

Kigali Değişikliğine Giriş

Arka plan:

Ekim 2016'da Kigali Değişikliği, Montreal Protokolü tüm taraflarınca benimsenmiştir. Kigali Değişikliği, hidroflorokarbonların (HFC'ler,¹) gelecekteki üretimini ve tüketimini Protokol'ün kontrol altına alarak iklim değişikliğine karşı mücadeleye büyük katkıları olacaktır. HFC üretiminin ve tüketiminin kontrolü, CFC'ler ve HCFC'ler de dahil ozon tabakasını incelten maddelerin (ODS) giderek azaltılması yoluyla hali hazırda Montreal Protokolü ile elde edilen iklim avantajlarına katkıda bulunacaktır.

HFC'ler gibi florokarbon kimyasalları en güçlü sera gazlarının bir çoğunu içermektedir. Belirli florokarbonların 1 kg salımı, küresel ısınma üzerindeki etkisi açısından bakıldığında tipik olarak 1 kg CO₂ salımının etkisinden 1.000 ila 10.000 kat daha kötüdür. Soğutma ve klima gibi önemli son kullanıcı pazarlarında HFC alternatiflerinin kullanımının, sera gazı emisyonlarının azaltılmasının en düşük maliyetli yollarından biri olduğu gösterilmiştir. Kigali Değişikliği kapsamında, küresel HFC kullanımı 2050'ye kadar %85 oranında azaltılacaktır. Küresel HFC tüketimindeki bu azaltma ısınmada 0,5 dereceye varan seviyelerde düzelme sağlayabilir.

Bazı genel soğutuculardaki GWP'ler ve ODP'ler			
Yaygın olarak kullanılan florokarbonların çoğu çok güçlü sera gazlarıdır.			
Tip	Gaz	GWP ²	ODP ³
ODS	CFC-12	10 900	1.0
	HCFC-22	1.810	0,055
HFC	HFC-404A	3.922	0
	HFC-410A	2.088	0
	HFC-134a	1.430	0
	HFC-32	675	0
HFO	HFO-1234yf	4	0
Doğal	Propan	3	0
	CO ₂	1	0

HFC'ler, CFC'ler ve HCFC'lere alternatif olarak ilk kez 1990'larda kullanılmaya başlayan ozon tabakasını inceltmeyen kimyasallardır. HFC'lerin artan kullanımı, düşük maliyetli ODS alternatiflerine olan acil ihtiyaç dolayısıyla artmıştır. HFC'lerin kullanımı ODS'lerin hızla azaltılmasını kolaylaştırmış ve Dünya'nın hassas ozon tabakasının korunmasına yardımcı olmuştur. Ancak, HFC'lerin yüksek küresel ısınma potansiyeli (GWP) büyük bir dezavantaj olup, düşük iklim etkisi olan ozon tabakasını inceltmeyen alternatiflerin kullanılmasını sağlamak için her türlü çabanın gösterilmesi gerekmektedir.

CFC'lerin HFC'lerden daha yüksek GWP'lere sahip olduğuna dikkat edilmelidir. CFC'lerin azaltılma süreci ozon tabakasını korumak için gerçekleştirilmiştir. Ama, iklim değişikliği üzerindeki etkisinin azaltılması açısından çok olumlu ikinci bir avantajı olmuştur. Bu iyi ilerlemeyi daha da geliştirmek için, Montreal Protokolü tarafları HFC'lerin tüketimini azaltmanın önemli bir sonraki adım olduğu konusunda fikir birliğine varmışlardır.

Hangi pazarlar etkileniyor?

HFC'lerin en büyük pazarı soğutma, klima ve ısı pompalarıdır (RACHP). Çoğu RACHP uygulaması Kigali Değişikliği'nden etkilenebilir. Örneğin; süpermarket soğutması, bina kliması ve araç kliması vb. Etkilenecek diğer pazarlar arasında yalıtım köpüğü, aerosoller ve yangın koruma ekipmanı imalatları da vardır. Geçerli HFC uygulamaları hakkındaki diğer ayrıntılar için bkz. [Kigali Bilgi Notu 2](#).

