

KLOR ALKALİ ÜRETİMİNDE MEVCUT EN İYİ TEKNİKLER (4.2.a ve 4.2.c)

GENEL HUSUSLAR

(1) Yönetmelik EK-1, 4.2. İnorganik kimyasalların üretimi, örneğin:

a) 4.2.a. amonyak, klor veya hidrojen klorür, flor veya hidrojen florür, karbon oksitler, kükürt bileşikler, azot oksitler, suyun elektrolizi dışında hidrojen*, kükürt dioksit, karbonil klorür gibi gazlar,

b) 4.2.c. Amonyum hidroksit, potasyum hidroksit, sodyum hidroksit gibi bazlar,

bu Tebliğ EK-4'de yer alan hususlara göre değerlendirilir.

(2) EK-4'de yer alan MET Klor Alkali üretimini kapsar.

(3) EK-4 özellikle aşağıdaki prosesleri ve faaliyetleri kapsar:

- a) tuzun depolanması;
- b) tuzlu suyun hazırlanması, saflaştırılması ve yeniden doyunlaştırılması;
- c) tuzlu suyun elektrolizi;
- ç) sodyum/potasyum hidroksitin derişik hale getirilmesi, saflaştırılması, depolanması ve taşınması;
- d) klorun soğutulması, kurutulması, saflaştırılması, sıkıştırılması, sıvılaştırılması, depolanması ve taşınması;
- e) hidrojenin soğutulması, saflaştırılması, sıkıştırılması, depolanması ve taşınması;
- f) cıva hücreli tesislerin membran hücreli tesislere dönüştürülmesi;
- g) cıva hücreli tesislerin hizmetten çıkarılması;
- ğ) klor-alkali üretim sahalarının iyileştirilmesi / ıslahı.

(4) Bu Tebliğ EK-4'de aşağıdaki faaliyetler veya prosesler ele alınmamaktadır:

- a) klor üretimi için hidroklorik asidin elektrolizi;
- b) sodyum klorat üretimi için tuzlu suyun elektrolizi; bu, Büyük Hacimli İnorganik Kimyasallar – Katılar ve Diğer Sanayi (LVIC-S) hakkındaki MET Referans Belgesi kapsamındadır;
- c) alkali veya toprak alkali metaller ve klor üretimi için erimiş tuzların elektrolizi; bu, Demir Dışı Metal Endüstrileri (NFM) hakkındaki MET Referans Belgesi kapsamındadır;
- ç) cıva hücresi tekniği ile üretilen alkali metal amalgam kullanılarak alkolatlar, ditiyonitler ve alkali metaller gibi özel ürünlerin üretimi;
- d) elektroliz dışındaki proseslerle klor, hidrojen veya sodyum/potasyum hidroksit üretimi.

1. HÜCRE TEKNİĞİ

MET 1: Klor-alkali üretimi için, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılır. Cıva hücresi tekniği hiçbir koşulda MET olarak kabul edilemez. Asbestli diyaframların kullanımı MET değildir.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
a	Çift kutuplu membran hücresi tekniği	Membran hücreleri, bir membranla ayrılan bir anot ve bir katottan oluşur. Çift kutuplu bir konfigürasyonda, her bir membran hücresi seri devre olarak bağlanır.	Genel olarak uygulanabilir.
b	Tek kutuplu membran hücresi tekniği	Membran hücreleri, bir membranla ayrılan bir anot ve bir katottan oluşur. Tek kutuplu bir konfigürasyonda, her bir membran hücresi paralel devre olarak bağlanır.	Klor kapasitesi > 20 kt/yıl olan yeni tesislerde uygulanamaz.
c	Asbestsiz diyafram hücresi tekniği	Asbestsiz diyafram hücreleri, asbestsiz bir diyaframla ayrılan bir anot ve bir katottan oluşur. Her bir diyafram hücresi seri (çift kutuplu) veya paralel (tek kutuplu) devre olarak bağlanır.	Genel olarak uygulanabilir.

