gazı dönüştürülen bir Avrupa referans koku kütlesi (ERKK) ile elde edilene eş değer bir fizyolojik yanıt (algılama eşiği) ortaya çıkaran koku miktarıdır [52, CEN 2003].
- **Avrupa referans koku kütlesi (ERKK):** Onaylı bir referans malzemenin tanımlanmış bir kütlesine eşit olan, Avrupa koku birimi için kabul edilmiş referans değerdir. Bir ERKK, buharlaştırılıp bir metreküp nötr gazı dönüştürülürse 0,040 µmol/mol konsantrasyon üreten 123 µg *n*-bütanole eş değerdir [52, CEN 2003].
- **Koku konsantrasyonu:** EN 13725'e göre dinamik olfaktometri ile ölçülen standart koşullarda bir metreküp'te bulunan Avrupa koku birimi sayısıdır (ou_E) [52, CEN 2003].
- **Koku yoğunluğu:** Koku uyarınının neden olduğu koku duyusunun gücüdür. Koku yoğunluğu, 0 (kokusuz) ile 6 (son derece güçlü koku) arasında değişen bir sıralı ölçek ile tanımlanabilir [56, UK 2011], [80, VDI 1992]. Uyarın ile algılanan koku yoğunluğu arasındaki ilişki logaritmiktir. Dolayısıyla, koku konsantrasyonu ile koku yoğunluğu arasındaki ilişki doğrusal değildir ve farklı kokular (koku karışımları) için farklı bir ilişki söz konusu olabilir. Koku konsantrasyonuna ek olarak, koku yoğunluğu hem koku niteliğinden hem de hedonik tondan etkilenir [52, CEN 2003].
- **Hedonik ton:** Bir kokunun hoş veya nahoş olarak algılanma derecesidir [85, CEN 2016], [86, CEN 2016]. Hedonik tonlar için kullanılan ölçek tipik olarak çok hoş kokular için (örneğin pasta-börek) +4 ile kötü kokular için (örneğin çürümüş et) -4 arasında değişir [56, UK 2011], [81, VDI 1994]. Laboratuvar ortamı dışında, hedonik ton bireyler arasında önemli farklılıklar gösterebilir [93, DEFRA 2010].
- **Koku maruziyeti:** Herhangi bir anda soluma için mevcut olan kokulu madde miktarı olarak ölçülen, bir insanın belirli bir koku türüyle temasıdır. Kokular algılama eşiğinin altında hiçbir etkiye sahip olmadığından, tanınabilir kokulara maruz kalma, belirli bir koku konsantrasyonunun (tanıma eşiği) üzerindeki konsantrasyonların meydana gelme sıklığı olarak nitelendirilebilir [85, CEN 2016], [86, CEN 2016].

4.6.3 EN standartları

4.6.3.1 Genel bakış

Tablo 4.7'de koku ölçümlerine ilişkin EN standartları verilmiştir.

Tablo 4.7: Koku ölçümlerine ilişkin EN standartları

Standart	Başlık
EN 13725:2003	Hava kalitesi - Dinamik olfaktometri ile koku konsantrasyonunun belirlenmesi
EN 16841-1:2016	Ortam havası - Alan muayenesiyle ortam havasındaki kokunun belirlenmesi - Bölüm 1: Izgara yöntemi
EN 16841-2:2016	Ortam havası - Alan muayenesiyle ortam havasındaki kokunun belirlenmesi - Bölüm 2: Koku bulutu yöntemi

Dinamik olfaktometri, kaynakta muayeneler için kullanılabilir ve emisyon oranının belirlenmesine olanak tanır [52, CEN 2003]. Izgara yöntemi, koku maruziyetinin ölçülmesine (koku saat sıklığı olarak) [85, CEN 2016], duman bulutu yöntemi de, bir duman bulutunun boyutunun belirlenmesine olanak tanır [86, CEN 2016]. Yöntemler, aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

4.6.3.2 Dinamik olfaktometri

EN 13725:2003'te, insan değerlendiricilerle dinamik olfaktometri kullanılarak gaz halindeki bir numunenin koku konsantrasyonunun objektif olarak belirlenmesine yönelik bir yöntem belirtilmektedir. Ölçüm sonuçları, metreküp başına Avrupa koku birimi ($\text{ou}_\text{E}/\text{m}^3$) cinsinden ifade edilir. Standart, dışarıya akışlı veya akışsız alan kaynaklarından ve noktasal kaynaklardan emisyon oranlarının belirlenmesine ilişkin metodolojiyi içerir [52, CEN 2003].

Standart Avrupa'da yaygın olarak kullanılmaktadır (örneğin Belçika (Flandre) [14, BE (Flanders) 2010], Fransa [53, INERIS 2013], Almanya [54, DE 2008], [89, VDI 2015], Hollanda [55, NEN 2012] ve Birleşik Krallık'ta [56, UK 2011], [87, MCERTS 2015]) ve test laboratuvarlarının akreditasyonunun bir parçasıdır.

Genel olarak, koku konsantrasyonlarının ölçümleri, periyodik emisyon ölçümlerinin belirli bir durumunu temsil eder. Dolayısıyla, periyodik ölçümlere ilişkin genel EN standartları (özellikle EN 15259:2007 [45, CEN 2007]) konuyla ilgilidir (bkz. Bölüm 4.3.3.1).

İki tür numune alma işlemi gerçekleştirilebilir: Numunenin doğrudan olfaktometreye yönlendirildiği doğrudan olfaktometri için dinamik numune alımı ve daha yaygın olarak kullanılan, bir numunenin alınıp analiz için bir numune kabına aktarıldığı gecikmeli olfaktometri için numune alımı. Dinamik numune alımının avantajı, numune alma ve ölçüm arasındaki sürenin kısa olmasıdır. Bu, zaman içinde numunede değişikliklerin meydana gelme riskini azaltır. Dezavantajı ise, heyet üyelerini genellikle kokulu ortamdan izole etmek için havalandırmalı odaların kullanılmasını gerektirmesidir. Bunun uygulanması zordur ve genellikle çok uzun numune alma hatlarının kullanılmasını gerektirir. Bu da numunede değişikliklere (örneğin yoğunlaşma, adsorpsiyon veya hava girişi yoluyla) yol açabilir. Gecikmeli olfaktometride ise heyet mümkün olan en iyi koşullara yerleştirilerek ölçüm belirsizliği azaltılır [52, CEN 2003], [87, MCERTS 2015].

Gecikmeli olfaktometride, numune alma işlemi diğer periyodik hava kirletici ölçümlerindekine benzerdir (bkz. Bölüm 4.3.3) ve örneğin, 30 dakikalık önerilen bir numune alma süresi ve en az üç ardışık ölçümü içerir. En yaygın numune alma sisteminde, numune torbasının sert bir kap içine yerleştirildiği 'akciğer ilkesi' izlenir. Ardından, bir vakum pompası kullanılarak hava kaptan çıkarılır. Kaptaki düşük basınç daha sonra torbanın kaptan çıkarılana eşit bir hacimde numune ile dolmasına neden olur. Böylelikle, numunenin herhangi bir pompa ile teması önlenir [52, CEN 2003], [87, MCERTS 2015], [90, VDI 2011].

Taşıma, depolama ve nakliye sırasında numune bütünlüğünün korunması çok önemlidir. Buna aşağıdakiler dahildir [52, CEN 2003]:

- numune ile temas halinde kokusuz malzemelerin kullanılması;
- gerekirse, yoğunlaşma, adsorpsiyon ve kimyasal dönüşümleri önlemek için numunede azot ile ön seyreltme uygulanması;
- numune torbasının numune gazı ile doldurulup tekrar boşaltılarak koşullandırılması.

EN 13725:2003'te, maksimum 30 saatlik bir saklama süresi belirlenmiştir. Uygulamada, olfaktometrik ölçümün mümkün olan en kısa sürede yapılması tavsiye edilir [52, CEN 2003]. Almanya'da, saklama süresi altı saati geçerse numunelerdeki koku konsantrasyonunun değişmediğine dair kanıt sağlanması gerekir [90, VDI 2011]. EN 13725:2003'e göre olfaktometrik ölçümler için numune alımına ilişkin ek rehberlik Birleşik Krallık [87, MCERTS 2015] ve Almanya'da [90, VDI 2011] mevcuttur.

Gerçek ölçümde, numuneyi belirli bir oranda nötr gazla seyreltmek ve seyreltilmiş gaz akışını en az dört seçilmiş ve eğitilmiş üyeden oluşan bir heyete sunmak için bir olfaktometre kullanılır. Koku konsantrasyonu, tanım gereğince koku konsantrasyonunun $1 \text{ ou}_\text{E}/\text{m}^3$ olduğu algılama eşiğine ulaşmak

için gerekli olan seyreltme faktörünün belirlenmesi ile ölçülür. Numunenin koku konsantrasyonu böylece standart koşullarda $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ ün katları olarak ifade edilir.

Diğer periyodik ölçümlerin aksine, olfaktometri için standart koşullar, oda sıcaklığı (293,15 K), normal atmosferik basınç (101,3 kPa) ve ıslak bir temeli içerir. Bu, olfaktometrik ölçümler için olduğu kadar emisyonların hacimsel debileri için de geçerlidir. Koşullar, koku algısının tipik koşullarını yansıtmak için geleneksel olarak seçilmiştir [52, CEN 2003].

Numune alma ve ölçüme ek olarak, EN 13725:2003'te ayrıca veri kaydı, hesaplama, raporlama ve kalite güvencesine ilişkin gereklilikler de tanımlanmaktadır [52, CEN 2003].

4.6.3.3 İzgara yöntemi

EN 16841-1:2016'da, tanımlanmış bir değerlendirme alanı içinde ortam havasındaki kokuya maruz kalma seviyesinin belirlenmesine yönelik izgara yöntemi açıklanmaktadır. Yöntem, o konumun meteorolojik koşullarını temsilen yeterince uzun bir süre (6 veya 12 ay) boyunca kokuya maruz kalma sıklığının dağılımını belirlemek için vasıflı kişilerden oluşan bir heyet ile uygulanır. İncelenen koku kaynakları, değerlendirme alanının içinde veya dışında bulunabilir [85, CEN 2016].

Heyet üyeleri tarafından ölçülen parametre, pozitif test sonuçlarının (koku saat sayısı) bir değerlendirme karesi için (veya özel durumlarda bir ölçüm noktası için) toplam test sonucu sayısına oranı olan 'koku saat sıklığıdır'. Koku saat sıklığı, bir koku maruziyeti göstergesidir ve koku emisyonlarının kanalize edilmiş veya yaygın olmasından bağımsız olarak, belirli bir çalışma alanına emisyon yayan bir veya daha fazla spesifik koku kaynağından kaynaklanan tanınabilir kokuya maruz kalmayı değerlendirmek için kullanılabilir [85, CEN 2016].

Koku türleri ayrı ayrı kaydedilirse, farklı koku türlerine sahip çeşitli tesisler arasında kaynağın belirlenmesi mümkündür. Ancak, birkaç tesis aynı koku türünü yayıyorsa, yayıcının belirlenmesi önemli ölçüde daha zor olabilir ve rüzgar ölçümlerinin analizini gerektirecektir [85, CEN 2016].

4.6.3.4 Koku bulutu yöntemi

EN 16841-2:2016'da, belirli meteorolojik koşullar altında (yani spesifik rüzgar yönü, rüzgar hızı ve sınır tabakası türbülansı) heyet üyeleri tarafından sahada doğrudan gözlemler yapılarak belirli bir kaynaktan gelen tanınabilir kokuların kapsamını belirlemeye yönelik koku bulutu yöntemi açıklanmaktadır [86, CEN 2016].

Koku bulutunun boyutu, araştırılan tanınabilir kokunun yokluğundan varlığına geçişin meydana geldiği noktalar ile tanımlanır. Bulutun şekli, geçiş noktaları, kaynak konumu ve maksimum bulut erişimi tahminiyle belirlenen konum boyunca ara değer tahminine dayalı sürekli çizgiyle gösterilir [86, CEN 2016].

Sonuçlar tipik olarak, tanınabilir kokulara olası maruziyetin makul bir derecesini belirlemek veya ters yayılım modellemesi kullanarak toplam emisyon oranını tahmin etmek için kullanılır. Bulutun boyut ölçümü, kaynakta numune alımının mümkün olmadığı yerlerde yaygın koku kaynakları için emisyon oranlarının tahmin edilmesinde bir başlangıç noktası olarak özellikle yararlıdır [86, CEN 2016].

4.6.4 Diğer yöntemler

4.6.4.1 Genel bakış

Koku izleme uygulamaları, bir Üye Devletten diğerine önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bölüm 4.6.4.2'de iki örnek açıklanmaktadır. Ayrıca, çeşitli izleme yöntemleri ulusal düzeyde standartlaştırılmıştır. Bu yöntemler heyetlere (bkz. Bölüm 4.6.4.3) veya anketlere (bkz. Bölüm 4.6.4.4)

dayanmaktadır. Elektronik sensör sistemlerinin kullanım ilkeleri ve kısıtlamaları Bölüm 4.6.4.5'te açıklanmıştır.

4.6.4.2 Üye Devletlerde koku izleme uygulamalarının örnekleri

İrlanda'da, özel bir "Koku Araştırma Alan Kayıt Formu" kullanılarak, EPA tarafından lisans verilmiş tesislerin sahasında ve çevresinde kokuların değerlendirilmesine tutarlı ve sistematik bir yaklaşım sunan bir prosedür mevcuttur [124, IE EPA 2010].

İngiltere'de kokuların değerlendirilmesi için birkaç farklı izleme yöntemi kullanılabilir: Koklama testi (saha içinde veya dışında ortam havasını kontrol etmek için), meteorolojik izleme, şikayetler, koku günlükleri, vekil kimyasallar veya proses parametreleri, emisyon izleme ve spot numuneleri takiben EN 13725:2003'e göre olfaktometrik ölçümler [56, UK 2011], [93, DEFRA 2010].

4.6.4.3 Heyetlerle koku izleme

Heyetlerle koku izleme çalışmalarına ilişkin ulusal standartların örnekleri aşağıdakileri içerir:

- **NF X43-103:1996**'da, belirli bir numunenin koku yoğunluğunu, *n*-bütanol gibi saf bir maddenin düzenli bir dizi konsantrasyonuyla tanımlanan bir referans ölçeğinkiyle karşılaştırarak belirlemeye yönelik bir yöntem açıklanmaktadır. Ölçüm, altı ila sekiz üyeli bir heyete dayanır. (Tarımsal) sanayi tesislerinin yakınındaki saha ölçümleri için, ölçüm noktaları tesisin etki mesafelerine ve hakim rüzgarların yönüne ve hızına göre tanımlanır. Ölçümler sırasında meteorolojik koşullar kaydedilir. Yoğunluk algısı daha sonra incelenen tesis ile ilişkilendirilebilir (koku yoğunluğu haritalaması) [82, AFNOR 1996], [123, ADEME 2009].
- **VDI 3882 Bölüm 1:1992** ve **VDI 3882 Bölüm 2:1994**'te, sırasıyla koku yoğunluğunu ve hedonik tonu belirlemek için dinamik olfaktometrenin kullanımı açıklanmaktadır [80, VDI 1992], [81, VDI 1994]. Koku konsantrasyonlarının ölçümü ile karşılaştırıldığında, bu yöntemler daha kalabalık heyetleri ve heyet üyelerine daha geniş bir koku konsantrasyonları aralığının sunulmasını gerektirir. Daha geniş bir koku konsantrasyonları aralığı, olfaktometrenin seyreltme sisteminde ciddi kontaminasyon sorunlarına neden olabilir. Ayrıca, eşik üstü konsantrasyonlar adaptasyona neden olabileceğinden dikkatli olunmalıdır. Dolayısıyla, maliyetler koku konsantrasyonlarının ölçümüne kıyasla daha yüksektir ve yöntemler pratikte nadiren kullanılmaktadır [91, Both 2013], [246, UK 2013].
- **VDI 3940 Bölüm 3:2010**, sahadaki koku yoğunluğunun ve hedonik tonun belirlenmesini sağlar. Esas olarak ızgara veya bulut ölçümleriyle birlikte uygulanır (bkz. Bölüm 4.6.3.3 ve 4.6.3.4). Yöntemde, seçilmiş ve eğitilmiş heyet üyeleri görev alır [83, VDI 2010].
- **VDI 3940 Bölüm 4:2010**'da, ortam havasında algılanan kokuların veya koku numunelerinin hedonik tonunu karşıt çiftler temelinde belirlemeye yönelik bir polarite profili yöntemi açıklanmaktadır. Böylelikle hoş kokuları veya hoş olmayan kokuları net bir şekilde tespit etmek mümkündür. Yöntemde, seçilmiş ve eğitilmiş heyet üyeleri görev alır [84, VDI 2010].
- **VDI 3940 Bölüm 5:2013**'te, VDI 3940 Bölüm 3:2010 ve VDI 3940 Bölüm 4:2010'un kullanımı için ek talimat ve örnekler sunulmaktadır [92, VDI 2013].

4.6.4.4 Koku araştırmaları

Koku araştırmalarına ilişkin ulusal standartların örnekleri aşağıdakileri içerir:

- **VDI 3883 Bölüm 1:2015**'te, bir yerleşim alanında maruz kalınan koku nedeniyle oluşan gerçek veya potansiyel koku rahatsızlığını belirlemek için anketlerin kullanıldığı bir araştırma yöntemi açıklanmaktadır. Her anket alanında, anket hedefine bağlı olarak, asgari sayıda hane araştırılmalı ve hane başına bir kişi ile görüşülmelidir. Sonuçlarla, bölge sakinlerinin koku rahatsızlık düzeyinin objektif ve nicel olarak belirlenmesi amaçlarıdır [238, VDI 2015].
- **VDI 3883 Bölüm 2:1993**'te, yerel gönüllüler kullanarak mevcut koku rahatsızlığını belirlemeye yönelik bir araştırma yöntemi açıklanmaktadır. Anlık koku algıları ve rahatsızlık dereceleri hakkında defalarca soru sorulur. Bu, kartpostallar kullanarak veya telefonla yapılabilir. Daha uzun bir sürede elde edilen sonuçlar, tanımlanmış bir araştırma alanındaki kokuların neden olduğu rahatsızlığı ölçmek için kullanılır [239, VDI 1993].

VDI 3883'te açıklanan iki yöntemin amacı, ortam havasındaki kokuların bölge sakinlerinde neden olduğu rahatsızlık derecesini değerlendirmektir. Koku emisyonlarının tahmin edilmesi amaçlanmaz. Izgara lmlerinin ve yayılım modellemesinin sonuçlarıyla yapılan karşılaştırmalar, daha sonra bazı korelasyonların kurulmasına yardımcı olacaktır.

"Koku günlükleri" gibi diğer koku araştırmalarında, algılanan koku hakkında ek bilgilerle birlikte belirli bir bölgede yaşayanların koku şikayetleri kaydedilir ve analiz edilir [56, UK 2011], [93, DEFRA 2010]. Koku şikayetlerinden elde edilen bilgiler koku rahatsızlığının doğrudan bir göstergesi olabilir, ancak koku şikayetlerinin sebebi algılanan koku değil, başka bir şey olabileceğinden, toplanan bilgiler dikkatlice yorumlanmalıdır. Öte yandan, koku şikayetlerinin olmaması, koku rahatsızlığı olmadığı anlamına gelmez [238, VDI 2015].

4.6.4.5 Elektronik sensör sistemleri

"Elektronik burunlar" veya "e-burunlar" olarak da adlandırılan elektronik sensör sistemleri, gaz halindeki maddeleri tespit etmeyi amaçlayan çoklu gaz algılama sistemleridir [55, NEN 2012]. Sensörler insanların koku alma sistemi gibi koku almadığından, bu maddeler hem kokulu hem de kokusuz gazlar olabilir. Dolayısıyla elektronik sensörler, insan burnundan daha geniş bir hassasiyet spektrumuna sahiptir ve spektrumun kapsamı, kullanılan sensör tiplerine bağlıdır.

Elektronik sensörler üç ana bölümden oluşur: Bir numune verme sistemi, bir algılama sistemi ve bir veri işleme sistemi. **Numune verme sistemi**, genellikle altı sensör dizisinin bulunduğu **algılama sistemine** enjekte edilen fraksiyon olan numunenin st boşluğunu (uçucu bileşikler) oluşturur. Her sensör, tüm uçucu moleküllere az ya da çok duyarlıdır, ancak her biri bu molekülleri kendine özgü bir şekilde algılar. Çoğunlukla temas üzerine tepki veren sensör dizileri kullanılır: Sensör yüzeyinde uçucu bileşiklerin adsorpsiyonu sensörde fiziksel bir değerikliğe neden olur. Yaygın olarak kullanılan sensörler, metal oksit yarı iletkenler, iletken polimerler, kuvars kristal mikro teraziler ve yüzey akustik dalgalarıdır. **Veri işleme sistemi**, veri işleme girdileri olan sensör yanıtlarını kaydeder. Sensörlerin sinyalleri birleştirilir ve istatistiksel modellere dayalı olarak kapsamlı bir parmak izi analizi yapılır [126, INERIS 2009], [127, Peris ve ark. 2009].

Elektronik sensör sistemlerini eğitmek için numuneler, ilk olarak gaz bileşimini (yani kokuyu) tanımak için nitel bir parmak izi veri tabanı oluşturmak ve ikinci olarak, ham sensör verilerini koku konsantrasyonlarına dönüştürebilen bir matematiksel model geliştirmek amacıyla olfaktometri ve elektronik sensör sistemiyle paralel olarak analiz edilir. Bu genellikle makul sayıda paralel ölçümün yapılmasını gerektirir. Belirli kaynaklar için 'eğitilmiş' bir elektronik sensör sistemi, yeni uyarlanmış 'eğitim' olmadan diğer kaynakları veya başka bir tesisi izlemek için kullanılamaz.

Ayrıca, araştırılacak emisyonları oluşturan kokulu bileşenlere bağlı olarak, sensör sinyalleri ile koku emisyonu arasında olası bir korelasyonu tanımlamaya yönelik 'eğitim' çok zor olabilir veya yalnızca büyük bir belirsizlikle kurulabilir [126, INERIS 2009].

Elektronik sensör sistemleri için tipik uygulamalar, emisyon azaltma sistemlerinin nitel kontrolleri de dahil olmak üzere gaz bileşimindeki değişikliklerin tespit edilmesi gereken proseslerin yanı sıra malzeme veya ürün kalitelerinin yarı nitel veya yarı nicel kontrolüdür.

2017'de, elektronik sensör sistemlerinin nasıl uygulanacağını açıklayan bir EN veya ISO standardı yoktu [59, CEN 2018], [112, ISO 2018]. Hollanda'da, Hollanda Teknik Anlaşması (NTA) 9055'te, elektronik ortam havası izleme uygulamalarının kullanımına ilişkin gereklilikler belirtilmektedir [125, NEN 2012].

4.6.5 MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

Koku emisyonlarının etkisi, alıcıya olan uzaklık, yerel meteorolojik koşullar, kaynak türü, koku türü, bireysel algılama, hedonik ton ve emisyon oranı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Bu faktörler nedeniyle, METsonuçlarında genellikle koku emisyonlarını önleme veya azaltma tekniklerine odaklanılır (örneğin Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine (CWW MET-REF) [154, COM 2016], Kağıt Hamuru, Kağıt ve Karton Üretimine (PP MET-REF) [160, COM 2015], Ahşap Esaslı Panellerin Üretimine (WBP MET-REFMET-REF) [195, COM 2016] ve Post ve Derilerin Tabaklanmasına (TAN MET-REF) [179, COM 2013] ilişkin MET-Ref'lerde).

Birkaç durumda, koku izleme ile ilgili MET'ler de tanımlanmıştır (örneğin Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine (CWW MET-REF) [154, COM 2016] ve Ahşap Esaslı Panellerin Üretimine (WBP TMET-REF) [195, COM 2016] ilişkinMET-Ref'lerde).

2017 yılında, Atık Arıtımına ilişkin MET-Ref'nin (WT MET-REF) gözden geçirilmesine yönelik TÇG, amonyak emisyonlarına ilişkin MET-İES'ye alternatif olarak atıkların biyolojik olarak arıtılmasından kaynaklanan koku emisyonlarına ilişkin bir MEİT-İES belirlemeye karar vermiştir [280, COM 2017].

4.7 Biyolojik izleme

4.7.1 Genel bakış

Biyolojik izleme, zaman içinde ve farklı yerlerde meydana gelen çevresel değişiklikleri izlemek için biyolojik sistemlerin kullanılmasıdır. Biyolojik izleme, özellikle doğrudan emisyon ölçümlerinin yapılmasına olanak tanımayan dağılık emisyonlar varsa, olası biyolojik etkileri göstererek doğrudan emisyon ölçümlerini ve/veya yayılım modellemesini tamamlayıcı olabilir. EED bağlamında, biyolojik izleme, örneğin ruhsat belgesinin verilmesi veya denetim sürecinin bir parçası olarak endüstriyel emisyonların etkilerini değerlendirmek için kullanılabilir [240, CEN 2014], [241, CEN 2014], [242, CEN 2016].

4.7.2 Tanımlar

İlgili Avrupa standartlarına göre aşağıdaki tanımlar geçerlidir:

- **Biyoindikatör**, çevresel etkileri belgeleyen bir organizma, onun bir parçası veya organizma topluluğudur (biyosenoz). Biyoindikatörler, biyoakümülatörler ve yanıt indikatörlerini içerir [240, CEN 2014], [241, CEN 2014], [242, CEN 2016].
- **Biyoakümülatör**, yüzeyde ve/veya dahili olarak ortamda (hava, su veya toprak) bulunan maddeleri biriktirerek çevresel koşulları ve bunlardaki değişiklikleri gösterebilen bir organizmadır [240, CEN 2014], [241, CEN 2014], [242, CEN 2016].
- Etki indikatörü olarak da adlandırılan **yanıt indikatörü**, spesifik belirtiler (moleküler, biyokimyasal, hücresel, fizyolojik, anatomik veya morfolojik) göstererek veya ekosistem içinde varlığı/yokluğu ile çevresel koşulları ve bunlarda meydana gelen değişiklikleri gösterebilen bir organizmadır [240, CEN 2014], [241, CEN 2014], [242, CEN 2016].
- **Aktif biyolojik izleme**, standartlaştırılmış bir metodolojiyi izleyerek gerçekleştirilen kasıtlı saha maruziyetini ifade eder [242, CEN 2016].
- **Pasif biyolojik izleme**, halihazırda veya daha önce çevrede bulunan seçilmiş biyoindikatörlerden *yerinde* numune alınması ve/veya bunların yerinde gözlemlenmesi anlamına gelir [242, CEN 2016].

4.7.3 EN standartları

Tablo 4.8’de, bitkilerle yapılan biyolojik izlemeye ilişkin EN standartları listelenmektedir.

Tablo 4.8: Bitkilerle biyolojik izlemeye ilişkin EN standartları

Standart	Başlık
EN 16413:2014	Ortam havası - Likenlerle biyolojik izleme - Epifitik liken çeşitliliğinin değerlendirilmesi
EN 16414:2014	Ortam havası - Yosunlarla biyolojik izleme - Yerinde toplanan yosunlarda atmosferik kirleticilerin birikmesi: Toplama işleminden numunelerin hazırlanmasına kadar
EN 16789:2016	Ortam havası - Damarlı bitkilerle biyolojik izleme - Standartlaştırılmış tütün maruz bırakma yöntemi

EN 16413:2014’te, epifitik liken çeşitliliğini değerlendirmeye yönelik bir yöntem açıklanmaktadır. Özellikle atmosferik kirliliğin etkilerini tahmin etmek için antropojenik müdahalenin etkisini değerlendirmeye yönelik bir çerçeve sağlar. Mevcut epifitik liken popülasyonu kullanıldığından, hem liken florasının bölgesel özelliklerinin hem de yerel koşulların hesaba katılması gerekebilir. Yöntem, belirli bir kaynaktan veya tesisten havaya salınan emisyonların etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaz, ancak, genel ortam hava kalitesine dair göstergeler sağlayabilir [240, CEN 2014].

EN 16414:2014'de, numune alma protokolü ve atmosferik kirleticilerin biyolojik birikimini izlemek için *yerinde* yosun numunelerinin hazırlanması açıklanmaktadır. Sahada yosunlardan numune alınmasından analiz öncesi numunelerin son hazırlığına kadar gerekli tüm adımlar standardın kapsamında yer almaktadır. Standart, bir veya daha fazla emisyon kaynağını belirlemek ve yerini tespit etmek ve ayrıca arka plan kirlilik seviyelerini izlemek için kullanılabilir [241, CEN 2014].

EN 16789:2016'da, belirli bir ortamda yer seviyesindeki ozonun bir tütün bitkisi türü üzerindeki etkisinin belirlenmesi açıklanmaktadır. Bu bitkileri ortam havasına maruz bırakmak için tasarlanmış bir sistemin kurulması ve kullanılması prosedürü tarif edilmektedir. Yaprak hasarı değerlendirme prosedürü de açıklanmaktadır. Tütünün çeşitli yerlerde tekrar tekrar maruz kalması, ozon etkilerinin zamansal ve mekansal dağılımının belirlenmesini sağlar [242, CEN 2016].

2017 yılında, "Hava kalitesi" Teknik Komitesi CEN/TC 264, bir çalışma grubu, standartlaştırılmış çim maruz bırakma yoluyla hava kalitesinin belirlenmesi ile ilgili yeni bir EN standardı üzerinde çalışıyordu [78, CEN 2017].

4.7.4 Diğer yöntemler

Bazı Üye Devletlerde, aktif biyolojik izleme (örneğin glayöl, ladin, kıvırcık lahana) veya pasif biyolojik izleme (otlatma alanı çimi, mısır bitkileri, bahçe sebzeleri ve iğne yapraklılar gibi bitkilerin yapraklarında *yerinde* numune alınması) için farklı bitkilerin kullanıldığı diğer biyolojik izleme yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları, belirli endüstriyel kaynaklarla ilişkili olarak ortam hava kalitesinin belirlenmesine olanak tanır (örneğin [94, VDI 2004], [95, VDI 2014]), ancak belirtilen tüm biyolojik izleme yöntemlerinde olduğu gibi, kaynaktaki araştırmalar (örneğin emisyon ölçümleri) ve/veya yayılım modellemesi hala gereklidir.

4.7.5 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

Biyolojik izleme yöntemleri, emisyonların doğrudan ölçülmesine imkân vermediğinden, MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi için sınırlı kullanıma sahiptirler.

4.8 Maliyetler

Hava emisyonlarını izlemenin maliyetlerine ilişkin nitel bilgiler, bu bölümün çeşitli kısımlarında, örneğin farklı izleme rejimleriyle (bkz. Bölüm 4.3.1) ve periyodik ölçümlerde farklı ölçüm sıklıklarıyla (bkz. Bölüm 4.3.3.9) ilgili kısımlarda verilmiştir.

Ayrıca, üyeleri test laboratuvarları, tesis işletmecileri, cihaz üreticileri ve düzenleyici kurumlardan oluşan Birleşik Krallık Kaynak Testi Derneği, Birleşik Krallık'taki EED tesislerinin baca emisyonları izleme maliyetleri hakkında bilgi toplamak için Aralık 2012'de bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bilgiler, Ek A.5'te gösterilen üç tabloya bölünmüştür.

Tablo 7.6'daki maliyetler, farklı endüstriyel sektörlerden (örneğin kömürle çalışan yakma tesisleri, atık yakma tesisleri, çimento fabrikaları) tesis işletmecileri tarafından sağlanan örneklerdir ve hem periyodik ölçümleri hem de OÖS ile yapılan sürekli ölçümleri (ilgili olduğu durumlarda) içerir. Periyodik ölçümler için, maliyetler tüm süreci kapsar ve bu nedenle ölçüm planlamasını, sahada güvenlik eğitimleri için harcanan zamanı ve rapor yazımını içerir. Sürekli ölçümler için, maliyetler yatırım maliyetleri (satın alma, kurulum ve diğer unsurlar) ve işletme maliyetleri (bakım, servis ve kalibrasyon, QAL2 ve YGT) olarak ikiye ayrılır [68, UK STA 2012]. İnşaat işlerine ilişkin maliyetler (örneğin bir platformun kurulumu için) dahil değildir [245, Cefic ve CONCAWE 2013].

Tablo 7.7'deki maliyetler, Avrupa içinde ve dışında faaliyet gösteren çok çeşitli cihaz üreticileri ve tedarikçileri tarafından sağlanmıştır. Maliyetler Birleşik Krallık'tan örnekleri temsil etse de Avrupa genelinde benzer düzeylerde olmaları beklenmektedir. Tablo 7.8'deki maliyetler, referans yöntemleri kullanarak periyodik ölçümler yapan test laboratuvarları tarafından sağlanmıştır. Tablo, tekli testlerin, üçlü testlerin ve QAL2'nin tamamlanmasının maliyetlerini içerir [68, UK STA 2012].

Baca başına veya izleme faaliyeti başına maliyetler, aşağıdakileri içeren birkaç faktörden dolayı genellikle bir sahadan diğerine farklılık gösterir [68, UK STA 2012]:

- Parametrelerin niteliği:
 - Bir OÖS'nin maliyetleri büyük ölçüde ölçülmesi gereken parametrelere bağlıdır. Örneğin, atık yakma tesisleri için gerekli parametreler, analizörlerin sayısı ve karmaşıklığı nedeniyle diğer birçok tesise göre daha pahalı olacaktır.
 - Bir prosesin özel özellikleri, örneğin seçici katalitik indirgeme (SKİ) ve/veya seçici katalitik olmayan indirgeme (SKOİ) kullanıldığında amonyak gibi ek parametrelerin ölçülmesini gerektirebilir. Bu, diğer seçeneklerden daha pahalı olabilecek bir çoklu gaz analizörünün gerekli olduğu anlamına gelebilir.
- Ölçek ekonomileri:
 - Test laboratuvarları ve tesis işletmecileri genellikle, OÖS kalibrasyonunu (QAL2/YGT) uygunluk değerlendirmesi için yapılan rutin periyodik ölçümlerle birleştirir.
 - OÖS tedarikçileri, birden fazla sistem kurmak için indirimler yapabilir.
 - Periyodik ölçümler için, emisyon seviyelerini ölçmenin veya OÖS'yi kalibre etmenin dışında başka izleme faaliyetleri de olabilir. Örneğin, baca gazı kükürt giderme sistemine sahip kömürle çalışan yakma tesislerinin işletmecilerinin, kükürt giderme verimliliğini ölçmeleri gerekebilir ve bu, hem girişte hem de çıkışta ölçümler yapılması anlamına gelir.
- Ölçüm/numune alma yeri:
 - Asansörlü bir iç mekandaki izleme düzenlemeleri, dikey merdivenlerle erişilen bir dış mekandakinden genellikle daha ucuzdur.
 - Numunenin alınıp çıkartıldığı OÖS'lerde, analizörleri barındırmak için genellikle klimalı bir oda gereklidir (Şekil 4.3).
 - Numune alma noktası ile analizör arasındaki mesafe ne kadar büyükse, özellikle ısıtılmaları gerektiğinde hatların uzunluğu nedeniyle malzeme ve kurulum maliyetleri de o kadar yüksek olur. Dolayısıyla, birkaç benzer numune alma noktasına sahip bir tesiste (örneğin bir yakma tesisinin çeşitli bacaları), numune alma noktaları birbirine yakın konumlandırıldığında maliyetler azalır.

- Yüksek bir bacanın üzerine bir platform kurma ihtiyacı büyük ek maliyetlere yol açabilir [245, Cefic ve CONCAWE 2013].



Şekil 4.3: Bir OÖS için klimalı muhafaza örneği

Bölüm 4.6'da açıklandığı gibi koku ölçümlerinin maliyetleri, insan sensörlerin kullanımından ve maaşlarından önemli ölçüde etkilenir. Dinamik olfaktometri ile koku konsantrasyonunun ölçümü için en az dört heyet üyesi gereklidir (bkz. Bölüm 4.6.3.2). Almanya'daki deneyimler, numune alma işleminin yanı sıra heyet üyelerinin performansı ve konsantrasyonlarını koruma becerisine bağlı olarak, yaklaşık 10 ila 20 numune içeren bir ölçüm günü maliyetinin 2500 ila 5000 avro arasında olmasının beklendiğini göstermektedir. Bölüm 4.6.3.3'te açıklandığı gibi ızgara yöntemini uygulama maliyetleri, büyük ölçüde değerlendirme alanının boyutuna ve ölçüm alanlarının sayısına bağlıdır. Almanya'daki deneyimler, altı aylık bir ölçüm dönemi için maliyetlerin yaklaşık 10000-15000 avrodan başladığını göstermektedir [91, Both 2013].