HFC azaltma süreci nasıl yapılandırılıyor?

Azaltmanın amacı düşük GWP'li alternatiflerin kullanımını teşvik etmek ve yüksek GWP'li HFC'lerin tüketimini ve emisyonlarını azaltmaktır. Aynı taraflardan esnek ve özelleştirilmiş bir yanıt sağlamak için, azaltma süreci bir "sepet yaklaşımı" ile yapılandırılmıştır. İlerleme, tüketilen tüm farklı HFC'lerin toplam "ton CO₂ eşdeğeri" cinsinden ölçülür. Bu, düşük GWP'li gazların ve düşük kaçaklı teknolojilerin kullanımına yaramaktadır. Bununla birlikte,

¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. [Kigali Bilgi Notu 14](#)

² GWP=küresel ısınma potansiyeli. Kigali Bilgi Notlarında kullanılan GWP'ler değiştirilen Montreal Protokolü metni, Ek A, C ve F'den alınmıştır, bunlar 2007 UNFCCC 4. Değerlendirme Raporunu temel alır ve 100 yıllık değerlerdir. ³ ODP= ozon tabakasını inceltme potansiyeli

herhangi bir spesifik teknik çözüm gerektirmez ve düşük maliyetli bir alternatifin olmadığı yerlerde bazı daha yüksek GWP'li gazların kullanımını önlemez.

GWP, ton CO₂ eşdeğeri ve sepet yaklaşımı hakkındaki diğer ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 3**

Düşük GWP'li alternatifler ticari olarak satın alınabilir mi?

Bazı pazar sektörlerinde düşük GWP'li alternatifler halihazırda yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, bir hidrokarbon soğutucu kullanan yüzlerce milyon ev tipi buzdolabı vardır. Araç klima pazarı yakın zamanda HFC'lerin kullanımının bırakılmasına yönelik büyük bir geçiş yaşamaya başlamış ve 2017 sonu itibarıyla 10 milyondan fazla araç düşük GWP'li bir alternatif kullanıyor olacaktır. Birçok pazarda durum daha zor ve bazı hallerde yüksek GWP'li HFC'ler gerekebilir. Bunun nedeni, Kigali Değişikliği'nin bir kullanımı kaldırma sürecinde değil bir azaltma sürecine yönelik olması ve farklı ülke grupları tarafından esnek bir yaklaşım benimsenmesine olanak tanınmasıdır.

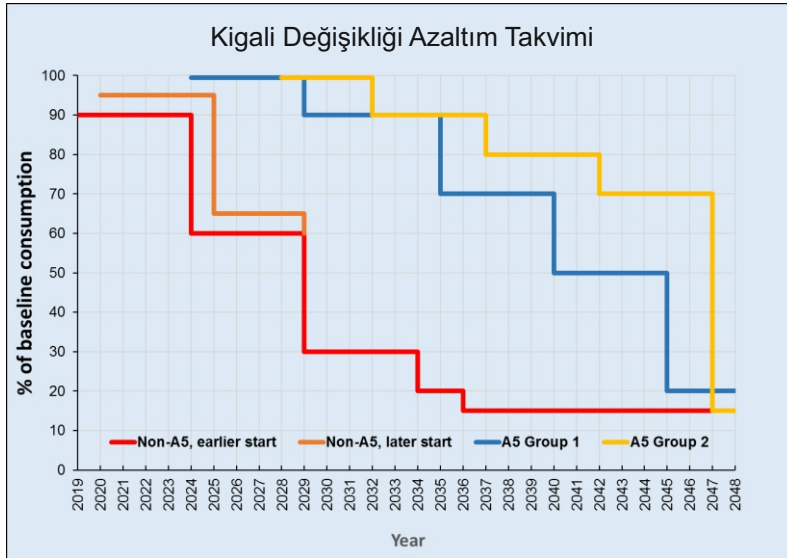
Düşük GWP'li alternatifler hakkındaki diğer ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 4**



© Shutterstock

HFC azaltma sürecinin zaman çizelgesi nedir?

