



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



T.C. ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ  
BAŞKANLIĞI

# FLORLU SERA GAZLARI İÇEREN SOĞUTUCULARDA RRR (Geri Kazanım, Geri Dönüşüm, Islah) VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

24. OZON PANELİ  
19 Aralık 2024 - İSTANBUL

Şerife Erçel – UNIDO Teknik Uzmanı

## **SUNUM İÇERİĞİ:**

- R (Geri kazanım) R (Geri Dönüşüm) R (İslah) Yatırımlarının Desteklenmesinin Arka Planı**
- Soğutucu akışkanların yaşam döngüsü yönetimi**
- Florlu Sera gazı içeren soğutucu akışkanlarda RRR**
- Florlu Sera gazı içeren soğutucu akışkanlarda bertaraf yöntemleri**

**24. OZON PANELİ**  
**19 Aralık 2024 - İSTANBUL**

# FLORLU SERA GAZLARI (F gazları) İÇEREN SOĞUTUCULAR İÇİN RRR TESİSLERİNİN DESTEKLENMESİNİN ARKA PLANI

Son 35 yıldır, Montreal Protokolü, kloroflorokarbonlar (CFC'ler), hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler) ve halonlar gibi ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) artan üretimini ve tüketimini kısıtlamaya ve sonlandırmaya öncelik vermiştir.

Kigali Değişikliğiyle birlikte ekonomide halihazırda üretilen ve dolaşan florokarbonların atmosferik etkisini azaltmak için harekete geçmiştir.

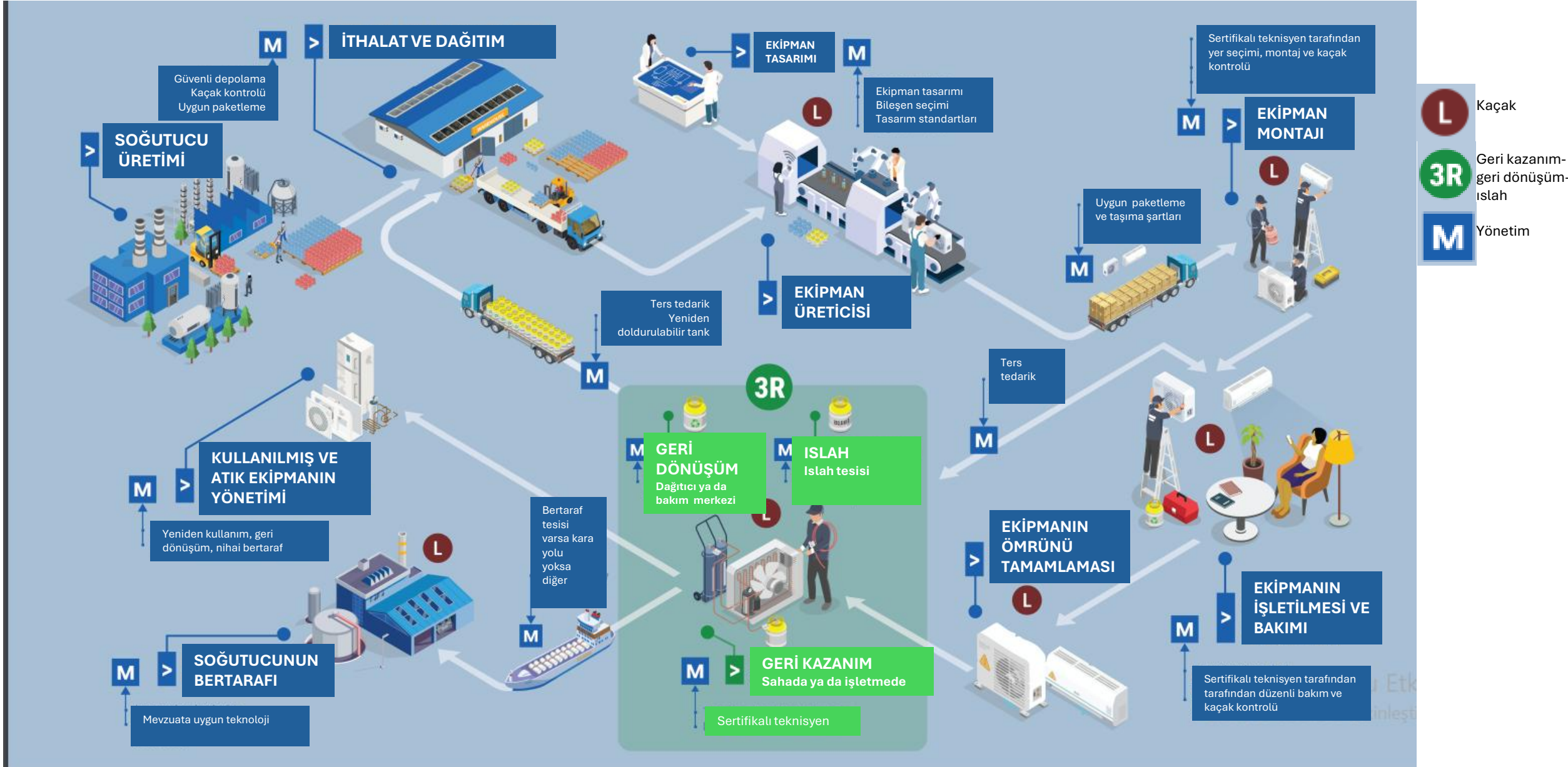
Gelişmekte olan ülkeler için önümüzdeki önemli bir zorluk, aynı anda kalan HCFC tüketimlerini zamanında aşamalı olarak sonlandırırken aynı zamanda HFC'lerin aşamalı olarak azaltılmasına hazırlanmak olacaktır.