5 SU EMİSYONLARININ İZLENMESİ

5.1 Genel bakış

Bu bölüm, aşağıdakilerle ilgili bilgiler de dahil olmak üzere su emisyonlarının izlenmesini kapsar:

- su kirleticiler (bkz. Bölüm 5.2);
- sürekli/periyojik ölçümler (bkz. Bölüm 5.3);
- vekil parametreler (bkz. Bölüm 5.4);
- toksisite testleri ve tüm atık su değeriendirmesi (bkz. Bölüm 5.5);
- maliyetler (bkz. Bölüm 5.6).

İzlemeye ilişkin genel hususlar Bölüm 3'te açıklanmıştır.

5.2 Su kirleticiler

Tablo 5.1’de, METsonuçlarında veya ruhsatlarda kullanılan veya kullanılabilecek bazı su kirleticilerin tanımları verilmiştir. Tanımlar, hazırlanacak/gözden geçirilecek MET-REF'in özelliklerine veya gerekli ruhsat koşullarına göre değiştirilebilir.

Tablo 5.1: Su kirleticilerinin tanımlarına örnekler

Parametre/madde(ler)	Tanım
Adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler (AOX)	Cl olarak ifade edilen adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler, adsorbe olabilen organik olarak bağlı klor, brom ve iyodu içerir.
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	N olarak ifade edilen amonyum azotu, serbest amonyak ve amonyumu (NH ₄ -N) içerir.
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)	Organik maddenin biyokimyasal oksidasyonla n gün sonra karbondioksit dönüşmesi için gerekli oksijen miktarı. BOİ, biyolojik olarak parçalanabilen organik bileşiklerin kütle konsantrasyonunun bir göstergesidir.
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	Organik maddenin tamamen oksidasyonla karbondioksit dönüşmesi için gerekli oksijen miktarı. KOİ, organik bileşiklerin kütle konsantrasyonunun bir göstergesidir.
Serbest klor	Cl ₂ olarak ifade edilen serbest klor, çözünmüş temel klor, hipoklorit, hipokloröz asit, çözünmüş temel brom, hipobromit ve hipobromik asidi içerir.
Hidrokarbon yağ indeksi (HYİ)	Hidrokarbon yağ indeksi, bir hidrokarbon çözücüyle (uzun zincirli veya dallı alifatik, alisiklik, aromatik veya alkil ikameli aromatik hidrokarbonlar dahil) ekstrakte edilebilen ve EN 9377-2:2000'e [97, CEN 2000] göre ölçülen tüm bileşikler içerir.
Cıva	Hg olarak ifade edilen cıva ve bileşiklerinin toplamı
Fenol indeksi	Fenol olarak ifade edilen ve EN ISO 14402:1999’a [98, CEN 1999] göre ölçülen fenolik bileşiklerin toplamı
Kolayca salınır sülfid	Çözünmüş sülfid ve asitleştirme üzerine kolayca salınan çözünmemiş sülfürlerin S ²⁻ olarak ifade edilen toplamı
Toplam inorganik azot (N _{inorg})	N olarak ifade edilen toplam organik azot, serbest amonyak ve amonyum (NH ₄ -N), nitrit (NO ₂ -N) ve nitrat (NO ₃ -N) içerir.
Total Kjeldahl azotu (TKA)	N olarak ifade edilen toplam Kjeldahl azotu, serbest amonyak ve amonyum (NH ₄ -N) ve organik azot bileşiklerini içerir.
Toplam azot (TA)	N olarak ifade edilen toplam azot, serbest amonyak ve amonyum (NH ₄ -N), nitrit (NO ₂ -N), nitrat (NO ₃ -N) ve organik azot bileşiklerini içerir.
Toplam organik karbon (TOK)	C olarak ifade edilen toplam organik karbon, tüm organik bileşikler içerir.
Toplam fosfor (TF)	P olarak ifade edilen toplam fosfor, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm organik ve inorganik fosfor bileşiklerini içerir.
Toplam askıda katı madde (TAKM)	Cam elyaf filtreler kullanılarak filtreleme ve gravimetri ile ölçülen tüm askıda katı maddelerin kütle konsantrasyonu

Su emisyonlarının belirlenmesi, tek tek maddelerin ölçümünün yanı sıra büyük ölçüde toplam parametrelerin ölçümünü kapsar. Toplam parametreler, nicel vekil parametrelerdir (bkz. Bölüm 3.3.3.3.1 ve 5.4).

Bazı durumlarda, ilgili endüstriyel sektörle alakalı bazı maddelerin (örneğin belirli metaller veya diğer tehlikeli maddeler) kapsama dahil edilmesi gerekebilir. Böyle bir ihtiyaç, Su Çerçeve Direktifi gibi diğer mevzuat bağlamında elde edilen sonuçların izlenmesinden ortaya çıkabilir.

Bölüm 5.3.5.8’de, ölçüm ilkeleri de dahil olmak üzere en yaygın su kirleticiler için özel izleme hususları hakkında bilgi verilmektedir.

5.3 Sürekli/periyojik ölçümler

5.3.1 Genel EN standartları

Tablo 5.2’de su emisyonlarının izlenmesi ile ilgili bazı genel EN standartları ve bir teknik şartname listelenmektedir. Bunların çoğu periyodik ölçümlerle ilgilidir ve EN ISO 5667-1:2006 standardı su emisyonlarının sürekli ölçümlerine kısmen uygulanabilirken, EN ISO 15839:2006 özel olarak sürekli hat üstü izleme ile ilgilidir. Su emisyonlarının ölçülmesine ilişkin özel standartlar Ek A.2’de listelenmiştir.

EN standartlarının ve diğer standart yöntemlerin genel kullanımı için Bölüm 3.4.3'e bakınız.

Tablo 5.2: Su emisyonlarının izlenmesi ile ilgili genel EN standartları ve bir teknik şartname

Standart	Başlık
EN 1085:2007	Atık su arıtma - Sözlük
EN ISO 5667-1:2006	Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 1: Numune alma programlarının ve numune alma tekniklerinin tasarımına dair rehberlik (ISO 5667-1:2006)
EN ISO 5667-3:2012	Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 3: Su numunelerinin korunması ve taşınması (ISO 5667-3:2012)
EN ISO 5667-14:2016	Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 14: Çevresel su numunesi alma ve taşıma işlemlerinin kalite güvencesi ve kalite kontrolüne dair rehberlik
EN ISO 5667-16:2017	Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 16: Numunelerin biyolojik testine dair rehberlik (ISO 5667-16:2017)
EN ISO 15839:2006	Su kalitesi - Hat üstü sensörler/su analiz ekipmanları - Şartlar ve performans testleri (ISO 15839:2003)
EN 16479:2014	Su kalitesi - Su izleme ekipmanları için performans gereklilikleri ve uygunluk testi prosedürleri - Su ve atık su için otomatik numune alma cihazları
CEN/TS 16800:2015	Fiziko-kimyasal analitik yöntemlerin doğrulanmasına ilişkin kılavuz

EN 1085:2007’de, atık su arıtma alanında CEN'nin üç resmi dilinde (Almanca, İngilizce ve Fransızca) standart bir terminoloji oluşturulmuştur. Bu standart, atık su arıtmayla ilgilidir ve dolayısıyla, su analizi ile ilgili tüm tanımları içermez, ancak atık su arıtma terimlerinin ortak bir şekilde anlaşılması açısından yararlıdır [149, CEN 2007].

EN ISO 5667-1:2006’da, su numunesi alma çalışmalarının tüm yönleri (atık su, çamurlar ve dip çökeltileri dahil) için numune alma programlarının ve numune alma tekniklerinin tasarımına ilişkin genel ilkeler ve rehberlik sunulmaktadır. Ayrıca, bu standartta numune alma zamanı ve sıklığı ele alınmakta ve akış ölçümlerine çapraz referanslar verilmektedir [46, CEN 2006].

EN ISO 5667-3:2012’de, biyolojik analizlere ilişkin gereklilikler de dahil olmak üzere numune alımı ve tüm su numuneleri için ön işleme, koruma, taşıma, nakliye ve depolama ile ilgili genel gereklilikler belirlenmiştir. EN ISO 5667'nin bu bölümü, özellikle spot veya kompozit numuneler sahada analiz edilemediğinde ve analiz için bir laboratuvara nakledilmesi gerektiğinde (ki genellikle bu gereklilik söz konusudur) uygundur. Her bir parametre/madde için numune saklama teknikleri, kap türleri, saklama koşulları ve maksimum saklama süreleri hakkında ayrıntılı bilgiler sunar. EN ISO 5667-3:2012, diğer daha spesifik ölçüm standartlarını tamamlayıcı niteliktedir [128, CEN 2012].

EN ISO 5667-14:2016’da, kalite güvence/kontrol prosedürleri belirtilmekte ve manuel numune alma konusunda ek rehberlik sunulmaktadır. Standart, potansiyel numune alma hatalarının kaynaklarını

(malzemeler, yöntemler, personel, çevre ve ayrıca numune koruma ve taşıma) ve bu hataların nasıl en aza indirileceğini açıklamaktadır [285, CEN 2016].

EN ISO 5667-16:2017'de, toksisite testleri ile ilgili özel numune alma ve ön işlem hükümleri yer almaktadır [150, CEN 2017].

EN ISO 15839:2006'da, laboratuvar ve sahada uygulanmak üzere su kalitesinin sürekli ölçümleri için kullanılan hat üstü sensörlerin/analiz ekipmanlarının performans testine ilişkin test prosedürleri anlatılmaktadır [106, CEN 2006]. Standart, test tezgahı tesislerinin inşasını gerektirir ve bu nedenle ekipmanların son kullanıcılarına hitap etmez.

EN 16479:2014'te, basınçsız (yani atmosfere açık) kanallardan veya kaplardan numune alan ve zaman, olay veya akışla orantılı numune alımına dayalı ayrı veya kompozit numuneler almak için uzun süreler boyunca numune alma işlemini gerçekleştiren otomatik numune alma cihazları için genel gereklilikler, performans gereklilikleri ve uygunluk testi prosedürleri tanımlanmaktadır [151, CEN 2014].

CEN/TS 16800:2015'te, çevresel matrisler için fiziko-kimyasal analitik yöntemlerin doğrulanmasına ilişkin bir yaklaşım açıklanmaktadır. Kılavuzda, hem tek laboratuvarlar düzeyinde yöntem geliştirme ve doğrulama (laboratuvar içi doğrulama) hem de birkaç laboratuvar düzeyinde yöntem doğrulama (laboratuvarlar arası doğrulama) hususları ele alınmaktadır. Bu şartname, su analizi için (yüzey suyu, yer altı suyu, atık su ve tortu dahil) çok çeşitli nicel fiziko-kimyasal analitik yöntemlerin doğrulanması için geçerlidir. Toprak, çamur, atık ve biyota gibi diğer çevresel matrislere ilişkin analitik yöntemler de aynı şekilde doğrulanabilir [264, CEN 2015].

2017'de, atık sulardan numune almaya ilişkin genel bir EN standardı yoktu, ancak bu konuda bir ISO standardı ve birkaç ulusal standart mevcuttu. **ISO 5667-10:1992**, evsel ve endüstriyel atık sulardan numune alımı ve güvenlik hususları da dahil olmak üzere numune toplama programlarının ve tekniklerinin tasarımı ile ilgili ayrıntıları içerir. Her türlü atık su standardın kapsamına girmektedir. Kaza sonucu dökülmelerden numune alımı dahil edilmemiştir, ancak açıklanan yöntemler belirli durumlarda dökülme olaylarına da uygulanabilir [152, ISO 1992].

5.3.2 İzleme rejimleri

EN ISO 5667-1:2006, sürekli ve periyodik ölçümler arasında, sürekli ve periyodik numune alma arasında ve kompozit ve spot numuneler arasında ayırım yaparak ölçüm ve numune alma konularında rehberlik sağlar [46, CEN 2006].

Farklı ölçüm ve numune alma türlerine genel bir bakış Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3: Su emisyonlarının izlenmesiyle ilgili farklı ölçüm ve numune alma türlerine genel bakış

Sürekli (hat üstü) ölçüm		
Numune alma türü		Numune türü
Sürekli	Atık akışında ekstraksiyon olmadan doğrudan ölçüm	Ayrı numune yok
	Zamanla orantılı ekstraksiyon	
	Akışla orantılı ekstraksiyon	
Periyodik ölçüm (her ayrı numunenin analizi)		
Numune alma türü		Numune türü
Sürekli	Zamanla orantılı ekstraksiyon	Kısa zaman aralıkları için ayrı numuneler veya daha uzun zaman aralıkları (örneğin 24 saat) için kompozit numuneler
	Akışla orantılı ekstraksiyon	
Periyodik	Zamanla orantılı ekstraksiyon	
	Akışla orantılı ekstraksiyon	

Anlık ekstraksiyon	Spot numuneler
--------------------	----------------

Sürekli (hat üstü) ölçümlerde, ayrı numune alınmaz. Ölçüm cihazları, numunenin sürekli olarak alınması (zaman veya akışla orantılı **sürekli numune alma**) ve cihaza pompalanması şartıyla, doğrudan atık akışına yerleştirilir veya ayrı olarak konumlandırılır.

Periyodik ölçümlerde, numune alma işlemi sürekli veya periyodik olarak gerçekleştirilebilir:

- **Sürekli numune alma** için, numuneler sabit veya değişken bir debide sürekli olarak alınır. Numune alma debisi sürekli olarak atık su akışına göre ayarlanırsa (akış orantılı), numuneler tüm su kalitesini temsil eder. Bu, atık su bileşimindeki değişikliklerin belirlenmesine olanak tanımak için debinin hat üzerinde sürekli olarak ölçümünü veya ilgili sürede yeterli sayıda ayrı numunenin alınmasını gerektirir.
Bu, ilgili parametrenin debi ve konsantrasyonu önemli ölçüde değiştiğinde, atık su deşarjlarının temsili numunelerini almak için en uygun yöntemdir. Ancak bu yöntem, özellikle analiz edilecek numune sayısına bağlı olarak daha yüksek maliyetler içerebilir; bu nedenle sadece olağanüstü durumlarda uygulanır.
- **Periyodik numune almada** numuneler, genellikle zamana veya atık suyun hacimsel debisine bağlı olarak farklı aralıklarla alınır. Bunun bir örneği, boşaltılan önceden tanımlanmış her atık su hacmi için önceden tanımlanmış bir miktarda numunenin alındığı **akış orantılı numune alımıdır**.

Periyodik ölçümler için aşağıdaki ana numune türleri arasında ayrım yapılabilir [152, ISO 1992]:

- **Kompozit numuneler**, açık ara en yaygın kullanılan numunelerdir. Periyodik (veya sürekli) olarak alınan numunelerin uygun oranlarda karıştırılmasıyla elde edilirler. Kompozit numuneler ortalama bileşim verilerini sağlar. Sonuç olarak, numuneleri birleştirmeden önce, bu tür verilerin istendiği ve ilgili parametrelerin numune alma periyodu sırasında önemli ölçüde değişmediği doğrulanmalıdır. Bunun genellikle endüstriyel atık su için geçerli olduğu varsayılmaktadır. Analitik çalışma miktarını azaltmak için çoğunlukla kompozit numuneler alınır.
- **Spot numuneler**, rastgele zaman aralıklarında alınan ayrı numunelerdir. Genellikle boşaltılan atık su hacmi ile ilgili değildirler. Uygulama, parametreye, varyasyonlarına ve endüstriyel sektördeki atık su matrisine bağlıdır.

Sürekli (hat üstü) ölçümler hakkında daha ayrıntılı bilgi için bkz. Bölüm 5.3.4; kompozit ve spot numunelerin kullanıldığı periyodik ölçümler için bkz. Bölüm 5.3.5.

5.3.3 Sürekli ve periyodik ölçümler

Çeşitli su parametreleri sürekli ve periyodik olarak ölçülebilir. Sıcaklık, pH ve bulanıklık gibi çeşitli parametreler genellikle sürekli olarak ölçülür, çünkü sonuçlar proses kontrolü için kullanılır ve atık su arıtma tesisini düzgün bir şekilde çalıştırmak için önemlidir. Tablo 5.4'te, sürekli ve periyodik ölçümlerin avantaj ve dezavantajları da dahil olmak üzere önemli özelliklerine genel bir bakış sunulmaktadır.

Tablo 5.4: Sürekli ve periyodik ölçümlerin önemli özellikleri

Özellik	Sürekli ölçüm	Periyodik ölçüm
Numune alma periyodu	Ölçüm, maddelerin yayıldığı sürenin tamamını veya çoğunu kapsar	Kapsam, numune alma planına bağlıdır (ayrıntılar için bkz. Bölüm 5.3.5.2)
Hız	Sonuçların neredeyse her zaman gerçek zamanlı çıktısı	Taşınabilir analizörler kullanılıyorsa gerçek zamanlı sonuçlar; analiz laboratuvarında yapılıyorsa gecikmeli sonuçlar
İstikrar	Sensörler kirlenmeye meyilli olabilir (otomatik temizleme sistemi kurulmamışsa)	Analizden önce numune bütünlüğünün korunması gerekir
Kullanılabilirlik	Yalnızca sınırlı sayıda ölçülen büyüklük için kullanılabilir	Çeşitli yöntemler kullanılabilir
Standardizasyon	Standartlaştırılmış yöntemlerin sınırlı kullanılabilirliği	Tanımlanmış performans gereklilikleri ile birlikte standartlaştırılmış yöntemler mevcuttur
Sonuçların ortalamasının alınması	Sonuçlar sürekli olarak toplanır ve bir saat veya 24 saat gibi süreler içindeki ortalamaları alınabilir	Sonuçlar, belirli bir numune alma periyodu için raporlanır; örneğin 24 saatlik kompozit numuneler (günlük ortalama) veya spot numuneler olarak
Akreditasyon	Standartlaştırılmış yöntemlerin olmaması nedeniyle uygulanamaz	EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017] uyarınca akreditasyon
Ekipmanların sertifikasyonu	Ölçüm ekipmanlarının sertifikasyonu yalnızca Birleşik Krallık'ta (MCERTS) ve yalnızca sınırlı sayıda ölçüm büyüklüğü için mevcuttur	Numune alma ekipmanlarının sertifikasyonu yalnızca Birleşik Krallık'ta (MCERTS) mevcuttur. 2017'de laboratuvar ekipmanları sertifikasyonu mevcut değildi.
Yatırım maliyetleri	Eş değer periyodik ölçüm yöntemine kıyasla daha yüksek olma eğilimindedir	Eş değer sürekli ölçüm yöntemine kıyasla daha düşük olma eğilimindedir

Kaynak: [103, MCERTS 2017]

Tablo 5.4'te belirtildiği gibi, sürekli (hat üstü) ölçümler neredeyse her zaman sonuçların gerçek zamanlı çıktısını sağlar ve bu nedenle ortalama alma periyodunun tanımlanması gerekir. Yaygın ortalama alma periyotları örneğin bir saat, iki saat veya 24 saattir (günlük ortalamalar).

Periyodik ölçümlerde ayrıca belirli bir süre (örneğin bir gün) için temsili sonuçlar hedeflenir. Numuneler periyodik veya sürekli olarak alınır, ayrı tutulur veya önceden tanımlanmış bir süre (örneğin bütün bir gün) boyunca doğrudan karıştırılır ve daha sonra analiz edilir. Periyodik ölçümlerin tipik bir örneği, 24 saatlik akışla orantılı kompozit numunelerin toplanarak bir günlük ortalama değer hesaplanmasıdır. Akışla orantılı numune alma, numune alma noktasında su akışının sürekli ölçülmesini gerektirir (akış ölçümleriyle ilgili ayrıntılı bilgi için bkz. Bölüm 5.3.4.2).

Bir su parametresinin sürekli olarak ölçülmesine yönelik tercih şunlara bağlıdır:

- oldukça değişken ve/veya aşırı miktarlardaki atık su deşarjlarını kontrol etme ihtiyacı;
- numune alma, nakliye ve depolama sırasında parametrenin istikrarsızlığı (örneğin uçucu bileşikler);
- yerel koşullar dikkate alınarak atık su deşarjının çevre üzerindeki beklenen etkisi;
- atık su arıtma tesisinin performansını izleme ve kontrol etme ve muhtemelen üretilen verilere (örneğin fiziko-kimyasal parametreler) göre derhal tepki verme ihtiyacı;
- endüstriyel sektöre ve atık su deşarjına bağlı olarak ölçüm ekipmanlarının kullanılabilirliği ve güvenilirliği;
- endüstriyel sektörün özel gereksinimleri ve/veya tesisin özel koşulları;
- sürekli ölçümlerin maliyetleri (ekonomik açıdan uygulanabilirlik).

Neredeyse her zaman sürekli olarak ölçülen parametrelerden biri, atık su deşarjının hacimsel debisidir (bkz. Bölüm 5.3.4.2).

Bazı Üye Devletlerde izleme rejimine karar vermek için bir kütle akış eşiği kullanılmaktadır. Örneğin Fransa'da, belirli kütle akış eşikleri aşıldığında, KOİ, TSS, BOİ₅, AOX, cıva, kadmiyum ve çeşitli organik maddeler dahil olmak üzere belirli su parametreleri için 24 saatlik akış orantılı kompozit numunelerin günlük ölçümlerinin yapılması zorunludur [60, FR 2016, Madde 60]. Hollanda'da, sınırlı sayıda ruhsatta kütle akış eşikleri de kullanılmaktadır. Seçim, ilgili deşarj durumuna (kısa pik deşarjlar, soğutma suyu ile seyreltilmiş atık su) göre belirlenir [105, NL 2013]. Genel olarak, söz konusu durumun koşulları farklı bir yaklaşım gerektirmediği sürece, bu kütle akış eşik değerlerinin altında daha düşük bir ölçüm sıklığının yeterli olduğu varsayılır.

Tablo 5.4'te belirtildiği gibi, ölçüm ekipmanlarının sertifikasyonu yalnızca Birleşik Krallık'ta mevcuttur. Hollanda ve Fransa gibi diğer Üye Devletlerde numune alma ekipmanları ulusal standartların gerekliliklerini karşılamalıdır ve standartlara uygunluk yetkili makamlar tarafından denetlenir.

5.3.4 Sürekli ölçümler

5.3.4.1 Atık su akışı hariç su parametreleri

Uygulamada, sürekli ölçümler esas olarak doğrudan atık akışına yerleştirilmiş veya ayrı konumlandırılmış ve numunenin pompalandığı sensörlerle gerçekleştirilir. TOK gibi bazı parametreler için, cihazlar sürekli bir kesikli proses olarak çalışır: Atık sudan ayrı bir numune alınıp analiz edilir ve tamamlandığında proses yeniden başlar.

EN ISO 15839:2006'da, hat üstü sensörler ve hat üstü analiz ekipmanları, bir çözeltide ölçtükleri bir veya daha fazla ölçülen büyüklüğün değeriyle orantılı bir çıkış sinyalini sürekli olarak (veya belirli bir sıklıkta) veren otomatik ölçüm cihazları olarak tanımlanmaktadır [106, CEN 2006].

Sürekli olarak ölçülebilen su parametrelerinin örnekleri şunları içerir: [103, MCERTS 2017], [152, ISO 1992], [296, Genthe ve Pliner 2015], [297, ASTM 2017]:

- doğrudan elektrokimyasal ölçümlerle pH, çözünmüş oksijen ve iletkenlik;
- spesifik iyon elektrotları ile nitrat ve amonyak;
- anodik sıyırma voltametri ile metaller;
- spektrofotometri ile amonyak, fosfat, toplam fosfor (TF) ve demir;
- yanma ve kızılötesi spektrometresi ile TOK;
- yanma ve ardından oksijen tüketiminin ölçülmesi yoluyla toplam oksijen ihtiyacı (TOİ);
- bulanıklık.

EN ISO 15839:2006'da, hat üstü sensörlere/analiz ekipmanlarına ilişkin olarak şunlar açıklanmaktadır [106, CEN 2006]:

- laboratuvarla doğruluk, tespit ve miktar tayin sınırları, tekrarlanabilirlik gibi performans özelliklerinin belirlenmesi ve
- yanıt süresi, gecikme süresi, yükselme süresi ve düşme süresi gibi sahadaki performans özelliklerinin belirlenmesi.

Genel olarak, arızalardan minimum veri kaybı ile uygun kalitede ölçüm sonuçlarının üretilmesini sağlamak için sürekli ölçüm cihazlarının düzenli kalibrasyonu ve bakımı önemlidir.

Bakım ve kalibrasyon prosedürlerinin düzenli olarak belirlenmesi ve gerçekleştirilmesi gerekir. Atık su özelliklerine bağlı olarak, sistemin iyi bir şekilde işlemlerini sağlamak için günlük veya haftalık bakım ve kalibrasyon gerekebilir.

Yazılı bir programda, işletmeci, üretici veya akredite laboratuvar gibi görevden kimin sorumlu olduğuna dair açıklamalarla birlikte bakım ve kalibrasyon görevleri açıklanabilir. Tüm bakım ve kalibrasyon faaliyetlerinin kayıtları, kalite güvence sisteminin bir parçası olarak saklanmalıdır.

Sürekli ölçüm cihazlarının çoğu için, bakım ve kalibrasyon prosedürleri üreticinin talimatlarında verilir ve çoğu zaman üreticilerin cihazlarını kendilerinin kurması, çalıştırması, bakımını yapması ve kalibre etmesi tavsiye edilebilir.

Daha önce Tablo 5.4'te bahsedildiği gibi, Birleşik Krallık'ta sürekli su izleme ekipmanlarına ilişkin performans standartlarını ve test prosedürlerini de kapsayan bir sertifikasyon sistemi mevcuttur [107, MCERTS 2010].

5.3.4.2 Atık su akışı

Atık su deşarjlarının etkili bir şekilde izlenmesi için her bir maddenin kütleli debisi ve toplam parametreler hakkında bilgiye sahip olunması gerekir. Bu, akış ölçüm verilerini (hacim/zaman) kirletici konsantrasyonları (kütle/hacim) ile birleştirerek sağlanır. Akış ölçümü ile ilgili belirsizlikler, emisyon yüklerinin hesaplanması üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Ayrıca, otomatik numune alma cihazlarını çalıştırmak için akış ölçüm verilerine de ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, atık su akışları genellikle sürekli olarak ölçülür.

Çok çeşitli akış ölçüm cihazları ve alet düzenleri kullanılmaktadır. Kanallarda ve borularda akış ölçümleriyle ilgili çeşitli EN ve ISO standartları ve ulusal standartlar mevcuttur. Prensipte olarak, cihazlar üç ayrı gruba ayrılabilir [38, DK EPA 2012]:

- açık kanal debi ölçerleri;
- kısmen dolu borular için debi ölçerler;
- tamamen dolu ve genellikle basınçlı borular için debi ölçerler.

Açık kanal akışı, sıvının üst yüzeyinin atmosferle temas halinde olduğu (serbest yüzey) bir kanaldaki akış olarak tanımlanır. Kanalin şekli ve sıvı seviyesi akışın kesitini belirler. Açık bir kanaldaki akış, birincil bir cihaz (akışı kısıtlayan ve sıvı seviyesinin akışla orantılı olarak değişmesine neden olan bir yapı) ve ikincil bir cihaz (birincil cihazın neden olduğu sıvı seviyesindeki değişimi ölçen bir yapı) kullanılarak ölçülebilir. Sıvı seviyesi ile debi arasındaki ilişki, birincil cihazın şekline ve boyutlarına bağlıdır ve bilinen bir denklem kullanılarak hesaplanır. Tipik birincil cihazlar savaklar ve kanaletlerdir. Savak, sıvının genellikle özel olarak şekillendirilmiş bir açıklık veya çentik içinden aktığı açık bir kanal boyunca inşa edilen kalibre edilmiş bir engel veya barajdır. Kanalet, kanal alanını ve eğimini değiştiren özel olarak şekillendirilmiş bir kanal sınırlamasıdır. Tipik ikincil ölçüm cihazları şamandıralar, kapasitans sondaları, ultrasonik cihazlar ve kabarcık ölçerlerdir [153, British Columbia 2003].

Kısmen dolu borularda, akışın kesit alanı ve ortalama akış hızının ölçülmesi gerekir. Atık su debisi (örneğin m^3/s) kesit alanı ve akış hızı çarpılarak hesaplanır. Bu tür alan-hız yöntemleri, açık kanallarda da kullanılabilir. Kesitsel alan, örneğin bir basınç dönüştürücüyle sıvı seviyesi ölçülerek ve ardından boru çapına göre alan hesaplanarak belirlenir. Akış hızı, örneğin atık sudaki hava kabarcıkları ve asılı parçacıklar tarafından yansıtılan yüksek frekanslı ses dalgaları yayan bir Doppler akış ölçeri kullanılarak çeşitli tekniklerle belirlenebilir. Yansıyan ses dalgalarının sıklığındaki değişiklik daha sonra akış hızını hesaplamak için kullanılır [38, DK EPA 2012], [153, British Columbia 2003].

Atık su için yaygın olarak kullanılan kapalı boru debi ölçüm cihazları arasında elektromanyetik debi ölçerler ve Doppler tipi debi ölçerler bulunur. Kapalı borularda akış ölçümü genellikle açık kanal sistemlerinde yapılan ölçümlerden daha doğru sonuçlar verir. Ölçüm cihazları genellikle herhangi bir yönde monte edilebilir, ancak en iyi uygulama, bu cihazları atık suyun yukarı doğru aktığı bir boruya kurmaktır. Bu önlem, kısmen dolu boruların oluşmasını ve borularda yayılmış olan havanın hapsolmasını önler. Kapalı borulu bir akış sisteminde Doppler tipi bir debi ölçer kullanıldığında, sensör genellikle boru duvarının dışına monte edilir. Elektromanyetik debi ölçerlerde, atık su, manyetik alanın içinden dikey olarak geçerek boru içerisine yerleştirilen elektrotlar ile manyetik alan arasında borudaki akış hızı ile orantılı bir voltaj oluşturur. Atık su debisi, basınçlı borunun kesit alanı ile ortalama debi çarpılarak hesaplanır. Elektromanyetik debi ölçerlerin birçok kategorisi ve boyutu piyasada mevcuttur [38, DK EPA 2012].

Tablo 5.4'te belirtildiği gibi, Birleşik Krallık'ta su debisi ölçerler için performans standartlarını ve test prosedürlerini de kapsayan bir sertifikasyon sistemi mevcuttur [108, MCERTS 2013]. Ayrıca Birleşik Krallık'ta, akış izleme yapılarının denetimine ilişkin bir standart da bulunmaktadır [109, MCERTS 2014].

5.3.5 Periyodik ölçümler

5.3.5.1 Genel bakış

Periyodik ölçümler, belirli zaman aralıklarında ölçülen bir büyüklüğün belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak bu ölçümler, zamana, hacme veya debiye bağlı olabilen sabit aralıklarla periyodik numune alınımına ve ardından araştırılan parametrelerin laboratuvarda analizine dayanır (saha içi, saha dışı). Bu, sonraki analizin gereklilikleri dikkate alınarak numunelerin taşınması, depolanması ve nakliyesini içerir.

Su emisyonları izlenirken, numune almaktan sorumlu personel genellikle analizden sorumlu olanlarla aynı değildir, ancak güvenilir ve karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmek için her ikisinin de kendi sorumluluk alanlarında sağlam bilgi ve deneyime sahip olması gerekir. Numune almaya ilişkin hükümler EN ISO/IEC 17025: 2017'nin [1, CEN 2017] bir parçasıdır.

Su emisyonlarının izlenmesine ilişkin genel EN standartları Bölüm 5.3.1'de açıklanmaktadır. Belirli kirleticiler ve toplam parametrelerin analizi ile ilgili EN standartları, ek bilgilerle birlikte Ek A.2'de verilmiştir. Tüm parametreler (örneğin KOİ) veya tüm (atık) su türleri için EN standartları mevcut değildir. Dolayısıyla, ISO standartları, ulusal standartlar, standart olmayan yöntemler ve laboratuvar tarafından geliştirilen yöntemler gibi kullanımda olan başka çeşitli standartlar vardır (bkz. Bölüm 3.4.3).

5.3.5.2 Ölçüm amacı ve ölçüm planı

Ölçüm planının amacı, emisyon ölçümlerinin ilgili ölçüm amacı için yeterli olmasını sağlamaktır (örneğin, belirli bir süre boyunca ortalama konsantrasyonların belirlenmesi veya normal çalışma koşulları sırasında en yüksek emisyon konsantrasyonlarının belirlenmesi için). Bu, kalitesi genellikle zamanla değişen atık sudan öncelikle temsili numune alınmasını gerektirir. Numune alma planı, ölçüm planının bir parçası olabilir ve bazen numune alma programı olarak da anılır (örneğin EN ISO 5667-1'de). Normal ve normalden farklı çalışma koşullarında meydana gelebilecek ve mevsimsel ve günlük döngüleri, iş haftası döngülerini, rastgele veya geçici olayları ve uzun vadeli kalıcılığı veya eğilimleri içerebilecek değişiklikler numune alma planında dikkate alınır [46, CEN 2006].

Ölçüm planı, diğer hususların yanı sıra aşağıdaki unsurların net bir tanımını içerir:

- ölçülen büyüklüklerle birlikte ölçüm amacı;
- çalışma koşullarını açık bir şekilde tanımlamak için veri toplama;
- numune alma yeri ve numune alma noktası (bkz. Bölüm 5.3.5.3);
- numune alma ekipmanları dahil olmak üzere numune alma yöntemi (bkz. Bölüm 5.3.5.4 ve 5.3.5.5);
- numunelerin temsil etmesi istenen atık su miktarı;
- atık su debisi ve sıcaklık, pH gibi diğer parametreler ile ilgili verilerin toplanması;
- numune alma zamanı ve sıklığı (bkz. Bölüm 5.3.5.6);
- numunelere uygulanan ön işlemler ve numunelerin korunması (bkz. Bölüm 5.3.5.7);
- numunelerin taşınması ve depolanması (bkz. Bölüm 5.3.5.7);
- laboratuvar ölçümü (bkz. Bölüm 5.3.5.8);
- veri işleme (bkz. Bölüm 5.3.6);
- kalite güvence önlemleri;
- belgeleme ve raporlama (bkz. Bölüm 5.3.7).

Numune alma ve analiz çalışmaları aynı laboratuvar tarafından yapılmıyorsa ölçüm planı, numune alma planı ve analiz planı olarak bölünebilir. Her durumda, uygulanan analitik yöntemle ilişkili numune alma gereklilikleri ve numune alımından kaynaklanan kısıtlamaların dikkate alınması gerekir.

Otomatik numune alma cihazlarının kalıcı olarak kurulumunun yapılması durumunda, cihazı kurmadan önce bir ölçüm (ve numune alma) planının hazırlanması ve daha sonra sadece atık su arıtma tesisinde veya ölçüm sisteminde ilgili değişikliklerden sonra güncelleme yapılması yeterli olabilir. Spot numunelerde, planın her numune alma kampanyası için güncellenmesi gerekebilir.

Aşağıdaki paragraflarda, nihai atık su deşarjını etkileyebilecek ve dolayısıyla ölçüm planına yansıtılması gereken özel koşullara ilişkin bazı örnekler verilmiştir [38, DK EPA 2012].

Üretimdeki değişiklikler veya yeni tesislerin işletmeye alınması, emisyonların kısa vadeli olarak hemen artmasına veya azalmasına neden olabilir. Taşınabilir numune alma ekipmanları kullanılarak, geçici numune alımı kolaylıkla gerçekleştirilebilir ve deşarjlar belgelenebilir.

Belirli **üretim kampanyaları** sırasında (örneğin sebze ve sebze içerikli ürünler üreten endüstriler için hasat mevsiminde) genellikle emisyonlarda bir artış meydana gelir. Daha sonra daha sık numune alma çalışmalarına (örneğin ayda bir yerine her gün veya haftada bir) ve fiili atık su akışına dayalı yük tahminine ihtiyaç duyulabilir.

Seri üretimde, nihai atık su deşarjından veya emisyon örüntüsü üretim partileri tarafından belirleniyorsa parti bir dengeleme tankından geçtikten sonra (spot) numunelerin alınması gerekebilir. Bir tanktan numuneler alınıyorsa, tankın tüm içeriğinin homojenleşmesini sağlamak için iyice karıştırılması gerekir. Karıştırma işlemi zorsa ve karıştırılmamış bölgelerin kalması kaçınılmazsa (örneğin tank çok büyükse), birkaç alt numunenin alınması ve analizden önce bunların karıştırılması tavsiye edilir.

Bir üretim tesisinin işletmeden çıkarılması, farklı ve potansiyel olarak yeni atık su akışlarını dikkate alan özel olarak tasarlanmış bir ölçüm planı gerektirebilir.