Kigali Değişikliği kapsamında azaltma süreci zaman çizelgesi 4 farklı ülke grubuna göre değişmektedir. Madde 5 kapsamında olmayan çoğu (gelişmiş) ülke kendi azaltma sürecini 2019'da başlatacak olup, bu ülkelerin 2036'ya kadar kendi taban çizgilerinde %85'lik bir azaltma elde etmesi gerekmektedir. Madde 5 kapsamındaki ülkeler 2 gruba ayrılmakta olup 2024 ya da 2028'de bir duraklama sürecini de içeren daha yavaş bir zaman çizelgesini izleyeceklerdir. Son azaltma süreci adımları M5 kapsamındaki ülkelerde 2045 ya da 2047'de gerçekleşecektir. Azaltma süreci, zaman çizelgesi ve taban tüketim değerleri hakkındaki ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 5**



Tarafların sonrasında ne yapması gerekiyor?

Tüm tarafların Kigali Değişikliği'ni uygulamak için aktif adımlar atması ve kendi HFC tüketimlerini azaltmayı planlamaya başlaması gerekmektedir. Ayrı ülkeler tarafından atılması gereken adımlar bir dizi farklı alanın kapsamına girmektedir. Bunlar:

- Azaltma süreci hedeflerini en pratik ve düşük maliyetli şekilde elde etmeye yönelik ulusal bir strateji geliştirmek (ör. hangi pazar sektörleri erken harekete geçmeli ve hangilerinin daha fazla teknolojik gelişim gerçekleşmesini beklemesi gerekebilir). Bkz. **Kigali Bilgi Notu 6**.
- İlgili yasaların hazırlığı ve uygulanması (ör. Kigali Değişikliği'ni onaylamak ve HFC kullanımını kontrol edecek yasaı başlatmak). Bkz. **Kigali Bilgi Notu 7**.
- Ulusal düzeyde uygun idari sistemlerin başlatılması (ör. HFC tüketimini izlemek ve rapor etmek ve HFC'lerin üretimini ve ithalini lisanslamak için). Bkz. **Kigali Bilgi Notu 7**.
- Ulusal HFC azaltma stratejisinin geliştirilmesinde ve uygulanmasına yardım etmek için ilgili paydaşlarla bağlantı kurmak. Bkz. **Kigali Bilgi Notu 8**.

Bazı teknik sorunlar:

Düşük GWP'li alternatiflere geçiş bazı HFC uygulamalarında teknik zorluklar barındırmaktadır. Bunların üstesinde gelmek için bu zorlukların ve gerçekleşmekte olan çalışmanın ulusal düzeyde farkında olmak önemlidir. İki kritik sorun şunlardır:

- **Yüksek ortam sıcaklığında (HAT) RACHP ekipmanının işletimi.** Bazı ülkeler, RACHP sistemlerinin tasarımı ve işletimi ile ilgili teknik zorluklar yaratan yüksek ortam sıcaklıklarına sahiptir. Bu konular **Kigali Bilgi Notu 9**'da tartışılmıştır.
- **Yanıcı alternatiflerin kullanımı.** Düşük GWP'li alternatiflerin bazıları yanıcıdır (ve yanıcı olmayan yüksek GWP'li HFC'lerin yerini almaktadır). Bu durum, **Kigali Bilgi Notu 10** 'da açıklanan çeşitli teknik ve düzenleyici sorunlara yol açmaktadır.



HFC azaltma sürecinin önündeki engeller:

HFC'lerin azaltmasını daha da zorlaştıran çeşitli engeller vardır. Kigali Değişikliği uygulama planının geliştirilmesi sırasında bu önemli bariyerlerin bilincinde olmak önemlidir. Bu engeller **Kigali Bilgi Notu 11**'de tartışılmıştır. Bunlar:

- Düşük GWP'li akışkanların ve teknolojilerin mevcudiyetindeki eksiklik
- Teknik beceri / eğitim eksikliği
- Yetersiz güvenlik kodları ve standartları

Diğer politik önlemlerle etkileşim:

Kigali Değişikliği tek başına bir uygulama olarak düşünülmemelidir. Diğer politik önlemlerle önemli etkileşimler yaratır. Bu etkileşimler **Kigali Bilgi Notu 12**'de açıklanmıştır, bunlar:

- **HCFC kullanımını kaldırmaya yönelik mevcut planlar ile yüksek GWP'li HFC'lerin kullanımını önlemeye yönelik planlar arasındaki bağlantılar.** Bu amaçlar birbiri ile çatışabilir ve bir dizi önlem paketi olarak ele alınmalıdır. Yüksek GWP'li akışkanların toptan kullanımını önleyerek HCFC'lerden düşük GWP'li alternatiflere doğrudan geçişin önemli mali ve çevresel avantajları olabilir.
- **HFC azaltma planı ile daha geniş kapsamlı ulusal iklim değişikliği politikası arasındaki bağlantılar.** Diğer iklim değişikliğine yönelik politika belirleyiciler ile ağ oluşturmak ve Amaçlanan Ulusal Düzeyde Belirlenmiş Katkı kapsamındaki HFC emisyon azaltımlarını en üst düzeye çıkarmak için iyi fırsatlar vardır.
- **Kigali Değişikliği'nden etkilenen ve enerji ile ilgili ekipman kaynaklı emisyonların farkında olma.** Özellikle, düşük GWP'li bir alternatif soğutucuya geçiş yapmanın soğutma ve klima ekipmanının enerji verimliliğini geliştirmeye yönelik çabalara zarar vermediği gerçeği önemlidir.

Hızlı Eylemin Yararları:

HFC'lerin azaltılması önemli çevresel yararlar sağlayacak ve bir çok yenilikle tasarım iyileştirmesini tetikleyecektir. **Kigali Bilgi Notu 13**, Kigali Değişikliği'nin önemli yararlarını özetlemekte ve M5 kapsamında olmayan ülkelerde halihazırda kullanılan yüksek GWP'li HFC'leri, erken aşamada azaltmaya başlayarak önlemenin neden avantajlı olduğunu göstermektedir.



Fotoğraf: ISD/ENB | Kiara Worth

OzonAction Kigali Bilgi Notlarının İndeksi

OzonAction, Montreal Protokolüne Kigali Değişikliği hakkında bir dizi bilgi notu hazırlamıştır. Bunlar politika yapıcılara ve endüstri paydaşlarına yöneliktir ve HFC üretimini ve tüketiminin küresel ölçekte azaltılmasına yönelik uygulamaların başarısını desteklemeye yardım etmeyi amaçlamaktadır.

Bilgi notları düzenli olarak güncellenecektir ve OzonAction web sitesinden incelenip indirilebilir:

www.unep.org/ozonaction

Aşağıda listelenen bilgi notlarına ek olarak, bu web sitesi ayrıca Kigali Değişikliği'nin uygulanmasına yönelik diğer yararlı kaynak materyallere de bağlantılar sunmaktadır.

Kigali Bilgi Notu	Başlık
1	Kigali Değişikliğine Giriş
2	HCFC'lerin ve HFC'lerin Mevcut Kullanımı
3	GWP, CO ₂ (e) ve HFC Sepeti
4	Düşük GWP'li Akışkanlar ve Teknolojiler
5	HFC Taban Değerleri ve Azaltma Süreci Zaman Çizelgesi
6	Sonraki Adımlar: HFC Azaltma Stratejisi
7	Sonraki Adımlar: Yasalar ve İdari Sistemler
8	Sonraki Adımlar: Paydaş Katılımı
9	Teknik Sorunlar: Yüksek Ortam Sıcaklığı
10	Teknik Sorunlar: Yanıcılık
11	Başarılı Uygulamanın Önündeki Engeller
12	Diğer Politik Önlemlerle Etkileşim
13	Hızlı Eylemin Yararları
14	Terimler sözlüğü ve diğer kaynaklar / referanslar

HCFC'lerin ve HFC'lerin Mevcut Kullanımı

Arka plan:

Florokarbon kimyasalları, bir dizi uygulama için uygun olmalarını sağlayan özelliklere sahiptir. Ne yazık ki bunlar ayrıca çevre için olumsuz, özellikle de ozon tabakasının incelmeleri ve iklim değişikliği ile ilgili bazı özelliklere de sahiptir. Bu durum ozon tabakasını incelten maddelerin (ODS₁) kullanımdan kaldırılmasına ve yakın zamanda yüksek GWP'li hidroflorokarbonların (HFC'ler) azaltma sürecinin başlatılmasına yol açmıştır. Çeşitli florokarbon molekülleri ve karışımları için beş ana pazar vardır:

1. RACHP (soğutma, klima ve ısı pompaları) pazarındaki soğutucular
2. Aerosollerdeki iticiler
3. Yalıtkan köpük imalatı için şişirme ajanı
4. Yangından koruma akışkanları
5. Çözücüler

Bu ana pazarların görece ölçeği son 25 yılda önemli düzeyde değişmiştir. Ozon sorunu ortaya çıkmadan önce CFC'lerin en büyük kullanım alanı aerosoller olmuştur. Ayrıca çözücü pazarı da o zamanlar önemli bir kullanım payına sahip olduğundan CFC'lerin kullanımdan kaldırılması sürecinde, pazar yapısı değişmiş ve aerosol ve çözücü pazarlarının büyük kısımları başka (NIK) alternatiflere geçiş yapmıştır. RACHP pazarı, çoğu CFC ve HCFC uygulamalarının HFC alternatiflerine geçmesi ile görece önemini artırmıştır. HFC kullanımının azaltılmasına yönelik bir strateji geliştirmeden önce, hem HCFC'leri hem de HFC'leri kullanan önemli pazar sektörlerini ve alt sektörleri anlamak önemlidir.

Sıfır ODP ve Düşük GWP'li Akışkanlara Giden Yol:

Küresel toplum ozon ve iklim sorunlarını anladıkça ve bunlara tepki vermeye başladıkça, florokarbon kullanıcıları dört farklı ürün nesli boyunca ilerleme kaydetmiştir.

- **1. Nesil: 1940 - 1990; CFC'lerin baskın olduğu dönem.**

CFC'ler 1930'larda kimyacılar tarafından geliştirilmiş ve başta soğutma ve klima olmak üzere çeşitli uygulamalara çok uygun olduğu için hızla kabul görmüştür. Toksik ve yanıcı olmamaları nedeniyle çok popüler bir seçim haline gelmiş ve 1960'larda bir çok uygulamada baskın olarak kullanılan soğutucu maddeler haline gelmiştir. Kullanım aerosoller, çözücüler ve köpük şişirme gibi diğer pazarlara da hızla yayılmıştır.

	ODP	GWP
1. nesil	Çok yüksek	Çok yüksek
2. nesil	Yüksek	Yüksek
3. nesil	Sıfır	Yüksek
4. nesil	Sıfır	Düşük /

- **2. Nesil: 1990 - 2010; HCFC kullanımı artmıştır.**

Bazı uygulamalarda ozon sorunu için bir çözüm olarak

CFC'lerden belirli HCFC'lere geçiş benimsenmiştir. HCFC'ler de ozon tabakasına zarar vermektedir ama bunların etkisi CFC'lere nazaran çok daha zayıftır. HCFC'ler yalnızca bir "ara geçiş" çözümü olarak kullanılmaktadır ve Madde 5 kapsamındaki ülkelerde 2030 itibarıyla kullanımları tamamen kaldırılacaktır.

- **3. Nesil: 1995-2020; HFC'ler baskın hale gelmeye başlamıştır.** HFC'ler CFC'lere göre üretimleri daha pahalı olduğundan 1990 öncesinde kullanılmıyordu ve Montreal Protokolü kapsamında ODS kontrolünden önce algılanan bir avantajları yoktu. Bir çok CFC uygulamasında, HFC'lere geçiş en düşük maliyetli çözümdü, bu yüzden çeşitli HFC'ler Madde 5 kapsamında olmayan ülkelerde çok popüler hale geldi.
- **4. Nesil: 2010 sonrası; Daha düşük GWP'li akışkanlar** HFC kullanıcıları daha düşük GWP'li alternatifler aramaya başlamıştır. Çeşitli NIK soğutucuları, örneğin bazı pazarlarda hidrokarbonlar, CO₂ ve amonyak benimsenmiş, ancak yine de bunların bazı özellikleri tüm uygulamalar (ör. hidrokarbonların yüksek yanıcı özellikleri) için ideal değildir. Florokarbon üreticileri yeni hidro-floro-olefin (HFO) molekülleri de dahil çeşitli alternatifler sunmaktadır.