HFC lerin aşamalı olarak kaldırılması yerine aşamalı olarak azaltılması yaklaşımı, birçok HFC ikamesinin de aslında hala HFC içerdiği, ancak daha düşük küresel ısınma potansiyeline (GWP) sahip bileşikler üretmek için diğer maddelerle karıştırıldığı veya kendileri saf, daha düşük GWP'li HFC türleri olduğu mevcut teknolojik gerçeği yansıtır. Her iki durumda da, önceki nesil soğutucular bir sonraki nesle geri dönüştürülebilir ve dönüştürülmelidir.

"Montreal Protokolü'nün HFC'lerin kullanımının azaltılmasını öngören **Kigali Değişikliği**, özellikle soğutucuların geri kazanımı, ıslahı ve imhası konusunda oyunu önemli ölçüde değiştirmektedir."

"Türkiye, ODS ve HFC tüketimini azaltmaya yönelik yürüttüğü faaliyetler kapsamında **Çok Taraflı Fonun** desteğiyle yeni ürün ithalatını azaltarak mevcut soğutucuların tekrar kullanımı desteklemek için **ıslah tesisleri kurulmasını** sağlamıştır."

# SOĞUTUCULARIN YAŞAM DÖNGÜSÜ YÖNETİMİ





# SOĞUTUCU AKIŞKANLARDA RRR İŐLEM TANIMLARI

## GERİ KAZANIM

Bakım veya teknik servis sırasında veya ürün veya ekipmanın bertaraf edilmesinden önce ürün, kap veya ekipmandan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin toplanması ve depolanması

## GERİ DÖNÜŞÜM

Geri kazanılan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin filtre etme ya da susuzlaştırma gibi temel temizlik işlemlerini takiben tekrar kullanımı

## ISLAH

Geri kazanılan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin kullanım amacı göz önünde bulundurularak, saf madde performans standardına geri döndürülmesi için işlenmesi ve işlevsellik niteliğinin yükseltilmesi

# F-GAZ İÇEREN SOĞUTUCU AKIŞKANLARDA OPERASYONEL TANIMLARIN MEVZUATLARDAKİ YERİ

## AB ve Türk Mevzuatı Karşılaştırması

### EU F-gas Regulation/F-gaz Yönetmeliği

**AB Tüzüğü - 'recovery'** means the collection and storage of fluorinated greenhouse gases from containers, products and equipment during maintenance or servicing or prior to the disposal of the containers, products or equipment;

**Türk Yönetmeliği - Geri kazanım:** Bakım veya servis sırasında veya ürün ya da ekipmanın bertaraf edilmesinden önce ürün, kap veya ekipmandan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin toplanması ve depolanmasını,

**AB Tüzüğü - 'recycling'** means the reuse of a recovered fluorinated greenhouse gas following a basic cleaning process, including filtering and drying;

**Türk Yönetmeliği - Geri dönüşüm:** Geri kazanılan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin filtre etme ya da susuzlaştırma gibi temel temizlik işlemlerini takiben tekrar kullanımını

**AB Tüzüğü - 'reclamation'** means the reprocessing of a

### Waste Management Directive/Atıkların Yönetimi Yönetmeliği

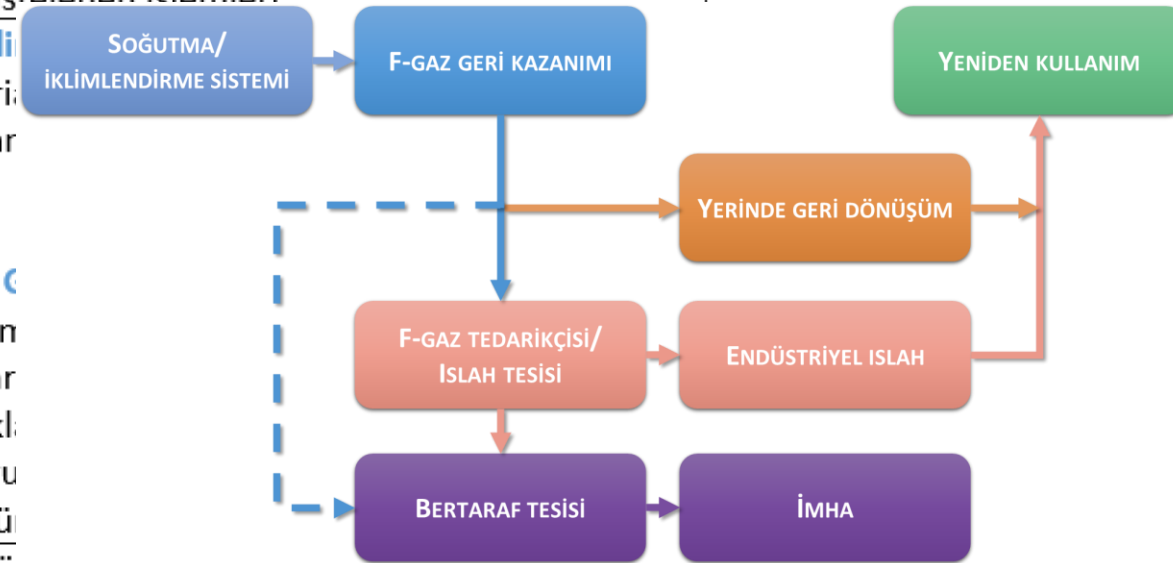
**AB Tüzüğü - 'recovery'** means any operation the principal result of which is waste serving a useful purpose by replacing other materials which would otherwise have been used to fulfil a particular function, or waste being prepared to fulfil that function, in the plant or in the wider economy. Annex II sets out a non-exhaustive list of recovery operations;