Depolanan malzemelerin üstünün açık olabileceği **açık alanlar ve stoklar** (örneğin metaller veya ahşap esaslı panel endüstrilerinde), özellikle istisnai hava koşullarında (şiddetli yağışlar) kontamine olmuş

yüzey akışlarına neden olabilir. Yüzey akışlarından akışla orantılı numunelerin alınması zordur, ancak bu alanlardan gelen yükün belirlenmesine olanak tanırırlar.

Öngörülemeyen kirlletici deşarjları ile **kaza veya arızalar** meydana geldiğinde, alıcı su kütlesi üzerindeki olası etkinin tahmin edilmesine olanak tanımak için konsantrasyonlar ve yükler açısından ölçümler ve belgelemeye ilişkin bir acil durum planına sahip olmak yararlıdır. Çevresel zararı azaltmak için önlemlerin hızlı bir şekilde uygulanması gerektiğinde de ölçüm planı önemlidir (örneğin kapatma, depolanan kirli atık suyun geçici olarak arıtılması, dökülen kirlleticilerin toplanması).

5.3.5.3 Ölçüm/Numune alma yeri ve noktası

Ölçüm/numune alma konumu olarak da anılan **ölçüm/numune alma yeri**, atık su akışında ölçümlerin veya numune alma işlemlerinin gerçekleştirildiği yerdir. Bu durumda, **ölçüm/numune alma noktası**, ölçüm verilerinin doğrudan elde edildiği veya numunenin çıkarıldığı atık su akışındaki kesin konumdur [152, ISO 1992].

Numune alma noktasının/noktalarının konumu, numunenin atık su deşarjını temsil etmesini sağlamalıdır. Numune alma noktasının kesin konumunun belirlenmesini kolaylaştırmak için mümkünse fotoğraflarla desteklenerek, proses akış şemasında doğru bir şekilde tanımlanması ve işaretlenmesi önerilir.

Aşağıdaki öneriler, numune alma noktasının seçilmesinde yardımcı olabilir [38, DK EPA 2012], [103, MCERTS 2017], [152, ISO 1992]:

- iki akışın karıştırılmasının tamamlandığından emin olmak için bir boru veya kanaldaki numune alma noktası, akış yönünde son içeri akışın yeterince uzağında olmalıdır;
- partiküllerin katmanlaşmasını ve tortulaşmasını önlemek için numune alma noktasındaki atık su iyice karıştırılmalıdır (türbülanslı akış);
- numunenin çökelti veya biyofilmlerle kontaminasyonunu önlemek için numune alma noktaları yanlardan ve dipten uzakta yer almalıdır;
- numune alma noktası, iç akışların devridaiminden etkilenmemelidir;
- numune alma noktası bir barajdan önce olmamalıdır, çünkü aralıklı yükler meydana gelebilir;
- otomatik numune alma cihazları için, numune alma noktasındaki su seviyesi 50 mm'den yüksek olmalı ve emme başlığı, kuru hava koşullarında su seviyesinin yaklaşık üçte biri derinliğe yerleştirilmelidir.

5.3.5.4 Numune türleri

5.3.5.4.1 Kompozit numuneler

Deşarjdan belirli bir atık su hacminde alt numunelerin alındığı iki tür kompozit numune vardır: Debiyle orantılı ve zamanla orantılı kompozit numuneler. Akışla orantılı kompozit numunelerde, önceden belirlenmiş her bir hacim (örneğin 10 m³) için sabit hacimde bir numune alınırken, zamanla orantılı kompozit numunelerde, her bir zaman birimi (örneğin her 5 dakikada bir) için sabit hacimde bir numune alınır [103, MCERTS 2017], [152, ISO 1992].

Hem debi hem de konsantrasyon sabitse, debi sabitse ve konsantrasyon değişiyorsa veya debi değişiyorsa ve konsantrasyon sabitse, zamanla orantılı kompozit numuneler ortalama bir emisyonu temsil eder. Ancak, hem debi hem de konsantrasyon değişiyorsa, zamanla orantılı kompozit numuneler ortalama emisyonu temsil etmez [38, DK EPA 2012]. Dolayısıyla, temsili sonuçları hedeflerken, genellikle debiyle orantılı kompozit numuneler tercih edilir ve en yaygın şekilde uygulanır. Sonuç olarak, METsonuçlarındaki ilgili izleme genellikle debiyle orantılı kompozit numunelere dayanır. Ancak, zamanla orantılı kompozit numuneler, konsantrasyon veya debilerdeki değişikliklerin küçük olması

koşuluyla, eşit derecede temsil gücü yüksek sonuçlar sağlayabilir. Bu aynı zamanda bazı METsonuçlarına da yansımıştır.

Temsili kompozit numuneler elde etmek için, her alt numune arasındaki zaman aralığı çok uzun olmamalıdır. Zamanla orantılı kompozit numuneler için, bir kaynakta 3 dakika (numune alma cihazının tam bir döngüyü tamamlaması için gereken en kısa süre) ile 10-12 dakika arasında bir aralık önerilmektedir. Kompozit numunenin gözlemlenen süreyi temsil etmesi için iki alt numune arasında önerilen maksimum zaman aralığı 20 dakikadır [38, DK EPA 2012].

Daha sonra kompozit numunenin analizi, numunenin toplandığı süre boyunca ortalama bir parametre değeri verir. Günlük ortalama bir değer elde etmek için 24 saat boyunca kompozit numune toplamak yaygın bir uygulamadır [103, MCERTS 2017]. İki saat veya yarım saat gibi daha kısa numune alma periyotları da bazen kullanılır. Bu, pratik nedenlerden (dış denetimler normal çalışma saatleri içinde gerçekleştirilebilir) veya numunenin kararsızlığından (aşağıya bakınız) kaynaklanıyor olabilir.

24 saatlik bir süre boyunca kompozit numunelerin alınması genellikle otomatiktir; cihazlar boşaltılan uygun hacimde veya uygun zamanda numunenin bir kısmını otomatik olarak çeker. Toplam numune hacminin mümkün olduğunca büyük olması tavsiye edilir. Ayrıca, numuneler otomatik numune alma cihazında tutulurken bozulabileceğinden, hedef parametrenin toplam numune alma süresi boyunca kararlılığını dikkate almak gerekir. Kompozit numuneyi korumak için numune genellikle soğutulur ve içine kimyasallar eklenebilir. Numune kararsızlığı, daha kısa numune toplama sürelerine ve hatta spot numunelerin alınmasına neden olabilir (bkz. Bölüm 5.3.5.7).

Dolayısıyla, otomatik numune alma cihazları soğutmalı olsa bile, BOI_n , pH, KOI ve amonyak gibi izlenen parametrelerin kararlılığı ile ilgili olası sorunlar nedeniyle 24 saatten daha uzun süreler boyunca kompozit numunelerin otomatik olarak toplanması uygun olmayabilir [103, MCERTS 2017].

Haftalık, aylık veya yıllık ortalamalar için, makul sayıda 24 saatlik debiyle orantılı kompozit numuneler toplamak (bkz. Bölüm 5.3.5.6), bunları ayrı ayrı analiz etmek ve ardından ölçüm sonuçlarının ortalamasını almak iyi bir uygulamadır (bkz. Bölüm 5.3.6). Daha uzun süreler için ortalama konsantrasyonlar (örneğin haftalık ve aylık ortalama konsantrasyonlar) elde etmek amacıyla bu kompozit numunelerin analizden önce karıştırılması genellikle tavsiye edilmez, çünkü parametrelerin günlük değişimleri hakkındaki bilgiler kaybolacaktır. Gerekli analiz sayısını azaltmak için numunelerin karıştırılması, yalnızca atık sudaki konsantrasyonların sabit kaldığı ve daha uzun saklama sürelerinin numune bileşiminde değişikliklere yol açmayacağı münferit durumlarda yapılmalıdır.

Tablo 5.4'te belirtildiği gibi, Birleşik Krallık'ta otomatik numune alma cihazları için performans standartlarını ve test prosedürlerini de kapsayan bir sertifikasyon sistemi mevcuttur [111, MCERTS 2017].

5.3.5.4.2 Spot numuneler

Anlık numuneler olarak da adlandırılan spot numuneler, rastgele zamanlarda alınan ayrı numunelerdir ve boşaltılan hacimle ilgili değildir [152, ISO 1992]. Spot numuneler örneğin aşağıdaki durumlarda kullanılabilir [103, MCERTS 2017]:

- atık suyun bileşimi nispeten sabitse;
- deşarj edilen atık suyun kalitesinin belirli bir anda kontrol edilmesi gerekiyorsa (örneğin denetim için);
- deşarjda ayrı fazlar mevcutsa ve bu nedenle otomatik numune alma uygulanamazsa (örneğin su üzerinde yüzen bir yağ tabakası);

- hedef maddelerin konsantrasyonları numunede kararlı değilse (örneğin ayrışma (örneğin klor), buharlaşma (örneğin UOB'ler, klor) veya çökelme (örneğin çözünmüş silikatlar) nedeniyle);
- atık suyun iyi karıştırılması koşuluyla, deşarj sürekli değilse (örneğin parti veya tampon tanklarından veya belirli hava koşullarında);
- tesis arızasından veya kazayla salımdan kaynaklanan deşarjın değerlendirilmesi gerekiyorsa.

Su akışları ve/veya madde konsantrasyonları önemli ölçüde değiştiğinde, spot numuneler genellikle uygun değildir. Ancak, yağ bileşenleri, gres, uçucu bileşikler, çözünmüş oksijen, bakteriyolojik parametreler, klor ve sülfid gibi belirli parametreler yalnızca spot numunelerde [38, DK EPA 2012] veya parametre için mevcutsa, sürekli hat üstü ölçüm ile belirlenebilir.

5.3.5.5 Numune alma ekipmanları

5.3.5.5.1 Numune kabı

Numune kabı seçimi, numunelerin bütünlüğünü korumak için büyük önem taşır (örneğin, numune kontaminasyonunu veya adsorpsiyon veya buharlaşmaya bağlı kayıpları önlemek için). Atık su numunesi alma çalışmalarında çoğu parametre için genellikle plastik kaplar tavsiye edilir. Cam kaplar genellikle yağ, gres, hidrokarbonlar, deterjanlar ve tarım ilaçlarının ölçümü için kullanılır [152, ISO 1992].

EN ISO 5667-3:2012, parametreye bağlı olarak, kullanılacak kap türleri hakkında ayrıntılı hükümler içerir [128, CEN 2012]. Bu standart, gerekli kap türü ve uygulanacak ön işlem hakkında daha ayrıntılı bilgi sağlayan diğer daha spesifik ölçüm standartlarını tamamlayıcı niteliktedir (Ek A.2'deki standartlar listesine bakınız).

Numune kaplarını seçerken göz önünde bulundurulması gereken diğer faktörler aşağıdakileri içerir [152, ISO 1992]:

- mekanik ve ısıl direnç;
- sızdırmazlık verimliliği;
- yeniden açma, temizleme ve yeniden kullanım kolaylığı;
- boyut, şekil ve kütle açısından kullanılabilirlik;
- maliyetler.

Numune kabı örnekleri Şekil 5.1'de gösterilmektedir.



Kaynak: [244, LUA NRW 2001]

Şekil 5.1: Numune kabı örnekleri

5.3.5.5.2 Manuel numune alma cihazları

Manuel numune alma çalışmalarında kullanılan tipik basit aletler arasında uygun uzunlukta bir sapa monte edilebilen kovalar, kepçeler veya geniş ağızlı şişeler yer alır. Diğer bir olasılık, her bir ucunda menteşeli kapakları olan bir tüpten oluşan Ruttner veya Kemmerer şişelerini kullanmaktır.

Bir numune alma kepçesi ve tutacak örneği Şekil 5.2'de gösterilmektedir.



Şekil 5.2: Bir numune alma kepçesi ve tutacak örneği

Genelde numune alma cihazları kullanımdan önce deterjan ve su ile temizlenir ve ardından su ile durulanır. İncelenen madde deterjan ise, durulama adımıyla özellikle dikkat edilir. Çoğunlukla, kontaminasyon riskini en aza indirmek için numune alma cihazları, kullanılmadan önce numunenin alındığı atık su akışında durulanabilir. Ancak, bu prosedür, ölçümü etkiliyorsa yeterli değildir (örneğin, yağların ve greslerin analizi ve mikrobiyolojik analiz) [152, ISO 1992].

5.3.5.5.3 Otomatik numune alma cihazları

Debi veya zamanla orantılı numuneler elde etmek için bir zincir pompası (paternoster pompa), bir peristaltik pompa veya basınçlı hava ve/veya vakum kullanan birkaç farklı cihazla otomatik numune alma işlemi gerçekleştirilebilir. Numune alma cihazları genellikle taşınabilirdir. Görevlere bağlı olarak, uygun bir cihaz seçerken genellikle aşağıdakiler gibi birkaç faktör dikkate alınır [152, ISO 1992]:

- debi ve/veya zamanla orantılı kompozit numuneler alma imkanı;
- yapının sağlamlığı;
- işletme ve bakım kolaylığı;
- numuneleri gerekli yüksekliğe çıkarma imkanı;
- uzun süre gözetimsiz çalışma imkanı;
- numune alınan miktarların kesinliği ve doğruluğu;
- farklı numuneler arasındaki zaman aralıklarının ayarlanabilirliği;
- basınçlı ortamlardan numune alma imkanı;
- numuneleri soğutma ve/veya içine koruyucu ekleme imkanı;
- maliyetler.

Bir otomatik numune alma cihazının örneği Şekil 5.3'te gösterilmektedir.



Kaynak: [244, LUA NRW 2001]

Şekil 5.3: Bir otomatik numune alma cihazı örneği

5.3.5.6 Ölçüm/numune alma sıklığı

Alınan alt numunelerin sayısına bağlı olarak, 24 saatlik debi orantılı kompozit numuneler genellikle uzun vadeli emisyon örüntüsünün temsili bir karakterizasyonuna olanak tanır.

24 saatlik debi orantılı kompozit numunelerle ilgili tipik ölçüm/numune alma sıklıkları şunlardır:

- günde bir (günlük);
- haftada bir (haftalık);
- iki haftada bir (on dört günde bir);
- ayda bir (aylık);
- iki ayda bir (iki aylık);
- üç ayda bir (üç aylık).

Her gün ölçüm yapmak, temsili bir yıllık ortalamanın hesaplanmasına olanak tanır (bkz. Bölüm 5.3.6), oysa diğer sıklıklar uygulanırsa, prensipte, hesaplanan ortalama yalnızca numune alınan günleri temsil eder. Dolayısıyla, buna yıllık ortalama yerine 'bir yıl boyunca elde edilen numunelerin ortalaması' demek daha doğrudur (bkz. Bölüm 3.4.4.2 ve 5.3.6). Spot numuneler için sıklıklar aynı olabilir ancak numuneler yalnızca kısa bir numune alma periyodunu temsil eder.

Daha yüksek sıklıklar, daha fazla iş yükü ve daha yüksek maliyetler anlamına gelir. Otomatik numune alma cihazları kullanılırken, numune alma çalışmalarına ilişkin iş yükünden bahsetmek anlamlı olmayabilir, ancak ek analizler önemli bir ek iş yükü ve maliyetlere yol açacaktır. Dolayısıyla, ölçüm/numune alma sıklığı aşağıdaki kriterleri yansıtmalıdır (ayrıca bkz. Bölüm 3.3.2):

- emisyon örüntüsü;
- salınan kirletici miktarı;
- kirletici konsantrasyonunun değişkenliği;
- atık su arıtma tesisinin performansını, özellikle toplam parametreleri ölçerek değerlendirme imkanı;
- kirleticinin çevre üzerinde beklenen etkileri.

Normalden farklı çalışma koşullarında (örneğin prosesi/tesisi çalıştırma sırasında veya atık su arıtma tesisine beklenmedik düzeyde düşük veya yüksek girişler olduğunda) numune alma sıklığını artırmak gerekebilir. Ortalama değerlerin hesaplanmasında daha yüksek numune alma sıklıklarında elde edilen sonuçlar kullanılacaksa, ölçüm sonuçlarının uygun bir şekilde ağırlıklandırılması gerekir.

Alıcı su kütesine giden atık su akışını sürekli olarak ölçmek iyi bir uygulamadır (bkz. Bölüm 5.3.3). Bu, herhangi bir zamanda emisyon yükünün hesaplanmasına olanak tanır.

24 saatlik debi orantılı kompozit numunelerin aksine, spot numuneler yalnızca uzun vadeli emisyon örüntüsünün anlık olarak görüntülenmesine imkân tanır. Bu, bazı durumlarda yeterli olabilir, ancak daha uzun süreler için temsil gücü yüksek verilerin sağlanması gerekiyorsa, daha fazla sayıda spot numune gerekir veya 24 saatlik debi orantılı kompozit numunelerin alınması tavsiye edilir.

5.3.5.7 Numunelerin taşınması ve saklanması

EN ISO 5667-3:2012’de, maksimum saklama süreleri dahil olmak üzere su numunelerinin korunması ve taşınması hakkında genel bilgiler sunulmaktadır [128, CEN 2012]. Bu standart, önerilen koruma teknikleri ve saklama sıcaklığı ve numune dayanıklılığı hakkında daha ayrıntılı bilgiler sunulan diğer daha spesifik ölçüm standartlarını tamamlayıcı niteliktedir (Ek A.2’deki standartlar listesine bakınız).

Numune saklama sırasında değişebilecek kirletici konsantrasyonlarını korumak için, atık su bileşimi ve ilgili kirleticiye bağlı olarak aşağıdaki önlemler gerekli olabilir:

- numunenin karanlıkta saklanması;
- numunenin soğutulması;
- numunenin filtrelenmesi;
- numunenin asitler, alkaliler veya diğer kimyasallarla kararlı hale getirilmesi;
- çökeltilerin yeniden çözünmesi.

Numune korumanın bir örneği Şekil 5.4’te gösterilmektedir.



Kaynak: [244, LUA NRW 2001]

Şekil 5.4: Numune koruma örneği

Maksimum saklama süresi ölçülecek kirleticiye/parametreye ve aynı zamanda atık su matrisine bağlıdır. Taşıma ve saklama süresinin mümkün olduğunca kısa olması temel bir tavsiyedir. Numune alımından sonraki 24 saat içinde analize başlamak için çaba gösterilmelidir. Lojistik imkanların buna olanak tanımadığı durumlarda, numuneler alındıktan sonra 48 saate kadar incelenebilir veya dondurulmaları gerekebilir [38, DK EPA 2012]. Maksimum saklama süresi ayrıca beklenen konsantrasyonlara da bağlıdır. Düşük konsantrasyonlar bekleniyorsa, analizin hemen yapılması gerekebilir.

Genellikle, en yaygın atık su parametrelerinin (örneğin TAKM, TOK veya KOİ, besinler, metaller) analizlerini gerçekleştirebilecek numune alma yerine yakın (akredite) bir laboratuvar bulmak kolaydır. Ancak belirli organik kirleticilerin analizi gerektiğinde, uzman laboratuvarların görevlendirilmesi gerekebilir. Daha sonra, numune alma ve analiz arasındaki zamanı en aza indirecek şekilde nakliyenin organize edilmesi önem arz eder [38, DK EPA 2012].

Numune alma öncesinde ve sırasında numune kaplarının kullanımına ve numunelerin korunmasına ilişkin laboratuvar talimatlarının dikkate alınması önemlidir. Örneğin, bazı ölçümler, uçucu bileşenlerin kaybını önlemek için dolumdan sonra kapta hava boşluğu kalmamasını gerektirirken, diğerlerinde laboratuvara ulaştıktan sonra ekstraksiyon çözücülerinin eklenmesi için biraz boşluk bırakılması gerekecektir. Numune kaplarında, örneğin sevk edilmeden önce koruyucular eklenmesi gibi bazı ön işlemler yapılması gerekebilir [103, MCERTS 2017].

Numune alırken laboratuvar talimatlarının dikkate alınmaması geçersiz analiz sonuçlarına yol açabilir. Özellikle, numune alma ve analiz işlemleri farklı laboratuvarlar tarafından gerçekleştiriliyorsa, ölçüm sonuçlarının kalitesini sağlamak için bir prosedür oluşturulmalıdır [103, MCERTS 2017]. Bu prosedürlerin denetimi, EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017] uyarınca akreditasyonun bir parçasıdır (ayrıca bkz. Bölüm 3.4.1 ve 3.4.2).

5.3.5.8 Analiz

5.3.5.8.1 Genel bakış

Su analizi için genel öneriler aşağıdakileri içerir [103, MCERTS 2017]:

- Cihaz çalıştırma talimatları, kalibrasyon prosedürleri ve performans kontrollerinin tam olarak belgelendirilmesi ve personele sunulması gerekir;
- Cihaz kalibrasyon prosedürleri ve performans kontrollerinin uygun aralıklarla gerçekleştirilmesi ve kalibrasyonun korunduğunu gösteren ilgili kayıtların tutulması gerekir;
- Cihaz üreticisi gibi üçüncü bir şahıs tarafından ya da kullanıcı tarafından tüm cihazların doğru şekilde bakımının yapılması ve bakım kayıtlarının saklanması gerekir;
- EN standartlarına göre veya EN standartlarının mevcut olmadığı durumlarda ISO veya ulusal standartlara göre teraziler, termometreler, zamanlayıcılar, otomatik pipetler gibi ekipmanların kalibrasyonunun izlenebilirliği bir ön koşuldur ve ilgili tüm sertifikalar veya diğer kayıtların mevcut olması gerekir;
- Kalibre edilmiş ekipmanlar, açıkça etiketlenmeli ve personel tarafından tanımlanabilmelidir.

Yukarıda belirtilen konular, EN ISO/IEC 17025:2017 [1, CEN 2017] uyarınca akredite bir laboratuvar olması durumunda düzenli olarak kontrol edilir.

Aşağıdaki bölümlerde, ölçüm prensipleri de dahil olmak üzere en yaygın su parametrelerine ilişkin özel izleme hususları hakkında bilgi verilmektedir. Su emisyonlarının ölçülmesine yönelik daha geniş ama yine de çok kapsamlı olmayan spesifik standartlar listesi, ölçüm aralıkları ve sınırları hakkındaki bilgilerle

birlikte Ek A.2'de verilmektedir. Toksisite testleri ve tüm atık su değerlendirmesi Bölüm 5.5'te açıklanmaktadır.

5.3.5.8.2 Adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler (AOX)

AOX parametresi genellikle EN ISO 9562:2004'e göre belirlenir. Asitlenmiş su numunesinde bulunan organik bileşikler, bir çalkalama, karıştırma veya kolon prosedürü ile aktif karbon üzerine adsorbe edilir. Daha sonra, inorganik halojenürler, durulama ile yüklü aktif karbondan çıkarılır. Son olarak, aktif karbon yakılır ve baca gazı bir soğurma çözeltisinden geçer. Elde edilen halojenür iyonları, arjantometrik titrasyonla (örneğin mikrokulometri) belirlenir. Yöntem, AOX konsantrasyonları 10 µg/l'den fazla ve klorür konsantrasyonları 1 g/l'den az olan test numuneleri için uygulanabilir. Alkoller, aromatik bileşikler veya karboksilik asitler negatif sapmaya neden olabilir (örneğin, 100 mg/l'den fazla çözünmüş organik karbon (ÇOK) konsantrasyonlarında) [96, CEN 2004].

AOX analizörünün bir örneği Şekil 5.5'te gösterilmektedir.



Kaynak: [243, DE UBA 2016]

Şekil 5.5: Bir AOX analizörü örneği

AOX, su numunelerindeki genel organohalojen bileşikleri (organoklor, organobrom ve organoiyot bileşikleri) seviyesinin bir göstergesini verir. Organoflor bileşikleri yöntemin kapsamına girmez. Ayrıca, uçucu bileşiklerin yanı sıra bazı polar ve hidrofilik bileşiklerin (örneğin kloroasetik asitler) geri kazanımı da tamamlanmamıştır. Yüksek konsantrasyonlarda organik bileşikler veya klorür, AOX ölçümünü engelleyebilir ve bu nedenle numune seyreltme veya alternatif bir yöntemin kullanılmasını gerektirebilir [96, CEN 2004].

Alternatif parametrelerden biri, belirlenmesi hekzan gibi polar olmayan bir çözücü ile halojenli organik bileşiklerin sıvı-sıvı ekstraksiyonuna dayanan EOX'tir (ekstrakte edilebilir organik olarak bağlı halojenler). Faz ayrımından sonra, çözücü yakılır ve baca gazı bir soğurma çözeltisinden geçer. Ortaya çıkan halojenür iyonları daha sonra arjantometrik titrasyon (örneğin mikrokulometri) ile belirlenir [281, Analytik Jena 2007]. EOX parametresinin dezavantajı, yalnızca polar olmayan organik bileşikler kapsaması ve dolayısıyla AOX değerlerinin genellikle EOX değerlerinden daha yüksek olmasıdır. 2017'de, EOX ölçümü için hiçbir EN veya ISO standardı yoktu, ancak birkaç ulusal standart mevcuttu (bkz. Ek A.2) [121, CEN 2018], [122, ISO 2018].

Diğer bir alternatif, EN ISO 9562:2004'te bilgilendirici Ek A'da açıklanan, değiştirilmiş bir AOX parametresi olan SPE-AOX (katı faz ekstraksiyonundan sonra çözünmüş adsorbe edilebilir organik olarak bağlı halojenler) kullanmaktır. Bu yöntemde, test numunesi filtrelenir ve halojenli organik

bileşikler daha sonra bir stiren-divinilbenzen kopolimer ile katı faz ekstraksiyonu kullanılarak inorganik halojenürlerden ayrılır.

Elde edilen ekstrakt daha sonra geleneksel AOX yöntemine göre analiz edilir. SPE-AOX yöntemi, 100 g/l'ye kadar klorür konsantrasyonlarını ve 1 g/l'ye kadar ÇOK konsantrasyonlarını tolere eder. Ancak, geleneksel AOX yöntemiyle karşılaştırıldığında, SPE-AOX yöntemi, partiküllere bağlı halojenli organik bileşikler içermez ve polar halojenli organik bileşikler için daha düşük geri kazanım oranları sağlar. Dolayısıyla, SPE-AOX yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların geleneksel AOX yöntemiyle elde edilen sonuçlarla benzerliği kesin olarak garanti edilemez [96, CEN 2004], [282, Wasserchemische Gesellschaft 1999]. Bununla birlikte, SPE-AOX yönteminin genel olarak halojenli organik bileşikler için EOX yöntemine kıyasla daha yüksek geri kazanım oranları sağladığı varsayılabilir. Bu, örneğin yüksek klorür konsantrasyonlarına sahip bir klor-alkali tesisinden gelen atık suda gösterilmiştir [140, COM 2014].

AOX, arjantometrik titrasyon kullanmak yerine iyon kromatografisi ve iletkenlik tespiti ile yukarıda bahsedilen soğurma çözeltisini analiz ederek adsorbe edilebilir organik olarak bağlı klorür, bromür ve iyodüre ayrılabilir [287, Oleksy-Frenzel ve ark. 2000], [288, Kinani ve ark. 2018]. Ancak 2017'de konuya ilişkin EN veya ISO standartları mevcut değildi [121, CEN 2018], [122, ISO 2018].

Poliflorlu ve perflorlu organik bileşiklerin çevresel açıdan önemi nedeniyle, son yıllarda adsorbe olabilen organik olarak bağlı florürü belirlemek için değiştirilmiş AOX yöntemleri geliştirilmiştir [289, Wagner ve ark. 2013], [290, Willach ve ark. 2016]. Ancak 2017'de konuya ilişkin EN veya ISO standartları mevcut değildi [121, CEN 2018], [122, ISO 2018].

5.3.5.8.3 Amonyum azotu (NH₄-N)

Amonyum azotu (NH₄-N) serbest amonyak (NH₃) ve amonyum (NH₄⁺) içerir. Yaklaşık olarak 0,2 mg üzerindeki konsantrasyonlarda serbest amonyak çeşitli balık türlerinde ölüme neden olabildiği için bir biyolojik atık su arıtma tesisinin nitrifikasyon aşamasını kontrol etmek için ya da çıkış suyu toksisitesini kontrol etmek için genellikle NH₄-N ölçülür [200, Sawyer ve ark. 2003]. NH₄-N'ye amonyak katkısı pH değerine bağlıdır: 8'in altındaki pH değerlerinde, amonyak %10'dan daha azken, 7'nin altındaki pH değerlerinde %1'den azdır.

2017'de amonyum azotunun ölçülmesi için, akış analizine dayalı EN ISO 11732:2005 [201, CEN 2005] ve iyon kromatografisine dayalı EN ISO 14911:1999 [210, CEN 1999] olmak üzere iki EN standardı mevcuttu. Ayrıca, çeşitli ISO standartları ve ulusal standartlar mevcuttu (bkz. Ek A.2).

MET-REF incelemeleri için veri toplarken ve değerlendirirken, konsantrasyonlar iyon için (yani NH₄⁺ iyonu konsantrasyonu) veya amonyak ve amonyum (NH₄-N) halinde bulunan azot konsantrasyonu için ifade edilebildiğinden, bunların aynı formatta olmaları önemlidir.

Bu belgenin yazımı sırasında (2018), NH₄-N için MET-İES'leri tanımlama eğilimi yoktu; bunun yerine biyolojik atık su arıtma tesisinin performansını tanımlamak için kullanılıyorlardı. Onun yerine MET-İES'ler, toplam azot (TN) veya toplam inorganik azot (N_{inorg}) için tanımlanıyordu, çünkü bu parametreler ötrofikasyon potansiyelini daha iyi yansıtmaktadır (bkz. Bölüm 5.3.5.8.13).

5.3.5.8.4 Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ)

BOİ_n parametresi, belirli koşullar altında genellikle beş veya yedi gün (BOİ₅ veya BOİ₇) sonra olmak üzere *n* gün sonra organik ve/veya inorganik maddenin biyokimyasal oksidasyonu yoluyla tüketilen çözünmüş oksijen miktarını ölçer. 2017'de iki EN standardı mevcuttu. EN 1899-1'e göre, su numuneleri seyreltilir ve nitrifikasyonu bastırmak için alitioüre ile birlikte bir aerobik mikroorganizma tohumu eklenir. EN 1899-2'e göre, seyreltilmemiş numuneler analiz edilir ve nitrifikasyon bastırılmaz. Her iki durumda da inkübasyon daha sonra tamamen dolu ve tıpalı şişeler içinde karanlıkta 20°C'de gerçekleştirilir.

BOİ_n, inkübasyondan önce ve sonra çözünmüş oksijen konsantrasyonunun ölçülmesiyle belirlenir. Birçok Avrupa ülkesinde 5 günlük bir inkübasyon süresi kullanılırken, bazı İskandinav ülkeleri hafta sonunda çalışılmaması için 7 günlük bir süre uygulamaktadır. BOİ₇ değerleri tipik olarak BOİ₅ değerlerinden yüksektir [145, CEN 1998], [146, CEN 1998].

BOİ_n uzun süredir kullanılmaktadır ve biyolojik atık su arıtma tesislerinin çıkış sularını izlemek için hala izlenen parametrelerden biridir. Ancak bu belgenin yazımı sırasında (2018), BOİ_n için MET-İES'leri tanımlama eğilimi yoktu; bunun yerine biyolojik atık su arıtma tesislerinin performansını tanımlamak için kullanılıyorlardı, çünkü BOİ_n bazı dezavantajlara sahiptir:

- ölçüm sonucu yerel koşullara bağlıdır (örneğin aşılama);
- BOİ_n için ölçüm belirsizliği TOK/KOİ için olduğundan daha yüksektir;
- ölçüm sonucu yalnızca birkaç gün sonra elde edilebilir ve dolayısıyla biyolojik atık su arıtma tesisini kontrol etmek için kullanılamaz.

BOİ_n yerine, belirlenmesi daha hızlı olduğu için TOK parametresi kullanılabilir, ancak TOK, fiili oksijen ihtiyacını değil, numunedeki organik olarak bağlı karbon miktarını temsil eder.

5.3.5.8.5 Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)/Toplam organik karbon (TOK)

KOİ parametresi, tamamen oksitlenerek karbondioksit dönüşmesi için ihtiyaç duyulan oksijen kütlesini ölçerek sudaki organik bileşiklerin miktarını dolaylı olarak ölçmek için yaygın olarak kullanılır. En yaygın KOİ yöntemlerinde, inorganik klorürün etkisini bastırmak için bir oksitleyici madde olarak kromat ve cıva tuzları kullanılır. 2017'de KOİ ölçümüne ilişkin hiçbir EN standardı yoktu, ancak birkaç ISO standardı ve ulusal standart mevcuttu (bkz. Ek A.2).

Diğer maddelerin olası karışımları ve organik bileşiklerin oksitlenme derecesi, oksitleyici maddeye ve reaksiyon koşullarına bağlıdır [278, Janicke 1983]. Bu nedenle, farklı KOİ yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçların benzerliği garanti edilemez. Örneğin, oksitlenme genellikle eksik kaldığından, atık sudaki organik bileşiklerin belirlenmesi için permanganat ('permanganat indeksi', bazen KOİ_{Mn} olarak da anılır) kullanılması önerilmez [279, CEN 1995], [295, Kolb ve ark. 2017].

TOK parametresi, sudaki organik bileşiklerin miktarını doğrudan ölçmek için kullanılır. En yaygın yöntemlerde, organik maddeleri tamamen oksitleyerek karbondioksit dönüştürmek için bir yanma odası kullanılır ve daha sonra bu karbondioksit miktarı kızılötesi spektrometresi ile ölçülür. Karbonat ve hidrojen karbonat gibi inorganik karbon (İK), TOK'ye dahil değildir, ancak temel karbon, siyanat ve tiyosiyanat dahildir. EN 1484:1997'de, TOK ölçümleri için doğrudan ve diferansiyel bir yöntem belirtilmektedir. Doğrudan yöntemde, numuneler asitleştirilir ve İK, analizden önce temizlenir. Sonuç bazen, uzaklaştırılamayan organik karbon (UOK) olarak anılır. Bu yöntemin dezavantajı, UOB'lerin de (kısmen) uzaklaştırılabilmesidir. Diferansiyel yöntemde, toplam karbon (TK) ve İK ayrı ayrı ölçülür ve İK'yi TK'den çıkararak TOK hesaplanır. Diferansiyel yöntemin kullanımı, TOK'nin İK'den daha yüksek veya benzer büyüklükte olmasını gerektirir, aksi takdirde ölçüm belirsizliği yüksek olur [110, CEN 1997].

KOİ/TOK oranı genellikle tesise veya sahaya özgüdür. Genel olarak, KOİ değerleri TOK değerlerinden daha yüksektir. Organik bileşikler için, KOİ/TOK oranı teorik olarak 0,67 (oksalik asit) ile 5,3 (metan) arasında değişiklik gösterir. Atık su, inorganik oksitlenebilir bileşikler (örneğin sülfid, Fe²⁺) içeriyorsa daha yüksek KOİ/TOK oranları elde edilebilir. Uygulamada, KOİ/TOK oranları genellikle 2,0 ile 4,0 arasındadır. 1990'ların sonunda Almanya'da yapılan bir çalışmada, çeşitli endüstri sektörlerinin nihai çıkış sularındaki KOİ/TOK oranı incelenmiştir [88, Braun ve ark. 1999]. Çoğu durumda, 3,0 oranı iyi bir yaklaşık değer olarak kabul edilir (örneğin E-PRTR'de kullanılmaktadır [147, EC 2006]).

Bazı Üye Devletlerde, ekonomik ve çevresel nedenlerle KOİ'yi TOK ile değiştirme eğilimi vardır. KOİ tayini için gerekli olan kromat ve cıva kullanımı, otomatize edilmesi de daha kolay olan TOK belirlenerek önlenebilir. Her iki yöntemin de uygulanabilirlikleri üzerinde etkisi olabilecek kısıtlılıkları vardır.

Bu belgenin yazımı sırasında (2018), METsonuçlarında TOK ölçümünün tercih edilmesine yönelik bir eğilim vardı, çünkü bu yaklaşım çok toksik bileşiklerin kullanımına dayanmamaktadır. Bazı durumlarda, TOK ve KOİ'nin birbirlerine alternatif olarak kullanılması için MET-İES'ler belirlenmiştir (örneğin, Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine (CWW MET-REF) [154, COM 2016], Büyük Yakma Tesislerine (LCP MET-REF) [277, COM 2017] ve Atık Arıtımına (WT MET-REF) [280, COM 2017] ilişkin MET-REF'lerde). Ancak, yeterli TOK emisyon verilerinin olmaması bazı durumlarda TOK için MET-İES'lerin belirlenmesine olanak tanımamıştır; bu nedenle yalnızca KOİ'nin ikame edilme imkanı hakkında genel bir açıklama dahil edilmiştir (örneğin Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna(REF MET-REF) [143, COM 2015] ve Ahşap Esaslı Panellerin Üretimine (WBP MET-REF) [195, COM 2016] ilişkin MET-Ref'lerde).