2. CİVA HÜCRELİ TESİSLERİN HİZMETTEN ÇIKARILMASI, VEYA DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

MET 2: Cıva hücreli tesislerin hizmetten çıkarılması veya dönüştürülmesi sırasında cıva emisyonlarını azaltmak ve cıva ile kontamine olmuş atık oluşumunu azaltmak için, aşağıdaki özelliklerin hepsini içeren bir hizmetten çıkarma planını hazırlanır ve uygulanır:

- hazırlama ve uygulamanın tüm aşamalarında eski tesisin işletmesinde deneyimli bazı personelin sürece dahil edilmesi;
- uygulamanın tüm aşamaları için prosedür ve talimatların sağlanması;
- cıva kullanımı konusunda deneyimi olmayan personel için ayrıntılı bir eğitim ve denetim programının sağlanması;
- geri kazanılacak metalik cıva miktarının belirlenmesi, bertaraf edilecek atık miktarının ve içerdiği cıva kontaminasyonunun tahmini;
- aşağıdaki özelliklere sahip çalışma alanlarının sağlanması:
 - bir çatı ile örtülü;
 - cıva dökülmelerini bir toplama havuzuna yönlendirmek için pürüzsüz, eğimli, geçirimsiz bir zemin ile donatılmış;
 - iyi aydınlatılmış;
 - cıva emebilecek engellerden ve kalıntılardan arındırılmış;

v. yıkama için su şebekesine bağlı;

vi. bir atık su arıtma sistemine bağlı;

f) aşağıdaki yöntemlerle hücrelerin boşaltılması ve metalik cıvanın konteynerlara aktarılması:

i. mümkün olduğu takdirde, sistemin kapalı tutulması;

ii. cıvanın yıkanması;

iii. mümkün olduğu takdirde, yerçekimi aktarımı kullanmak;

iv. gerektiği takdirde, cıvadın katı safsızlıkların giderilmesi;

v. kapların hacimsel kapasitelerinin $\leq$ % 80'ine kadar doldurulması;

vi. dolumdan sonra kapların hava geçirmez şekilde kapatılması;

vii. boş hücrelerin yıkanması ve ardından su ile doldurulması;

g) tüm sökme ve yıkma işlemlerinin aşağıdaki yollarla gerçekleştirilmesi:

i. mümkün olduğu takdirde, ekipmanlarda sıcak kesim yerine soğuk kesim uygulanması;

ii. kontamine ekipmanların uygun alanlarda depolanması;

iii. çalışma alanının zemininin sık sık yıkanması;

iv. aktif karbon filtreli çekme ekipmanı kullanılarak cıva dökülmelerinin hızlı bir şekilde temizlenmesi;

v. atık akışlarının hesaplanması;

vi. cıva ile kontamine atıkların kontamine olmayan atıklardan ayrılması;

vii. mekanik ve fiziksel arıtma teknikleri (örneğin yıkama, ultrasonik titreşim, vakum temizleyiciler), kimyasal arıtma teknikleri (örneğin hipoklorit, klorlu tuzlu su veya hidrojen peroksit ile yıkama) ve/veya ısı işlem teknikleri (örneğin damıtma) kullanılarak cıva ile kontamine olmuş atıkların kontaminasyonunun giderilmesi;

viii. mümkün olduğu takdirde, kontaminasyonu giderilmiş ekipmanların yeniden kullanılması veya geri dönüştürülmesi;

ix. hücre odası binasının duvarları ve zemini temizlenerek kontaminasyonunun giderilmesi ve ardından bina yeniden kullanılacaksa geçirimsiz bir yüzey sağlamak için kaplama veya boyama yapılması;

x. tesis içindeki veya çevresindeki atık su toplama sistemlerinin kontaminasyonunun giderilmesi veya yenilenmesi;

xi. yüksek konsantrasyonlarda cıva beklenen durumlarda (örneğin yüksek basınçlı yıkama için) çalışma alanının sınırlandırılması ve havalandırma havasının artırılması; arıtma teknikleri havalandırma

havası için iyotlu veya kükürtlü aktif karbon üzerinde adsorpsiyon, hipoklorit veya klorlu tuzlu su ile yıkama veya katı dıçıva diklorür oluşturmak için klor eklenmesi;

xii. koruyucu ekipmanların temizlenmesinden kaynaklanan çamaşır yıkama suyu dahil olmak üzere cıva içeren atık suyun arıtılması;

xiii. hizmetten çıkarma veya dönüştürmenin tamamlanmasından sonra da uygun bir süre boyunca hava, su ve atıklardaki cıvanın izlenmesi;