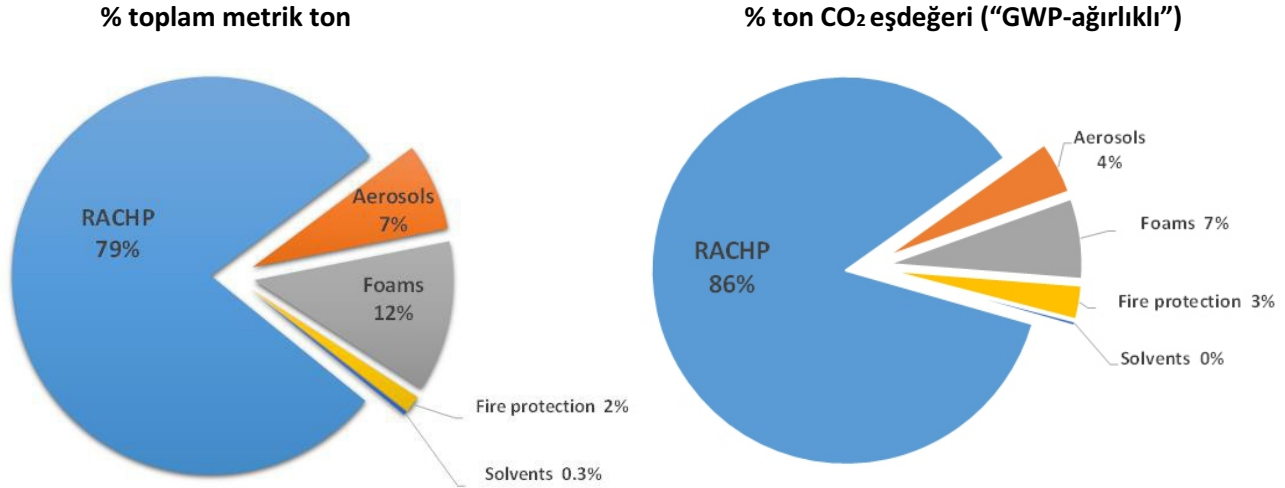
¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. Kigali

Ana Pazarlardaki Kullanım Dağılımı:

Şekil 1'de 2012'de satılan küresel HCFC'lerin ve HFC'lerin, ana pazara göre yaklaşık dağılımı sunulmaktadır. 4. Nesil akışkanların kullanımından çok az etkilenen bir yılı temsil ettiğinden 2012 verileri kullanılmıştır.

RACHP pazarının baskınlığı açık şekilde görülmektedir. Soldaki grafik HCFC'lere ek olarak HFC'lerin metrik ton cinsinden ifade edilen tüketiminin dağılımıdır. Sağdaki grafik, "GWP-ağırlıklı"dır ve CO₂ eşdeğerinin ton cinsinden ifade edilen tüketim değerlerini içermektedir. RACHP pazarı sağdaki grafikte çok daha baskındır çünkü özellikle R-404A ve R-410A gibi yüksek GWP'li HFC'leri kullanır, öte yandan aerosol ve köpük pazarları daha düşük GWP'li HFC'ler kullanmaktadır.