5.3.5.8.6 Krom (VI)

Kanserojen olması nedeniyle, altı değerlikli krom olarak da adlandırılan krom (VI), bazen toplam krom içeriğine ek olarak ölçülür (bkz. Bölüm 5.3.5.8.10).

Çözünmüş krom (VI) genellikle kromat (CrO_4^{2-}), hidrojen kromat (HCrO_4^-) ve dikromattan ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) oluşur. Bu türler arasındaki denge, pH değerine ve toplam krom (VI) konsantrasyonuna bağlıdır.

2017'de akış analiziyle krom (VI) ölçümü için iki EN standardı mevcuttu, ancak bunlardan yalnızca EN ISO 23913:2009 atık su için kullanılabilir. Ölçüm için, numune gerekirse filtrelendir ve bir taşıyıcı akışa beslenir, böylece krom (VI), 1,5-difenilkarbazid ile reaksiyona girerek 544 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülen kırmızı-mor bir kompleks oluşturur [212, CEN 2009]. Alternatif olarak kromat, EN ISO 10304-3:1997'ye göre iyon kromatografisiyle de ölçülebilir [258, CEN 1997].

5.3.5.8.7 Siyanür

2017'de, siyanür ölçümü için, akış enjeksiyon analizine (FIA) dayanan EN ISO 14403-1:2012 [260, CEN 2012] ve sürekli akış analizine (CFA) dayanan EN ISO 14403-2:2012 [261, CEN 2012] olmak üzere iki EN standardı mevcuttu. Yukarıda belirtilen her iki EN standardında da, serbest siyanür (kolayca serbest bırakılabilen siyanür) ile toplam siyanür arasında ayırım yapılmaktadır. Serbest siyanür, siyanür iyonlarını (CN^-) ve pH 3,8'de hidrojen siyanürü (HCN) serbest bırakan zayıf metal siyanür komplekslerinde bağlı siyanürü içerir. Toplam siyanür ayrıca, geri kazanımın kısmi olabileceği kobalt, altın, platin, rodyum ve rutenyum komplekslerinde bağlı siyanür hariç olmak üzere daha güçlü metal-siyanür komplekslerini içerir [260, CEN 2012], [261, CEN 2012].

Toplam siyanürün belirlenmesi için, komplekse bağlı siyanür pH 3,8'de morötesi ışık ile ayrıştırılır. EN ISO 14403-1:2012'de, ortaya çıkan hidrojen siyanür, 30-40°C'de hidrofobik bir membranda difüzyonla ayrılır ve bir sodyum hidroksit çözeltisi içine soğurulur. EN ISO 14403-2:2012'de, hidrojen siyanürün transferi 125°C'de damıtma yoluyla da gerçekleştirilebilir. Daha sonra, sodyum hidroksit çözeltisine soğurulan siyanür, kloramin-T ile reaksiyona girerek siyanojen klorüre dönüşür ve bu da piridin-4-karboksilik asit ve 1,3-dimetilbarbitürik asit ile reaksiyona girerek spektrofotometrik olarak ölçülen kırmızı bir boya verir. Serbest siyanür tayini, çok benzer bir prosedüre göre gerçekleştirilir; temel fark, morötesi ışık ile ayrıştırma aşaması uygulanmamasıdır [260, CEN 2012], [261, CEN 2012].

Bu iki EN standardına ek olarak, 2017'de çeşitli ISO standartları mevcuttu (bkz. Ek A.2). Çeşitli standartlardaki siyanür tanımlarının operasyonel niteliği ve ayrıca olası karışımlar nedeniyle, farklı yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçların benzerliği garanti edilemez.

5.3.5.8.8 Hidrokarbon yağ indeksi (HYİ)

EN ISO 9377-2:2000'de, tanımlanmış bir prosedüre göre ekstrakte edilen ve analiz edilen bileşiklerin konsantrasyonlarının toplamı olarak hidrokarbon yağ indeksinin (HYİ) belirlenmesine yönelik bir yöntem belirtilmektedir. HYİ, uzun zincirli veya dallı alifatik, alisiklik, aromatik veya alkil ikameli aromatik hidrokarbonları içerir ve 0,1 mg/l'nin üzerindeki konsantrasyonlarda ölçülebilir. Uçucu mineral yağ içeriği nicel olarak belirlenemez. Ölçüm için, su numunesi 36°C ile 69°C arasında bir kaynama noktasına sahip tek bir hidrokarbon çözücü ile ekstrakte edilir. Polar maddeler daha sonra Florisil® (sert toz halinde sentetik magnezya-silika jel) ile temizlenerek ekstrakttan çıkarılır. Saflaştırılmış ekstrakt daha sonra bir alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanılarak gaz kromatografisiyle (GC) analiz edilir. *n*-dekan (C₁₀H₂₂) ile *n*-tetrakontan (C₄₀H₈₂) arasındaki toplam pik alanı ölçülür. Madeni yağ konsantrasyonu, belirli iki madeni yağdan oluşan harici bir standarda göre ölçülür ve hidrokarbon yağ indeksi hesaplanır [97, CEN 2000].

Geçmişte, HYİ genellikle halojenli bir çözücü ile ekstraksiyon ve ardından Fourier dönüşümü kızılötesi spektrometresi (FTIR) ile belirleniyordu. Kullanılan çözücülerin ozon tüketme potansiyeli nedeniyle bu yöntemlerin kullanımı durdurulmuştur. Başka bir HYİ yöntemi olan prEN ISO 9377-1:2000 (ISO/DIS 9377-1:2000) çözücü ekstraksiyonu, Florisil® ile temizleme, çözücü buharlaştırma ve gravimetriye dayanıyordu, ancak hassasiyet EN ISO 9377-2'ye kıyasla düşüktü, çünkü sadece 5 mg/l'nin üzerindeki HYİ konsantrasyonları belirlenebiliyordu [202, Nordic Council 2003]. Taslak standart prEN ISO 9377-1:2000 (ISO/DIS 9377-1:2000) 2003 yılında kullanımdan kaldırıldı.

EN ISO 9377-2:2000'deki HYİ tanımının operasyonel niteliği göz önüne alındığında, sonuçların diğer yöntemler kullanılarak elde edilenlerle benzerliği kesin olarak garanti edilemez.

HYİ'ye ek olarak, örneğin monosiklik aromatik hidrokarbonlar, PAH'ler ve uçucu halojenli hidrokarbonlar gibi tek tek hidrokarbon bileşiklerinin ölçümü için çeşitli EN standartları mevcuttur [121, CEN 2018].

5.3.5.8.9 Cıva

2017'de, cıva ölçümü için iki özel EN standardı mevcuttu. EN ISO 12846:2012'de, zenginleştirme yapılarak ve yapılmadan atomik absorpsiyon spektrometrisi (AAS) kullanılan bir yöntem açıklanmaktadır (soğuk buhar tekniği). Zenginleştirme yapılmadan gerçekleştirilen ölçüm için, organocıva bileşikleri de dahil olmak üzere tek ve çift değerlikli cıva türleri, potasyum bromat/potasyum bromür ile oksidasyon yoluyla iki değerlikli cıvaya dönüştürülür ve daha sonra kalay (II) klorür ile temel cıvaya indirgenir. Temel cıva daha sonra çözeltiden sıyrılır ve AAS ile ölçülür. Zenginleştirme aşaması uygulanırsa, sıyrılmış temel cıva, birleştirme için uygun bir adsorban (örneğin altın-platin örgüsü) üzerinde yoğunlaştırılır ve ardından, AAS ile ölçülmeden önce hızlı ısıtma ile desorbe edilir [206, CEN 2012]. EN ISO 17852:2008, atomik floresans spektrometrisine (AFS) dayanmaktadır. EN ISO 12846:2012'ye benzer şekilde, cıva bileşikleri önce potasyum bromat/potasyum bromür ile oksitlenip ardından kalay (II) klorür ile indirgenir ve sonrasında üretilen temel cıva sıyrılır. Daha sonra temel cıva morötesi ışık ile uyarılır ve yayılan radyasyon ölçülür [207, CEN 2008].

Cıva, EN ISO 17294-2:2016'ya göre endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi (ICP-MS) ile de ölçülebilir (bkz. Bölüm 5.3.5.8.10) [208, CEN 2016].

5.3.5.8.10 Metaller ve diğer elementler

2017'de, metallerin ve diğer elementlerin ölçümü için çeşitli EN standartları mevcuttu [121, CEN 2018].

EN ISO 17294-2:2016'da, seçilen elementlerin endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile belirlenmesi açıklanmaktadır. Ölçüm için numune, plazmadan enerji transferi proseslerinin elementlerin çözücünden ayrılmasına, ayrışmasına, atomizasyonuna ve iyonizasyonuna neden olduğu bir radyo frekansı plazmasına eklenir. Üretilen iyonlar daha sonra entegre iyon optikli diferansiyel olarak pompalanmış bir vakum arayüzünden ekstrakte edilir, bir kütle spektrometresi ile kütle-yük oranlarına göre ayrılır ve genellikle sürekli bir dinot elektron çoğaltıcı düzeneği ile tespit edilir [208, CEN 2016]. Genel anlamda, ICP-MS en çok yönlü ve hassas çok elementli ölçüm yöntemidir, ancak aynı zamanda en pahalı olanıdır.

EN ISO 11885:2009, endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile elementleri ölçmek için kullanılabilir. ICP-MS'de ise, numuneler üretilen atomların ve iyonların uyarılmasının gerçekleştiği bir radyo frekansı plazmasına eklenir. Oluşturulan karakteristik emisyon spektrumları bir ızgara spektrometresi ile dağıtılır ve belirli dalga boylarındaki ışık yoğunlukları bir dedektör ile ölçülür [187, CEN 2009]. Cıva genellikle yeterince hassas olmadığından ICP-OES ile ölçülmez (bkz. Bölüm 5.3.5.8.9).

Endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresinin bir örneği Şekil 5.6'da gösterilmektedir.



Kaynak: [243, DE UBA 2016]

Şekil 5.6: Endüktif olarak eşleşmiş bir plazma optik emisyon spektrometresi örneği

EN ISO 15586:2003'te, bir grafit fırını kullanarak elektrotermal atomizasyon gerçekleştirilen atomik absorpsiyon spektrometresiyle (AAS) 17 iz elementi ölçmeye yönelik bir yöntem açıklanmaktadır. Ölçüm için, numune çözeltisi, kurutulduğu, pirolize edildiği ve atomize edildiği elektrikle ısıtılan bir grafit fırınına enjekte edilir. Bu şekilde üretilen atomlar, belirli bir elemente (veya elementlere) özgü ışık kaynakları kullanılarak spektrofotometrik olarak ölçülür [209, CEN 2003]. Belirli elementlerin (örneğin Al, Ca, Cd, Cr ve Mg) ölçümü için, alev atomizasyonuna veya elektrotermal atomizasyona dayanan başka AAS standartları mevcuttur [121, CEN 2018]. Geçmişte, AAS'nin ICP-MS ve ICP-OES'ye kıyasla dezavantajı, bir seferde yalnızca bir elementin ölçülebilmesiydi. Ancak, yüksek çözünürlüklü sürekli kaynaklı AAS cihazları, birkaç yıl önce (alev atomizasyonu için 2003'te ve elektrotermal atomizasyon için 2007'de) ticari olarak temin edilebilir hale geldi ve bu, birden fazla elementin sıralı ve aynı zamanda koşullara bağlı olarak eş zamanlı olarak belirlenmesine olanak tanımaktadır [213, Resano ve ark. 2013].

Yaygın alkali ve alkali toprak metal katyonları (yani Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} ve Ba^{2+}) EN ISO 14911:1999'a göre iyon kromatografisi ile de ölçülebilir [210, CEN 1999].

Yukarıda bahsedilen yöntemlerle genellikle elementlerin çözünmüş fraksiyonu ölçülür. Bir elementin toplam konsantrasyonunun belirlenmesi gerektiğinde, analizden önce tipik olarak EN ISO 15587-1:2002'ye göre *kral suyu* veya EN ISO 15587-2:2002'ye göre nitrik asit kullanılarak bir numune sindirim aşaması uygulanır. Bu sindirim yöntemleri deneyseldir ve tüm elementleri tamamen serbest bırakmayabilir. Ancak, çoğu çevresel uygulama için sonuçlar amaca uygundur [214, CEN 2002], [215, CEN 2002]. EN ISO 11885:2009 ve EN ISO 17294-2:2016'da, belirli elementler (Sn, Ti) için bazı özel sindirim yöntemleri açıklanmaktadır [187, CEN 2009], [208, CEN 2016].

5.3.5.8.11 Fenol indeksi

Fenol indeksi EN ISO 14402:1999 ile belirlenebilir. Spesifik tepkime koşulları altında renkli yoğunlaşma ürünleri oluşturan bir grup aromatik bileşiği temsil eden analitik bir uygulamadır. Analitik sonuç, fenol konsantrasyonu cinsinden ifade edilir. EN ISO 14402:1999'da, her ikisi de akış analizine dayanan iki yöntem açıklanmaktadır: Ekstraksiyondan sonra fenol indeksinin belirlenmesi (damıtma olmadan) ve damıtma sonrası fenol indeksinin belirlenmesi (ekstraksiyon olmadan). İlk yöntem için numune, fenolik bileşiklerin potasyum permanganat tarafından oksitlendiği ve elde edilen kinonların 4-aminoantipirin ile reaksiyona girerek renkli yoğunlaşma ürünleri oluşturduğu bir taşıyıcı akışa beslenir. Bunlar kloroformda ekstrakte edilir ve 470-475 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülür. Aromatik aminler de yoğunlaşma ürünleri oluşturarak pozitif yanlılığa yol açar. İkinci yöntemde, numune bir taşıyıcı akışa beslenir, fosforik asit ile asitleştirilerek pH değeri 1,4'e getirilir ve damıtılır. Damıtma ürünü, fenolik bileşiklerin buharla temizlenebilen fraksiyonunu içerir. Bunlar potasyum heksasiyanoferrat (III) ile oksitlenir ve ortaya çıkan kinonlar, 4-aminoantipirin ile reaksiyona girerek 505-515 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülen sarı yoğunlaşma ürünleri oluşturur [98, CEN 1999].

ISO 6439:1990'da, aynı kimyasal reaksiyon prensiplerine dayalı olarak fenol indeksini belirlemeye yönelik benzer, manuel bir yöntem açıklanmaktadır [203, ISO 1990].

Fenol indeksi ölçülürken, tek tek fenolik bileşiklerinin geri kazanımı önemli ölçüde değişiklik gösterir [154, COM 2016]. Örneğin, ISO 6439:1990'da *para* pozisyonunda alkil, aril veya nitro ikame edicilerine sahip bazı fenolik bileşiklerin renk üretmediği ve bu nedenle ölçülmediği belirtilmektedir [203, ISO 1990]. Dolayısıyla, EN ISO 14402:1999 kullanılarak elde edilen sonuçların diğer yöntemler kullanılarak elde edilenlerle benzerliği kesin olarak garanti edilemez.

Fenol indeksine ek olarak, örneğin bazı klorofenoller, nitrofenoller ve alkilfenoller için tek tek fenolik bileşiklerin ölçümüne ilişkin çeşitli EN standartları mevcuttur [121, CEN 2018].

5.3.5.8.12 Sülfid

Suya salınan sülfid emisyonlarına ilişkin MET-İES'ler bazı METsonuçlarında tanımlanmıştır (örneğin kolayca salınan sülfid için Demir ve Çelik Üretimine ilişkin MET-Ref'de (IS MET-REF) [142, COM 2013] ve sülfid için Post ve Derilerin Tabaklanmasına ilişkin MET-Ref (TAN MET-REF) [179, COM 2013]). 2017'de bu konuda yalnızca iki ISO standardı mevcuttu, ancak EN standardı yoktu [121, CEN 2018], [122, ISO 2018].

ISO 10530:1992'de, çözünmüş sülfidin tayini açıklanmaktadır. Ölçüm için numune süzülür, ardından sülfid sıyrılır ve bir çinko asetat çözeltisine soğurulur. Daha sonra, sülfidin tepkimeye girerek 665 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülen metilen mavisi verdiği reaktifler eklenir [204, ISO 1992].

ISO 13358:1997'ye göre kolayca salınan sülfid tayini, sıyırma işleminin pH 4'te gerçekleştirilmesi dışında aynı prensibi izler. Kolayca salınan sülfid, çözünürlüklerine ve yaşlanma özelliklerine bağlı olarak çözünmüş sülfid ve çeşitli derecelerde bazı çözünmemiş sülfidler içerir. Çözünmemiş sülfid örnekleri arasında çinko, demir ve manganez sülfidler yer alır. Cıva sülfid gibi diğer çözünmemiş sülfidler dahil değildir [205, ISO 1997].

5.3.5.8.13 Toplam azot (TA)/Toplam inorganik nitrojen (N_{inorg})/Toplam Kjeldahl azotu (TKA)

EN standartlarını kullanırken, toplam azotu belirlemek için üç genel yaklaşım vardır:

- Toplam azotun EN 12260:2003'e göre termal oksidasyonla ve sonrasında azot oksitlerin kimyasal ışıltama tespiti ile bağlı toplam azot (TA_b) olarak ölçümü [99, CEN 2003].
- Peroksodisülfat ile yaş kimyasal oksidasyon yoluyla ve ardından EN ISO 11905-1:1998'e (Koroleff yöntemi) nitrat ölçümüyle toplam azotun ölçümü [100, CEN 1998].
- Toplam azotun toplam Kjeldahl azotu [101, CEN 1993], nitrat azotu (NO_3-N) ve nitrit azotu (NO_2-N) toplamı olarak ölçümü (çeşitli standartlar mevcuttur) [121, CEN 2018].

Bazı organik bileşikler farklı ölçülerde oksitlendiğinden, toplam azotu belirlemeye yönelik bu üç yaklaşım, numunenin özelliklerine bağlı olarak farklı sonuçlara yol açabilir. Çözünmüş azot gazı bu yöntemlerden hiçbirinin kapsamına girmez.

TA yerine, N_{inorg} veya TKA parametreleri bazen mevzuatta veya ruhsatlarda kullanılır. Yukarıda verilen tanımlardan (bkz. Bölüm 5.2), parametrelerin eş değer olmadığı açıktır; **bu nedenle, analitik sonuçlar benzer değildir**. Tanım gereği aşağıdakiler geçerlidir: $TA \geq N_{inorg}$ ve $TA \geq TKA$.

MET-REF incelemeleri için veri toplarken ve değerlendirirken, inorganik azot türlerine ilişkin konsantrasyonlar iyonlar için (yani NH_4^+ , NO_2^- veya NO_3^- iyonlarının konsantrasyonu) veya bu iyonlar halinde bulunan azot konsantrasyonu (NH_4-N , NO_2-N or NO_3-N) için ifade edilebildiğinden, bunların aynı formatta olmaları önemlidir.

Tüm organik ve inorganik nitrojen formları ötrofikasyona katkıda bulunabileceğinden, TA genellikle daha uygun bir parametre olarak kabul edilir. TA, biyolojik olarak parçalanabilirliği düşük organik azot bileşiklerinin ön işlemi ve azot içeren katıların giderilmesi dahil olmak üzere tüm atık su arıtmanın performansını yansıtır. TA, TOK ile eş zamanlı olarak ölçülebilir. Buna karşılık, N_{inorg} parametresi biyolojik nitrifikasyon ve denitrifikasyonun performansını yansıtır. Literatürde, TA'nın biyolojik olarak kullanılabilir azotun potansiyel olarak olduğundan fazla, N_{inorg} 'nin ise biyolojik olarak kullanılabilir azotun potansiyel olarak olduğundan daha düşük hesaplanmasına yol açtığı öne sürülmektedir [148, Seitzinger ve ark. 1997].

1990'ların sonunda Almanya'da gerçekleştirilmiş yukarıda bahsedilen KOİ/TOK çalışmasında, çeşitli endüstri sektörlerinin nihai çıkış sularındaki N_{inorg} /TA oranı da incelenmiştir. Ortalama olarak, TA'nın yaklaşık %20'sinin organik olarak bağlı azottan oluştuğu tespit edilmiştir [88, Braun ve ark. 1999].

5.3.5.8.14 Toplam fosfor (TF)

Toplam fosfor parametresi, çözünmüş veya partiküllere bağlı tüm organik ve inorganik fosfor bileşiklerini içerir. Fosforun inorganik halleri arasında ortofosfat ($HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$), difosfat ($HP_2O_7^{3-}/H_2P_2O_7^{2-}$) ve oligo/polifosfat yer alır. Organik olarak bağlı fosfor, örneğin biyokütlede (örneğin adenosin trifosfat) veya fosfonatlarda (örneğin soğutma suyunun arıtılması için kireç önleyici maddeler olarak kullanılır) bulunabilir.

TF'nin belirlenmesi için birkaç EN standardı mevcuttur:

- EN ISO 6878:2004'te, amonyum molibdat kullanılarak spektrofotometri ile farklı fosfat türlerinin belirlenmesine ilişkin yöntemler belirtilmektedir. TF ölçümü, peroksodisülfat veya nitrik asit ile önceden numune sindirimini gerektirir. Peroksodisülfat ile sindirim, yüksek TOK/KOİ konsantrasyonlarının (örneğin KOİ > 270 mg/l) varlığında etkili değildir [184, CEN 2004], [189, Kullwatz ve ark. 2008].
- EN ISO 15681-1:2004 ve EN ISO 15681-2:2004'te, akış analizi yöntemleri (akış enjeksiyon analizi (FIA) veya sürekli akış analizi (CFA)) [185, CEN 2004], [186, CEN 2004] belirtilmektedir.
- Diğer bir olasılık, EN ISO 11885:2009'a göre endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometrisinin (ICP-OES) kullanılmasıdır (bkz. Bölüm 5.3.5.8.10) [187, CEN 2009].

EN ISO 6878:2004'te açıklanan spektrofotometrik yöntemle karşılaştırıldığında, EN ISO 11885:2009'da açıklanan ICP-OES kullanımı, daha fazla otomasyona ve diğer elementlerin (örneğin metaller) eş zamanlı ölçümüne olanak tanır, ancak ekipmanlar için daha fazla yatırım yapılması gerekir. Yukarıda bahsedilen Alman KOİ/TOK çalışmasında aynı zamanda, çeşitli endüstri sektörlerinin nihai çıkış suları için spektrofotometrik yöntemin sonuçları ICP-OES'nin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Ortalama olarak, TF (spektrofotometri)/TF (ICP-OES) oranı 0,96 olarak bulunmuş olup bu oran, iki yöntemin büyük ölçüde benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir [88, Braun ve ark. 1999].

5.3.5.8.15 Toplam askıda katı madde (TAKM)

TAKM parametresi hem organik hem de inorganik askıda katı maddeleri içerir. Genellikle vakum veya basınç kullanılarak bir cam elyaftan numune filtrelemesine dayanan EN 872:2005'e göre ölçülür. 50 g/m² ile 100 g/m² arasında bir birim alan başına kütleye sahip borosilikat cam elyaf filtre kullanılır. Filtre daha sonra 105°C ± 2°C'de kurutulur ve filtre üzerinde kalan tortunun kütlesi tartılarak belirlenir [188, CEN 2005]. Bu spesifikasyona sahip cam elyaf filtrelerin gözenek boyutu yaklaşık 1 µm'dir [286, Sterlitech 2017].

TAKM, atık su arıtımı sırasında katı madde giderme tekniklerinin performansını açıklamak için kullanılabilir. Bazı durumlarda, TAKM seviyeleri BOİ, KOİ/TOK, toplam fosfor, toplam azot ve metaller gibi diğer parametrelerin seviyeleri ile ilişkilidir [154, COM 2016].

Çökebilir katılar, belirli koşullar altında (örneğin belirli bir çökeltme süresinden sonra) çöken TAKM alt fraksiyonunu temsil ettikleri için TAKM'den ayırt edilmelidir. Çökebilir katılar hacimsel olarak bir Imhoff konisiyle veya gravimetrik olarak belirlenebilir [149, CEN 2007] [259, APHA 1999].

Bulanıklık, askıda katı maddeler için nitel bir vekil parametre olarak ölçülebilir (bkz. Bölüm 5.4.1). EN ISO 7027-1:2016'da, her ikisi de parçacıklar tarafından uyarılan monokromatik kızılötesi ışık saçılımı veya zayıflamasının ölçülmesine dayanan iki nicel yöntem açıklanmaktadır. Cihazlar, tercihen ticari olarak elde edilen veya heksametilentetramin ve hidrazin çözeltilerinin karıştırılmasıyla hazırlanan standartlaştırılmış formazin çözeltileri ile kalibre edilir. Düşük bulanıklığa sahip su numuneleri (örneğin içme suyu) için ışık saçılması ölçülürken (nefelometri), yüksek bulanıklığa sahip su numunelerinde (örneğin atık su) ışık zayıflaması ölçülür (turbidimetri). Bulanıklık ölçümlerinin otomatikleştirilmesi TAKM ölçümlerinden daha kolaydır, ancak sonuç, sadece partiküllerin kütle konsantrasyonlarına değil, aynı zamanda boyutuna ve şekline bağlıdır [191, CEN 2016]. 2017 yılında, bulanıklık ölçümü için yarı nicel yöntemlerle ilgili başka bir standart hazırlanıyordu (ISO 7027-2) [122, ISO 2018].

5.3.5.8.16 Test kitleri

Test kitleri veya hızlı testler, atık sudaki kirleticileri ve toplam parametreleri ölçmek için daha geleneksel analitik yöntemlere bir alternatiftir. Test kitlerinin çoğu renk ölçüm yöntemleri içerir. Görsel karşılaştırmacılar kullananlar ve taşınabilir veya tezgâh üstü spektrofotometreler kullananlar olmak üzere iki ana formatta mevcuttur [\[103, MCERTS 2017\]](#).

Genel olarak, bu sistemler kullanıcıya ve çevresel koşullara çok bağlı olduğundan görsel karşılaştırmacıların kullanılması tavsiye edilmez [\[103, MCERTS 2017\]](#). Genellikle ruhsat koşullarına uygunluğun değerlendirilmesi ve MET-İÇPS'lerin tanımlanması için gereken doğruluktan yoksundurlar, ancak bir atık su arıtma tesisi işletmecisinin fiili performans verilerini toplamasına yardımcı olabilirler.

Spektrofotometrelerin kullanıldığı test kitlerinin karmaşıklık ve kalitesi son yıllarda artmıştır ve çoğu standart laboratuvar yöntemlerine dayanmaktadır. İzlenebilirliği sağlamak için ölçüm sonuçları elektronik olarak saklanabilir. KOİ, amonyak, fosfat ve demir gibi birçok parametre için test kitleri mevcuttur [\[103, MCERTS 2017\]](#).

Spektrofotometreli bir test kiti örneği Şekil 5.7'de gösterilmektedir.



Kaynak: [\[243, DE UBA 2016\]](#)

Şekil 5.7: Spektrofotometreli bir test kiti örneği

Test kitleri, kullanım kolaylığı (örneğin hazır ambalajlı reaktifler, entegre kalibrasyonlar) ve çok az analiz yapıldığında düşük maliyetler gibi avantajlar sunar [\[88, Braun ve ark. 1999\]](#), [\[103, MCERTS 2017\]](#). Ancak, kullanımdan önce tam bir değerlendirmeden geçirilerek uygun performans özellikleri ve matris uygunluğunun sağlanması ve belgeleme ve kalite güvence/kontrol prosedürleri açısından standart bir yöntemle aynı şekilde muamele görmeleri gerekir [\[103, MCERTS 2017\]](#).

Genel olarak, test kitlerinin analitik sonuçlarının, ruhsat koşullarına uygunluğu değerlendirmek için veya METsonuçlarında referans olarak kullanılmadan önce EN standartlarına veya EN standartları mevcut değilse ISO standartları, ulusal veya diğer uluslararası standartlarına göre elde edilenlere eş değer bilimsel kalitede olduğunu göstermek için kanıt gereklidir. Ayrıca, eş değer bilimsel kalitenin düzenli olarak kontrol edilmesi gerekir.

5.3.6 Veri işleme

Ölçüm sonuçları, sürekli veya periyodik ölçümlerle elde edilebilir ve bu, farklı veri işleme aşamalarına yol açar.

Sürekli ölçümlerde, ortalama seviyeler farklı süreleri ifade ediyor olabilir. Yaygın ortalama alma periyotları, ölçüm amacına bağlı olarak bir saat, iki saat veya 24 saattir. Günlük ortalama elde etmek isteniyorsa, 24 saat doğru ortalama alma süresi olabilir. Bir tesisin gün içindeki performansına bakılıyorsa, daha kısa sürelerin (örneğin bir saat) ortalaması hesaplanabilir. Aynı süre, debi ölçümlerinin sonuçlarının ortalamasını almak için de kullanılır.

Debiyle orantılı kompozit numunelerle **periyodik ölçümlerde**, numune alma yönteminde halihazırda atık su debisi dikkate alındığından, temsili ortalamaları elde etmek için ek hesaplamalara gerek yoktur. Zamanla orantılı kompozit numuneler gibi diğer numuneler, örneğin tüm gün için bir kirleticinin deşarjını temsil edecek şekilde ek hesaplamalar yapılmasını gerektirebilir.

Daha **uzun bir süre boyunca temsili bir ortalama konsantrasyonu** hesaplamak için, aşağıdaki denklemde verildiği gibi, her bir ölçüm sonucunun ortalaması alınmalı ve ilgili atık su debisine göre ağırlıklandırılmalıdır:

Denklem 5.1

$$C_w = \frac{\sum_{i=1}^n c_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$$

Burada, C_w = parametrenin debi ağırlıklı ortalama konsantrasyonu;
 n = ölçüm periyotlarının sayısı;
 c_i = i. ölçüm periyodu boyunca parametrenin ortalama konsantrasyonu;
 q_i = i. ölçüm periyodunda ortalama debi.

24 saatlik debi orantılı kompozit numunelere dayalı olarak yıllık ortalama konsantrasyon şeklinde verilen bir MEİT-İÇPS veya ESD için, gözlem yapılan yıl boyunca elde edilen her 24 saatlik debiyle orantılı kompozit numunenin ölçüm sonucu, **günlük yükü** hesaplamak için ilgili günlük ortalama debiyle çarpılır. Günlük yükler toplanır ve **debi ağırlıklı yıllık ortalama konsantrasyonu** hesaplamak için tüm günlük ortalama debilerin toplamına bölünür. Bazı örnek hesaplamalar Ek A.6'da verilmiştir.

Ortalama özgül yükün (örneğin, aylık veya yıllık ortalama olarak) hesaplanması Denklem 5.2'ye göre gerçekleştirilebilir:

Denklem 5.2

$$I_{\text{özgül}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_i q_i}{p_i}}{n}$$

Burada $I_{\text{özgül}}$ = parametrenin ortalama özgül yükü;
a:
 n = ölçüm periyotlarının sayısı;
 c_i = i. ölçüm periyodu boyunca parametrenin ortalama konsantrasyonu;
 q_i = i. ölçüm periyodu boyunca ortalama debi;
 p_i = i. ölçüm periyodu boyunca ortalama çıktı;

Endüstriyel sektöre bağlı olarak, örneğin üretim çıktısı yerine ham madde tüketimini kullanmak uygun olabilir.

24 saatlik debi orantılı kompozit numunelere dayalı olarak yıllık ortalama özgül yük şeklinde verilen bir MEİT-İÇPS veya ESD için, gözlem yapılan yıl boyunca elde edilen her 24 saatlik debiyle orantılı kompozit numunenin ölçüm sonucu, **günlük özgül yükü** hesaplamak için ilgili günlük ortalama debiyle çarpılır ve ardından günlük üretim çıktısına bölünür. Günlük özgül yükler toplanır ve **yıllık ortalama özgül yükü** hesaplamak için ölçüm periyotlarının sayısına bölünür. Bazı örnek hesaplamalar Ek A.6'da verilmiştir.

Günlük üretim çıktısı yıl boyunca az ya da çok istikrarlı olduğunda, tüm günlük özgül yükleri toplayarak ve bunları yıllık üretim çıktısına bölerek yıllık ortalama özgül yük hesaplanabilir.

Günlük ölçüm sıklığından daha az olan özgül yüklerin hesaplanması benzer bir şekilde gerçekleştirilebilir, ancak ölçüm sonuçlarının incelenen zaman dilimini temsil ettiğinden emin olunmalıdır. Bu durumda, günlük ölçüm sıklığına dayalı ortalamaların neden olabileceği herhangi bir karışıklıktan kaçınmak için belirli bir süre (bir yıl veya bir ay) boyunca hesaplanan bir ortalamaya atıfta bulunmak daha uygun görünmektedir (bkz. Bölüm 3.4.4.2).

Parametrenin bazı konsantrasyon değerleri miktar tayin sınırının altındaysa, bu verilerin nasıl işleneceği ve yükün nasıl hesaplanacağı konusunda varsayımlara ihtiyaç duyulur. Daha fazla bilgi için bkz. Bölüm 3.4.4.4.

Günlük ölçüm sonuçlarının bulunmadığı durumlar olabilir (örneğin seri veya mevsimlik üretim). Yükü tahmin etmek için, belirli bir gün veya birkaç günün, belirli bir periyodu temsil ettiği kabul edilebilir ve daha sonra hesaplama bu güne/günlere dayalı olarak yapılabilir.

5.3.7 Raporlama

Tek bir maddenin veya toplam parametrenin belirlenmesinin açıklandığı her standart, raporlamaya ve sonuçların ifade edilmesine ilişkin hükümler içerir (Ek A.2'deki standartlar listesine bakınız). Ölçüm raporunda, ölçümlerin nerede ve nasıl gerçekleştirildiği şeffaf bir şekilde açıklanır ve ayrıca sonuçların hesaplamalar üzerinden toplanan ham verilere ve çalışma koşullarına kadar izlenmesi için yeterli ayrıntı sunulmalıdır. Genel olarak, ölçüm raporu en azından şu konularda bilgi içerir:

- uygulanan EN standartları;
- numune kimliği;
- EN standartlarında belirtildiği şekilde ifade edilen sonuçlar;
- uygunsa, numune alma yöntemi ve numunelere uygulanan ön işlemler;
- standartlaştırılmış yöntemden herhangi bir sapma ve
- sonuçları etkileyebilecek tüm koşulların ayrıntıları.

Özellikle ruhsat koşullarına uygunluğun değerlendirilmesi veya MET-İÇPS'lerin tanımlanması için, sonuçların sağlıklı bir şekilde yorumlanmasını sağlamak üzere daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulabilir; örneğin:

- numune alma işlemlerini ve analizi gerçekleştiren laboratuvarın adı ve adresi;
- varsa, sapmaları gösteren numune alma planına atıf;
- numune alma yerlerinin ve numune alma noktalarının tarifi;
- numune alma tarihi ve saati (kompozit numuneler için başlangıç/bitiş tarihleri ve saatleri);
- numune alma öncesi ve sırasındaki çalışma koşulları hakkında bilgi;

- ölçüm sonuçlarını değerlendirmek için gerekli gözlemler ve numune alma çalışmalarına ilişkin ek ayrıntılar;
- numune koruma önlemleri;
- sürekli olarak gerekli değilse, en azından numune alma periyodunda atık su debisi;
- numune alma ve analiz için kalite kontrol sonuçları;
- numune alma ve analiz için uygulanan gözetim zincirinin açıklaması;
- tespit sınırı ve/veya miktar tayin sınırı;
- ölçüm belirsizliği.

Belirli koşullar altında, ölçüm sonuçları/raporları, örneğin EED Madde 24(3)(b) uyarınca genel erişime açık hale getirilir [24, EU 2010].

5.3.8 MET-Ref'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

Sunulan veriler, uygun olduğunda METve MET-İÇPS'lerin tanımlanması için gerekli temeli oluşturur. MET-İÇPS'lerle bağlantılı olarak, izleme rejiminin belirlenmesi gerekir. Avrupa'da alınan atık su numuneleri, ağırlıklı olarak **24 saatlik debi orantılı kompozit numunelerdir**. Bu numuneler, konsantrasyonlar ve debiler değişse bile, temsil gücü yüksek günlük ölçüm sonuçlarını büyük ölçüde garanti eder. Dolayısıyla, METsonuçlarında genellikle bu numune türüne atıfta bulunulsa da, belirli özel koşullar altında diğer numune türleri de uygun olabilir veya hatta daha uygun olabilir (bkz. Bölüm 5.3.5.4).