**Türk Yönetmeliği - Geri kazanım:** Piyasada ya da bir tesiste kullanılan maddelerin yerine ikame edilmek üzere atıkların faydalı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesinde yer alan ve ek-2/B'de listelenen işlemleri

**AB Tüzüğü - 'recycling'** which waste materials or substar purposes.

**Türk Yönetmeliği - Geri dönüşüm:** Geri kazanılan florlu sera gazlarının veya diğer florlu maddelerin filtre etme ya da susuzlaştırma gibi temel temizlik işlemlerini takiben tekrar kullanımını

AB tüzüğünde ve Türk yönetmeliğinde tanımlanmıştır.



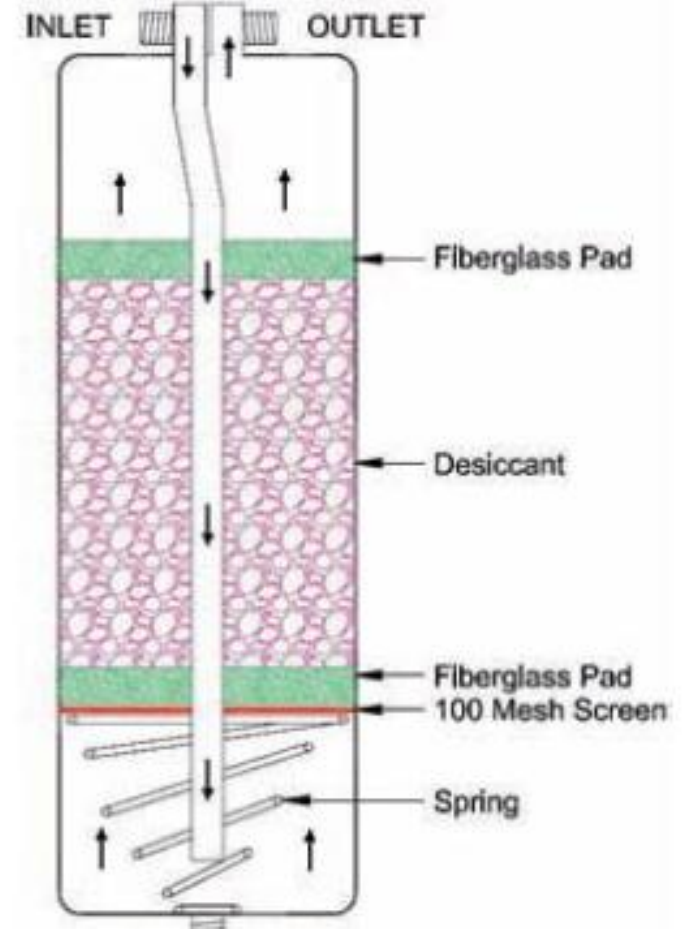




# Geri Dönüşüm Yöntemleri:

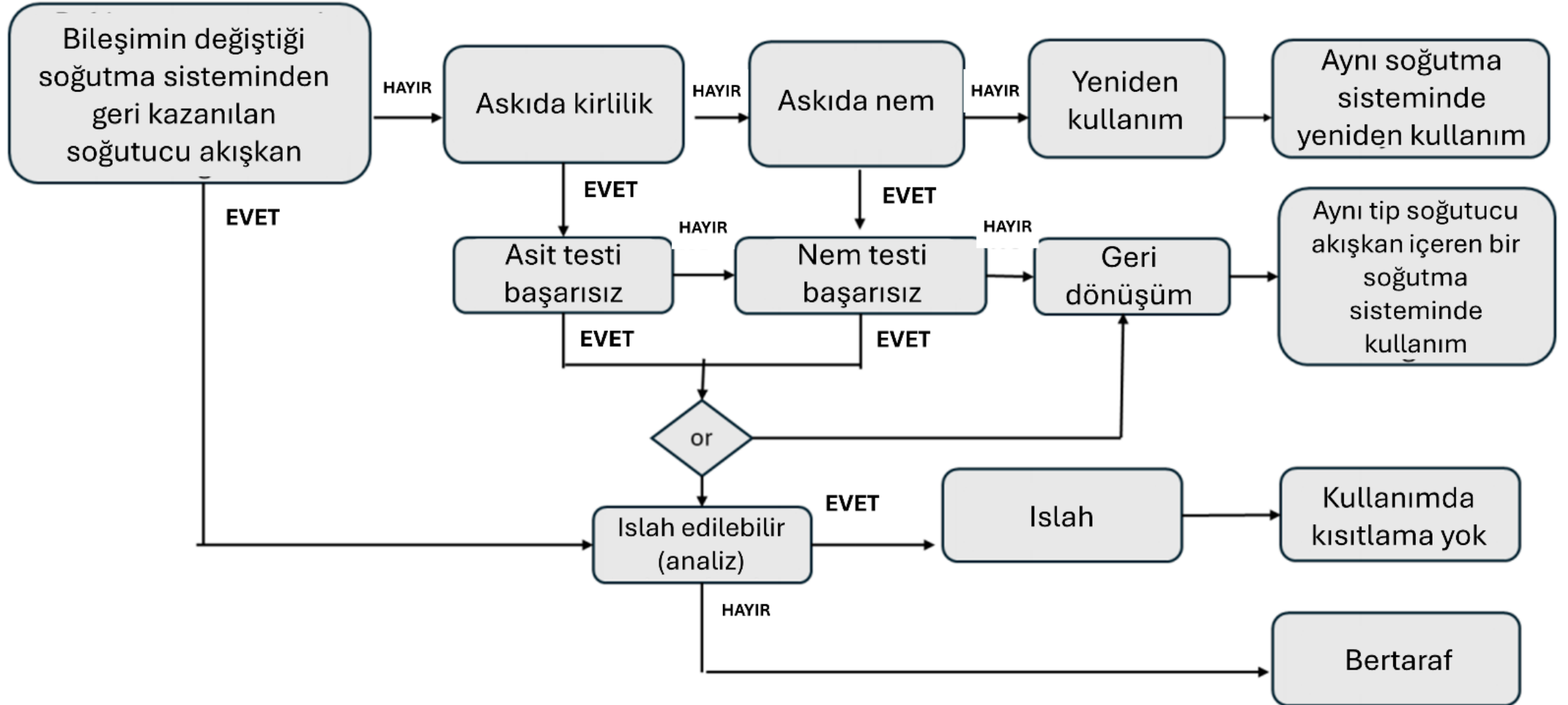
Akışkanın yeniden kullanımı için temizleme:

- Asit
- Nem
- Partikül kirlilikler





# FLORLU SERA GAZLARI İÇEREN SOĞUTUCULARDA OPERASYON AKIŞI



# Islah Teknolojileri

## DİSTİLASYON

Soğutucu akışkan, yağ, nem, yoğuşmayan gazlar, partiküller ve diğer safsızlıklardan ayrılması için **kaynama noktasına kadar ısıtılır**. Soğutucu akışkanın taşınma şekline göre