h) gerektiği takdirde, metalik cıvanın sahada aşağıdaki özelliklere sahip depolama tesislerinde ara depolanması:

i. iyi aydınlatılmış ve hava koşullarına dayanıklı;

ii. herhangi bir kabın sıvı hacminin %110'unu tutabilen uygun bir ikincil muhafaza ile donatılmış;

iii. cıva emebilecek engellerden ve kalıntılardan arındırılmış;

iv. aktif karbon filtreli çekme ekipmanları ile donatılmış;

v. hem görsel olarak hem de cıva izleme ekipmanları ile periyodik olarak denetlenen;

i) gerektiği takdirde, atıkların taşınması, olası ek arıtımı ve bertarafı.

MET 3: Cıva hücreli tesislerin hizmetten çıkarılması veya dönüştürülmesi sırasında suya salınan cıva emisyonlarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılır.

	Teknik	Açıklama
a	Oksitleme ve iyon değişimi	Hipoklorit, klor veya hidrojen peroksit gibi oksitleyici maddeler, cıvayı daha sonra iyon değişim reçineleriyle giderilecek olan tamamen oksitlenmiş formuna dönüştürmek için kullanılır.
b	Oksitleme ve çöktürme	Hipoklorit, klor veya hidrojen peroksit gibi oksitleyici maddeler, cıvayı cıva sülfid olarak çöktürmenin ardından filtrelemeyle giderilecek olan tamamen oksitlenmiş formuna dönüştürmek için kullanılır.
c	İndirgeme ve aktif karbonda adsorpsiyon	Hidroksilamin gibi indirgeyici maddeler, cıvayı, daha sonra birleşme ve metalik cıvanın geri kazanımı ve ardından aktif karbon üzerinde adsorpsiyon ile giderilecek element formuna tam olarak dönüştürmek için kullanılır.

MET-İÇPS: Hizmetten çıkarma veya dönüştürme sırasında cıva arıtma ünitesinin çıkışında suya salınan cıva emisyonları için Hg olarak ifade edilen **MET ile ilişkili çevresel performans seviyesi**¹ günlük olarak alınan 24 saatlik akış orantılı kompozit numunelerde 3 - 15 µg/l'dir. İlişkili izleme MET 7'de açıklanmıştır.

¹ Bu performans seviyesinin normal çalışma koşullarıyla ilgili olmadığı göz önüne alındığında, Mevcut En İyi Tekniklerle ilişkili bir emisyon seviyesi değildir.

3. ATIK SU OLUŞUMU

MET 4: Atık su oluşumunu azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
a	Tuzlu su devirdaimi	Elektroliz hücrelerinde kalan az miktarda tuzlu su, katı tuzla veya buharlaştırılarak yeniden doyurulur ve hücrelere geri verilir.	Diyafram hücreli tesislerde uygulanamaz. Bol tuz ve su kaynakları ile birlikte yüksek klorür emisyon seviyelerini tolere eden tuz alan bir su kütlesi mevcut olduğunda, çözelti madenciliğiyle hazırlanan tuzlu su kullanan membran hücreli tesislerde uygulanamaz. Diğer üretim birimlerinde tuzlu su tahliyesi kullanılan membran hücreli tesislerde uygulanamaz.
b	Diğer proses akışlarının geri dönüşümü	Klor, sodyum/potasyum hidroksit ve hidrojen işlemeden gelen kondensatlar gibi klor-alkali tesisinden kaynaklanan proses akışları, prosesin çeşitli aşamalarına geri beslenir. Geri dönüşüm derecesi, proses akışının geri döndürüldüğü sıvı akışının saflık gereksinimleri ve tesisin su dengesi ile sınırlıdır.	Genel olarak uygulanabilir.
c	Diğer üretim proseslerinden tuz içeren atık suların geri dönüşümü	Diğer üretim proseslerinden tuz içeren atık su arıtılır ve tuzlu su sistemine geri beslenir. Geri dönüşüm derecesi, tuzlu su sisteminin saflık gereksinimleri ve tesisin su dengesi ile sınırlıdır.	Bu atık suyun ek arıtımının çevreye faydadan çok zararı olduğu tesislerde uygulanamaz.
d	Çözelti madenciliği için atık su kullanımı	Klor-alkali tesisinden çıkan atık su arıtılır ve tuz madenine geri pompalanır.	Diğer üretim birimlerinde tuzlu su tahliyesi kullanılan membran hücreli tesislerde uygulanamaz. Maden tesisinden önemli ölçüde daha yüksek bir rakımda bulunuyorsa uygulanamaz.
e	Tuzlu su filtreleme çamurlarının derişik hale	Tuzlu su filtreleme çamurları filtre preslerinde, döner tamburlu vakum filtrelerinde veya santrifüjlerde derişik hale getirilir. Kalan su, tuzlu	Tuzlu su filtreleme çamurları kuru topak olarak çıkarılabilirse uygulanamaz.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
	getirilmesi	su sistemine geri beslenir.	Çözültü madenciliği için atık suyu yeniden kullanan tesislerde uygulanamaz.
f	Nano-filtreleme	Tuzlu su tahliyesinde sülfat derişimini artırmak ve böylece atık su miktarını azaltmak için kullanılan, yaklaşık 1 nm'lik gözenek boyutlarına sahip özel bir membranlı filtreleme türü.	Tuzlu su tahliye hızı sülfat derişimine göre belirleniyorsa, tuzlu su devridaimi olan membran hücreli tesislerde uygulanabilir.
g	Klorat emisyonlarını azaltma teknikleri	Klorat emisyonlarını azaltma teknikleri MET 14'te açıklanmıştır. Bu teknikler tuzlu su tahliye miktarını azaltır.	Tuzlu su tahliye hızı klorat derişimine göre belirleniyorsa, tuzlu su devridaimi olan membran hücreli tesislerde uygulanabilir.