Şekil 1: HCFC ve HFC kullanan pazarlar, 2012



Pazar Alt Sektörlerinin Önemi:

Belirli florokarbon moleküllerinin ya da karışımlarının belirli uygulamalar için nasıl seçildiğini anlamak için Şekil 1'de gösterilen ana pazarların, kullanılacak akışkanların seçimini etkileyen çok çeşitli farklı pazar alt sektörleri içerdiğini anlamak önemlidir. Örneğin, RACHP pazarında, kullanılan ekipmanın türü genel olarak çok benzer teknik bir sürece dayanır; buhar kompresyon döngüsü. Ancak, işlem sıcaklığı bu pazarın farklı alt sektörlerinde önemli ölçüde değişiklik gösterebilir. Soğutucu buharlaşma sıcaklığı aşağıdaki gibi değişebilir:

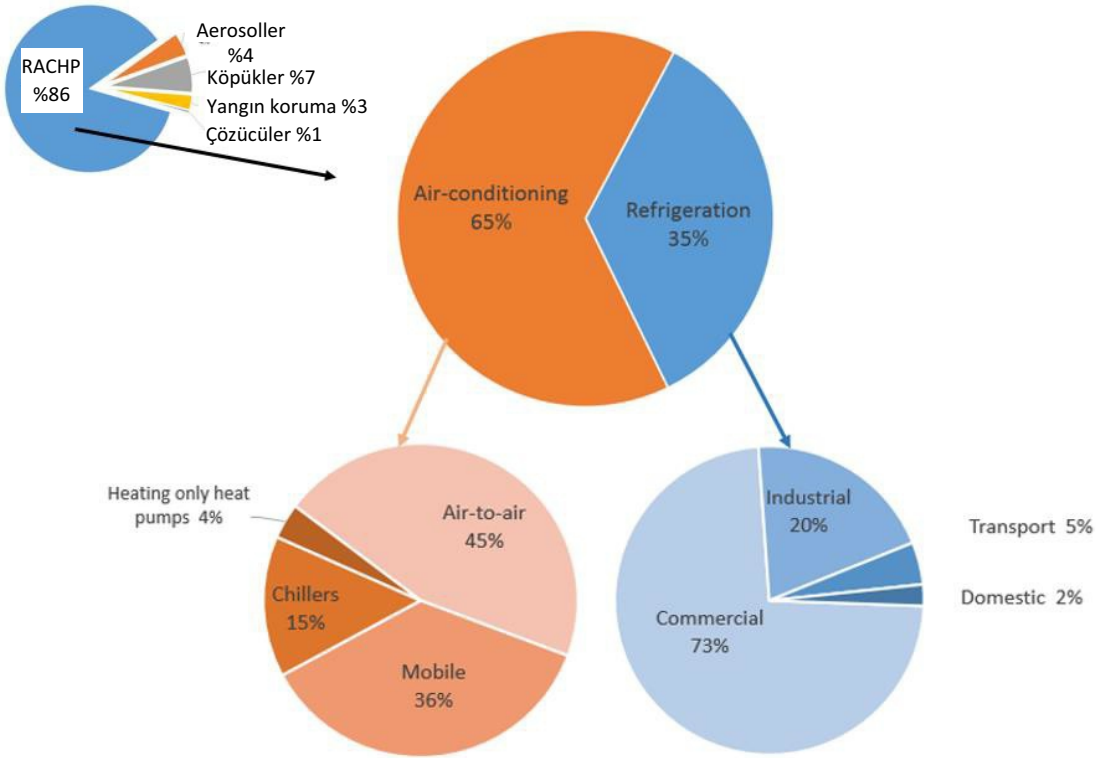
- -40°C , dondurma dondurmak için
- 0°C , dondurulmuş gıdaları saklamak için
- +10°C, klima için
- +30°C, ısı pompası için

Bu uygulamaların her birinin optimum termodinamik özellikleri oldukça farklıdır. Bu yüzden bu farklı sıcaklık seviyelerinde farklı soğutucular seçilmektedir. Ekipmanın boyutu ve konumu da akışkan seçimini etkileyebilir. Büyük bir endüstriyel soğutma sisteminin amonyak gibi bir soğutucu kullanabilirken (toksik ve biraz yanıcıdır.) bir konuttaki küçük bir klima biriminde idealde toksik ve yanıcı olmayan bir akışkan gereklidir.