iki ana distilasyon türü vardır. **Birinci yöntem** :Gazı buharlaştırma ve yoğuşma aşamaları arasında taşımak için **bir kompresör kullanılır ve** gazı ortam ısını kullanarak yoğuşturan belirgin bir basınç gradyanı oluşturulur. **İkinci yöntem**: Buharlaşma ve yoğuşma aşaması arasında **kompresörü kullanılmaz**. Genel enerji tüketimi daha düşüktür. Ancak, geri kazanım oranı da daha düşüktür, çünkü soğutucuyu işlemek daha fazla zaman alır.

## ADSORPSİYON

Farklı florlu gazları yakalamak ve bunları nem, yağlar ve parçacıklar gibi safsızlıklardan ayırmak için **membranlar ve aktif karbon gibi farklı malzemeler kullanılır**. Bu yöntemlerde gaz, yalnızca belirli bir soğutucunun, **yalnızca bir tür gazı** yakalamak üzere tasarlanmış emici yataklar/malzemeler tarafından yakalandığı bir bölmeye girer. Daha sonra yağlar ve parçacıklar bölmeden temizlenir ve gaz, ısı uygulaması, uzaklaştırma maddesi olarak azot veya helyum, vakumlama veya uzaklaştırma maddesi olarak azot veya helyum gibi diğer gazlar kullanılarak desorbe edilir.