METve MET-İÇPS'lerin tanımlanması için, emisyon örüntülerini anlamak amacıyla yalnızca ortalamaların değil, aynı zamanda ölçüm sonuçlarının zaman serisi verilerinin de raporlanması genellikle çok faydalıdır. Ayrıca, numune alma ve ölçüm yöntemleri, ölçüm sıklıkları, miktar tayin ve tespit sınırları, ölçüm belirsizlikleri, tamamlayıcı parametreler (örneğin debi, sıcaklık, pH) ve çalışma koşulları (normal veya normalden farklı çalışma koşulları) gibi tüm ilgili **referans koşullarının** raporlanması gerekir. Genellikle eksiksiz ölçüm raporları sağlanmamaktadır, ancak belirli durumlarda faydalı olabilirler.

METsonuçlarındaki **ölçüm sıklıkları**, sunulan verilere ve ilgili endüstriyel sektör için parametrenin uygunluğuna dayanmaktadır. Örneğin yerel koşullar dikkate alınarak özel durumlarda daha düşük veya daha yüksek başka sıklıklar uygulanabilse bile, parametrenin belirlenmesi için yeterli bir minimum sıklığı yansıtır. Netlik açısından, Bölüm 5.3.5.6'da belirtilen haftalık, aylık veya yıllık gibi sıklıkların kullanılması tavsiye edilir.

Atık su debilerine ilişkin veriler, METve MET-İÇPS'lerin, konsantrasyon olarak mı yoksa yük olarak mı ifade edildiklerinden bağımsız olarak tanımlanması için gereklidir.

Daha önce belirtildiği gibi, MET-İÇPS'ler genellikle 24 saatlik debi orantılı kompozit numunelere dayanır ve genellikle günlük, ağırlıklı aylık veya ağırlıklı yıllık ortalama **konsantrasyonlar olarak** veya günlük, aylık veya yıllık ortalama **özellik yükler** (örneğin ürün birimi başına) olarak ifade edilir.

Genel olarak MET-İÇPS'lerin aşağıdaki durumlarda **konsantrasyonlar** olarak ifade edilmesi uygun görünmektedir:

- emisyon seviyeleri, atık su arıtma tesisinin tasarımı ve işletimi ile etkin bir şekilde kontrol edilebiliyorsa;
- su veya enerji tasarrufu teknikleri emisyon seviyelerini önemli ölçüde etkilemiyorsa.

Örneğin, TAKM, BOİ_n ve TF parametrelerinin elde edilen emisyon seviyeleri, esasen nihai atık su arıtma tesisinin tasarımına ve işletimine bağlıdır. MET-İÇPS'lerin bu durumlarda özellik yükler olarak ifade

edilmesi, konsantrasyon değerleri benzer olsa bile, değişen debiler nedeniyle çok geniş aralıklara yol açabilir.

MEİT-İÇPS'ler en yaygın şekilde konsantrasyonlar olarak ifade edilir [39, EU 2012]. Belirli durumlarda, emisyon azaltma verimlilikleri veya minimum kütleli debi ile birleştirilebilirler (örneğin Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine ilişkin MET-REF'de (CWW MET-REF) [154, COM 2016]).

Muhtemelen MEİT-İÇPS'leri aşağıdaki durumlarda **özellik yükleri** olarak ifade etmek uygun olabilir:

- emisyon seviyeleri esas olarak üretim prosesine ve uygulanan prosesle entegre tekniklere bağlıysa;
- emisyon seviyeleri, üretime özgü bir parametre ile ilişkiyorsa (örneğin, üretilen ürünün veya kullanılan ham maddenin kütlesi);
- su veya enerji tasarrufu teknikleri emisyon seviyelerinin (örneğin KOİ ve AOX için) artmasına yol açıyorsa.

Bazı endüstriyel sektörlerde, belirli MEİT-İÇPS'ler özellik yükleri olarak ifade edilir (örneğin Kağıt Hamuru, Kağıt ve Karton Üretimine ilişkin MET-REF'de (PP MET-REF) [160, COM 2015]).

Veri toplama hakkında daha fazla bilgi ve emisyon verilerine eşlik eden referans bilgileri için bkz. 'MET-REF rehberi' [39, EU 2012].

5.4 Vekil parametreler

5.4.1 Vekil parametre örnekleri

Nicel, nitel ve gösterge niteliğindeki vekil parametreler arasındaki farklılıklar da dahil olmak üzere vekil parametrelerin genel özellikleri Bölüm 3.3.3.3.1'de açıklanmaktadır.

Su emisyonlarının belirlenmesi, büyük ölçüde, **nicel vekil parametreler** olan toplam parametrelerin ölçülmesi kapsamına girmektedir. Bunlar aşağıdaki koşulları karşılayan bir grup maddeyi temsil ederler [3, COM 2003]:

1. aynı kimyasal elementi veya belirli bağ türlerinde aynı kimyasal elementi içeren;
2. benzer özellikler gösteren.

Birinci tip toplam parametre örnekleri aşağıdakileri içerir:

- tek tek organik bileşikler yerine toplam organik karbon (TOK) (bkz. Bölüm 5.3.5.8.5);
- tek tek azot bileşikleri yerine toplam azot (TA) (bkz. Bölüm 5.3.5.8.13);
- tek tek halojenli organik bileşikler yerine adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler (AOX) (bkz. Bölüm 5.3.5.8.2);
- tek tek hidrokarbon bileşikleri yerine hidrokarbon yağ indeksi (HYİ) (bkz. Bölüm 5.3.5.8.8);
- tek tek fenolik bileşikler yerine fenol indeksi (bkz. Bölüm 5.3.5.8.11).

İkinci tip toplam parametre örnekleri aşağıdakileri içerir:

- kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) için, tek tek organik bileşikler yerine dikromat ile oksitlenebilirlik (bkz. Bölüm 5.3.5.8.5);
- biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ_n) için, bir aerobik mikroorganizma tohumu tarafından tüketilen oksijen kütlesi (bkz. Bölüm 5.3.5.8.4);
- toksisite testlerinde, numunede bulunan tüm maddelerin belirli bir organizma üzerindeki etkisi (bkz. Bölüm 5.5).

Nitel vekil parametre örnekleri aşağıdakileri içerir [3, COM 2003]:

- çökeltme ve çöktürme proseslerinde tek tek metal bileşikler yerine iletkenlik;
- çökeltme ve yüzdürme proseslerinde tek tek metal bileşikler veya askıda katı maddeler yerine bulanıklık.

Gösterge niteliğindeki vekil parametre örnekleri aşağıdakileri içerir [3, COM 2003]:

- çökeltme ve çöktürme prosesleri için pH;
- asidik veya alkali maddelerin deşarjı için pH;
- Beklenmedik sıyırma proseslerinin bir göstergesi olarak sahada algılanan kokulardaki değişiklikler.

Vekil parametrelerin kombinasyonları, kontrol edilen parametreler ile beklenen emisyonlar arasında daha güçlü bir korelasyona neden olabilir.

5.4.2 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

MET sonuçlarında su emisyonları ele alındığında ve MET-İÇPS'ler tanımlandığında, toplam parametreler genellikle emisyonun miktarını belirlemek için kullanılır, çünkü atık su deşarjında meydana gelecek tüm maddeleri bir endüstriyel sektörün tümü için belirtmek genellikle mümkün değildir.

Veri toplama hakkında daha fazla bilgi ve emisyon verilerine eşlik eden referans bilgiler için bkz. 'MET-REF rehberliği' [39, EU 2012].

5.5 Toksisite testleri ve bütünsel çıkış suyu değerlendirilmesi

5.5.1 Toksisite testleri

5.5.1.1 Genel bakış

Biyolojik testler veya biyolojik denemeler olarak da adlandırılan toksisite testleri, test organizmalarının fizyolojik özellikleri, hayatta kalması, büyümesi veya üremesi üzerindeki etkileri belirlemek için bir ortama (orijinal veya seyreltilmiş atık su numunesi) maruz bırakılmasını içerir. Bakteriler, algler, damarlı bitkiler, omurgasızlar, balık yumurtaları ve balıklar dahil olmak üzere farklı trofik seviyeleri temsil eden farklı organizmalar kullanılır. Test organizmasının seçimi, alıcı su kütlesine (tatlı veya tuzlu su) bağlıdır. Toksisite testleri, nicel vekil parametrelerdir (bkz. Bölüm 5.4.1). Bütünsel çıkış suyu değerlendirmesinin ayrılmaz bir parçasıdır (bkz. Bölüm 5.5.2).

Akut toksisite testleri, kısa süreli maruz kalma sırasında bir maddenin veya atık suyun zararlı etkilerini ölçer. Kronik toksisite testleri, organizmanın yaşam döngüsü ile ilişkili olarak daha uzun bir süre maruz kalmaktan kaynaklanan zararlı etkileri ölçer [173, EC 2008]. Kronik toksisite testleri, akut toksisite testlerinden daha az yaygındır ve test sırasında çıkış suyu özelliklerinde olası herhangi bir değişikliği önlemek için kısa süreli kronik testler tercih edilmelidir [116, TOTAL 2009].

Toksisite testleri, test organizmalarının (çoğunlukla standartlaştırılmış kültürlerden) test laboratuvarına aktarılan atık suya maruz bırakıldığı (akredite) laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilir. Toksisite testleri nadiren hat üstünde gerçekleştirilir. Sonuçların elde edilmesi için gereken süre genellikle 24 ile 96 saat arasında değişir ve atık su arıtmanın doğrudan kontrolüne olanak tanımaz. Toksisite testlerinin uygulanması, Bölüm 5.3 ve 5.4'te açıklanan fiziko-kimyasal analizler için gerekli olanlardan farklı özel beceriler gerektirir. Bu belgenin yazımı sırasında (2018), deneyimli test laboratuvarları tüm AB Üye Devletlerinde mevcut değildi.

Toksisite testlerinin kullanılması çeşitli (potansiyel) avantajlar sunar [113, OSPAR 2007] [154, COM 2016]:

- Toksisite testleri, tek tek maddelerin veya diğer kimyasal toplam parametrelerin analiz edilmesiyle elde edilemeyen atık su akışının potansiyel çevresel etkisinin (bileşiklerin sinerjik/antagonistik etkileri dahil) entegre bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır.
- Test sonuçları, kökenleri ve yapıları ne olursa olsun (örneğin yan ürünler ve metabolitler dahil) atık suda bulunan tüm bileşiklerin etkisini yansıtır. Bileşiklerin mutlaka belirlenmesine gerek yoktur.
- Endüstriyel alanlardaki tehlikeli çıkış sularının kaynakları (üretim aşamaları veya sıcak noktalar), kirleticilerin bilinmeyen birleşik veya sinerjik etkilerinin ihmal edilebilir olması koşuluyla, genellikle geriye doğru izleme ile belirlenebilir.
- Toksisite testleri, toksik özelliklere sahip birkaç maddenin her birinin miktarının belirlenmesinden daha hızlı ve daha ucuz olabilir.

Toksisite testleri, bilinen ve bilinmeyen maddelerin kompleks karışımlarını içeren ve endüstriyel faaliyetlerin potansiyel olarak toksik madde emisyonlarına yol açtığı çıkış sularına ilişkin analizlerde özellikle yararlıdır [113, OSPAR 2007].

Toksisite testleri, en az beş AB Üye Devletinde ruhsatlarda sıklıkla kullanılmaktadır:

- Avusturya'da ESD'ler çeşitli endüstri sektörlerinde belirlenmektedir. Örneğin kimyasal sektöründeki bazı çıkış suları için birlikte en fazla dört toksisite testi kullanılır (balık, su piresi, alg ve ışıldayan bakteri) [170, AT 2015].

- Almanya’da, çeşitli endüstri sektörlerinde zorunlu ESD’ler mevcuttur. En kapsamlı toksisite testleri seti 1999’dan beri kimyasal sektöründeki çıkış suları için kullanılmaktadır. Beş trofik seviyeyi (balık yumurtası, su piresi, alg, ışıldayan bakteri ve genotoksisite) kapsar. Balıklarla yapılan toksisite testleri ilk olarak 1980’lerin sonlarında uygulanmıştır [29, DE 2014].
- İrlanda’da ESD’ler basit olmayan (karmaşık) kabul edilen deşarjlar için belirlenmiştir. Toksisite testleri 1993 yılından beri ruhsatlarda kullanılmaktadır. Farklı trofik seviyelerden (balık, kabuklular, algler ve ışıldayan bakteriler) en az dört sucul tür için bir başlangıç taraması ve ardından en hassas iki tür için uygunluk izlemesi gerçekleştirilir [171, Enterprise Ireland 2012].
- İtalya’da, yüzey sularına ve kanalizasyona deşarjlar için zorunlu akut toksisite testleri uygulanmaktadır (örneğin su piresi, alg veya ışıldayan bakteri kullanarak). Ancak, bir ESD’yi aşmanın yasal sonuçları, diğer parametrelere ilişkin sınır ihlallerine göre daha az ciddidir [172, IT 2006].
- Litvanya’da, yüzey sularına giren çıkış sularının akut su piresi testlerini geçmesi gerekir [117, COHIBA 2010].

Ayrıca, diğer AB Üye Devletleri bazen ruhsatlarda toksisite testleri kullanır: Belçika (Flandre), Danimarka, Finlandiya ve İsveç [117, COHIBA 2010], [154, COM 2016].

Toksisite testleri, atık su akışlarının biyolojik atık su arıtma tesisleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için de kullanılabilir, ancak bu amaçla kullanılan testler/organizmalar genellikle nihai çıkış suları için kullanılanlardan farklıdır (örneğin, aktif çamurun inhibisyonu ölçülür [174, CEN 2007], [175, CEN 2006]).

Bilimsel amaçlarla kullanılan hayvanların korunmasına ilişkin 2010/63/EU Direktifi kapsamına giren test organizmaları kullanılırken (örneğin, bağımsız olarak beslenen larva formları dahil olmak üzere insan olmayan omurgalı hayvanlar), 'Üç R' ilkesine (değiştirme, azaltma, iyileştirme) uygunluk sağlanmalıdır [114, EU 2010].

5.5.1.2 EN standartları

Atık su toksisite testleri için çok sayıda EN ve ISO standardı ve ulusal standart mevcuttur (bkz. Ek A.2) [121, CEN 2018], [122, ISO 2018]. OECD de 'Kimyasalların Testine İlişkin OECD Kılavuz İlkelerinde' toksisite testleri de dahil olmak üzere **tek tek maddelerin** biyotik sistemler üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yönelik testler sunmaktadır [118, OECD 2013].

Tablo 5.5’te trofik seviyelerin artan sırasıyla toksisite testlerine ilişkin EN standartları listelenmektedir.

Tablo 5.5: Toksikite testlerine ilişkin EN standartları

Standart	Başlık
EN ISO 5667-16:2017	Su kalitesi - Numune alma - Bölüm 16: Numunelerin biyolojik testine dair rehberlik (ISO 5667-16:2017)
EN ISO 21427-2:2009	Su kalitesi - Mikro çekirdeklerin indüksiyonunun ölçülmesiyle genotoksitenin değerlendirilmesi - Bölüm 2: V79 hücre hattını kullanan karma popülasyon yöntemi (ISO 21427-2:2006)
EN ISO 11348:2008, Bölüm 1, 2 ve 3	Su kalitesi - Su numunelerinin <i>Vibrio fischeri</i> 'nin ışık emisyonu üzerindeki önleyici etkisinin belirlenmesi (Işıldayan bakteri testi) Bölüm 1: Yeni hazırlanmış bakteri kullanılan yöntem (ISO 11348-1:2007) Bölüm 2: Sıvı kurutulmuş bakteri kullanılan yöntem (ISO 11348-2:2007) Bölüm 3: Dondurularak kurutulmuş bakteri kullanılan yöntem (ISO 11348-3:2007)
EN ISO 10712:1995	Su kalitesi - <i>Pseudomonas putida</i> büyüme engelleme testi (Pseudomonas hücre çoğalması engelleme testi) (ISO 10712:1995)
EN ISO 8692:2012	Su kalitesi - Tek hücreli yeşil alglerle tatlı suda alg büyümesini engelleme testi (ISO 8692:2012)
EN ISO 10253:2016	Su kalitesi - <i>Skeletonema sp.</i> ve <i>Phaeodactylum tricornutum</i> ile deniz algi büyümesini engelleme testi (ISO 10253:2016)
EN ISO 10710:2013	Su kalitesi - Deniz ve tuzlu su makroalgleri <i>Ceramium tenuicorne</i> ile büyüme engelleme testi (ISO 10710:2010)
EN ISO 20079:2006	Su kalitesi - Su bileşenlerinin ve atık suyun su mercimeği (<i>Lemna minör</i>) üzerindeki toksik etkisinin belirlenmesi - Su mercimeği büyümesini önleme testi (ISO 20079:2005)
EN ISO 20227:2017	Su kalitesi - Atık suların, doğal suların ve kimyasalların su mercimeği <i>Spirodela polyrhiza</i> üzerindeki büyümeyi önleyici etkilerinin belirlenmesi - Stok kültüründen bağımsız bir mikrobiyotest kullanılan yöntem (ISO 20227:2017)
EN ISO 6341:2012	Su kalitesi - <i>Daphnia magna</i> Straus'un (Cladocera, Crustacea) hareketliliğinin engellenmesinin belirlenmesi - Akut toksisite testi (ISO 6341:2012)
EN ISO 15088:2008	Su kalitesi - Atık suyun zebra balığı (<i>Danio rerio</i>) yumurtalarına akut toksisitesinin belirlenmesi (ISO 15088:2007)
EN ISO 7346:1997, Bölüm 1, 2 ve 3	Su kalitesi - Maddelerin tatlı su balıkları [<i>Brachydanio rerio</i> Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)] üzerindeki akut ölümcül toksisitesinin belirlenmesi Bölüm 1: Statik yöntem (ISO 7346-1:1996) Bölüm 2: Yarı statik yöntem (ISO 7346-2:1996) Bölüm 3: Sürekli akış yöntemi (ISO 7346-3:1996)

EN ISO 5667-16:2017'de, toksisite testleri ile ilgili özel numune alma ve ön işlem hükümleri yer almaktadır [150, CEN 2017].

EN ISO 21427-2:2009'da, suda çözünen maddelerin neden olduğu, Çin sıçanı V79 hücrelerinin kromozomlarına veya mitotik aparatlarına verilen zararı tespit eden bir memeli laboratuvar testi kullanılarak suyun ve atık suyun **genotoksitesinin** belirlenmesine ilişkin bir yöntem belirtilmektedir. V79 hücreleri, 24 saat boyunca (S9 karışımı ile 4 saat) bir test numunesinin çeşitli konsantrasyonlarına maruz bırakılır. Daha sonra slaytlar hazırlanır ve hücreler boyanıp mikro çekirdekli hücrelerin varlığı açısından değerlendirilir. Kontrol numunelerine kıyasla bu mikro çekirdekli hücrelerin artan insidansı, test ögesinin laboratuvarında V79 hücrelerinde kromozom kırılmalarına veya iğ bozukluklarına neden olabileceğini gösterir [163, CEN 2009].

EN ISO 11348:2008, Bölüm 1, 2 ve 3'te, su numunelerinin bir deniz **bakterisinin** ışık emisyonu üzerindeki önleyici etkisinin belirlenmesine yönelik yöntemler belirtilmektedir (ışıldayan bakteri testi). (Seyreltilmiş) numunenin belirtilen miktarları, bir test tüpünde ışıldayan bakteri süspansiyonu ile karıştırılır. Test kriteri, maruz kalma süresi boyunca kontrol numunelerinin yoğunluk değişiklikleri için bir düzeltme faktörü hesaba katılarak, tanımlanmış bir temas süresinden (5, 15 veya 30 dakika) sonra ölçülen ışıldama değeridir. EN ISO 11348-1:2008'de yeni hazırlanmış bakteri, EN ISO 11348-2:2008'de

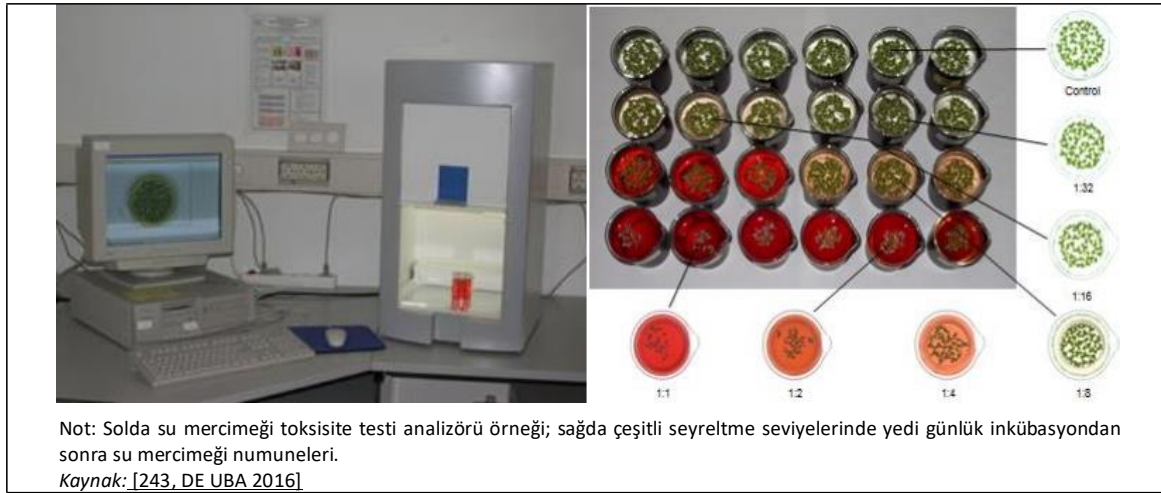
sıvısı kurutulmuş bakteri ve EN ISO 11348-3:2008’de dondurularak kurutulmuş bakteri kullanılmaktadır [155, CEN 2008], [156, CEN 2008], [157, CEN 2008].

EN ISO 10712:1995’te de test organizması olarak bir bakteri kullanılmaktadır, ancak bulanıklıkla ölçülen bir büyüme engelleme testi için bakteriden faydalanılmaktadır [158, CEN 1995].

EN ISO 8692:2012 ve **EN ISO 10253:2016**’da, tatlı su veya denizlerde yaşayan **tek hücreli algler** ile büyüme engelleme testleri belirtilmektedir. Üssel olarak büyüyen alg türleri, test numunesinin çeşitli konsantrasyonlarını içeren tanımlanmış ortamda birkaç nesil boyunca kültürlendirilir. Aynı koşullar altında büyütülen kontrol kültürlerine göre spesifik büyüme hızında bir azalma olarak büyüme engellenmesi üç gün boyunca ölçülür. Ölçüm genellikle bir partikül sayacı ile veya bir mikroskop ve bir sayma bölmesi ile gerçekleştirilir [159, CEN 2012], [161, CEN 2016].

EN ISO 10710:2013’te, deniz ve tuzlu su **makroalglerinin** büyüme engellenmesinin belirlenmesine yönelik bir yöntem belirtilmektedir. Alg türleri, tanımlanmış test koşulları altında ve çeşitli konsantrasyonlarda test numunesi içeren tanımlanmış bir ortamda büyütülür. Yedi gün sonra uzunluktaki artış ölçülür ve büyümenin engellenmesi, aynı koşullar altında büyütülen kontrol kültürlerine kıyasla büyüme hızında bir azalma olarak belirlenir [162, CEN 2013].

EN ISO 20079:2006’da, tatlı suda yaşayan **damarlı bitkiler** için model organizma olarak su mercimeği türü *Lemna minor* kullanılmaktadır. Standartta, su mercimeğinin atık suda bulunan maddelere ve karışımlara büyümeyi engelleyici tepkisinin belirlenmesine yönelik bir yöntem belirtilmektedir. Bitkilerin, yedi günlük bir süre boyunca test numunesinin farklı konsantrasyonlarında monokültür olarak büyümelerine izin verilir. Madde ile ilgili etkileri ölçmek için, test çözeltilerindeki büyüme oranı, gözlem parametrelerinden (yaprak sayısı, yaprak alanı, klorofil, kuru ağırlık) hesaplanır ve kontrol numuneleri ile karşılaştırılır (Şekil 5.8) [164, CEN 2006].

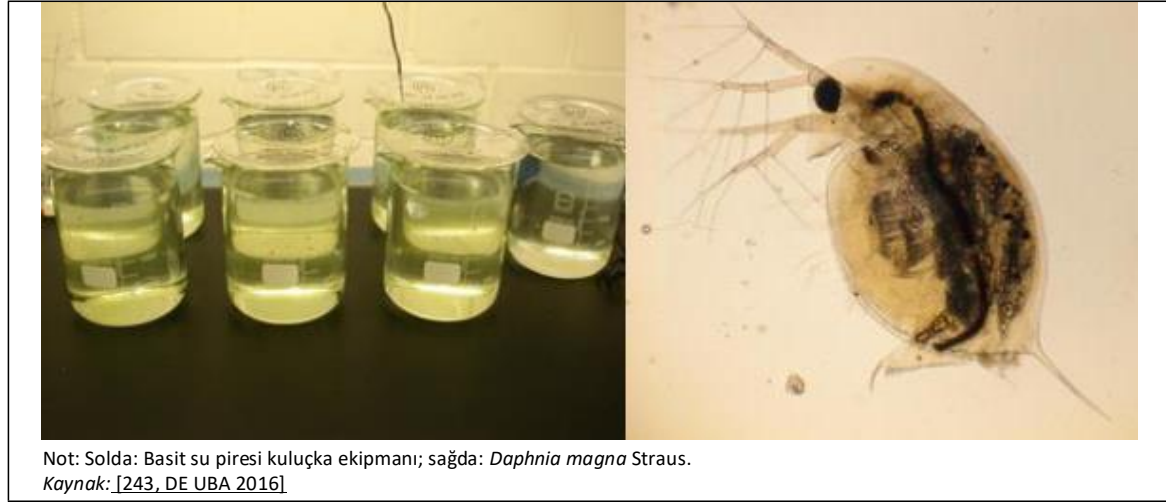


Şekil 5.8: Su mercimeği toksisite testi

EN ISO 20227:2017’de, turyonlardan filizlendirilen *Spirodela polirhiza*’nın ilk yapraklarının büyümesinin arıtılmış kentsel atık sular ve endüstriyel çıkış suları da dahil olmak üzere su veya atık suda bulunan maddeler ve karışımlar tarafından engellenmesinin belirlenmesine dayanan başka bir su mercimeği toksisite testi belirtilmektedir. Test ayrıca saf kimyasallar ve özellikle bitki koruma ürünleri ve tarım ilaçları için de geçerlidir [291, CEN 2017].

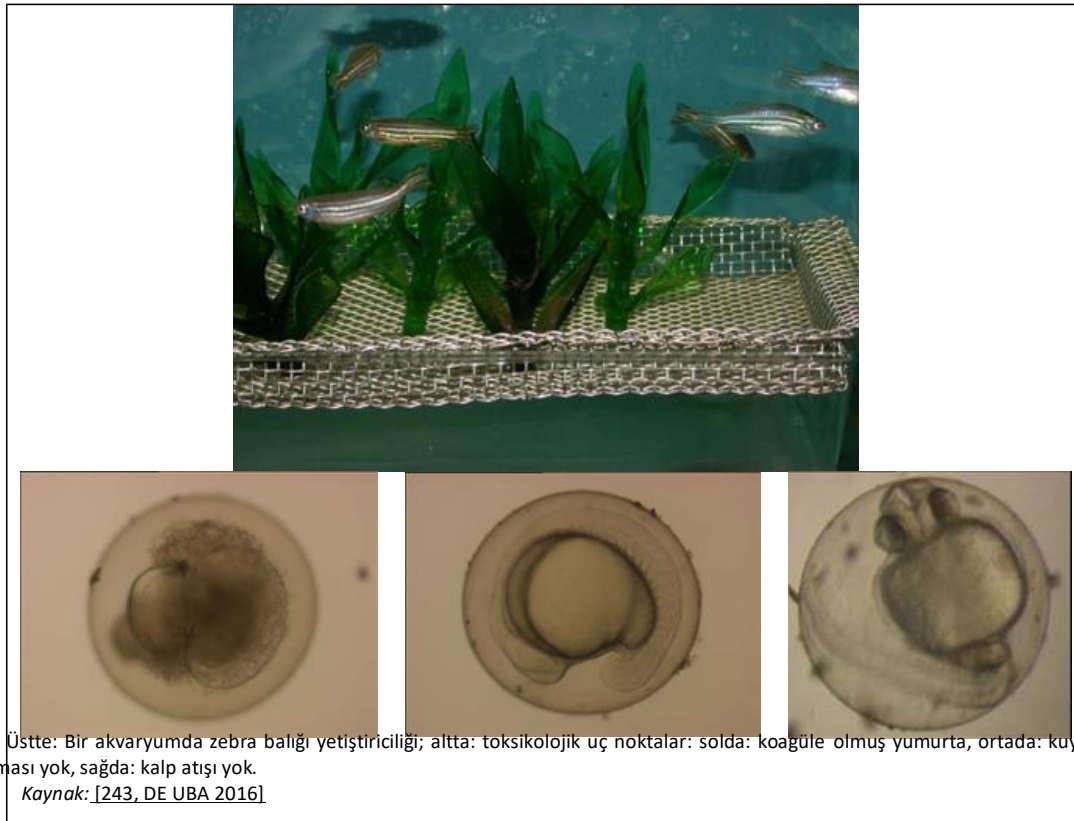
EN ISO 6341:2012’de birincil bir tüketiciyi temsil eden bir kabuklu, bir **omurgasız** ve sucul ekosistemlerde zooplanktonların önemli bir bileşeni olan su piresi *Daphnia magna* Straus

kullanılmaktadır. Test, belirli koşullar altında test numunesine 24 saat veya 48 saat maruz kaldıktan sonra su piresinin hareketsiz kalmasının belirlenmesine yöneliktir (Şekil 5.9) [165, CEN 2012].



Şekil 5.9: Su piresi toksisite testi

EN ISO 15088:2008'de, test organizması olarak zebra balığı (*Danio rerio* Hamilton-Buchanan, eski adıyla *Brachydanio rerio*) yumurtaları kullanılmaktadır. Standartta, atık suyun 48 saat içinde **balık yumurtaları** üzerindeki akut toksik etkisinin bir ölçüsü olarak seyrelme veya yoğunlaşma derecelerinin belirlenmesine yönelik bir yöntem belirtilmektedir. Toksikolojik uç noktayı (yumurta koagülasyonu, kuyruk ayrılması veya kalp atışı) belirlemek için bir mikroskop veya dürbün kullanılır (Şekil 5.10). EN ISO 15088:2008, balık kullanılarak yapılan akut toksisite testinin bir ikamesi olarak geliştirilmiştir. Atık suya uygulandığında, EN ISO 7346, Bölüm 1 veya 2'ye göre balık kullanılarak akut toksisite testinden elde edilenlerle aynı veya benzer sonuçları verir [166, CEN 2008].



Şekil 5.10: Zebra balığı yumurtası toksisite testi

EN ISO 7346:1997, Bölüm 1, 2 ve 3'te, belirli koşullar altında bir tatlı su **balığı** (zebra balığı, *Danio rerio* Hamilton-Buchanan) için maddelerin akut ölümcül toksisitesinin belirlenmesi açıklanmaktadır. Balıklar, 96 saatlik bir süre boyunca seri seyreltme yoluyla test maddesine maruz bırakılır. 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölümler ve test koşulları (sıcaklık, pH ve oksijen içeriği) kaydedilir. LC₅₀ (test balıklarının %50'si için ölümcül konsantrasyon), konsantrasyon-etki ilişkisinden hesaplanır. EN ISO 7346-1:1997'de statik bir yöntem, EN ISO 7346-2:1997'de yarı statik bir yöntem ve EN ISO 7346-3:1997'de bir sürekli akış yöntemi açıklanmaktadır [167, CEN 1997], [168, CEN 1997], [169, CEN 1997]. Standartlar tek tek maddeleri ele alsa da, atık suyun toksisitesini değerlendirmek için de kullanılmaktadırlar [166, CEN 2008]. Bazı Üye Devletlerde, etik nedenlerden ötürü balık testleri başka yöntemlerle değiştirilmiştir (örneğin EN ISO 15088:2008 ile).

5.5.1.3 Veri işleme ve raporlama

Toksosite testlerinin sonuçları farklı şekillerde ifade edilebilir. En yaygın olanı şudur [117, COHIBA 2010]:

- Etkili Konsantrasyon (EC_x):** EC_x'teki X, test organizmalarının söz konusu uç noktayı sergileyen yüzdesini ifade eder. Dikkate alınan uç nokta teste bağlıdır. Örneğin, %20'lik bir EC₅₀, test organizmalarının %50'sinin konsantrasyon %20 iken etkilendiği anlamına gelir. Etkili konsantrasyon ne kadar küçükse, madde o kadar toksiktir. EC değerleri noktasal tahminlerdir ve konsantrasyon-yanıt ilişkilerine dayanır. En az beş konsantrasyon-yanıt veri çifti ve %0 ile %100 arasında değişen yanıtlarla istatistiksel olarak (konsantrasyon-yanıt modellemesi) veya grafiksel olarak belirlenebilirler. EC verilerine dayanarak, hata terimleri hesaplanabilir, ancak orta derecede toksik numuneler için, EC değerlerinin hesaplanmasına ilişkin istatistiksel gereklilikler genellikle karşılanmaz. Ölümcül konsantrasyon (LC_x) ve inhibisyon konsantrasyonu (IC_x) aynı mantığı izler.
EC değerleri, toksosite için en yaygın kullanılan birimlerdir ve Ek A.2'de verilen tüm EN standartlarında bu birim kullanılır.
EC_x metodolojisi genellikle tek tek maddelere uygulanır ve sonuçlar konsantrasyon değerleri olarak ifade edilir (örneğin mg/l). Ancak, bir atık su numunesinde, EC₅₀ değerlerini atık su yüzdeleri olarak belirlemek için seyreltme serileri de kullanılabilir (bkz. aşağıda LID).
- Gözlemlenen Etki Yok Konsantrasyonu (NOEC):** NOEC, maddenin, gözlemlenebilir olumsuz etkilerin tespit edilmediği en yüksek konsantrasyonudur. NOEC'ler birçok ülkede, özellikle kronik toksisiteyi belirlerken kullanılmaktadır. NOEC, hipotez testine dayanmaktadır ve çeşitli nedenlerle eleştirilmektedir. Her şeyden önce, gözlemlenebilir olmayan bir şeyi ölçmek mantıksız bir fikirdir. İkinci olarak, konsantrasyon serilerinin seçimi NOEC değerlerini etkileyebilir ve bu da karşılaştırılabilirliklerini azaltır. Üçüncüsü, hata terimleri NOEC verilerine dayanarak hesaplanamaz.
- En Düşük Etkisiz Seyreltme (LID):** LID yaklaşımı, atık suyun toksisitesini seyreltme serileri aracılığıyla ölçmek için kullanılır. Numune, tanımlanan etki artık gözlemlenmeyene kadar tanımlanan seyreltme suyu oranlarıyla seyreltilir. Konsantrasyon-yanıt ilişkisinin istatistiksel bir değerlendirmesi gerekli değildir, çünkü ilgili standartta açıklanan tanımlanmış etki seviyesine göre evet/hayır tipi bir karar verilir (kontrol numunelerine kıyasla genellikle %10 veya %20 etki).
LID değerlerinin nasıl hesaplanacağına ilişkin prosedürler Ek A.2'de listelenen tüm EN standartlarında verilmiştir.
LID değeri, orijinal numuneye göre seyreltilmiş numunenin hacminin oranını verir; LID değeri ve dolayısıyla gerekli seyreltme ne kadar yüksekse, orijinal numunenin toksisitesi o kadar yüksek olur.

- **Toksosite Birimi (TU):** TU'lar, yukarıda bahsedilen birimlerin bazılarına dayanan farklı hesaplamaların sonucunu temsil eder. TU'ların kullanımının mantığı, tüm çıkış suyu için EC değerlerinden daha kolay anlaşılabilir: TU ne kadar yüksekse, atık su o kadar toksik olur. Akut ve kronik toksosite için ayrı TU'lar vardır: Akut toksosite $TU_A = 100/EC_{50}$ ve kronik toksosite $TU_C = 100/NOEC$. Ancak, TU için başka tanımlar da kullanılır (örneğin $TU_C = EC_{10}$ [113, OSPAR 2007]); bu da TU'ların karşılaştırılmasını zorlaştırır.

Veri işlemenin ve istatistiksel analizlerin önemi göz önüne alındığında, bunların tanımlarının ölçüm raporuna dahil edilmesi iyi bir uygulamadır (bkz. Bölüm 5.3.7).