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

MET 5: Elektroliz prosesinde enerjiyi verimli kullanmak için, aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
a	Yüksek performanslı membranlar	Yüksek performanslı membranlar, belirli çalışma koşulları altında mekanik ve kimyasal kararlılık sağlar, az voltaj düşüşü ve yüksek akım verimliliği gösterirler.	Membran hücreli tesislere, kullanım ömrü sonunda membranlar yenilenirken uygulanabilir.
b	Asbestsiz diyaframlar	Asbestsiz diyaframlar, bir florokarbon polimerinden ve zirkonyum dioksit gibi dolgu maddelerinden oluşur. Bu diyaframlar, asbestli diyaframlara göre daha düşük direnç aşırı gerilimine sahiptir.	Genel olarak uygulanabilir.
c	Yüksek performanslı elektrotlar ve kaplamalar	İyileştirilmiş gaz salımlı (düşük gaz kabarcığı aşırı gerilimi) ve düşük elektrot aşırı gerilimli elektrotlar ve kaplamalar.	Kullanım ömrü sonunda kaplamalar yenilenirken uygulanabilir.
d	Yüksek saflıkta tuzlu su	Tuzlu su, elektrotların ve diyaframların/membranların kontaminasyonunu en aza indirmek için yeterince saflaştırılır; aksi takdirde enerji tüketimi yükselir.	Genel olarak uygulanabilir.

MET 6: Enerjiyi verimli kullanmak için, elektrolizde ortak ürün olarak üretilen hidrojenin kimyasal reaktif veya yakıt olarak kullanımı en üst düzeye çıkarılır.

Hidrojen, kimyasal reaksiyonlarda (örneğin amonyak, hidrojen peroksit, hidroklorik asit ve 115itric115115 üretimi; 115itric115 bileşiklerin indirgenmesi; petrolün hidrodesülfürizasyonu; yağların ve greslerin hidrojenasyonu; 115itric115115in üretiminde zincir sonlandırma) veya yanma prosesinde buhar ve/veya elektrik üretmek veya bir fırını ısıtmak için yakıt olarak kullanılabilir. Hidrojenin kullanım düzeyi çeşitli faktörlere bağlıdır (örneğin sahada reaktif olarak hidrojen talebi, sahadaki buhar talebi, potansiyel kullanıcılara uzaklık).

5. EMİSYONLARIN İZLENMESİ

MET 7: TS EN standartlarına uygun izleme tekniklerini kullanarak, hava ve su emisyonları aşağıda verilen asgari sıklıkta izlenir. TS EN standartları mevcut değilse, eş değer bilimsel nitelikteki verilerin sunulmasını sağlayan ISO standartları veya ulusal ya da diğer uluslararası standartlar kullanılır.