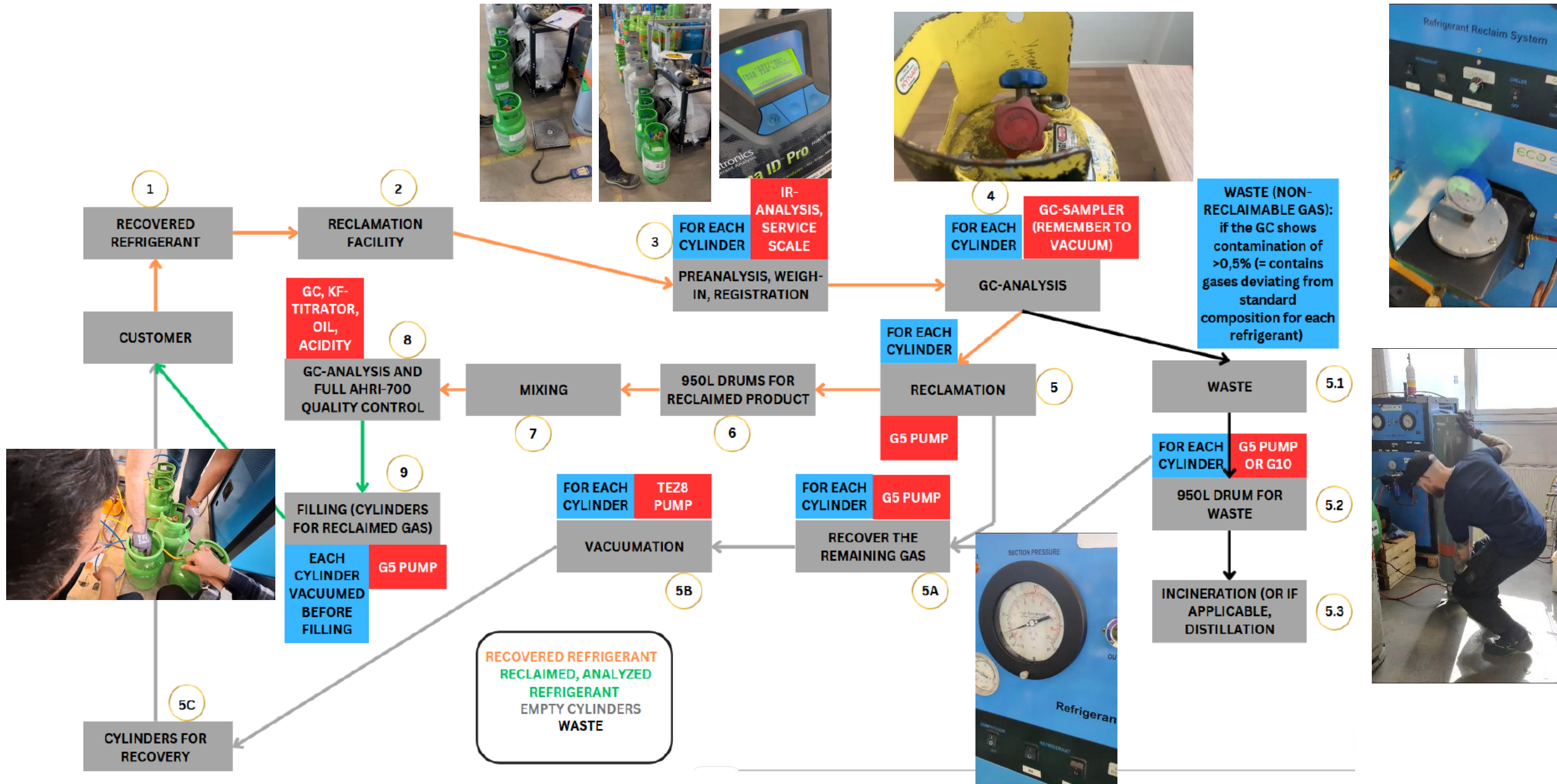
## AŞIRI SOĞUTMA

Soğutucularda aşırı soğutma ve saflaştırma işlemleri üç aşamada gerçekleştirilir: İlk olarak, soğutucu yoğunlaştırılır ve kaynama noktasının altındaki sıcaklıklar korunarak sıvı halde tutulur. İkinci olarak, gaz, kirleticileri ve istenmeyen parçacıkları gidermek için koalesan filtreler ve diğer mikro filtre türleri kullanılarak filtrelenir. Daha sonra, yoğuşmayan kirleticileri yakalamak için bir temizleme ile donatılmış bir mikro kompresör kullanılır.

# Islah Teknolojileri Karşılaştırması

TEKNOLOJİLER	DİSTİLYASYON	ADSORPSİYON	AŞIRI SOĞUTMA
<b>Avantajlar</b>	<p>Gazların hızlı bir şekilde ayrılmasına olanak tanıyan <b>basit ve nispeten ucuz bir işlemdir. Teknoloji erişimi kolaydır.</b> Tek bir gazdan oluşan soğutucular için karışımlara göre daha yüksek verimle çalışır.</p>	<p><b>Islah için en etkili yöntemlerden biridir.</b> Adsorpsiyon basit bir yöntem olmasa da, gazın geri kazanım standartlarını karşılaması için <b>genellikle yalnızca bir adımla (adsorpsiyon süreci) çalışır.</b></p>	<p>Bu yöntemde çalışılması için belirli miktarda soğutucuya ihtiyaç duyulmaz. Ayrıca, <b>ekipmanın kurulumunda ana değişiklikler yapmadan her türlü soğutucu geri kazanılabilir.</b></p>
<b>Dezavantajlar</b>	<p><b>Karışımlarından oluşan soğutucular için distilasyon verimi nispeten düşük olabilir.</b> Kompresör kullanımı gerektirir.</p>	<p>Bu yöntem için membranlar, aktif karbon veya herhangi bir diğer emici malzeme, <b>tek bir soğutucu türü için özel olarak tasarlanmıştır.</b> Bu malzemelerin yeniden etkinleştirilmeleri (karbon), temizlenmeleri veya değiştirilmeleri gerekir.</p>	<p>Bu yöntemin en büyük dezavantajı <b>yüksek yatırım maliyetidir.</b> Genel <b>enerji tüketimi distilasyondan üç kata kadar daha yüksektir.</b></p>