5.5.2 Bütünsel çıkış suyu değerlendirmesi

Toksitenin test edilmesine ek olarak, bütünsel çıkış suyu değerlendirmesinde (BÇSD) ayrıca kalıcılık (bozunabilirlik) ve biyolojik birikme potansiyelinin tahmin edilmesi amaçlanır. KBT kriterleri (kalıcılık, biyolojik birikme ve toksosite) uygulanarak, çıkış sularının olası tehlikeli karakteri değerlendirilir; aksi takdirde çıkış suları yalnızca fiziko-kimyasal atık su parametrelerine göre yeterli bir şekilde kontrol edilemez [115, OSPAR 2005].

BÇSD kalıcılığı ifade eder, ancak aslında biyolojik olarak bozunabilirlik ölçülür. Biyolojik olarak arıtılmış atık sularda, biyolojik olarak bozunabilirlik testleri arıtmanın yeterli olup olmadığı hakkında bilgi verir. Arıtılmamış atık sularda, bu tür testler biyolojik arıtmanın uygulanması gerekip gerekmediğini gösterir. Biyolojik olarak bozunabilirlik testlerinin ardından toksosite testleri yapılırsa, toksitenin azaltılması potansiyeli gösterilebilir. Biyolojik olarak bozunabilirlik, örneğin çözünmüş organik karbondaki (ÇOK) azalma ya da CO_2 gelişimi ölçümleriyle tayin edilebilir [115 2005 OSPAR]. Çeşitli EN ve ISO standartları mevcuttur [121, CEN 2018], [122, ISO 2018]. CEN ISO/TR 15462:2009'da, biyolojik olarak bozunabilirliğe ilişkin testlerin seçimi konusunda rehberlik sunulmaktadır [176, CEN 2009].

Biyolojik birikme, örneğin katı fazdaki bir polimerle (katı faz mikro ekstraksiyonu) numuneyi doğrudan ekstrakte ederek veya alternatif olarak sıvı/sıvı ekstraksiyonu ile ölçülür (biyolojik bozunmadan önce ve sonra). Miktar tayini, gaz veya sıvı kromatografisi ile gerçekleştirilir [115, OSPAR 2005].

BÇSD'de toksosite, standart toksosite testleri ile ölçülür (bkz. Bölüm 5.5.1). Ayrıca, genotoksosite ve endokrin bozulması BÇSD protokolleri kullanılarak incelenebilir, ancak şimdiye kadar bunlar daha nadir olarak kullanılmıştır [115, OSPAR 2005].

BÇSD'nin avantajları temelde toksosite testlerinininkilerle aynıdır: Çıkış suyunun potansiyel çevresel etkisinin entegre bir değerlendirmesi, çıkış suyunda bulunan tüm bileşiklerin değerlendirilmesi, kirlilik kaynaklarını belirleme potansiyeli ve daha az analitik çalışma ve daha düşük maliyetler (bkz. Bölüm 5.5.1.1).

Toksosite testlerine benzer şekilde BÇSD, bilinen ve bilinmeyen maddelerin kompleks karışımlarını içeren çıkış sularında özellikle yararlıdır [113, OSPAR 2007].

Ancak, BÇSD'nin uygulanması, şunlar gibi bazı zorluklar arz eder:

- 2017'de biyolojik birikme potansiyeli için EN veya ISO standartları mevcut değildi [121, CEN 2018], [122, ISO 2018].
- BÇSD testlerinin rutin olarak yürütülmesi için yetkin laboratuvarlar bulmak zor olabilir. Laboratuvarın müsaitliği de bir sorun olabilir, çünkü 24 saat soğutulmuş çıkış suyu numuneleri laboratuvara ulaşır ulaşmaz test edilmelidir [116, TOTAL 2009].

Tek başına uygulandığında BÇSD veya toksisite testlerinin uygulanmasına ilişkin örnekler aşağıdakileri içerir:

- atık su deşarjlarının çevresel risklerinin sıralanması;
- toksisite belirleme/azaltma değerlendirmeleri;
- atık su arıtma tekniklerinin önceliklendirilmesi;
- arıtma iyileştirmelerinin etkinliğinin değerlendirilmesi;
- alıcı su kütlelerinde gözlemlenen etkilerin kaynaklarının belirlenmesi.

5.5.3 MET-REF'lerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi

Toksisite testleri, özellikle kompleks çıkış suları söz konusu olduğunda, atık su deşarjlarının potansiyel çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için değerli bir araçtır. Yeterli veri mevcutsa, kirliliği kontrol etmeye ve performanslarını değerlendirmeye yönelik tekniklerin tasarımı ve kullanılması için temel oluşturabilirler. METve MEİT-İÇPS'lerde normalde belirli maddeler ve toplam parametreler ele alınır. Özellikle kompleks çıkış sularının beklenebileceği ve sadece belirli maddelerin veya toplam parametrelerin analizinin kirliliği kontrol etmek için yetersiz olduğu belirli endüstriyel sektörlerde, toksisite ve potansiyel olarak BÇSD için METve MEİT-İÇPS'lerin oluşturulması uygun olabilir. 2005 yılında OSPAR, çıkış sularındaki maddelerin karmaşıklığının artması ve etkilerin değerlendirilmesine yönelik yöntemlerin de gelişmesi nedeniyle, METperformansının kıyaslanması için BÇSD parametrelerinin düzenli olarak kullanılması gerektiğinin açık olduğunu ileri sürmüştür [115, OSPAR 2005].

2017'de, aşağıdakiler de dahil olmak üzere çeşitli MET-REF'lerde toksisite testleri ve BÇSD ele alınmıştır:

- Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine ilişkin MET-REF (CWW MET-REF): MET-REF'de, toksisite testleri ve BÇSD ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca, çeşitli tesislerin toksisite verileri dahil edilmiştir. METsonuçlarında, su emisyonlarını izlemek için farklı trofik seviyelerde (balık yumurtaları, su piresi, su mercimeği, algler, ışıldayan bakteriler) uygun bir toksisite testi kombinasyonunun kullanılmasının METolduğu ifade edilmiştir. İzleme sıklığına, ilk karakterizasyondan sonra, bir risk değerlendirmesine dayalı olarak karar verilmelidir. Toksisite için MEİT-İÇPS'ler belirlenmemiştir [154, COM 2016].
- Organik İnce Kimyasalların Üretimine İlişkin MET-REF (OFC MET-REF): 2006 yılında kabul edilen bu MET-REF'de, çıkış sularının toksisitesini azaltma teknikleri açıklanmakta ve çeşitli tesislerin toksisite verileri yer almaktadır. METbölümünde, ekotoksikolojik potansiyele sahip maddeler kasıtlı olarak veya kazayla taşınıyor veya üretiliyorsa, biyolojik atık su arıtma tesisinin tüm çıkış suları için düzenli toksisite testleri yapılmasının METolduğu belirtilmektedir. Ayrıca, kalıntı akut toksisite bir sorun olarak tanımlanırsa, hat üstü TOK ölçümleri ile birlikte hat üstü toksisite testlerinin kullanılması MEİT'dir. Biyolojik atık su arıtımından sonra MEİT-İES'ler belirlenir ve balık, su piresi, alg, ışıldayan bakteri ve genotoksisite için LID değerleri olarak ifade edilir [119, COM 2006].
- Selüloz, Kağıt ve Karton Üretimine İlişkin MET-REF (PP MET-REFMET-REF): 2015'te revize edilmiş olan MET-REF'de, çıkış sularının kompleksliğinden dolayı kağıt sektöründe atık suyu karakterize etmek (örneğin Almanya'da su mercimeği ile toksisite testi) ve ruhsat koşullarını belirlemek (örneğin Avusturya'da balıklarla toksisite testi) için toksisite testlerinin kullanıldığından bahsedilmektedir [160, COM 2015].
- Endüstriyel Soğutma Sistemlerine (ICS MET-REF) [178, COM 2001], Demir ve Çelik Üretimine (IS MET-REF) [142, COM 2013] ve Büyük Hacimli Organik Kimyasal Endüstrisine (LVOC MET-REF) [177, COM 2017] ilişkin MET-REF'ler: Bazı alt sektörler için toksisite ile ilgili veriler toplanmıştır ve ilgili bölümlere dahil edilmiştir.

- Post ve Derilerin Tabaklanmasına ilişkin MET-REF (TAN MET-REF): 2013'te revize edilmiş olan MET-REF, toksisite ve BÇSD ile ilgili bilgi alışverişinin MET-REF'in bir sonraki incelemesi ve tüm düzenleyici kurumlar için faydalı olacağına dair bir tavsiye içermektedir [\[179, COM 2013\]](#).

METve MEİT-İÇPS'lerin tanımlanması için toksisite verilerinin toplanması ve analizi, fiziko-kimyasal ölçümlere ek olarak bazı özel hususları gerektirir (bkz. Bölüm 5.3.8). Bunlar aşağıdakileri içerir:

- Veri işleme nihai sonucu etkiler (bkz. Bölüm 5.5.1.3).
- Belirli konsantrasyonların üzerindeki inorganik iyonlar, organizmaya bağlı olarak toksik etkiler gösterir (örneğin klorür ve sülfat) [\[29, DE 2014\]](#). Amaç organik bileşiklerin toksisitesini ele almaksa, bu etkinin dikkate alınması gerekir.

5.6 Maliyetler

Su emisyonlarının izlenmesinin maliyetlerine ilişkin nitel bilgiler, bu bölümün çeşitli kısımlarında, örneğin farklı izleme rejimleri (bkz. Bölüm 5.3.2 ve 5.3.3) ve farklı numune alma sıklıkları (bkz. Bölüm 5.3.5.6) ile ilgili kısımlarda verilmiştir. Ancak, bu belgenin hazırlanması sırasında herhangi bir maliyet verisi sağlanmamıştır. Bu nedenle, numune alma veya analize ilişkin nicel bilgi sunulamamaktadır.

Bazı çok genel bilgiler, üyelerine petrol rafinerisi çıkış sularını izlemek için kullanılabilecek analitik yöntemler konusunda rehberlik sağlayan CONCAWE tarafından sunulmuş bir raporda mevcuttur. Bu raporda, analitik yöntemlerin performansının karşılaştırılabileceği ve analitik performans yetenekleri ve genel kalitelerine göre önceliklendirilebileceği bir yöntem değerlendirme programı sunulmaktadır. Raporda ayrıca, gösterge niteliğindeki maliyetler dikkate alınarak numune hazırlama, ön işlem ve analize göre üç kategoriden birine yerleştirilmektedir. Genellikle, analiz ne kadar karmaşıksa, maliyetler ve sıralama puanı o kadar yüksek olur. KOİ, TOK ve AOX gibi toplam parametreler de dahil olmak üzere hemen hemen tüm su parametrelerinin belirlenmesi, 'yüksek maliyet' olarak kategorize edilmektedir [120, CONCAWE 2013].

6 GELECEKTEKİ ÇALIŞMALAR İÇİN SON SÖZLER VE ÖNERİLER

Hazırlama sürecinin zamanlaması

Bu belgeyi hazırlama sürecinin temel kilometre taşları Tablo 6.1'de özetlenmiştir.

Tablo 6.1: EED Tesislerinin Hava ve Su Emisyonlarının İzlenmesine İlişkin OAM Referans Raporunu (İRR) hazırlama sürecinin temel kilometre taşları

Temel kilometre taşı	Tarih
MON REF'in gözden geçirilmesi için TÇG'nin yeniden etkinleştirilmesi	22 Aralık 2009
İstekler için yapılan aramalar	7 Nisan 2010
EED Madde 13 forumunda çalışma programı ve MON REF hakkında tartışma	12-13 Eylül 2011
OAM İzleme Referans Raporunun (İRR) hazırlanmasına ve TÇG'nin İzleme Uzman Grubuna (İUG) dönüştürülmesine dair Avrupa Komisyonu kararı	12 Mart 2012
İRR'nin taslak yapısı	9 Nisan 2012
Yapıya dair yorum yapma süresinin sonu (97 yorum alınmıştır)	25 Nisan 2012
İRR'nin taslak kapsamı	21 Haziran 2012
Kapsam hakkında yorum yapma süresinin sonu (14 yorum alınmıştır)	13 Temmuz 2012
İzlemeye ilişkin genel hususlarla ilgili taslak bölüm	13 Şubat 2013
Genel kapsamlı bölümle ilgili yorum yapma süresinin sonu (126 yorum alınmıştır)	8 Mart 2013
Hava emisyonlarıyla ilgili taslak bölüm	15 Mayıs 2013
Havayla ilgili bölüme dair yorum yapma süresinin sonu (363 yorum alınmıştır)	14 Haziran 2013
Su emisyonlarıyla ilgili taslak bölüm	1 Ağustos 2013
Suyla ilgili bölüme dair yorum yapma süresinin sonu (123 yorum alınmıştır)	13 Eylül 2013
Nihai taslak	24 Ekim 2013
Nihai taslak üzerine yorum yapma süresinin sonu (377 yorum alınmıştır)	15 Kasım 2013
Nihai taslaktan sonra ilk çalışma belgesi	16 Şubat 2015
Nihai taslaktan sonra ikinci çalışma belgesi	23 Temmuz 2015
Nihai taslaktan sonra üçüncü çalışma belgesi	22 Temmuz 2016
Revize edilmiş nihai taslak	5 Haziran 2017
İRR'nin EED Madde 13 forumunda sunumu	19-20 Aralık 2017

Bilgi kaynakları

İRR'de, Avrupa EKÖK Bürosu tarafından uluslararası ve ulusal standartlar ve bilimsel yayınlar gibi çeşitli kaynaklardan toplanan genel ve yaygın olarak kullanıma açık bilgiler özetlenmektedir. Bazı Üye Devletler ayrıca izleme uygulamalarını özetleyerek özel katkılar sağlamıştır. İRR'de toplamda 240'tan fazla referans yer almaktadır. Toplanan tüm bilgiler, telif hakkı yasası ile korunmadığı sürece İUG'ye sunulmuştur.

Ayrıca, Avrupa Standardizasyon Komitesinin CEN/TC 230 'Su Analizi' ve CEN/TC 264 'Hava Kalitesi' Teknik Komiteleri, sırasıyla hava (A.1) ve su (A.2) emisyonlarının ölçülmesine yönelik standartlara dair Eklerin hazırlanması için bilgi sağlamıştır. Ek A.5 'Hava emisyonlarını izleme maliyetleri' için gereken bilgiler Birleşik Krallık Kaynak Testi Derneği tarafından sağlanmıştır.

Gelecekteki çalışmalar için öneriler

Bu belge yalnızca hava ve su emisyonlarının izlenmesini kapsamaktadır. Gürültü, toprak ve yer altı suyu emisyonları, atık üretimi ve enerji verimliliği gibi diğer çevre konuları için de izleme yapılmaktadır. Bu, gelecekte daha fazla bilgi toplanmasını ve İRR kapsamının genişletilmesini gerektirebilir.

Diğer bir fikir, başka kirleticiler/parametrelere ilişkin analitik yöntemler hakkındaki bilgilerin eklenmesidir (örneğin, MET sonuçlarında MEİT-İÇPS'lerin belirlendiği kirleticiler/parametrelere ilişkin). Ayrıca, su emisyonlarının izlenmesine ilişkin maliyetler hakkındaki bilgiler de aranabilir.

7 EKLER

A.1. Hava emisyonlarının ölçülmesine ilişkin standartlar ve yöntemler

Tablo 7.1: Hava emisyonlarının periyodik ölçümüne ilişkin özel standartlar

Parametre/Madde(ler) (¹)	EN veya ISO standardı (¹)	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları (²)	Açıklamalar
Amonyak (NH ₃)	EN veya ISO standardı mevcut değil	U	U	ISO standardı hazırlanıyor (ISO/DIS 21877:2018); birkaç ulusal standart/endüstri standardı mevcut; örneğin IS 11255- 6; NF X43-303; SCAQMD 207.1; UNICHIM 632; ABD EPA CTM-027; VDI 3878
Karbonmonoksit (CO)	EN 15058:2017	Çıkarma, filtreleme ve koşullandırma, ardından saçılımsız kızılötesi spektrometri	Büyük yakma tesislerinde 400 mg/m ³ 'e kadar (30 dakika numune alma süresi); Atık (ortak) yakma tesislerinde 740 mg/m ³ 'e kadar (30 dakika numune alma süresi)	—
Diazot monoksit (N ₂ O)	EN ISO 21258:2010	Çıkarma, filtreleme ve koşullandırma, ardından saçılımsız kızılötesi spektrometri	200 mg/m ³ 'e kadar (³)	—
Toz	EN 13284-1:2017	Çıkarma ve filtreleme, ardından gravimetri	50 mg/m ³ 'e kadar, ölçümler genellikle 5 mg/m ³ 'te; TS: ~ 0,3 mg/m ³ (kuru gazlar, 30 dakikalık numune alma süresi), ~2 mg/m ³ (buhara doymuş gazlar, 30 dakikalık numune alma süresi) (³)	—
Debi	EN ISO 16911- 1:2013	– Diferansiyel basınç (Pitot tüpü) – Kanatlı anemometre – İzleyici seyreltme – İzleyici geçiş süresi – Enerji tüketiminden hesaplama	B	CEN/TR 17078:2017'de, EN ISO 16911- 1:2013'ün uygulanmasına ilişkin rehberlik sağlanmaktadır
Formaldehit (CH ₂ O)	EN veya ISO standardı mevcut değil	U	U	Çeşitli ulusal standartlar/endüstri standartları mevcuttur, örneğin CARB M 430; FD X43-319; NCASI CI/WP-98.01; US EPA M 0011 ve M 316; VDI 3862-2 ve -6

Parametre/Madde(ler) (¹)	EN veya ISO standardı (¹)	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları (²)	Açıklamalar
Gaz halindeki klorürler	EN 1911:2010	Çıkarma ve filtreleme, ardından suda soğurma ve ardından a) gümüş potansiyometrik titrasyon, b) cıva (II) tiyosiyanat spektrofotometri veya c) iyon kromatografisi ile klorür tayini	1 mg/m ³ ila 5000 mg/m ³ (³); TS: ~ 0,2 mg/m ³ (0,4 m ³ ila 0,5 m ³ numune gaz hacmi, 2 saat numune alma süresi, yöntem A); Su analizi için: a): TS: 0,5 mg/l ila 1 mg/l b) ve c): TS: 0,05 mg/l ila 0,1 mg/l	—
Gaz halindeki florürler	ISO 15713:2006	Ekstraksiyon ve filtrasyon, ardından sıvı fazda absorpsiyon ve daha sonra iyon seçici elektrot kullanımı	En fazla 200 mg/m ³ ; TS: ~ 0,1 mg/m ³ (0,1 m ³ numune gaz hacmi)	—
Gaz halindeki organik bileşikler	EN veya ISO standardı mevcut değil	U	U	CEN/TS 13649:2014'te, ayrı ayrı gaz halindeki organik bileşiklerin kütle konsantrasyonunun belirlenmesi açıklanmaktadır
Cıva (Hg)	EN 13211:2001	Ekstraksiyon ve filtreleme, ardından sıvı fazda absorpsiyon (KMnO ₄ /H ₂ SO ₄ veya K ₂ Cr ₂ O ₇ /HNO ₃ çözeltisi); ardından filtrenin sindirimi; sulu numunelerin AAS ile nihai analizi	1 µg/m ³ ila 500 µg/m ³ (³); TS: 2,6 µg/m ³ (0,05 m ³ numune gaz hacmi)	AC:2005 (Teknik düzeltme)
Metaller (As, Cd, Tl, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	EN 14385:2004	Ekstraksiyon ve filtreleme, ardından sıvı fazda absorpsiyon (H ₂ O ₂ /HNO ₃ çözeltisi); ardından filtrenin sindirimi; sulu numunelerin AAS, ICP-OES veya ICP-MS ile nihai analizi	5 µg/m ³ ila 500 µg/m ³ (her element için) (³); Gerekli TS: Her bir element ve numune alma dizisi için ≤ 1 µg/m ³ ; Ortaya çıkan TS: Tüm numune alma dizisi için 5 µg/m ³	—
Metan (CH ₄)	EN ISO 25139:2011	Ekstraksiyon, filtrasyon ve şartlandırma, ardından alev iyonizasyon tespiti ile gaz kromatografisi	En fazla 1500 mg/m ³	—
Azot oksitler (NO _x)	EN 14792:2017	Ekstraksiyon, filtrasyon ve şartlandırma, ardından kimyasal ısıldama (NO'ya dönüştürüldükten ve ozonla reaksiyondan sonra)	Büyük yakma tesislerinde 1300 mg/m ³ 'e kadar; Atık (ortak) yakma tesislerinde 400 mg/m ³ 'e kadar	—
Koku	EN 13725:2003	Dinamik olfaktometri	Ölçümler, tipik olarak 10 ¹ ouE/m ³ ile 10 ⁷ ouE/m ³ arasında (ön seyreltme dahil); Algılama eşiği: 1 ouE/m ³	AC:2006 (Teknik düzeltme)
Oksijen (O ₂)	EN 14789:2017	Ekstraksiyon, filtrasyon ve şartlandırma, ardından paramanyetizma	Hacmen %3 ila hacmen %21 (30 dakikalık numune alma süresi) (³) (⁴) (⁵)	—
PM ₁₀ /PM _{2,5}	EN ISO 23210:2009	Ayrıştırıcılar, ardından gravimetri	TS: PM ₁₀ : 0,4 mg/m ³ (numune gaz hacmi: 1 m ³ , ~ 30 dakika numune alma süresi) TS: PM _{2,5} : 0,3 mg/m ³ (numune gaz hacmi: 1 m ³ , ~ 30 dakika numune alma süresi)	—

Parametre/Madde(ler) (¹)	EN veya ISO standardı (¹)	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları (²)	Açıklamalar
Dioksin benzeri PKB'ler	EN 1948-4:2010	EN 1948-1'e göre numune alma, ardından EN 1948-2'ye göre ekstraksiyon ve temizleme ve ardından kütle spektrometresi ile izotop seyreltme gaz kromatografisi kullanılarak belirleme ve miktar tayini	TS: 0,11 pg WHO-TEQ/m ³ ila 0,57 pg WHO TEQ/m ³ , MTS: 0,20 pg WHO-TEQ/m ³ ila 1,37 pg WHO-TEQ/m ³ (numune alma yöntemine bağlı olarak) (³)	A1:2013 (Değişiklik 1)
PKDD'ler/PKDF'ler	EN 1948-1:2006 EN 1948-2:2006 EN 1948-3:2006	EN 1948-1: Filtre/kondenser yöntemi, seyreltme yöntemi veya soğutulmuş sonda yöntemi ile numune alma EN 1948-2: Ekstraksiyon ve temizleme EN 1948-3: Kütle spektrometresi ile izotop seyreltme gazı kromatografisi kullanarak belirleme ve miktar tayini	Tipik olarak 0,1 ng I-TEQ/m ³ 'te ölçümler; MTS: Türdeşler için 0,1 pg/m ³ ila 8,8 pg/m ³ (³) (1,2 pg I-TEQ/m ³ ila 3,7 pg I-TEQ/m ³ düzeyinde bir MTS'ye karşılık gelir)	CEN/TS 1948-5:2015'te, PKDD'ler/PKDF'ler ve PKB'ler için uzun süreli numune alımı açıklanmaktadır
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'ler)	ISO 11338-1:2003 ISO 11338-2:2003	ISO 11338-1: Seyreltme yöntemi, ısıtılmış filtre/yoğunlaştırıcı/adsorber yöntemi veya soğutulmuş sonda/adsorber yöntemi ile numune alımı ISO 11338-2: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) veya gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC-MS) ile numune hazırlama, temizleme ve belirleme	TS (16 US EPA PAH): 6 m ³ numune hacmi ve 100 seyreltme faktörü için 0,1 µg/m ³ ila 1 µg/m ³	—
Sülfür oksitler (SO _x)	EN 14791:2017	Ekstraksiyon ve filtrasyon, ardından suluk H ₂ O ₂ çözeltisine soğutulma ve sonrasında a) iyon kromatografisi veya b) titrasyon ile sülfat tayini	a) İyon kromatografisi: 0,5 mg/m ³ ila 2000 mg/m ³ (30 dakikalık numune alma süresi) (³) (⁴); MTS: ≥ 0,1 mg/m ³ (1 l/d debi, 100 ml soğurma çözeltisi, 30 dakikalık numune alma süresi) b) Titrasyon: 5 mg/m ³ ila 2000 mg/m ³ (30 dakikalık numune alma süresi) (³) (⁴); MTS: ≥ 2,2 mg/m ³ (1 l/d debi, 100 ml soğurma çözeltisi, 30 dakikalık numune alma süresi)	—
Sıcaklık	EN veya ISO standardı mevcut değil	U	U	—
Toplam uçucu organik karbon (TUOK)	EN 12619:2013	Ekstraksiyon ve filtrasyon, ardından alev iyonizasyon tespiti	En fazla 1000 mg/m ³	—
	EN ISO 13199:2012	Ekstraksiyon ve filtrasyon, ardından katalitik dönüşüm ve NDIR	Yaklaşık 70 mg/m ³ ila 600 mg/m ³	Yanma prosesleri için geçerli değildir

Parametre/Madde(ler) (¹)	EN veya ISO standardı (¹)	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları (²)	Açıklamalar
Su buharı	EN 14790:2017	- Ekstraksiyon ve filtrasyon, ardından adsorpsiyon veya yoğunlaştırma/adsorpsiyon, sonrasında gravimetri - Buhara doymuş gazlar için sıcaklık yöntemi	Hacmen %4 ila hacmen %40	—
(¹) Kapsamlı olmayan liste. (²) Standart koşullar altında, yani kuru gaz, 273,15 K, 101,3 kPa, referans O₂ konsantrasyonunda. (³) Atık (ortak) yakma tesislerinde saha denemeleri sırasında doğrulanmıştır. (⁴) Büyük yakma tesislerinde saha denemeleri sırasında doğrulanmıştır. (⁵) Bilinen bir test tezgahında doğrulanmıştır. Not: AAS = atomik absorpsiyon spektrometresi; GC-MS = gaz kromatografisi kütle spektrometresi; HPLC = yüksek performanslı sıvı kromatografisi; ICP-OES = endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi; ICP-MS = endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi; I-TEQ = uluslararası toksik eş değer; TS = tespit sınırı; MTS = miktar tayin sınırı; U = uygulanamaz; NDIR = dağılmayan kızılötesi spektrometri; B = belirtilmedi. Kaynak: [59, CEN 2018], [112, ISO 2018]				

Tablo 7.2: Hava emisyonlarına ilişkin onaylı OÖS yöntemleri

Parametre/Madde(ler)	İzleme yöntemleri	Onaylı ölçüm aralıkları ve ölçüm sınırları ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	Sertifikasyon ve kalibrasyon standartları	SRY'ye ilişkin EN veya ISO standardı
Amonyak (NH ₃)	FTIR, GFC'li NDIR, TDL	En düşük aralık: ≤ 0,4 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 5 mg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 500 mg/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN veya ISO standardı mevcut değil
Karbonmonoksit (CO)	FTIR, NDIR	En düşük aralık: ≤ 4 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 50 mg/m ³ En yüksek aralık: 10 mg/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 15058:2017
Diazot monoksit (N ₂ O)	FTIR, NDIR	En düşük aralık: ≤ 1,6 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 20 mg/m ³ En yüksek aralık: 9,8 g/m ³ 'e kadar (5000 ppm olarak verilir)	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN ISO 21258:2010
Toz	Işık yayıflaması veya saçılması, triboelektrik	En düşük aralık: ≤ 0,12 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 1,5 mg/m ³ (5 saçılmış ışık birimi olarak verilir) ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 300 mg/m ³ (20000 saçılmış ışık birimi olarak verilir)	Genel standartlar ⁽⁴⁾ ve EN 13284-2:2017	EN 13284-1:2017
Debi	Ultrason, diferansiyel basınç (Pitot tüpü), türbülansın kızılötesi çapraz korelasyonu, termal kütle akışı	En düşük aralık: 1,6 m/s (gerekli MTS) ila 20 m/s En yüksek aralık: 60 m/s'ye kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾ ve EN ISO 16911-2:2013	EN ISO 16911-1:2013
Hidrojen klorür (HCl)	FTIR, GFC'li NDIR, TDL	En düşük aralık: ≤ 0,8 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 10 mg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 5,0 g/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 1911:2010
Hidrojen florür (HF)	FTIR, TDL	En düşük aralık: ≤ 0,08 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 1 mg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 300 mg/m ³	Genel standartlar ⁽⁴⁾	ISO 15713:2006
Metan (CH ₄)	FID, FTIR, NDIR	En düşük aralık: ≤ 0,6 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 7,5 mg /m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 500 mg/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾ ve EN ISO 25140:2010	EN ISO 25139:2011
Cıva (Hg)	AAS, DOAS	En düşük aralık: ≤ 0,4 µg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 5 µg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 1 mg/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾ ve EN 14884:2005	EN 13211:2001
Azot oksitler (NO _x) ⁽⁶⁾	Kimyasal ısıldama, FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	En düşük aralık: ≤ 1,6 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 20 mg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 7,5 g/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 14792:2017
Oksijen (O ₂)	Paramanyetizma, elektrokimyasal hücre, zirkonya (ZrO ₂)	En düşük aralık: ≤ hacmen %0,8 (MTS gerekliliği) ila hacmen %5 En yüksek aralık: hacmen %25'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 14789:2017

Parametre/Madde(ler)	İzleme yöntemleri	Onaylı ölçüm aralıkları ve ölçüm sınırları ⁽¹⁾ ⁽²⁾ ⁽³⁾	Sertifikasyon ve kalibrasyon standartları	SRY'ye ilişkin EN veya ISO standardı
Sülfür dioksit (SO ₂)	FTIR, NDIR, NDUV, DOAS	En düşük aralık: ≤ 0,8 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 10 mg/m ³ ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: 8,0 g/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 14791:2017
Sıcaklık	Isıl çiftler, pirometri	400°C ila 1300°C (bir onaylı OÖS)	Genel standartlar ⁽⁴⁾	Havada ölçümler için belirli bir EN veya ISO standardı yoktur
Toplam uçucu organik karbon (TUOK)	FID	En düşük aralık: ≤ 1,2 mg/m ³ (MTS gerekliliği) ila 15 mg/m ³ En yüksek aralık: 2,0 g/m ³ 'e kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 12619:2013
Su buharı	FTIR, GFC'li NDIR, TDL	En düşük aralık: ≤ hacmen %2 (MTS gerekliliği) ila hacmen %25 ⁽⁵⁾ En yüksek aralık: hacmen %50'ye kadar	Genel standartlar ⁽⁴⁾	EN 14790:2017
(1) Sertifikaasyon süreci Bölüm 4.3.2.2.1'de açıklanmıştır. (2) Standart koşullar altında, yani kuru gaz, 273,15 K, 101,3 kPa, referans O₂ konsantrasyonunda. (3) MTS'ler performans kriterleri olarak belirtilir ve EN 15267-3:2007'ye göre laboratuvar testlerinde sıfır tekrarlanabilirlik standart sapmasına (TSS) ilişkin performans kriterinin dört katı olarak kabul edilmektedir. Debi, partikül madde ve oksijen dışındaki gaz halindeki bileşikler için TSS'ye ilişkin performans kriteri sertifikasyon aralığının üst sınırının en fazla %2,0'dır. Oksijen için, TSS'ye ilişkin performans kriteri hacmen ≤ %0,20'dir. Debi için TSS, alt referans noktasında uygulanır (sıfır yerine). Gerçek MTS'ler gerekli performanstan (çok) daha düşük olabilir. (4) EN15267-1:2009, EN15267-2:2009, EN15267-3:2007 ve EN 14181:2014. (5) 2018'in başında, bu ölçüm aralığı bir OÖS için onaylanmıştır. Diğer OÖS'ler, daha yüksek aralıklar için onaylanmıştır. (6) NO ve NO₂'yi ayrı ayrı ölçmek için OÖS'ler de mevcuttur. Not: AAS = atomik absorpsiyon spektrometresi; DOAS = diferansiyel optik absorpsiyon spektroskopisi; FID = alev iyonizasyon tespiti; FTIR = Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi; GFC = gaz filtresi korelasyonu; MTS = miktar tayin sınırı; NDIR = saçılımsız kızılötesi spektrometri; NDUV = saçılımsız UV spektrometresi; ger. = gereklilik; SRY = standart referans yöntem; TDL = ayarlanabilir diyet lazer absorpsiyon spektrometresi. Kaynak: [59, CEN 2018], [104, MCERTS 2018], [112, ISO 2018], [129, DE UBA ve TÜV 2018]				

A.2. Su emisyonlarının ölçümüne ilişkin standartlar

Tablo 7.3: Su emisyonlarının ölçümüne ilişkin özel standartlar

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler (AOX)	EN ISO 9562:2004	Periyodik	Aktif karbonda adsorbe olabilen organik olarak bağlı klor, brom ve iyotun (klorür olarak ifade edilir) belirlenmesi	10 µg/l ila 300 µg/l	—
Amonyum	ISO 15923-1:2013	Periyodik	Spektrofotometrik ve türbidimetrik algılamalı ayırık analiz sistemi	BV	—
Amonyum azotu (NH ₄ -N)	EN ISO 11732:2005	Periyodik	Akış analizi (FIA ve CFA) ve spektrofotometrik algılama	0,1 mg/l ila 10 mg/l	—
	ISO 5664:1984	Periyodik	Damıtma ve titrasyon	Test bölümünde 10 mg'ye kadar	
	ISO 6778:1984	Periyodik	Amonyak algılayan bir membran sondası kullanılan potansiyometrik yöntem	~ 0,2 mg/l (TS) ila 50 mg/l	
	ISO 7150-1:1984	Periyodik	Manuel spektrofotometri	40 ml'lik maksimum test bölümü kullanılarak 1 mg/l'ye kadar	
Anyonlar	EN ISO 10304-1:2009	Periyodik	İyon kromatografisi: Bromür, klorür, florür, nitrat, nitrit, ortofosfat ve sülfat	AUS: Br ⁻ , NO ₂ ⁻ : ≥ 0,05 mg/l Cl ⁻ , F ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ : ≥ 0,1 mg/l (Br ⁻ , NO ₂ ⁻ ve NO ₃ ⁻ için AUS özel bir ön işleme ve/veya bir morötesi dedektör ile azaltılabilir)	AC:2012 (Teknik düzeltme)
	EN ISO 10304-3:1997	Periyodik	İyon kromatografisi: Kromat, iyodür, sülfat, tiyosülfat ve tiyosülfat	≥ 0,05 mg/l ila 50 mg/l (iyon ve dedektöre bağlı olarak)	—
	EN ISO 10304-4:1999	Periyodik	İyon kromatografisi: Klorat, klorür ve klorit	≥ 0,01 mg/l ila 50 mg/l (iyon ve dedektöre bağlı olarak)	—
	ISO 15923-1:2013	Periyodik	Spektrofotometrik ve türbidimetrik algılamalı ayırık analiz sistemi: Klorür, nitrat, nitrit, ortofosfat, silikat ve sülfat	BV	—
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ _n)	EN 1899-1:1998 ISO 5815-1:2003	Periyodik	Aliltioüre ilavesi ile seyreltme ve tohumlama yöntemi	3 mg/l (MTS) ila 6000 mg/l	Avrupa'da EN 1899-1 uygulanmaktadır
	EN 1899-2:1998 ISO 5815-2:2003	Periyodik	Seyreltilmemiş numuneler için yöntem	0,5 mg/l (MTS) ila 6 mg/l	Avrupa'da EN 1899-2 uygulanmaktadır