Alıcı Ortam	Madde(ler)	Numune alma noktası	Yöntem	Standart(lar)	Asgari izleme sıklığı	İzlemenin ilişkili olduğu MET
Hava	Cl ₂ olarak ifade edilen klor ve klor dioksit ⁽¹⁾	Klor absorpsiyon ünitesi çıkışı	Elektrokimyasal hücreler	TS EN veya ISO Standartı yok	Sürekli	—
			Bir çözelti içinde absorpsiyon ve sonrasında analiz	TS EN veya ISO Standartı yok	Yıllık (en az üç ardışık saatlik ölçüm)	MET 8
Su	Klorat	Emisyonun tesisi terk ettiği yer	İyon kromatografisi	TS EN ISO 10304–4:2022	Aylık	MET 14
	Klorür	Tuzlu su tahliyesi	İyon kromatografisi veya akış analizi	TS EN ISO 10304–1 veya EN ISO 15682	Aylık	MET 12
	Serbest klor ⁽¹⁾	Kaynağa yakın	İndirgenme potansiyeli	EN veya ISO Standartı yok	Sürekli	—
		Emisyonun tesisi terk ettiği yer	Serbest klor	EN ISO 7393–1 veya – 2	Aylık	MET 13
	Halojenli organik bileşikler	Tuzlu su tahliyesi	Adsorbe edilebilen organik olarak bağlı halojenler (AOX)	EN ISO 9562 Ek A	Yıllık	MET 15

Alıcı Ortam	Madde(ler)	Numune alma noktası	Yöntem	Standart(lar)	Asgari izleme sıklığı	İzlemenin ilişkili olduğu MET
	Cıva	Cıva artma ünitesinin çıkışı	Atomik absorpsiyon spektrometrisi veya atomik floresan spektrometrisi	EN ISO 12846 veya EN ISO 17852	Günlük	MET 3
	Sülfat	Tuzlu su tahlisi	İyon kromatografisi	EN ISO 10304-1	Yıllık	—
	İlgili ağır metaller (örneğin nikel, bakır)	Tuzlu su tahlisi	Endüktif olarak eşleştirilmiş plazma optik emisyon spektrometrisi veya endüktif olarak eşleştirilmiş plazma kütle spektrometrisi	EN ISO 11885 veya EN ISO 17294-2	Yıllık	—
(1) İzleme, belirtildiği gibi hem sürekli hem de periyodik izlemeyi kapsar.						

6. HAVA EMİSYONLARI

MET 8: Klorun işlenmesinden kaynaklanan kanalizasyon klor ve klor dioksit hava emisyonlarını azaltmak için, aşağıdaki özelliklerin uygun bir kombinasyonunu içeren bir klor soğurma (absorpsiyon) ünitesi tasarlanır, sürdürülür ve işletilir:

- yıkama sıvısı olarak alkali bir çözelti (örneğin 116itric hidroksit çözeltisi) içeren dolgu kolonlar ve/veya ejektörlere dayanan absorpsiyon ünitesi;
- klor dioksit konsantrasyonlarını azaltmak için gerekirse hidrojen peroksit dozlama ekipmanı veya hidrojen peroksitli ayrı bir ıslak gaz yıkayıcı;
- üretilen klor miktarı ve akış hızı (tesis durdurulana kadar yeterli bir süre boyunca tüm hücre odası üretiminin soğurulması) açısından en kötü durum senaryosu (bir risk değerlendirmesiyle oluşturulan) için uygun boyut;
- yıkama sıvısı kaynağının boyutu ve depolama kapasitesinin daima fazlalık sağlayacak şekilde uygun olması;
- dolgu kolonlar kullanılıyorsa, boyutları daima taşmayı önleyecek şekilde olmalıdır;
- sıvı klorun absorpsiyon ünitesine girmesinin önlenmesi;
- yıkama sıvısının klor sistemine geri akışının önlenmesi;
- absorpsiyon ünitesinde katı çökmesinin önlenmesi;