# TÜRKİYE'DEKİ SOĞUTUCU AKIŞKAN ISLAH YATIRIMLARINDA KULLANILAN PROSES AKIŞI





# FLORLU SERA GAZI İÇEREN SOĞUTUCULARIN BERTARAFI

Her ülkede OTİM/HFC'ler de dahil olmak üzere tehlikeli maddelerin imhası için farklı yasal düzenlemeler vardır ve farklı teknolojiler kullanılır. **Florlu sera gazlarına ilişkin yönetmelik EK-6:Hidroflorokarbonların imhası için Kabul Edilmiş Teknolojiler Listesi** bu teknolojileri içermektedir.

TEAP ODS/HFC imha teknolojileriyle ilgili önerilerde bulunmaktan sorumlu Montreal Protokolü organıdır ve 1990 yılında Montreal Protokolü'nün üç Bilimsel Değerlendirme Kurulu'ndan biri olarak kurulmuştur. TEAP raporlamaları her ne kadar bağlayıcı olmasa da ülkelere bir öneri olarak hizmet eder.

Teknoloji	Konsantre Kaynaklar		Seyreltik Kaynaklar
	Triflorometan haric Hidroflorokarbonlar	Triflorometan	Hidroflorokarbonlar
DRE*	99.99%	99.99%	95%
Çimento Fırını	Kabul edilmiş	Belirsiz	Kabul edilmiş
Gaz/Duman Oksidasyonu	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
Sıvı Enjeksiyonlu Püskürtmeli Yakma	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
Kentsel Katı Atık Yakma			Kabul edilmiş
Gözenekli Termal Reaktör	Kabul edilmiş	Belirsiz	
Kraking Reaktörü	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
Döner Fırında Yakma	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş
Argon Plazma Arkı	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
İndüktif Bağlımlı Radyo Frekanslı Plazma	Belirsiz	Belirsiz	
Mikrodalga Plazma	Belirsiz	Belirsiz	
Nitrojen Plazma Arkı	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
H <sub>2</sub> ve CO <sub>2</sub> ile kimyasal reaksiyon	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
Gaz fazlı katalitik dehalojenasyon	Kabul edilmiş	Belirsiz	
Kızgın buhar reaktörü	Kabul edilmiş	Kabul edilmiş	
Isıl metan reaksiyonu	Belirsiz	Belirsiz	

# FLORLU SERA GAZI İÇEREN SOĞUTUCULARIN BERTARAFI

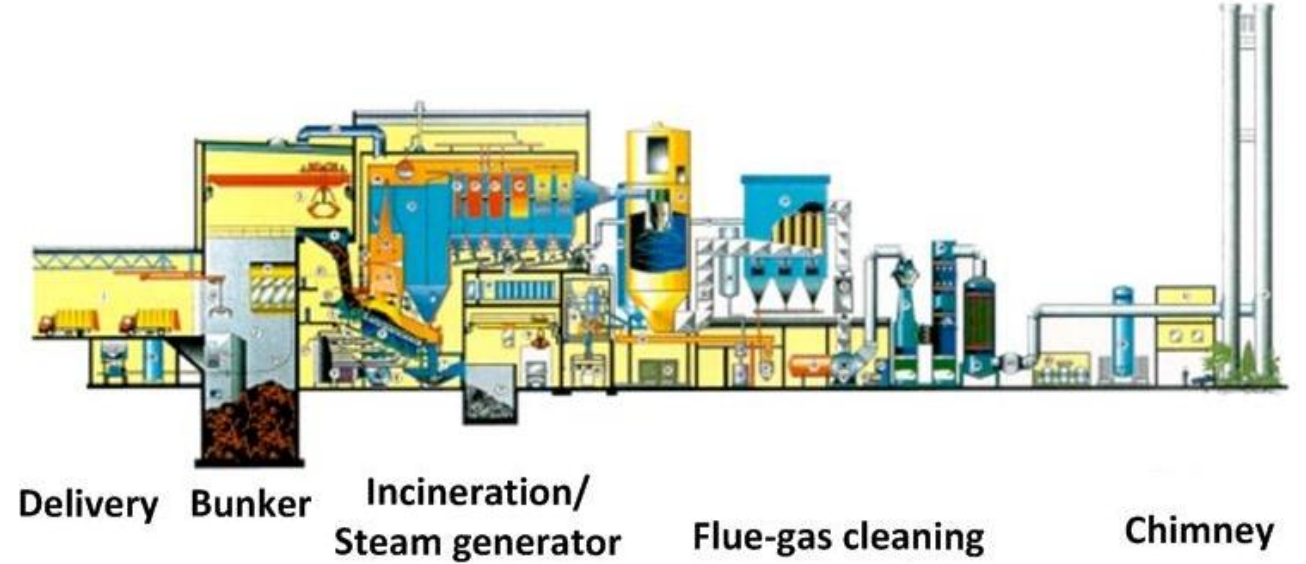
TEAP, OTİM ve F-Gas içeren soğutucular için bir imha teknolojisini onaylarken dört parametreyi dikkate alır. Bunlar şunlardır:

1. İmha ve Arındırma Verimliliği (DRE)  
(bir yakma fırınında bir bileşiğin imha edilen ya da arındırılan molekül sayısının sisteme giren molekül sayısına göre yüzde olarak oranıdır.)
2. Halojenli dioksinlerin ve furanların emisyonları
3. Karbon monoksit, asit gazları (HCl, HF, HBr/HBr<sub>2</sub>) ve Partikül madde (PM) emisyonları
4. Teknik kabiliyet  
(Bir imha teknolojisi, saatte en az 1 kg gazı imha edebiliyorsa teknik kabiliyete sahiptir.)