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Katyonlar	EN ISO 14911:1999	Periyodik	İyon kromatografisi: Amonyum, baryum, kalsiyum, lityum, magnezyum, manganez, potasyum, sodyum ve stronsiyum	Li ⁺ : 0,01 mg/l ila 1 mg/l Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ : 0,1 mg/l ila 10 mg/l Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Sr ²⁺ : 0,5 mg/l ila 50 mg/l Ba ²⁺ : 1 mg/l ila 100 mg/l (daha büyük numune enjeksiyonuyla daha düşük ölçüm aralıkları mümkündür)	—
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	ISO 15705:2002	Periyodik	Küçük ölçekli sızdırmaz tüp yöntemi uygulanarak dikromat ile oksidasyon ve ardından: a) spektrofotometrik algılama b) titrimetrik algılama	a) 6 mg/l (TS) ila 1000 mg/l b) 15 mg/l (TS) ila 1000 mg/l	EN standardı yok; birkaç Üye Devlet, düzenleme amaçları için ulusal standartları kullanmaktadır (örneğin DE'de DIN 38409-41, FI'da SFS 5504, FR'de NF T90-101, IT'de APAT 5130 veya NL'de NEN 6633)
	ISO 6060:1989	Periyodik	Açık geri akış yöntemi uygulanarak dikromat ile oksidasyon, ardından titrasyon	30 mg/l ila 700 mg/l	
Klor	EN ISO 7393-1:2000	Periyodik	N,N-dietil-1,4-fenilendiamin kullanılan titrimetrik yöntem	0,03 mg/l ila 5 mg/l	—
	EN ISO 7393-2:2018	Periyodik	Rutin kontrol amaçları için N,N -dietil-1,4-fenilendiamin kullanılan kolorimetrik yöntem	0,03 mg/l ila 5 mg/l	—
	EN ISO 7393-3:2000	Periyodik	İyodometrik titrasyon	0,71 mg/l ila 15 mg/l	—
Klorür	EN ISO 15682:2001	Periyodik	Akış analizi (CFA ve FIA) ve spektrofotometrik veya potansiyometrik algılama	1 mg/l ila 1000 mg/l	—
	ISO 9297:1989	Periyodik	Kromat indikatörlü gümüş nitrat titrasyonu (Mohr)	5 mg/l ila 150 mg/l	—
Krom (VI)	EN ISO 23913:2009	Periyodik	Akış analizi (FIA ve CFA) ve spektrofotometrik algılama	FIA: 20 µg/l ile 2000 µg/l CFA: 2 µg/l ila 200 µg/l	—
	EN ISO 18412:2006	Periyodik	1,5-difenilkarbazid kullanılan spektrofotometrik yöntem	2 µg/l ila 50 µg/l	Az kirlenmiş su için
	ISO 11083:1994	Periyodik	1,5-difenilkarbazid kullanılan spektrofotometrik yöntem	BV	—
İletkenlik	EN 27888:1993 ISO 7888:1985	Sürekli/periyodik	Elektrik iletkenliği ölçümü	B	Avrupa'da EN 27888 uygulanmaktadır

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Siyanür	EN ISO 14403-1:2012	Periyodik	Toplam siyanür: Hat içi UV sindirimi, pH 3,8'de damıtma/gaz difüzyonu ve spektrofotometrik algılama ile FIA Serbest siyanür: pH 3,8'de damıtma/gaz difüzyonu ve spektrofotometrik algılama ile FIA	2 µg/l ila 500 µg/l	—
	EN ISO 14403-2:2012	Periyodik	Toplam siyanür: Hat içi UV sindirimi, pH 3,8'de damıtma/gaz difüzyonu ve spektrofotometrik algılama ile CFA Serbest siyanür: pH 3,8'de damıtma/gaz difüzyonu ve spektrofotometrik algılama ile CFA	2 µg/l ila 500 µg/l	—
	ISO 6703-1:1984 ISO 6703-2:1984	Periyodik	Bölüm 1: Toplam siyanür Bölüm 2: Kolayca serbest bırakılabilen siyanür - Farklı koşullar altında hidrojen siyanürün açığa çıkmasına dayalı yöntemler ve ardından absorpsiyon ve a) piridin/barbitürik asit kullanılarak spektrofotometrik algılama b) Tyndall etkisini kullanarak titrimetrik algılama c) bir indikatör kullanarak titrimetrik algılama	a) 2 µg - 25 µg (mutlak) b) > 5 µg (mutlak) c) > 50 µg (mutlak)	—
	ISO 6703-3:1984	Periyodik	Bölüm 3: Siyanojen klorür	0,02 mg/l ila 15 mg/l	—
	ISO 17690:2015	Periyodik	Serbest siyanür (pH 6): Gaz difüzyonlu FIA ve amperometrik algılama	5 µg/l ila 500 µg/l	—
Ekstrakte edilebilir organik olarak bağlı halojenler (EOX)	EN veya ISO standardı mevcut değil	Periyodik	Polar olmayan çözücü (örneğin hekzan) ile sıvı-sıvı ekstraksiyonu, ardından oksihidrojen hamlacında yanma, yanma gazlarının soğurulması ve arjantometri	U	Bazı Üye Devletler ulusal standartları kullanmaktadır (örneğin AT'de OENORM M 6614, NL'de NEN 6402)
Debi	Çeşitli EN ve ISO standartları mevcuttur	Sürekli/periyodik	Çeşitli	U	EN ve ISO standartlarına ek olarak, bazı Üye Devletler düzenleme amaçları için ulusal standartları kullanmaktadır
Hidrokarbon yağ indeksi	EN ISO 9377-2:2000	Periyodik	Çözücü ekstraksiyonu ve gaz kromatografisi	AUS: 0,1 mg/l	—

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Metaller ve metaller	EN ISO 11885:2009	Periyodik	Endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES)	MTS: As: ~ 5 µg/l; Cd: ~ 0,2 µg/l; Cr: ~ 2 µg/l; Cu: ~ 2 µg/l; Ni: ~ 2 µg/l; Pb: ~ 5 µg/l; Zn: ~ 1 µg/l	—
	EN ISO 15586:2003	Periyodik	Grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS)	TS: As: ~ 1 µg/l; Cd: ~ 0,1 µg/l; Cr: ~ 0,5 µg/l; Cu: ~ 0,5 µg/l; Ni: ~ 1 µg/l; Pb: ~ 1 µg/l; Zn: ~ 0,5 µg/l	—
	EN ISO 17294-2:2016	Periyodik	Endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS)	AMTS: As: ~ 0,1 µg/l; Cd: ~ 0,1 µg/l; Cr: ~ 0,1 µg/l; Cu: ~ 0,1 µg/l; Ni: ~ 0,1 µg/l; Pb: ~ 0,1 µg/l; Zn: ~ 1 µg/l	—
Civa (Hg)	EN ISO 12846:2012	Periyodik	Atomik absorpsiyon spektrometresi (AAS)	Zenginleştirmeyle: 0,01 µg/l ila 1 µg/l; MTS 0,008 µg/l Zenginleştirme olmadan: AMTS: ~ 0,05 µg/l; MTS: 0,024 µg/l	—
	EN ISO 17852:2008	Periyodik	Zenginleştirme olmadan atomik floresans spektrometresi (AFS)	~ 1 ng/l ila 100 µg/l; MTS: < 1 ng/l	—
	EN ISO 17294-2:2016	Periyodik	Endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS)	AMTS: ~ 0,05 µg/l	—
Nitrit azotu (NO ₂ -N)	EN 26777:1993 ISO 6777:1984	Periyodik	Moleküler absorpsiyon spektrometresi	BV	—
Nitrit azotu (NO ₂ -N), nitrat azotu (NO ₃ -N)	EN ISO 13395:1996	Periyodik	Akış analizi (FIA ve CFA) ve spektrofotometrik algılama	NO ₂ -N: 0,01 mg/l ila 1 mg/l NO ₃ -N: 0,2 mg/l ila 20 mg/l	—
Nitrat azotu (NO ₃ -N)	ISO 7890-3:1988	Periyodik	Sülfosalisilik asit kullanarak spektrofotometri	TS: Yol uzunluğu 40 mm ve maksimum test bölümü 25 ml olan hücreler kullanılarak 3 µg/l ila 13 µg/l	—
Ortofosfat (PO ₄ -P)	EN ISO 6878:2004	Periyodik	Amonyum molibdat kullanarak spektrofotometri	0,005 mg/l ila 0,8 mg/l	—
	EN ISO 15681-1:2004 EN ISO 15681-2:2004	Periyodik	Akış analizi (FIA ve CFA)	0,01 mg/l ila 1,0 mg/l	—
Oksijen	EN ISO 5814:2012	Sürekli/periyodik	Elektrokimyasal hücre aracılığıyla belirleme	%1 ila %100 oksijen doygunluğu	—
	EN 25813:1992 ISO 5813:1992	Periyodik	İyodometrik titrasyon (Winkler yöntemi)	Doygunluğu iki katına çıkarmak için 0,2 mg/l	Avrupa'da EN 25813 uygulanmaktadır
	ISO 17289:2014	Sürekli/periyodik	Fluorışma sönümüne dayalı olarak optik sensör ile belirleme	~ 0,1 - 0,2 mg/l (TS) ila > %100 (süper doygunluk)	—

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
pH	EN ISO 10523:2012	Sürekli/periodyik	Bir elektrokimyasal hücrenin potansiyel farkının ölçülmesi	pH 2 ila pH 12	—
Fenol indeksi	EN ISO 14402:1999	Periyodik	Akış analizi (FIA ve CFA)	0,01 mg/l ila 1,0 mg/l	—
	ISO 6439:1990	Periyodik	Damıtma ve ardından: a) 4-aminoantipirin ile reaksiyon ve spektrofotometri b) 4-aminoantipirin ile reaksiyon, ardından kloroform ekstraksiyonu ve spektrofotometri	a) AUS: 0,1 mg/l b) AUS: ~ 0,002 mg/l ila ~ 0,1 mg/l	—
Sülfid, çözünmüş	ISO 10530:1992	Periyodik	Filtrasyon, sıyırma ve çinko asetat çözeltisinde soğurulma, ardından metilen mavisi oluşumu ve spektrofotometrik algılama	0,04 mg/l ila 1,5 mg/l	—
Kolayca salınır sülfid	ISO 13358:1997	Periyodik	pH 4'te sıyırma ve çinko asetat çözeltisinde soğurulma, ardından metilen mavisi oluşumu ve spektrofotometrik algılama	0,04 mg/l ila 1,5 mg/l	—
Sıcaklık	Suda ölçümler için belirli bir EN veya ISO standardı mevcut değildir	Sürekli/periodyik	U	U	—
Total Kjeldahl azotu	EN 25663:1993 ISO 5663:1984	Periyodik	Konsantre sülfürik asit ile selenyum katalizli sindirim, ardından amonyak sıyırma ve soğurma ve sonrasında titrasyon veya spektrofotometrik algılama	TS: 1 mg/l	Avrupa'da EN 25663 uygulanmaktadır
Toplam azot (TA)	EN 12260:2003	Periyodik	Bağlı toplam azot (TAB): Katalitik yanma ile oksidasyon, ardından kimyasal ısıldama kullanılarak azot oksitlerin belirlenmesi (NO'ya dönüştürüldükten ve ozonla reaksiyondan sonra)	~ 1 mg/l ila 200 mg/l; TS: ~ 0,5 mg/l	—
	EN ISO 11905-1:1998	Periyodik	Peroksidisülfat ile oksidasyon, ardından bakırlanmış kadmiyum üzerinde nitratın nitrite indirgenmesi ve sonrasında spektrofotometrik algılama ile akış analizi	TS: 0,02 mg/l	—
	ISO 29441:2010	Periyodik	Hat içi UV sindirimi ve sonrasında akış analizi (CFA ve FIA) ve spektrofotometrik algılama	2 mg/l ila 20 mg/l; (0,2 mg/l ila 2 mg/l mümkündür)	—

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Toplam organik karbon (TOK)	EN 1484:1997 ISO 8245:1999	Periyodik	Organik karbonun yanmayla, oksitleyici ilavesiyle, UV radyasyonu veya başka herhangi bir yüksek enerjili radyasyon ile oksidasyonu, ardından karbondioksit tayini (örneğin IR spektrometresi ile)	0,3 mg/l ila 1000 mg/l (alt uç özel durumlar içindir, örneğin içme suyu)	Avrupa'da EN 1484 uygulanmaktadır
Toplam fosfor (TF)	EN ISO 6878:2004	Periyodik	Peroksodisülfat veya nitrik asit ile sindirimden sonra amonyum molibdat kullanılarak spektrofotometri	0,005 mg/l ila 0,8 mg/l	—
	EN ISO 15681-1:2004 EN ISO 15681-2:2004	Periyodik	Peroksodisülfat ile manuel sindirimden sonra akış analizi (FIA ve CFA)	0,1 mg/l ila 10 mg/l	—
	EN ISO 11885:2009	Periyodik	Endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES)	MTS: ~ 0,013 mg/l	—
Toplam askıda katı madde (TAKM)	EN 872:2005 ISO 11923:1997	Periyodik	Cam elyaf filtreyle filtreleme ve gravimetri	MTS: ~ 2 mg/l	Avrupa'da EN 872 uygulanmaktadır
Toksosite - alg	EN ISO 8692:2012	Periyodik	Tek hücreli yeşil alglerle tatlı suda alg büyümesini engelleme testi	U	—
	EN ISO 10253:2016	Periyodik	<i>Skeletonema sp.</i> ve <i>Phaeodactylum tricornutum</i> ile deniz alg büyümesini engelleme testi	U	—
	EN ISO 10710:2013	Periyodik	Deniz ve tuzlu su makroalgleri <i>Ceramium tenuicorne</i> ile büyüme engelleme testi	U	—
Toksosite - bakteriler	EN ISO 11348-1:2008 EN ISO 11348-2:2008 EN ISO 11348-3:2008	Periyodik	<i>Vibrio fischeri</i> 'nin ışık emisyonu üzerindeki inhibe edici etki (ışıldayan bakteri testi) Bölüm 1: Yeni hazırlanmış bakteri kullanılan yöntem Bölüm 2: Sıvısı kurutulmuş bakteri kullanılan yöntem Bölüm 3: Dondurularak kurutulmuş bakteri kullanılan yöntem	U	—
	EN ISO 10712:1995	Periyodik	<i>Pseudomonas putida</i> büyüme engelleme testi (Pseudomonas hücre çoğalması engelleme testi)	U	—
Toksosite - su piresi	EN ISO 6341:2012	Periyodik	<i>Daphnia magna</i> Straus'a akut toksosite testi (hareketliliğin engellenmesi)	U	—

Parametre/Madde(ler) ⁽¹⁾	EN veya ISO standardı ⁽¹⁾	İzleme sıklığı	İzleme yöntemleri	Ölçüm aralıkları ve/veya ölçüm sınırları ⁽²⁾	Açıklamalar
Toksosite - su mercimeği	EN ISO 20079:2006	Periyodik	Su mercimeği (<i>Lemna minor</i>) büyüme engelleme testi	U	—
	EN ISO 20227:2017	Periyodik	Su mercimeği (<i>Spirodela polyrhiza</i>) büyüme engelleme testi	U	—
Toksosite - balıklar	EN ISO 7346-1:1997 EN ISO 7346-2:1997 EN ISO 7346-3:1997	Periyodik	Maddelerin zebra balığı (<i>Danio rerio</i>) için akut ölümcül toksisitesi Bölüm 1: Statik yöntem Bölüm 2: Yarı statik yöntem Bölüm 3: Sürekli akış yöntemi	U	Standartlar her bir maddenin toksisitesini belirler
Toksosite - balık yumurtaları	EN ISO 15088:2008	Periyodik	Zebra balığı yumurtaları için akut toksosite (<i>Danio rerio</i>)	U	—
Toksosite - genotoksosite	EN ISO 21427-2:2009	Periyodik	Mikro çekirdeklerin indüksiyonunun ölçülmesiyle genotoksosite - Bölüm 2: V79 hücre hattı kullanılan karma popülasyon yöntemi	U	AC:2009 (Teknik düzeltme)
	ISO 11350:2012	Periyodik	Salmonella/mikrozom dalgalanma testi ile genotoksosite (Ames dalgalanma testi)	U	—
	ISO 13829:2000	Periyodik	Umu-test ile genotoksosite	U	—
Bulanıklık	EN ISO 7027-1:2016	Sürekli/periyodik	a) Düşük bulanıklığa sahip suya (örneğin içme suyu) uygulanabilen yaygın radyasyon ölçümü (nefelometri) b) Radyant akının zayıflamasının ölçülmesi (türbidimetre), daha çok bulanık sulara (örneğin atık su) uygulanabilir	a) < 0,05 ila 400 FNU (formazin nefelometrik birimler) b) 40 ila 4000 FAU (formazin zayıflama birimleri)	—
⁽¹⁾ Kapsamlı olmayan liste. ⁽²⁾ Standartlarda verildiği gibi. Belirleme sınırları, MTS'ler olarak listelenmiştir. Not: CFA = sürekli akış analizi; FIA = akış enjeksiyon analizi; AUS = alt uygulama sınırı; AMTS = alt miktar tayin sınırı; TS = tespit sınırı; MTS = miktar tayin sınırı; U = uygulanamaz; BV = bilgi verilmedi; B = belirtilmedi. Kaynak: [121, CEN 2018], [122, ISO 2018]					

A.3. Hava emisyonlarının sürekli ölçümü için debi eşik değeri örnekleri

Tablo 7.4: Hava emisyonlarının sürekli ölçümü için debi eşik değeri örnekleri

Parametre/madde	Kütle akış eşiği (kg/s)				
	Belçika (Flandre) (¹) (²)	Danimarka (¹) (³)	Fransa (²) (⁴)	Almanya (²) (⁴)	Portekiz (²)
Amonyak	—	—	10	—	—
Brom	—	—	1	—	—
Karbonmonoksit	—	—	50	5 (⁵) 100 (⁶)	100
Klor	—	—	1	0,3	—
Toz	5 (⁷)	200 (⁸) (⁹)	5–50 (¹⁰) > 50 (⁹) (¹¹)	3 (⁸) (⁹)	5
TUOK olarak ifade edilen gaz ve buhar halindeki organik bileşikler	—	25 (⁸) 2 (¹²) (¹³)	15 (⁷) (⁸) (¹⁴) 10 (⁷) (¹⁴) (¹⁵) 2 (⁷) (¹²) (¹³)	2,5 (⁸) 1 (¹²)	—
HCl olarak ifade edilen gaz halindeki klorürler	—	—	20	1,5	3
HF olarak ifade edilen gaz halindeki florürler	—	—	5	0,3	0,5
Hidrojen siyanür	—	—	1	—	—
Hidrojen sülfid	—	—	1	0,3	—
Hg olarak ifade edilen cıva ve bileşikler	—	2	—	0,0025 (¹⁶)	—
NO ₂ olarak azot oksitler	30 (⁷)	200	150	30	30
Kükürt dioksit	50 (⁷)	200	150	30	50
Sülfürik asit	—	—	—	—	1

(1) Eşik seviyesi, her bir emisyon kaynağı için geçerlidir.
(2) Eşik seviyesi, çevreye deşarj noktasını ifade eder.
(3) Eşik seviyesi, emisyon azaltma sistemlerinden önceki kütle akışını ifade eder.
(4) Eşik seviyesi, tesisin tüm emisyon kaynaklarının toplamı için geçerlidir.
(5) Yanmanın verimliliğini değerlendirmek için.
(6) Diğer tüm durumlar için.
(7) Sürekli ölçümler, emisyonlarla ilişkili başka bir temsili parametre izlenerek değiştirilebilir.
(8) Genel durum.
(9) Daha yüksek çevresel risk arz eden maddelerin tozlu emisyonları için daha düşük eşik değerleri geçerlidir.
(10) Sürekli bir tahmin gereklidir (örneğin bir opasimetre kullanarak).
(11) Gravimetrik bir yöntemle dayalı sürekli bir ölçüm gereklidir.
(12) Daha yüksek çevresel risk arz eden bir organik maddeler listesi için.
(13) Eşik değer, tek bileşik içindir.
(14) Eşik değer MOUOK içindir.
(15) Emisyon azaltma için özel ekipman kullanılıyorsa.
(16) Emisyon konsantrasyonlarının ESD'lerin %20'sinden az olduğu güvenilir bir şekilde kanıtlandığında sürekli cıva ölçümü gerekli değildir.

Kaynak: [24, EU 2010, Ek VII, Bölüm 6], [57, BE (Flanders) 2014, Bölüm 4.4.4.1], [58, DK 2002, Bölüm 5.3.3.3], [60, FR 2016, Madde 59], [61, DE 2002, Bölüm 5.3.3], [137, PT 1993, Ek VII]

A.4. PKDD'ler/PKDF'ler için toksik eş değerlik faktörleri

Tablo 7.5: PKDD'ler/PKDF'ler için toksik eş değerlik faktörleri

Bileşik	Toksik eş değerlik faktörü				
	I-TEF	WHO-TEF 1998			WHO-TEF 2005
	Belirtilme miş	İnsanlar ve memeliler	Balıklar	Kuşlar	İnsanlar ve memeliler
Klorlu dibenzo-<i>p</i>-dioksinler					
2,3,7,8-Tetraklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (TKDD)	1	1	1	1	1
1,2,3,7,8-Pentaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (PeKDD)	0,5	1	1	1	1
1,2,3,4,7,8-Hekzaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (HxKDD)	0,1	0,1	0,5	0,05	0,1
1,2,3,6,7,8-Hekzaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (HxKDD)	0,1	0,1	0,01	0,01	0,1
1,2,3,7,8,9-Hekzaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (HxKDD)	0,1	0,1	0,01	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (HpKDD)	0,01	0,01	0,001	< 0,001	0,01
Oktaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin (OKDD)	0,001	0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0003
Klorlu dibenzofuranlar					
2,3,7,8-Tetraklorodibenzofuran (TKDF)	0,1	0,1	0,05	1	0,1
2,3,4,7,8-Pentaklorodibenzofuran (PeKDF)	0,5	0,5	0,5	1	0,3
1,2,3,7,8-Pentaklorodibenzofuran (PeKDF)	0,05	0,05	0,05	0,1	0,03
1,2,3,4,7,8-Hekzaklorodibenzofuran (HxKDF)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-Hekzaklorodibenzofuran (HxKDF)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-Hekzaklorodibenzofuran (HxKDF)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-Hekzaklorodibenzofuran (HxKDF)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptaklorodibenzofuran (HpKDF)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Heptaklorodibenzofuran (HpKDF)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Oktaklorodibenzofuran (OKDF)	0,001	0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0003
Orto-ikamesiz PKB'ler					
3,3',4,4'-Tetraklorobifenil (PKB 77)	—	0,0001	0,0001	0,05	0,0001
3,4,4',5-Tetraklorobifenil (PKB 81)	—	0,0001	0,0005	0,1	0,0003
3,3',4,4',5-Pentaklorobifenil (PKB 126)	—	0,1	0,005	0,1	0,1
3,3',4,4',5,5'-Hekzaklorobifenil (PKB 169)	—	0,01	0,00005	0,001	0,03
Tek orto ikameli PKB'ler					
2,3,3',4,4'-Pentaklorobifenil (PKB 105)	—	0,0001	< 0,000005	0,0001	0,00003
2,3,4,4',5-Pentaklorobifenil (PKB 114)	—	0,0005	< 0,000005	0,0001	0,00003
2,3',4,4',5-Pentaklorobifenil (PKB 118)	—	0,0001	< 0,000005	0,00001	0,00003

Bileşik	Toksik eş değerlik faktörü				
	I-TEF	WHO-TEF 1998			WHO-TEF 2005
	Belirtilme miş	İnsanlar ve memeliler	Balıklar	Kuşlar	İnsanlar ve memeliler
2',3,4,4',5-Pentaklorobifenil (PKB 123)	—	0,0001	< 0,000005	0,00001	0,00003
2,3,3',4,4',5-Hekzaklorobifenil (PKB 156)	—	0,0005	< 0,000005	0,0001	0,00003
2,3,3',4,4',5'-Hekzaklorobifenil (PKB 157)	—	0,0005	< 0,000005	0,0001	0,00003
2,3',4,4',5,5'-Hekzaklorobifenil (PKB 167)	—	0,00001	< 0,000005	0,00001	0,00003
2,3,3',4,4',5,5'-Heptaklorobifenil (PKB 189)	—	0,0001	< 0,000005	0,00001	0,00003
Not: I-TEF = Uluslararası toksik eş değerlik faktörü; WHO-TEF = Dünya Sağlık Örgütü toksik eş değerlik faktörü. Kaynak: [24, EU 2010] [50, Van den Berg ve ark. 2006] [228, Van den Berg ve ark. 1998]					

A.5. Hava emisyonlarının izlenmesine ilişkin maliyet örnekleri

Tablo 7.6: Birleşik Krallık'taki farklı sanayi sektörlerinden baca emisyonlarının izlenmesine ilişkin olarak tesis işletmecileri tarafından sağlanan maliyet örnekleri

Tesis	Sürekli ölçümler								Periyodik ölçümler		
	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	GBP cinsinden yatırım maliyetleri (¹)			GBP cinsinden işletme maliyetleri (¹)					
			Sistem satın alımı	Kurulum (²)	Diğer öğeler	Bakım, servis ve kalibrasyon (yıllık)	QAL2	YGT	İzlenen Parametre/ madde(ler)	Testlerin sıklığı	Test seti başına maliyet
Gazla çalışan yakma tesisi	NO _x , CO, O ₂	IR, UV, elektrokimyasal	175000 (5 sistem için)	21000 (5 sistem için)	- Yedekler: 2400 - Eğitim: 3500	9000	22000 (5 sistem için)	7000 (5 sistem için)	NO _x , CO, O ₂	Yılda bir kez	7000 (5 sistem için)
Kömürle çalışan yakma tesisi (4 ünite)	Dust, NO, SO ₂ , H ₂ O, CO, O ₂	Işık saçılımı, yerinde NDIR, zirkonya	25500 (bir OÖS'nin yükseltilme si için)	BV (Mevcut sistemde minimum iyileştirme)	- Enstrüman hava kompresörü tesisi: 9000 - Raporlama yazılımı: 20000 - Yazılım lisansı: 3500	7000	7500 (1 sistem için)	3000 (1 sistem için)	Dust, NO, SO ₂ , H ₂ O, CO, O ₂	BV	BV
FGD'siz kömürle çalışan yakma tesisi	Toz, NO _x , SO ₂ , O ₂	Ekstraktif IR, opaklık	257000 (4 sistem için)	BV	- Yazılım: 16000 - Eğitim: 3000	16500	24000 (4 sistem için)	18000 (4 sistem için)	BV	BV	BV
Yakma tesisi	HCl, CO, NO _x , SO ₂ , O ₂ , H ₂ O, TUOK	FTIR	160000	32000	- Veri toplama: 20000 - Yedek sistem: 141000	BV	BV	BV	BV	BV	BV

Tesis	Sürekli ölçümler								Periyodik ölçümler		
	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	GBP cinsinden yatırım maliyetleri ⁽¹⁾			GBP cinsinden işletme maliyetleri ⁽¹⁾					
			Sistem satın alımı	Kurulum (²)	Diğer öğeler	Bakım, servis ve kalibrasyon (yıllık)	QAL2	YGT	İzlenen Parametre/ madde(ler)	Testlerin sıklığı	Test seti başına maliyet
Çimento fabrikası 1	H ₂ O, O ₂ , TUOK, NO, NO ₂ , N ₂ O, NH ₃ , HCl, CO, SO ₂ , CO ₂	FTIR, FID, zirkonya	70000 (1 sistem için)	6500	14000	10000	- Gazlar: 5000 - Toz: 4000	- Gazlar: 3200 - Toz: 1600	SO ₂ , NO _x , TUOK, CO ₂ , CO, HCl, HF, NH ₃ , N ₂ O, metaller, PKB'ler, PAH'ler, O ₂ , H ₂ O, akış, C ₆ H ₆ , C ₈ H ₈ , CH ₃ Cl, C ₄ H ₆ , CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ , C ₃ H ₈ , MOUOK, PKDD'ler/PKDF'le r	Yılda iki kez	4500 (test başına) 200 (toz testi)
Çimento fabrikası 2	Dust, NO _x , SO _x , CO, TUOK, HCl, O ₂	FTIR	136000	20000	BV	20000	6500	1700	HF, metaller, PKDD'ler/PKDF'le r, PKB'ler, PAH'ler, NH ₃ , CH ₄	Yılda iki kez	26500
Kireç fabrikası	Toz (birden çok baca)	Triboelektrik	40000	15000	BV	10000	BV	900	Toz, SO _x , NO _x , CO	3 ayda bir	6500
Elektrik üretimi ile atık yakma tesisi	HCl, CO, NO _x , SO ₂ , O ₂ , H ₂ O, TUOK, toz	FTIR, FID, zirkonya, triboelektrik	115000	5000 (tahmini)	4500	10000	18000 (ilk QAL2)	BV	HCl, CO, NO _x , SO ₂ , O ₂ , H ₂ O, TVOC, toz, HF, metaller, PKDD'ler/PKDF'le r	Yılda bir kez	27000
Dökümhane	Toz (silika)	Triboelektrik	4000 (1 baca için)	4500	Yok	2000	U	U	Toz (silika)	Yılda bir kez	2000
Metal kaplama	Toz	Triboelektrik	10000 (2 baca için)	3000	Yok	4500	U	U	Toz (Zn, Cu, Ni)	Yılda bir kez	2000
Piller (bitirme)	Toz	Triboelektrik	7200 (1 baca için)	2500	Yok	6000	U	U	Toz	Yılda bir kez	2000

Tesis	Sürekli ölçümler								Periyodik ölçümler		
	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	GBP cinsinden yatırım maliyetleri ⁽¹⁾			GBP cinsinden işletme maliyetleri ⁽¹⁾					
			Sistem satın alımı	Kurulum ⁽²⁾	Diğer öğeler	Bakım, servis ve kalibrasyon (yıllık)	QAL2	YGT	İzlenen Parametre/ madde(ler)	Testlerin sıklığı	Test seti başına maliyet
Alüminyum geri dönüşümü / yeniden ergitme	Toz	Triboelektrik	5000 (1 baca için)	1000	Yok	2000	U	U	TUOK, metaller (Pb, Cd), HCl	Yılda bir kez	1000
Metal rafinasyonu ve kimyasal	Toz, TUOK, NO _x , Cl ₂	Yerinde toz izleme, ekstraktif FID, kimyasal ısıldama ve klor izleme	- Toz: 15000 - FID: 20000 - Cl ₂ : 24000 - NO _x : 18000–26000	- Toz: 1500 - FID: 1500 - Cl ₂ : 6000 - NO _x : 10000	- NO _x başlangıç yedekleri: 20000 - Eğitim: 900/gün	- Toz: 4500 - FID: 1800 - Cl ₂ : 11000 - NO _x : 22000	U	U	BV	BV	BV
Kauçuk üretimi	Toz	Triboelektrik	8500 (2 baca için)	4000	4000	3000	U	U	Toz (kaolin)	Yılda bir kez	3000
Pigment üretimi	Filtre sızıntısı	Triboelektrik	15000 (10 silo için)	6000	Yok	3500	U	U	Yok	U	U
Kimyasal üretim	NO _x , CO	Ekstraktif IR	BV	BV	BV	2500 (yıllık) 1500 (haftalık kalibrasyon)	8400	6500	NO _x , CO	BV	BV
Şeker pancarı kurutma (hayvan yemi)	Toz	Triboelektrik	12000 (3 baca için)	4300	4300	4500	U	U	Toz	Yılda bir kez	4500

⁽¹⁾ Orijinal maliyetler GBP cinsinden bildirilmiştir. 1 EUR = 0,8124 GBP (2012 için ortalama kur)

⁽²⁾ İnşaat işlerine ilişkin maliyetler (örneğin bir platformun kurulumu için) dahil değildir [245, Cefic ve CONCAWE 2013].

Not: OÖS = otomatik ölçüm sistemi; FGD = baca gazı kükürt giderme; FID = alev iyonizasyon tespiti; FTIR = Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi; IR = kızılötesi spektrometri; U = uygulanamaz; NDIR = saçılımsız kızılötesi spektrometri; BV = bilgi verilmedi; QAL = kalite güvence seviyesi; UV = morötesi spektrometri.

Kaynak: [68, UK STA 2012]

Tablo 7.7: Birleşik Krallık'taki sürekli baca emisyon ölçümlerine ilişkin olarak cihaz üreticileri ve tedarikçileri tarafından sağlanan maliyet örnekleri

Tipik uygulama	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	Onaylar ve sertifikasyon aralığı	Cihazın tipik kullanım ömrü	Kalibrasyonlar arasındaki süre	GBP cinsinden yatırım maliyetleri (¹)		GBP cinsinden bakım maliyetleri (¹)	
						Çalışmalar hariç sistem alımı	Herhangi bir önemli seçenek	Yıllık hizmet sözleşmeleri	Periyodik manuel numune alma maliyetleri
Çok bileşenli gaz izleme									
Kömürle çalışan yakma tesisi	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₂	Ekstraktif morötesi ve kızılötesi	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	25000–40000	Analizör yuvası veya barınağı: 6000–40000	4000	3000
		Yerinde kızılötesi	MCERTS	BV	BV	20000	- Asit gaz koruması: 5000 - Kompresör havası: 4500	BV	
		Ekstraktif IR ve paramanyetizma	MCERTS	BV	1 hafta	40000–50000, analizör muhafazası dahil	Otomatik QAL3: 7500	BV	
SC'li kömür yakıtlı yakma tesisi	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₂ , NH ₃ , CO, CO ₂	Ekstraktif morötesi ve kızılötesi	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	30000–50000	Analizör yuvası veya barınağı: 6000–40000	4000	4000
		FTIR ve zirkonya	MCERTS	BV	BV	82000	Otomatik QAL3: 7500	BV	
		Ekstraktif IR, paramanyetizma ve NH ₃ için baca üstünde TDL	MCERTS	10 yıl (lazerler için minimum)	Lazer için 6–12 ay	Lazer ve temizleme paneli için 50000 ve 28000	Lazer temizleme paneli: 2500	BV	
Çimento üretimi	CO, NO _x , SO ₂ .O ₂	Ekstraktif morötesi ve kızılötesi	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	30000–50000	- Analizör muhafazası veya yuvası: 6000– 40000 - Su soğutmalı sonda: 10000	BV	4500
		Ekstraktif IR ve paramanyetizma	MCERTS	BV	BV	40000–50000	Otomatik QAL3: 7500	BV	

Tipik uygulama	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	Onaylar ve sertifikasyon aralığı	Cihazın tipik kullanım ömrü	Kalibrasyonlar arasındaki süre	GBP cinsinden yatırım maliyetleri (¹)		GBP cinsinden bakım maliyetleri (¹)	
						Çalışmalar hariç sistem alımı	Herhangi bir önemli seçenek	Yıllık hizmet sözleşmeleri	Periyodik manuel numune alma maliyetleri
Atık (ortak) yakma	CO, NO _x , SO ₂ O ₂ , HCl, TUOK	Ekstraktif FTIR ve FID	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	80000– 110000	Analizör yuvası veya barınağı: 30000–40000 - Otomatik QAL3: 7500	7000	12000– 20000
		Ekstraktif IR, paramanyetizma ve HCl için baca üstünde TDL	MCERTS	10 yıl (lazerler için minimum)	Lazer için 6–12 ay	Lazer ve temizleme paneli için 50000 ve 28000	Lazer temizleme paneli: 2500	BV	
	CO, NO _x , SO ₂ O ₂ , HCl	Ekstraktif FTIR ve zirkonya	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	82000	Otomatik QAL3: 7500	7000	7000
		Ekstraktif IR ve paramanyetizma	MCERTS	10 yıl (lazerler için minimum)	Lazer için 6–12 ay	56000	Otomatik QAL3: 7500	BV	
Gaz türbini	NO, NO ₂ , CO, O ₂	Ekstraktif morötesi ve kızılötesi	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	25000–40000	- Analizör muhafazası veya yuvası: 6000– 30000	BV	4000
	NO, NO ₂ , CO ₂ , CO, O ₂	Ekstraktif NDIR, kimyasal ışıldama ve paramanyetizma	MCERTS	BV	BV	43000	Otomatik QAL3: 7500	BV	
ATEX alan uygulamaları	SO ₂ , NO, NO ₂ , O ₂ , NH ₃ , CO, CO ₂	Ekstraktif morötesi ve kızılötesi	MCERTS	10-15 yıl	12 ay	40000–60000	Analizör yuvası veya barınağı: 30000–80000	4000	BV
Tek bileşenli gaz izleme									
Alüminyum, kimyasal üretim, yakma	HCl veya HF	Baca üstünde TDL	MCERTS	BV	BV	18000–28000	BV	BV	3000–5000
Yanma	O ₂	Yerinde zirkonya, baca üstünde TDL	MCERTS/TÜV	3–10 yıl	3-6 ay	5000–12000	BV	BV	1000
Krematoryumlar	O ₂ , CO	Elektrokimyasal	MCERTS/TÜV	2-6 yıl	3-6 ay	5000–8000	BV	BV	1000–2000
Kimyasal üretim, çözücü kullanımı, yakma	TUOK	FID	MCERTS/TÜV	BV	BV	24000	BV	BV	1000–3000