- i) absorpsiyon ünitesindeki sıcaklığı daima 55°C'nin altında tutmak için ısı eşanjörlerinin kullanılması;
- j) patlayıcı gaz karışımlarının oluşmasını önlemek için klor absorpsiyondan sonra seyreltme havasının sağlanması;
- k) daima aşırı aşındırıcı koşullara dayanıklı yapı malzemelerinin kullanılması;
- l) çalışan ekipmanla seri olarak bağlı ek bir yıkayıcı, yer çekimi ile yıkayıcıyı besleyen yıkama sıvısı içeren bir acil durum tankı, hazırda bekleyen ve yedek fanlar, hazırda bekleyen ve yedek pompalar gibi yedek ekipmanların kullanılması;
- m) kritik elektrikli ekipmanlar için bağımsız bir yedekleme sisteminin sağlanması;
- n) bu 117itric ve geçiş üzerinde yapılacak periyodik testler de dahil olmak üzere, acil durumlarda yedek sisteme otomatik geçiş sağlanması;
- o) aşağıdaki parametreler için bir izleme ve alarm sisteminin sağlanması:
 - i. absorpsiyon ünitesinin çıkışında ve çevresinde klor;
 - ii. yıkama sıvılarının sıcaklığı;
 - iii. yıkama sıvılarının indirgenme potansiyeli ve alkalitesi;
 - iv. emme basıncı;
 - v. yıkama sıvılarının akış hızı.

MET-İES: Birlikte ölçülen ve Cl₂ olarak ifade edilen klor ve klor dioksit için **MET ile ilişkili emisyon seviyesi**, klor absorpsiyon ünitesi çıkışında yılda en az bir kez gerçekleştirilen en az üç ardışık saatlik ölçümün ortalama değeri olarak 0.2–1.0 mg/m³tür. İlişkili izleme MET 7'de açıklanmıştır.

MET 9: Azot triklorürün ortadan kaldırılması veya artık gazdan klorun geri kazanılması için karbon tetraklorür kullanımı MET değildir.

MET 10: Yeni klor sıvılaştırma ünitelerinde, yüksek küresel ısınma potansiyeline sahip ve her halükarda bu potansiyeli 150'den yüksek (örneğin birçok hidroflorokarbon (HFC)) soğutucu akışkanların kullanılması MET olarak 117itri edilemez.

Uygun soğutucu akışkanlar örneğin şunları içerir:

- a) iki soğutma devresinde karbondioksit ve amonyak kombinasyonu;
- b) klor;
- c) su.

Soğutucu akışkan bölümünde, işletme güvenliği ve enerji verimliliği hesaba katılmalıdır.

7. SU EMİSYONLARI

MET 11: Kirleticili su emisyonlarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerin uygun bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Açıklama
a	Proses entegre teknikler ⁽¹⁾	Kirleticilerin oluşumunu önleyen veya azaltan teknikler
b	Kaynakta atık su arıtma ⁽¹⁾	Atık su toplama sistemine deşarj edilmeden önce kirleticileri azaltma veya geri kazanma teknikleri

c	Atık su ön arıtma ⁽²⁾	Nihai atık su arıtımından önce kirleticileri azaltma teknikleri
d	Nihai atık su arıtma ⁽²⁾	Bir alıcı su kütlesine deşarj edilmeden önce mekanik, fiziko-kimyasal ve/veya biyolojik tekniklerle nihai atık su arıtımı
⁽¹⁾ MET 1, 4, 12, 13, 14 ve 15 kapsamındadır.		
⁽²⁾ Diğer Üretim Faaliyetlerinde Mevcut En İyi Teknikler Tebliği- Kimya Endüstrisinde Atık Su/Atık Gaz Arıtma/Yönetimi Sistemleri İçin Mevcut En İyi Teknikler kapsamındadır.		

MET 12: Klor-alkali tesisinden kaynaklanan klorür su emisyonlarını azaltmak için, MET 4'te verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

MET 13: Klor-alkali tesisinden kaynaklanan serbest klor su emisyonlarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerden birini veya birkaçını birlikte kullanarak serbest klor içeren atık su akımları kaynağa mümkün olduğunca yakın bir yerde arıtılır ve klorun sızınması ve/veya halojenli 118itric118 bileşiklerin oluşumu önlenir.