# Termal Oksidasyon – Yüksek Sıcaklık İnsineratörleri

## Izgaralı Fırın Yakma Sistemleri :

- Pek çok ülkede yaygın olarak uygulanmakta olan bu teknolojiyle belediye atıkları bertaraf edilmektedir.
- Bu teknolojinin OTİM/HFC imhasında kullanılması için yüksek sıcaklık ve yüksek teknoloji egzoz gazları arıtımı olması şarttır.
- Bu teknolojide özellikle OTİM/HFC içeren yalıtım köpükleri imha edilebilir. Bu konuda yapılmış bazı pilot çalışmalar mevcuttur.



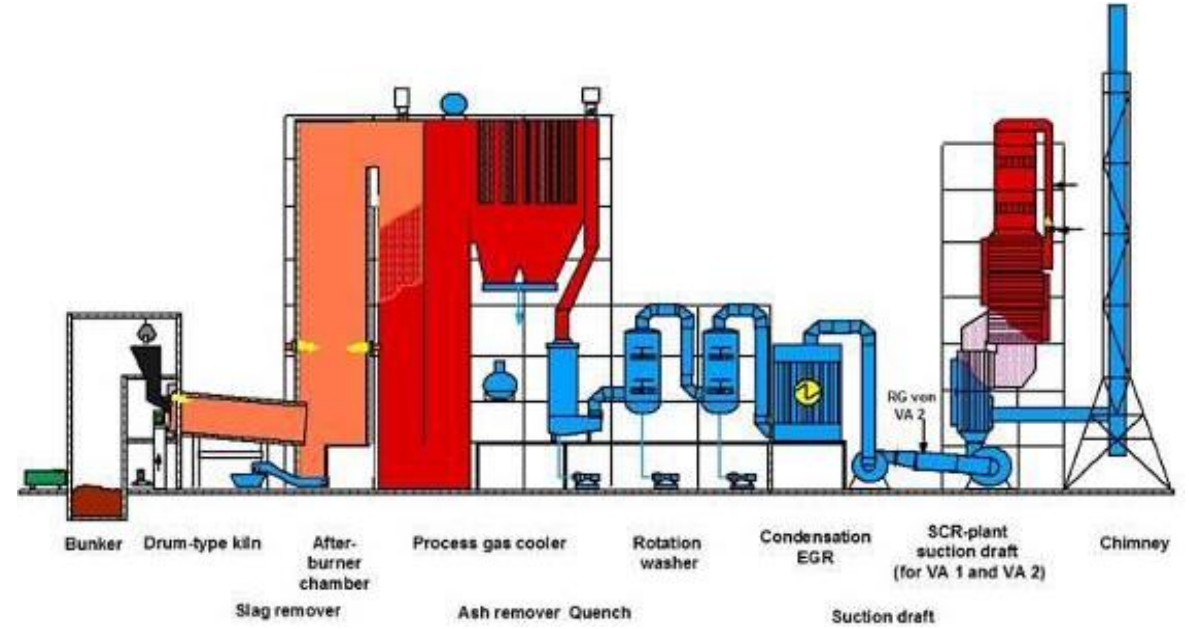
İBB Belediye atıkları yakma ve enerji üretim tesisi-İstanbul



# Termal Oksidasyon – Yüksek Sıcaklık İnsineratörleri

## Döner Fırın Yakma Sistemleri:

- Pek çok ülkede özellikle tehlikeli atıkların bertarafı kullanılan teknolojiye fırın sıcaklıkları 1100-1200 °C derecedir ve baca gazları için bu sıcaklıkta min. bekleme süresi 2 sn olmak zorundadır.
- Yalnızca OTİM/HFC'leri değil, aynı zamanda çok çeşitli tehlikeli maddeleri yok etmek için kullanılır ve katı, sıvı, gaz gibi farklı formlardaki atıklara hizmet edebilmektedir.
- Bu yöntemde DRE verimliliği %99,9999'a ulaşabilmektedir.