Tipik uygulama	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	Onaylar ve sertifikasyon aralığı	Cihazın tipik kullanım ömrü	Kalibrasyonlar arasındaki süre	GBP cinsinden yatırım maliyetleri (¹)		GBP cinsinden bakım maliyetleri (¹)	
						Çalışmalar hariç sistem alımı	Herhangi bir önemli seçenek	Yıllık hizmet sözleşmeleri	Periyodik manuel numune alma maliyetleri
Ana baca	Cıva (Hg)	Yarı sürekli	BV	5-10 yıl	3-6 ay	38000–57000	BV	1000	3000– 15000
Yakma	Uzun süreli numune alma ile PKDD'ler/PKDF'ler	Yarı sürekli	BV	7-10 yıl	BV	100000	BV	BV	3000– 15000
SCR için amonyak artığı	NH ₃	TDL	Yok	10-15 yıl	6 ay	25000	Temizleme: 2000	2000	3000
Tek bileşenli toz izleme									
Yakma tesisi/çimento fırını	Toz	Yerinde saçılma	MCERTS/TÜV 0–15 0–100 mg/m ³	10 yıl	12 ay	Üfleyici dahil 8500	Artırılmış sonda uzunluğu: 1000	2000	1500
Yakma tesisi ve elektrostatik çökelticili büyük baca	Toz	Baca üstünde iletim	MCERTS/TÜV 0–150 mg/m ³	10 yıl	12 ay	7500 ve 1000 (üfleyici)	BV	2000	1500
Kuru FGD'li yakma tesisi	Toz	Yerinde geri saçılma	0–50 mg/m ³	10 yıl	12 ay	6000 ve 1000 (üfleyici)	BV	2000	1500
Islak kolektörlü baca (örneğin ıslak FGD, kireç fırını)	Toz	Isıtma odası ve saçılma sondası olan ekstraksiyon sistemi	TÜV 0–15 mg/m ³	10 yıl	12 ay	32000 (üfleyici dahil tüm sistem)	SO ₂ 'ye karşı korozyon direnci: 10000	7000	1500
Büyük baca	Toz	Yerinde lazer/saçılma	MCERTS	5-15 yıl	3-6 ay	8000–12000	İkili aralık: 5000–8000	BV	2000
Torba filtreli baca (örneğin çelik, demir dışı, kimya endüstrileri)	Toz	Yerinde triboelektrik	MCERTS/TÜV 0–15 mg/m ³	10 yıl	12 ay	6000	Çoklu baca uygulamaları için ek sensörler: 4000	1400	1500
Patlama bölgesinde toz izleme	Toz	Yerinde saçılma	MCERTS/TÜV ATEX kategorileri 1, 2, 3	10 yıl	12 ay	9500	BV	1400	2000

Tipik uygulama	Parametre/ madde(ler)	İzleme yöntemi	Onaylar ve sertifikasyon aralığı	Cihazın tipik kullanım ömrü	Kalibrasyonlar arasındaki süre	GBP cinsinden yatırım maliyetleri (¹)		GBP cinsinden bakım maliyetleri (¹)	
						Çalışmalar hariç sistem alımı	Herhangi bir önemli seçenek	Yıllık hizmet sözleşmeleri	Periyodik manuel numune alma maliyetleri
Tek bileşenli filtre sızıntı izlemesi									
Tüm sektörlerde torba filtre	Filtre sızıntısı	Yerinde triboelektrik	TÜV EN 15859	10 yıl	12 ay	3000	Seramik filtreler için genişletilmiş çalışma aralığı (250–800°C): 1000	700	Zorunlu değil
Çok bölmeli torba filtrede kompartıman	Kompartıman sızıntısı	Yerinde triboelektrik	BV	10 yıl	12 ay	1500	BV	600	Zorunlu değil
Tek bileşenli debi izleme									
Kömürle çalışan yakma tesisi ve büyük bacalar	Akış	Baca üstünde ultrason	MCERTS	BV	BV	15000	BV	BV	1000–3000
		Pitot tüpü ortalama alma	MCERTS	BV	BV	10000–15000	BV	BV	1000–3000
Daha küçük bacalar için noktasal ölçüm	Akış	Ultrason	MCERTS/TÜV	BV	BV	5000–12000	BV	BV	1000–3000
		Termal kütle	MCERTS/TÜV	BV	BV	5000	BV	BV	1000–3000
		Pitot tüpü	MCERTS/TÜV	BV	BV	3000	Yüksek toz varsa temizleme: 2000	BV	1000–3000
		Kanatlı anemometre	MCERTS/TÜV	BV	BV	4000	BV	BV	1000–3000
Veri toplama									
OÖS için VTİS	VTİS	Veri kaydı	MCERTS	BV	BV	10000–20000	Yıllık lisans, kaydedilecek madde sayısı: 3500	BV	U
Toz için VTİS	Toz	Birden çok toz monitöründen kayıt	MCERTS/TÜV	3–10 yıl	3-6 ay	1000–5000	BV	BV	U
(¹) GBP olarak bildirilen orijinal maliyetler. 1 EUR = 0,8124 GBP (2012 için ortalama kur) Not: OÖS = otomatik ölçüm sistemi; VTİS = veri toplama ve işleme sistemi; FGD = baca gazı kükürt giderme; FID = alev iyonizasyon tespiti; FTIR = Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometrisi; MCERTS = İzleme Sertifikasyon Programı; IR = kızılötesi spektrometri; SCR = seçici katalitik indirgeme; U = uygulanamaz; BV = bilgi verilmedi; QAL = kalite güvence seviyesi; TDL = ayarlanabilir diyet lazer absorpsiyon spektrometrisi; TÜV = Technischer Überwachungsverein (Teknik Muayene Kurumu); UV = morötesi spektrometrisi. Kaynak: [68, UK STA 2012]									

Tablo 7.8: Birleşik Krallık'taki periyodik baca emisyon ölçümlerine ilişkin olarak test laboratuvarları tarafından sağlanan maliyet örnekleri

Parametre/ madde(ler)	EN standardı	Maliyetler ⁽¹⁾ ⁽²⁾		
		Tek test	Üçlü testler	QAL2
Toz	EN 13284-1	600–3000 GBP (700–3700 EUR)	1000–4000 GBP (1200–4900 EUR)	5000–15000 GBP (6200–18500 EUR)
Yanma gazları (O ₂ , H ₂ O, SO ₂ , NO _x , CO)	EN 14789 EN 14790 EN 14791 EN 14792 EN 15058	3000 GBP'ye (3700 EUR) kadar	1000–4000 GBP'ye (1200–4900 EUR) kadar	5000 GBP'ye (6200 EUR) kadar
TUOK	EN 12619	2000 GBP'ye (2500 EUR) kadar ekleme	1000–4000 GBP'ye kadar ekleme (1200–4900 EUR)	5000 GBP'ye kadar (EUR 6200)
HCl olarak ifade edilen gaz halindeki klorürler	EN 1911	2000 GBP'ye (2500 EUR) kadar ekleme	1000–4000 GBP'ye (1200–4900 EUR) kadar	5000 GBP'ye (6200 EUR) kadar
PKDD'ler/PKDF'ler	EN 1948	3000 GBP'ye (3700 EUR) kadar	3000–6000 GBP'ye (3700–7400 EUR) kadar	BV
Metaller	EN 14385	3000 GBP'ye (3700 EUR) kadar	3000–5000 GBP'ye (3700–6200 EUR) kadar	BV
⁽¹⁾ Orijinal maliyetler GBP cinsinden verilmiştir. 1 EUR = 0,8124 GBP (2012 için ortalama kur) ⁽²⁾ Maliyetler, izleme kuruluşunun ana merkezine/laboratuvarına 160 km mesafedeki EED kapsamında düzenlemeye tabi bir test sahasına göre verilmiştir. Toz izleme maliyetleri, tüm seyahat ve ekipman kurulum maliyetlerini içerir. Sonraki her bir parametrenin/maddenin izleme maliyetleri, toz izleme maliyetlerine ilavedir. Not: BV = bilgi verilmedi. Kaynak: [68, UK STA 2012]				

A.6. Atık sudaki debi ağırlıklı ortalama konsantrasyonların ve ortalama özgül yükün hesaplanmasına ilişkin örnekler

Tablo 7.9: Günlük ölçülen bir parametre için aylık ortalamaların hesaplanması - nispeten sabit debilerle bir ay için KOİ'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon

Tarih	Debi (günlük)	Üretim (günlük)	KOİ konsantrasyonu (günlük ortalama)	KOİ özgül yük (günlük ortalama)	
	q_i	p_i	C_i	$\frac{C_i q_i}{p_i}$	
	[m ³]	[t]	[mg/l]	[kg/t]	
01/03/2011	7950	1530	269	1,40	
02/03/2011	8503	1432	265	1,57	
03/03/2011	7364	1516	261	1,27	
04/03/2011	7986	1388	256	1,47	
05/03/2011	7315	1503	245	1,19	
06/03/2011	7797	1517	252	1,30	
07/03/2011	7678	1588	247	1,19	
08/03/2011	7035	1508	232	1,08	
09/03/2011	7827	1474	244	1,30	
10/03/2011	7917	1515	240	1,25	
11/03/2011	7028	1477	237	1,13	
12/03/2011	7149	1492	237	1,14	
13/03/2011	7476	1511	239	1,18	
14/03/2011	7664	1080	229	1,63	
15/03/2011	7133	1540	242	1,12	
16/03/2011	7764	1575	227	1,12	
17/03/2011	7622	1579	231	1,12	
18/03/2011	7663	1499	251	1,28	
19/03/2011	7574	1587	254	1,21	
20/03/2011	7579	1540	237	1,17	
21/03/2011	8228	1546	254	1,35	
22/03/2011	7095	1527	248	1,15	
23/03/2011	8026	1301	241	1,49	
24/03/2011	7442	1541	241	1,16	
25/03/2011	7830	1544	233	1,18	
26/03/2011	7098	1582	235	1,05	
27/03/2011	8156	1573	230	1,19	
28/03/2011	7375	1586	246	1,14	
29/03/2011	7744	1579	250	1,23	
30/03/2011	7559	1501	241	1,21	
31/03/2011	8141	1520	245	1,31	
			Aylık ortalama (ağırlıklı)	$C_w = \frac{\sum_{i=1}^n C_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	244
			Aylık ortalama (ağırlıksız)	$C_i = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$	244
			Aylık ortalama (ağırlıksız)		1,24
			$I_{\text{özgül}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i q_i}{p_i}}{n}$		

Tablo 7.10: Günlük ölçülen bir parametre için aylık ortalamaların hesaplanması - nispeten sabit debilerle bir ay için KOİ'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon

Tarih	Debi (günlük)	Üretim (günlük)	KOİ konsantrasyonu (günlük ortalama)		KOİ özgül yük (günlük ortalama)		
	q _i	p _i	C _i		$\frac{C_i q_i}{P_i}$		
	[m³]	[t]	[mg/l]		[kg/t]		
01/05/2011	7656	1527	223		1,12		
02/05/2011	7358	1575	235		1,10		
03/05/2011	7554	1453	237		1,23		
04/05/2011	7303	1425	226		1,16		
05/05/2011	7474	1534	220		1,07		
06/05/2011	8038	1345	219		1,31		
07/05/2011	7275	1585	233		1,07		
08/05/2011	8028	1224	244		1,60		
09/05/2011	8012	1291	235		1,46		
10/05/2011	6453	1465	235		1,03		
11/05/2011	8566	1434	232		1,39		
12/05/2011	8085	1478	276		1,51		
13/05/2011	7141	1532	232		1,08		
14/05/2011	7294	1532	236		1,12		
15/05/2011	8596	785	247		2,71		
16/05/2011	7104	577	194		2,39		
17/05/2011	4208	554	146		1,11		
18/05/2011	2899	975	117		0,35		
19/05/2011	7606	1408	174		0,94		
20/05/2011	6904	1071	184		1,19		
21/05/2011	6172	1454	189		0,80		
22/05/2011	7242	1422	194		0,99		
23/05/2011	6585	1504	201		0,88		
24/05/2011	7083	1536	217		1,00		
25/05/2011	7068	1294	230		1,26		
26/05/2011	7307	1554	229		1,08		
27/05/2011	6577	1504	224		0,98		
28/05/2011	7171	1460	241		1,18		
29/05/2011	6717	1530	239		1,05		
30/05/2011	7449	1541	240		1,16		
31/05/2011	7069	1325	251		1,34		
			Aylık ortalama (ağırlıklı)	$C_w = \frac{\sum_{i=1}^n C_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	223	Aylık ortalama (ağırlıksız)	1,21
			Aylık ortalama (ağırlıksız)	$\bar{C_i} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$	219	$I_{özgül} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i q_i}{P_i}}{n}$	

Tablo 7.11: Periyodik olarak ölçülen bir parametre için bir yıl boyunca toplanan numunelerin ortalamalarının hesaplanması - nispeten sabit debiler için AOX'ye ilişkin ortalama özgül yük ve debi ağırlıklı ortalama konsantrasyon

Tarih	Debi (günlük)	Üretim (günlük)	AOX konsantrasyonu (günlük ortalama)		AOX özgül yük (günlük ortalama)		
	q_i	p_i	C_i		$\frac{C_i q_i}{p_i}$		
	[m³]	[t]	[mg/l]		[kg/t]		
04/01/2011	7857	1413	0,13		0,00072		
11/01/2011	8405	1552	0,28		0,00152		
19/01/2011	7445	1378	0,24		0,00130		
27/01/2011	7642	1526	0,15		0,00075		
02/02/2011	8351	1411	0,13		0,00077		
10/02/2011	8218	1576	0,20		0,00104		
14/02/2011	6764	934	0,12		0,00087		
20/02/2011	6517	1393	0,14		0,00066		
08/03/2011	7035	1508	0,22		0,00103		
16/03/2011	7764	1575	0,35		0,00173		
24/03/2011	7442	1541	0,32		0,00155		
31/03/2011	8141	1520	0,36		0,00193		
03/04/2011	7461	1510	0,24		0,00119		
12/04/2011	7455	1424	0,18		0,00094		
19/04/2011	8331	1388	0,22		0,00132		
27/04/2011	8038	1327	0,28		0,00170		
05/05/2011	7474	1534	0,06		0,00029		
24/05/2011	7083	1536	0,68		0,00314		
08/06/2011	7493	1366	0,24		0,00132		
16/06/2011	7790	1524	0,22		0,00112		
24/06/2011	7868	1476	0,30		0,00160		
27/06/2011	7873	1554	0,18		0,00091		
04/07/2011	8258	1581	0,21		0,00110		
12/07/2011	7704	1446	0,28		0,00149		
20/07/2011	7871	1534	0,34		0,00175		
23/08/2011	7573	1577	0,25		0,00120		
30/08/2011	8512	1498	0,23		0,00131		
06/09/2011	7527	1397	0,32		0,00172		
19/09/2011	7881	933	0,29		0,00245		
04/10/2011	8485	1561	0,25		0,00136		
11/10/2011	7462	1452	0,22		0,00113		
18/10/2011	7971	1554	0,19		0,00097		
25/10/2011	7371	1298	0,26		0,00148		
02/11/2011	6873	1565	0,24		0,00105		
07/11/2011	7858	1537	0,25		0,00128		
16/11/2011	8591	1070	0,23		0,00185		
01/12/2011	8318	1550	0,34		0,00182		
07/12/2011	8418	1385	0,17		0,00103		
12/12/2011	7899	1508	0,25		0,00131		
21/12/2011	7472	1243	0,24		0,00144		
			Bir yıl boyunca alınan numunelerin ortalaması (ağırlıklı)	$C_w = \frac{\sum_{i=1}^n C_i q_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$	0,24	Bir yıl boyunca alınan numunelerin ortalaması (ağırlıklandırılmamış)	0,00133
			Bir yıl boyunca alınan numunelerin ortalaması (ağırlıklandırılmamış)	$\bar{C}_i = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$	0,25	$I_{\text{özgül}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i q_i}{p_i}}{n}$	

SÖZLÜK

Bu sözlüğün amacı, bu belgede bulunan bilgilerin anlaşılmasını kolaylaştırmaktır. Bu sözlükteki terimlerin tanımları hukuki tanımlar değildir (bazıları Avrupa mevzuatında verilen tanımlarla örtüşse bile). Okuyucunun belge kapsamındaki ilgili sektördeki kullanımları bağlamında bazı temel terimleri anlamasına yardımcı olmak için verilmişlerdir.

Bu sözlük aşağıdaki bölümlere ayrılmıştır:

- I. ISO ülke kodları
- II. Para birimleri
- III. Birim ön ekleri
- IV. Birimler
- V. Kimyasal elementler
- VI. Bu belgede yaygın olarak kullanılan kimyasal formüller
- VII. Kısaltmalar ve teknik tanımlar

I. Ülke kodları

Kod	Ülke
Üye Devletler (*)	
BE	Belçika
DK	Danimarka
DE	Almanya
IE	İrlanda
FI	Finlandiya
FR	Fransa
NL	Hollanda
AT	Avusturya
PL	Polonya
PT	Portekiz
UK	Birleşik Krallık
Üye olmayan ülkeler	
AU	Avustralya
US	Amerika Birleşik Devletleri
(*) Üye Devletlerin protokol sıralaması, coğrafi adlarının orijinal dillerdeki alfabetik sırasına dayanmaktadır.	

II. Para birimleri

Kod ⁽¹⁾	Ülke/bölge	Para birimi
Üye Devlet para birimleri		
EUR	Avro alanı ⁽²⁾	avro
GBP	Birleşik Krallık	sterlin
⁽¹⁾ ISO 4217 kodları. ⁽²⁾ Avusturya, Belçika, Kıbrıs, Estonya, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Malta, Hollanda, Portekiz, Slovakya, Slovenya ve İspanya'yı içerir.		

III. Birim ön ekleri

Sembol	Ön ek	Terim	Sayı
G	giga	10^9	1 000 000 000
M	mega	10^6	1 000 000
k	kilo	10^3	1 000
h	hekta	10^2	100
da	deka	10^1	10
-----	-----	1 birim	1
d	desi	10^{-1}	0,1
c	santi	10^{-2}	0,01
m	mili	10^{-3}	0,001
μ	mikro	10^{-6}	0,000 001
n	nano	10^{-9}	0,000 000 001
p	piko	10^{-12}	0,000 000 000 001

IV. Birimler

Terim	Anlam
°C	derece Celsius, santigrat
g	gün
g	gram
s	saat
I-TEQ	uluslararası toksik eş değer
K	Kelvin
kg	kilogram
kPa	kilopaskal (1 kPa = 10 mbar)
L	litre (1 l = 0,001 m ³)
m	metre
m ³	metreküp
mg	miligram (1 mg = 10 ⁻³ g)
mol	mol (1 mol = 6,022 × 10 ²³ bir maddenin temel ögesi)
d	dakika
ou _E	Avrupa koku birimi (EN 13725:2003'de tanımlandığı gibi)
Pa	Pascal (basınç, 1 Pa = 1 N/m ²)
sn	saniye
t	metrik ton (1 t = 1000 kg)
hac. %	hacmen yüzde
WHO-TEQ	Dünya Sağlık Örgütü toksik eş değeri
ağ. %	ağırlıkça yüzde
y	yıl

V. Kimyasal elementler

Sembol	Ad	Sembol	Ad
Ac	Aktinyum	Mn	Manganez
Ag	Gümüş	Mo	Molibden
Al	Alüminyum	N	Azot
Am	Amerikyum	Na	Sodyum
Ar	Argon	Nb	Niyobyum
As	Arsenik	Nd	Neodimyum
At	Astatin	Ne	Neon
Au	Altın	Ni	Nikel
B	Bor	No	Nobelyum
Ba	Baryum	Np	Neptünyum
Be	Berilyum	O	Oksijen
Bi	Bizmut	Os	Osmiyum
Bk	Berkelyum	P	Fosfor
Br	Brom	Pa	Protaktinyum
C	Karbon	Pb	Kurşun
Ca	Kalsiyum	Pd	Paladyum
Cd	Kadmiyum	Pm	Prometyum
Ce	Seryum	Po	Polonyum
Cf	Kaliforniyum	Pr	Praseodimyum
Cl	Klor	Pt	Platin
Cm	Küriyum	Pu	Plütonyum
Co	Kobalt	Ra	Radyum
Cr	Krom	Rb	Rubidyum
Cs	Sezyum	Re	Renyum
Cu	Bakır	Rf	Rutherfordiyum
Dy	Disprozyum	Rh	Rodyum
Er	Erbiyum	Rn	Radon
Es	Aynştaynyum	Ru	Rutenyum
Eu	Evropiyum	S	Kükürt
F	Flor	Sb	Antimon
Fe	Demir	Sc	Skandiyum
Fm	Fermiyum	Se	Selenyum
Fr	Fransiyum	Si	Silisyum
Ga	Galyum	Sm	Samaryum
Gd	Gadolinyum	Sn	Kalay
Ge	Germanyum	Sr	Stronsiyum
H	Hidrojen	Ta	Tantal
He	Helyum	Tb	Terbiyum
Hf	Hafniyum	Tc	Teknesyum
Hg	Cıva	Te	Tellür
Ho	Holmiyum	Th	Toryum
I	İyot	Ti	Titanyum
In	İndiyum	Tl	Talyum
Ir	İridyum	Tm	Tulyum
K	Potasyum	U	Uranyum
Kr	Kripton	V	Vanadyum
La	Lantan	W	Tungsten
Li	Lityum	Xe	Ksenon
Lr	Lavrensiyum	Y	İtriyum
Lu	Lutesyum	Yb	İterbiyum
Md	Mendelevyum	Zn	Çinko
Mg	Magnezyum	Zr	Zirkonyum

VI. Bu belgede yaygın olarak kullanılan kimyasal formüller

Kimyasal formül	Ad
Ba^{2+}	Baryum iyonu
Br^-	Bromür iyonu
Ca^{2+}	Kalsiyum iyonu
CH_2O	Formaldehit
CH_4	Metan
C_3H_8	Propan
$C_{10}H_{22}$	<i>n</i> -Dekan
$C_{40}H_{82}$	<i>n</i> -Tetrakontan
CN^-	Siyanür iyonu
CO	Karbonmonoksit
CO_2	Karbondioksit
Cl^-	Klorür iyonu
Cl_2	Klor
CrO_4^{2-}	Kromat iyonu
$Cr_2O_7^{2-}$	Dikromat iyonu
F^-	Florür iyonu
Fe^{2+}	Demir iyonu
HCN	Hidrojen siyanür
HCl	Hidrojen klorür
$HCrO_4^-$	Hidrojen kromat iyonu
HF	Hidrojen florür
$HgCl_2$	Cıva diklorür / Cıva(II) klorür / Cıva klorür
Hg_2Cl_2	Dicıva diklorür / Cıva klorür
HNO_3	Nitrik asit
H_2O_2	Hidrojen peroksit
HPO_4^{2-}	Hidrojen fosfat iyonu
$HP_2O_7^{3-}$	Hidrojen difosfat iyonu
$H_2PO_4^-$	Dihidrojen fosfat iyonu
$H_2P_2O_7^{2-}$	Dihidrojen difosfat iyonu
H_2S	Hidrojen sülfid
H_2SO_4	Sülfürik asit
K^+	Potasyum iyonu
$K_2Cr_2O_7$	Potasyum dikromat
$KMnO_4$	Potasyum permanganat
Li^+	Lityum iyonu
Mg^{2+}	Magnezyum iyonu
Mn^{2+}	Manganez(II) iyonu
Na^+	Sodyum iyonu
NH_3	Amonyak
NH_4^+	Amonyum iyonu
N_2O	Diazot monoksit (Azot oksit)
NO	Azot oksit
NO_2	Azot dioksit
NO_2^-	Nitrit iyonu
NO_3^-	Nitrat iyonu

Kimyasal formül	Ad
NO _x	Azot oksitler (NO ve NO ₂ karışımı)
O ₂	Oksijen
PO ₄ ³⁻	Fosfat iyonu
SO ₂	Kükürt dioksit
SO ₃	Sülfür trioksit
SO ₄ ²⁻	Sülfat iyonu
SO _x	Kükürt oksitler (SO ₂ ve SO ₃ karışımı)
Sr ²⁺	Stronsiyum iyonu

VII. Kısaltmalar

Kısaltma	Açıklama
AAS	Atomik absorpsiyon spektrometresi
AFNOR	Association Française de Normalization (Fransız Standardizasyon Derneği)
AY	Alternatif yöntem
OÖS	Otomatik ölçüm sistemi
AOX	Adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler
APHA	Amerikan Halk Sağlığı İdaresi
API	Amerikan Petrol Enstitüsü
ASI	Avusturya Standartları Enstitüsü
YGT	Yıllık gözetim testi
ASTM	Amerikan Test ve Malzeme Kurumu
ATEX	Potansiyel olarak patlayıcı ortamlarda (ATEX) kullanılması amaçlanan ekipman ve koruyucu sistemlere ilişkin 94/9/EC sayılı Direktif
MEİT	Mevcut en iyi teknik
MEİT-İES	METile ilişkili emisyon seviyesi
MEİT-İÇPS	METile ilişkili çevresel performans seviyesi. MEİT-İÇPS'ler MEİT-İES'leri içerir
BOI _n	<i>n</i> gün sonra biyokimyasal oksijen ihtiyacı
MET-REF	METreferans belgesi
CAK MET-REFMET-REF	Klor-alkali Üretimine ilişkin MET-REF
Cefic	Avrupa Kimya Endüstrisi Konseyi (Fransızcası: Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)
CEMBUREAU	Avrupa Çimento Birliği
CEN	Avrupa Standardizasyon Komitesi
CENELEC	Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi
CEN/TC	Avrupa Standardizasyon Komitesi/Teknik Komite
CEN/TR	CEN teknik raporu
CEN/TS	CEN teknik şartnamesi
Cerame-Unie	Avrupa Seramik Endüstrisi Derneği
CEWEP	Avrupa Atıktan Enerji Üretim Tesisleri Konfederasyonu
CFA	Sürekli akış analizi
CITAC	Analitik Kimyada Uluslararası İzlenebilirlik Konusunda İşbirliği
CLM MET-REFMET-REF	Çimento, Kireç ve Magnezyum Oksit Üretimine ilişkin MET-REF
KOI	Kimyasal oksijen ihtiyacı
CONCAWE	Avrupa Petrol Şirketleri Çevre, Sağlık ve Güvenlik Örgütü
CWW MET-REFMET-REF	Kimyasal Sektöründe Ortak Atık Su ve Atık Gaz Arıtma/Yönetim Sistemlerine ilişkin MET-REF
VTİS	Veri toplama ve işleme sistemi
DEFRA	İngiltere Çevre, Gıda ve Köy İşleri Bakanlığı
DIAL	Diferansiyel absorpsiyon LIDAR
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alman Standardizasyon Enstitüsü)
DOAS	Diferansiyel optik absorpsiyon spektroskopisi
ÇOK	Çözülmüş organik karbon
EA	Akreditasyon için Avrupa işbirliği
EC	Avrupa Toplulukları
ECGA	Avrupa Karbon ve Grafit Derneği
ECVM	Avrupa Vinil Üreticileri Konseyi
EC _x	Etkili konsantrasyon
EEA	Avrupa Çevre Ajansı

Kısaltma	Açıklama
EEB	Avrupa Çevre Bürosu
EEC	Avrupa Ekonomi Topluluğu
EIPPCB	Avrupa Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Bürosu
ESD	Emisyon sınır değeri
EMEP	Avrupa İzleme Değerlendirme Programı
EN	Avrupa standardı
EPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
EPF	Avrupa Panel Federasyonu
E-PRTR	Avrupa Kirletici Salımı ve Transfer Kaydı
ERKK	Avrupa referans koku kütlesi
ESWET	Avrupalı Atıktan Enerji Üretme Teknolojisi Tedarikçileri
ETSI	Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü
AB	Avrupa Birliği
EuLA	Avrupa Kireç Derneği
Eurachem	Kimyasal ölçümlerin uluslararası izlenebilirliği ve kaliteli uygulamaların teşvik edilmesi için bir sistem kurma amaçlı Avrupa'daki kuruluşlar ağı
Eurelectric	Elektrik Endüstrisi Birliği
EUROFER	Avrupa Çelik Birliği
Eurometaux	Avrupa Demir Dışı Metaller Birliği
Euromines	Avrupa Maden Endüstrileri, Metal Cevherleri ve Endüstriyel Madenler Birliği
FGD	Baca gazı kükürt giderme
FIA	Akış enjeksiyon analizi
FID	Alev iyonizasyon dedektörü/algılama
FTIR	Fourier kızılötesi dönüşümü (spektrometri)
FprCEN/TS	CEN teknik şartnamesi nihai taslağı
GC-MS	Gaz kromatografisi kütle spektrometrisi
GFK	Gaz filtresi korelasyonu
GLS MET-REFMET-REF	Cam imalatına ilişkin MET-REF
GPS	Küresel konumlandırma sistemi
GUM	Ölçümdeki belirsizliğin ifade edilmesine ilişkin kılavuz
HYİ	Hidrokarbon yağ indeksi
HpKDD	Heptaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin
HpKDF	Heptaklorodibenzofuran
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
HxKDD	Hekzaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin
HxKDF	Hekzaklorodibenzofuran
İK	İnorganik karbon
ICP-OES	Endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometrisi
ICP-MS	Endüktif olarak eşleşmiş plazma kütle spektrometrisi
ICS MET-REFMET-REF	Endüstriyel Soğutma Sistemlerine ilişkin MET-REF
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
EED	Endüstriyel Emisyonlar Direktifi
IMPEL	Çevre Hukukunun Uygulanmasına İlişkin Avrupa Birliği Ağı
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (Fransız Endüstriyel Güvenlik ve Çevre Koruma Ulusal Yetkinlik Merkezi)
IPCC	Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
EKÖK	Entegre kirlilik önleme ve kontrol
IPTS	Prospektif Teknolojik Araştırmalar Enstitüsü (şimdi Seville OAM)
IR	Kızılötesi (spektrometri)
IRPP MET-REFMET-REF	Yoğun Kümes Hayvanları veya Domuz Yetiştiriciliğine ilişkin MET-REF

Kısaltma	Açıklama
IS MET-REF	Demir Çelik Üretimine ilişkin MET-Ref
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
ISO/DIS	ISO uluslararası standart taslağı
I-TEF	Uluslararası toksik eş değerlik faktörü
IUPAC	Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği
OAM	Ortak Araştırma Merkezi
LCP MET-REF	Büyük Yakma Tesislerine ilişkin MET-REF
LC _x	Ölümcül konsantrasyon
LDAR	Sızıntı tespiti ve onarımı (program)
LID	En düşük etkisiz seyreltme
LIDAR	Işık algılama ve ölçümü veya ışık belirleme, algılama ve ölçümü
AUS	Alt uygulama sınırı
AMTS	Alt miktar tayin sınırı
TS	Tespit sınırı
MTS	Miktar tayin sınırı
LUA NRW	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Kuzey Ren-Vestfalya Eyaleti Çevre Ajansı)
LVOC MET-REF	Büyük Hacimli Organik Kimyasalların Üretimine ilişkin MET-REF
MCERTS	İzleme Sertifikasyon Programı (İngiltere Çevre Ajansı)
İUG	İzleme uzman grubu
NDIR	Saçılsız kızılötesi (spektrometri)
NDUV	Saçılsız UV (spektrometri)
NEN	Nederlands Normalisatie-Instituut (Hollanda Standardizasyon Enstitüsü)
NFM MET-REF	Demir Dışı Metaller Endüstrisine ilişkin MET-REF
NH ₄ -N	Amonyum azotu (NH ₃ ve NH ₄ ⁺ içerir)
N _{inorg}	Toplam inorganik azot
NIST	Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
MOUOK	Metan olmayan uçucu organik karbon
NO ₂ -N	Nitrit azotu
NO ₃ -N	Nitrat azotu
NÇK	Normal çalışma koşulları
NOEC	Gözlemlenen etki yok konsantrasyonu
UOK	Uzaklaştırılamayan organik karbon
NTA	Hollanda Teknik Anlaşması
OKDD	Oktaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin
OKDF	Oktaklorodibenzofuran
OFC MET-REF	Organik İnce Kimyasalların Üretimine ilişkin MET-REF
OGG	Optik gaz görüntüleme (teknikleri)
İİD	İşletmeci izleme değerlendirmesi
NFÇK	Normalden farklı çalışma koşulları
PAH	Polisiklik aromatik hidrokarbon
T-OÖS	Taşınabilir OÖS
PBDE	Polibromlu difenil eter
KBT	Kalıcılık, biyolojik birikme, toksisite
PKB	Poliklorlu bifenil
PKDD	Poliklorlu dibenzo- <i>p</i> -dioksin
PKDF	Poliklorlu dibenzofuran
PeKDD	Pentaklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin
PeKDF	Pentaklorodibenzofuran
TDEİS	Tahmine dayalı emisyon izleme sistemleri
PID	Foto iyonizasyon dedektörü

Kısaltma	Açıklama
PM _{2,5}	2,5 µm aerodinamik çapta %50 verimlilik ile boyut seçici bir girişten geçen partikül madde
PM ₁₀	10 µm aerodinamik çapta %50 verimlilik ile boyut seçici bir girişten geçen partikül madde
PP MET-REF	Selüloz, Kağıt ve Karton Üretimine ilişkin MET-REF
prEN	Taslak Avrupa standardı
QAL	Kalite güvence seviyesi
REF MET-REF	Madeni Yağ ve Gazın Rafinasyonuna ilişkin MET-REF
TYM	Ters yayılım modellemesi
İRR	OAM İzleme Referans Raporu
SKİ	Seçici katalitik indirgeme
SEPA	İskoç Çevre Koruma Ajansı
SKOİ	Seçici katalitik olmayan indirgeme
SOF	Güneş örtülme akısı
SPE-AOX	Katı faz ekstraksiyonundan sonra çözünmüş, adsorbe olabilen organik olarak bağlı halojenler
SPME	Katı fazlı mikro ekstraksiyon
SRY	Standart referans yöntem
SRU	Kükürt geri kazanım ünitesi
STA	Kaynak Testi Derneği
TAN MET-REF	Post ve Derilerin Tabaklanmasına ilişkin MET-REF
TK	Toplam karbon veya teknik komite
TKDD	Tetraklorodibenzo- <i>p</i> -dioksin
TKDF	Tetraklorodibenzofuran
TDL	Ayarlanabilir diyet lazer absorpsiyonu (spektrometri)
TKA	Total Kjeldahl azotu
TA	Toplam azot
TA _b	Bağlı toplam azot
TOK	Toplam organik karbon
TOİ	Toplam oksijen ihtiyacı
TF	Toplam fosfor
TAKM	Toplam askıda katı madde
TU	Toksisite birimi
TÜV	Technischer Überwachungsverein (Alman Teknik Denetim Kurumu)
TUOK	Toplam uçucu organik karbon
TÇG	Teknik çalışma grubu
DE UBA	Umweltbundesamt (Alman Federal Çevre Ajansı)
UV	Morötesi (spektrometri)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (Alman Mühendisler Birliği)
UOB	Uçucu organik bileşik
WBP MET-REF	Ahşap Esaslı Panel Üretimine ilişkin MET-REF
BÇSD	Bütünsel çıkış suyu değerlendirmesi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
WHO-TEF	Dünya Sağlık Örgütü toksik eş değerlik faktörü
WT MET-REF	Atık Arıtımına ilişkin MET-REF

REFERANSLAR

AB İLE İLETİŞİM

Şahsen

Avrupa Birliğinin her yerinde yüzlerce Europe Direct bilgi merkezi bulunmaktadır. Size en yakın merkezin adresini şu adreste bulabilirsiniz: <http://europea.eu/contact>

Telefonla veya e-postayla

Europe Direct, Avrupa Birliği ile ilgili sorularınızı yanıtlayan bir hizmettir. Bu hizmetle iletişime geçebilirsiniz:

- ücretsiz telefonla: 00800 6 7 8 9 10 11 (bazı operatörler bu aramalar için ücret alabilir),
- aŗađıdaki standart numaradan: +32 22999696 veya
- elektronik posta yoluyla: <http://europa.eu/contact>

AB HAKKINDA BİLGİ BULMA

İnternet üzerinden

Avrupa Birliği hakkında AB'nin tüm resmi dillerinde bilgiler, <http://europa.eu> adresindeki Europa İnternet sitesinde mevcuttur.

AB yayınları

<http://bookshop.europa.eu> adresindeki AB Kitap Mağazasından ücretsiz ve ücretli AB yayınlarını indirebilir veya sipariş edebilirsiniz. Europe Direct veya yerel bilgi merkezinizle iletişime geçerek ücretsiz yayınların birden çok kopyası elde edilebilir (bkz. [Http://europa.eu/contact](http://europa.eu/contact)).

OAM Misyonu

Avrupa Komisyonunun bilim ve bilgi hizmeti olarak Ortak Araştırma Merkezinin misyonu, tüm politika döngüsü boyunca bağımsız kanıtlarla AB politikalarını desteklemektir.



AB Bilim Merkezi
ec.europa.eu/jrc



@EU_ScienceHub



AB Bilim Merkezi-Ortak Araştırma Merkezi



Ortak Araştırma Merkezi



AB Bilim Merkezi



Yayın Ofisi

doi:10.2760/344197
ISBN 978-92-79-86853-5