	Teknik	Açıklama
a	Kimyasal indirgeme	Serbest klor, karıştırılan tanklarda sülfid ve hidrojen peroksit gibi indirgeyici maddelerle reaksiyona girerek yok edilir.
B	Katalitik ayrıştırma	Serbest klor, katalitik sabit yataklı reaktörlerde klorür ve oksijene ayrıştırılır. Katalizör, bir alüminyum destek üzerinde demir ile desteklenen bir nikel oksit olabilir.
C	Termal ayrıştırma	Serbest klor, yaklaşık 70 °C'de termal ayrıştırma ile klorür ve klorata dönüştürülür. Ortaya çıkan atık su, klorat ve bromat emisyonlarını azaltmak için daha fazla arıtma gerektirir (MET 14).
D	Asidik ayrıştırma	Serbest klor, asitlendirme ile ayrıştırılır ve daha sonra klor bırakılır ve geri kazanılır. Asidik ayrıştırma ayrı bir reaktörde veya atık suyun tuzlu su sistemine geri döndürülmesiyle gerçekleştirilebilir. Atık suyun tuzlu su devresine geri döndürülme derecesi, tesisin su dengesi ile sınırlıdır.
E	Atık su geri dönüşümü	Klor-alkali tesisinin atık suları diğer üretim birimlerine geri döndürülür.

MET-İES: Cl₂ olarak ifade edilen serbest klor için **MET ile ilişkili emisyon seviyesi**, emisyonun tesisten çıktığı noktada en az ayda bir kez alınan anlık numunelerde 0.05–0.2 mg/l'dir. İlişkili izleme MET 7'de açıklanmıştır.

MET 14: Klor-alkali tesisinden kaynaklanan klorat su emisyonlarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı kullanılır.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
a	Yüksek performanslı membranlar	Belirli çalışma koşulları altında mekanik ve kimyasal kararlılık sağlayan ve klorat oluşumunu azaltan yüksek akım verimliliğine sahip membranlar.	Membran hücreli tesislere, ömürlerinin sonunda membranlar yenilenirken uygulanabilir.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
B	Yüksek performanslı kaplamalar	Klorat oluşumunun azalmasına ve anotta oksijen oluşumunun artmasına neden olan düşük elektrot aşırı gerilimine sahip kaplamalar.	Kullanım ömrü sonunda kaplamalar yenilenirken uygulanabilir. Uygulanabilirlik, üretilen klorun kalite gereksinimleri (oksijen derişimi) ile sınırlı olabilir.
C	Yüksek saflıkta tuzlu su	Tuzlu su, elektrot ve diyaframların/membranların kontaminasyonunu en aza indirmek amacıyla yeterince saflaştırılır; aksi takdirde klorat oluşumu artabilir.	Genel olarak uygulanabilir.
D	Tuzlu suyun asitleştirilmesi	Tuzlu su, klorat oluşumunu azaltmak için elektrolizden önce asitlendirilir. Asitlenme derecesi, kullanılan ekipmanların (örneğin, membranlar ve anotlar) öz direnci ile sınırlıdır.	Genel olarak uygulanabilir.
E	Asidik indirgeme	Klorat, 0 pH değerlerinde ve 85 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hidroklorik asit ile indirgenir.	Tek geçişli tuzlu su tesislerinde uygulanamaz.
F	Katalitik indirgeme	Basınçlı damlama yataklı bir reaktörde, klorat, üç fazlı bir reaksiyonda hidrojen ve bir rodyum katalizörü kullanılarak klorüre indirgenir.	Tek geçişli tuzlu su tesislerinde uygulanamaz.
G	Diğer üretim birimlerinde klorat içeren atık su akışlarının kullanılması	Klor-alkali tesisinden çıkan atık su akışları, diğer üretim birimlerine ve en çok bir sodyum klorat üretim biriminin tuzlu su sistemine geri döndürülür.	Diğer üretim birimlerinde bu kalitedeki atık su akışlarından yararlanabilen sahalarla sınırlıdır.

MET 15: Klor-alkali tesisinden kaynaklanan halojenli bileşiklerin su emisyonlarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerin bir kombinasyonu kullanılır.

	Teknik	Açıklama
a	Tuz ve yardımcı malzemelerin seçimi ve kontrolü	Tuz ve yardımcı malzemeler, tuzlu sudaki organik kontaminantların seviyesini düşürmek üzere seçilir ve kontrol edilir.
B	Su saflaştırma	Membranla filtreleme, iyon değişimi, kızılötesi radyasyon ve aktif karbon üzerinde adsorpsiyon gibi teknikler, tuzlu sudaki organik kontaminantların seviyesini düşürmek üzere proses suyunu saflaştırmak için kullanılabilir.
C	Ekipman seçimi ve	Organik kontaminantların tuzlu suya sızma olasılığını azaltmak

kontrolü	için hücreler, tüpler, valfler ve pompalar gibi ekipmanlar dikkatlice seçilir.
----------	--

8. ATIK OLUŞUMU

MET 16: Bertaraf için gönderilen kullanılmış sülfürik asit miktarını azaltmak için, aşağıda verilen tekniklerden biri veya birkaçı birlikte kullanılır. Kullanılmamış reaktiflerle klor kurutmada kullanılmış sülfürik asidin nötralizasyonu MET değildir.