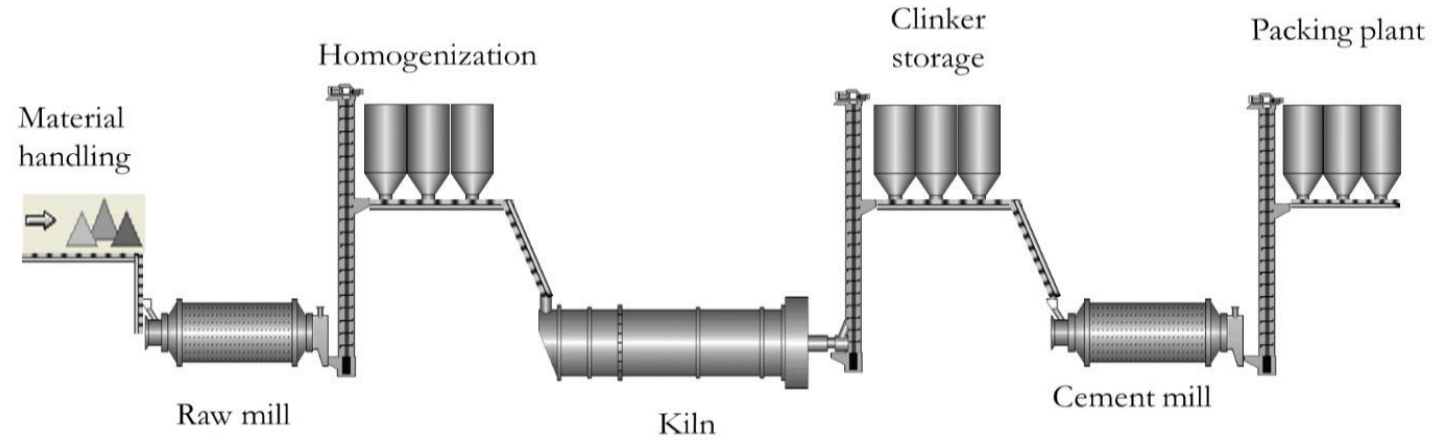


KBB Tehlikeli atık yakma ve enerji üretim tesisi-Kocaeli



# Çimento fırınları:

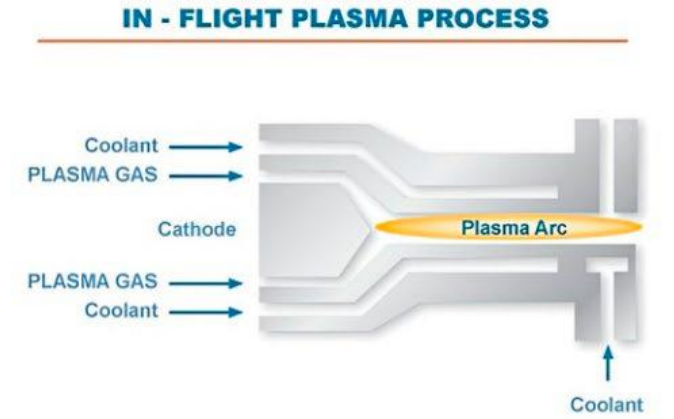
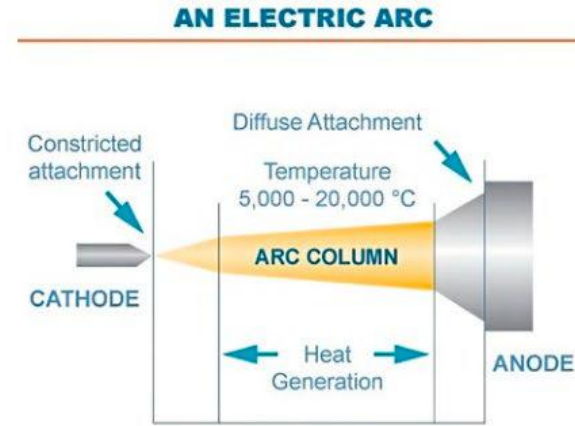
- Çimento üretimi için kullanılan fırınlarda ilk kez 1979 da İsviçre’de ek yakıt olarak atık yakılmaya başlanmıştır.
- Günümüzde son derece yaygın olarak atık bertaraf edilen çimento fırınlarında OTİM/HFC’lerin sürekli bertarafı uygulamaları sınırlıdır.
- Teknolojinin adaptasyonuna bağlı olarak değişken emisyonlar ve DRE hesaplamaları için emisyonların ölçülmesi zor olabilir.



- ★ TÜRKCİMENTO Üyesi Öğütme Tesisleri/ TÜRKCİMENTO Member Grinding Units (16)
- ▲ TÜRKCİMENTO Üyesi Olmayan Öğütme Tesisleri/ TÜRKCİMENTO Non-Member Grinding Units (5)
- TÜRKCİMENTO Üyesi Entegre Fabrikalar/ TÜRKCİMENTO Member Integrated Plants (52)
- TÜRKCİMENTO Üyesi Olmayan Entegre Fabrikalar/ TÜRKCİMENTO Non-Member Integrated Plants (4)

# Argon Plazma Arc teknolojisi:

- Plazma yöntemlerinin halonlar, POP'lar, HFC, poliklorlu bifeniller (PCB'ler) ve ODS dahil olmak üzere tehlikeli maddelerin imhasında kullanıma yönelik çalışmalar bulunmaktadır.
- ODS bertarafı için uygulamaları olsa da çok yüksek yatırım ve işletme maliyetleri ve patentin sadece bir şirkette olması uygulanmasını zorlaştırmaktadır.



**TEŐEKKÜRLER!!**

**Şerife Erçel**