	Teknik	Açıklama	Uygulanabilirlik
a	Sahada veya saha dışında kullanım	Kullanılmış asit, prosesteki ve atık sudaki pH derecesini kontrol etmek veya fazla hipokloriti yok etmek gibi başka amaçlar için kullanılır.	Bu kalitedeki kullanılmış asit için saha içi veya saha dışı talebi olan sahalarda uygulanabilir.
B	Yeniden deriştirme	Kullanılmış asit, kükürt trioksit kullanımıyla güçlendirilerek veya dolaylı ısıtma yoluyla, vakum altında kapalı devre buharlaştırıcılarda sahada veya saha dışında yeniden deriştirilir.	Saha dışında yeniden deriştirme, yakınlarda bir hizmet sağlayıcının bulunduğu sahalarla sınırlıdır.

MET-İCPS: H_2SO_4 (ağırlıkça %96) olarak ifade edilen, bertaraf için gönderilen kullanılmış sülfürik asit miktarı için **MET ile ilişkili çevresel performans seviyesi**, üretilen her bir ton klor için ≤ 0.1 kg'dır.

9. SAHA İYİLEŞTİRME

MET 17: Toprağın, yer altı sularının ve havanın kontaminasyonunu azaltmak ve ayrıca kirletici dağılımını ve kontamine klor-alkali alanlarından biyotaya aktarımını durdurmak için, aşağıdaki özelliklerin tümünü içeren bir saha iyileştirme planı tasarlanır ve uygulanır:

- maruz kalma yollarını ve kontaminasyonun yayılmasını kesmek için acil durum tekniklerinin uygulanması;
- kontaminasyonun (örneğin cıva, PCDD'ler/PCDF'ler, poliklorlu naftalinler) kaynağını, kapsamını ve bileşimini belirlemek için masa başı çalışması;
- anketler ve bir raporun hazırlanması da dahil olmak üzere kontaminasyonun nitelik değerlendirmesi;
- sahanın mevcut ve gelecekteki onaylanmış kullanımının bir fonksiyonu olarak zaman ve mekan üzerinden risk değerlendirmesi;
- aşağıdakileri içeren bir mühendislik projesinin hazırlanması:
 - kontaminasyon giderme ve/veya kalıcı sınırlama;
 - zaman çizelgeleri;
 - izleme planı;
 - hedefe ulaşmak için finansal planlama ve yatırım;
- mühendislik projesinin uygulanması, böylece sahanın mevcut ve gelecekteki onaylanmış kullanımı dikkate alınarak, insan sağlığı veya çevre için artık önemli bir risk

oluşturmaması. Diğer yükümlölüklerle bağılı olarak, mühendislik projesinin daha sıkı bir şekilde uygulanması gerekebilir;

- g) kalıntı kontaminasyon nedeniyle gerekirse ve sahanın mevcut ve onaylanmış gelecekteki kullanımını dikkate alarak saha kullanım kısıtlamaları;
- h) hedeflere ulaşıldığını ve bu başarının sürdürüldüğünü doğrulamak için sahada ve çevredeki alanlarda ilgili izleme çalışmaları.

Genellikle bir saha iyileştirme planı, tesisi hizmetten çıkarma kararı alındıktan sonra hazırlanır, ancak bazı faktörler tesis aktifken bir saha iyileştirme planının (kısmi olarak) hazırlanmasını gerektirebilir.

Saha iyileştirme planının bazı özellikleri, diğer gereksinimlere bağılı olarak çıkışabilir, atlanabilir veya farklı bir sıralamayla gerçekleştirilebilir.

MET 17C ile 17(h) arasındaki maddelerin uygulanabilirliği, MET 17 (d) kapsamında belirtilen risk değerlendirmesi sonuçlarına tabidir.