Arka sayfadaki rakamlar HCFC'lerin ve HFC'lerin en büyük ana pazarların farklı alt sektörlerindeki kombine kullanımlarının bir dökümünü göstermektedir. Bunlar küresel ortalama rakamlardır; gerçek dağılım ülkeden ülkeye farklılık gösterebilir. Örneğin, klima pazarının boyutu, çok sıcak ülkelerde, Şekil 2'de gösterildiğinden çok daha fazla olacaktır. Belirli bir ülkedeki kullanım dağılımını anlamak, bir HFC azaltma stratejisi geliştirmede çok önemli bir adımdır (daha fazla aydınlatma için bkz. [Kırmızı Bilgi Notu 6](#)).

² CO₂ eşdeğerine yönelik bir açıklama için bkz. [Kırmızı Bilgi](#)

Şekil 2: RACHP Pazarları, HCFC ve HFC Kullanımı, 2012, GWP-ağırlıklı



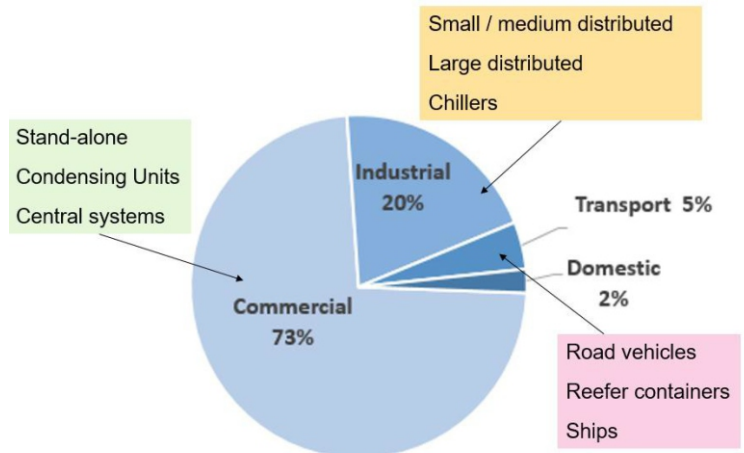
Şekil 2, RACHP pazarının klima ve soğutma arasında nasıl bölünebildiğini ve ayrıca alt sektörlerle (ticari soğutma) de daha fazla sergileyebildiğini göstermektedir. Belirli bir soğutucunun seçilmesini etkileyen faktörler anlamak için, ekipmanın türü ve boyutu da dikkate alınarak RACHP pazarlarını daha da alt bölümlere ayırmak gerekmektedir. Bu durum Şekil 3 ve 4'te gösterilmiş, ve Kutu 1'de ticari soğutma alt sektörü ve Kutu 2'de bina klima sistemleri için gösterilmiştir.

Kutu 1: Ticari Soğutma

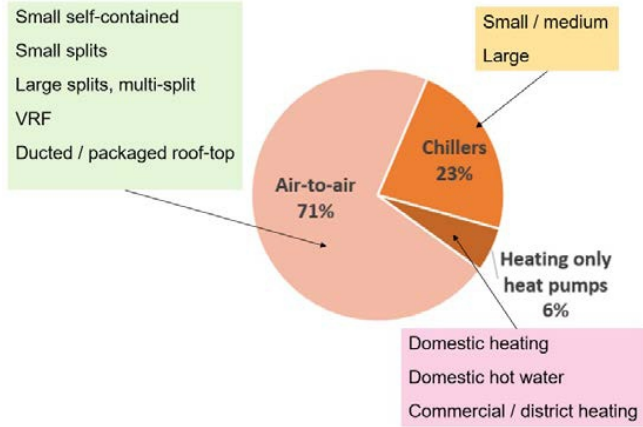
Ticari soğutma genel olarak gıda perakende ve yemek servisi etkinlikleri için kullanılır. Şekil 3'te gösterildiği üzere, bu sektör boyut ve tasarıma bağlı olarak 3 alt sektöre ayrılabilir. Gerekli olan soğutucunun miktarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tek başına sistemler fabrikada kapatılır, fiilen hiç sızdırma yapmazlar ve çok küçük soğutucu hacimleri vardır. Bu da, yanıcı ürünler de dahil çok geniş bir aralıkta soğutucu seçimine olanak tanır. Merkezi sistemler en enerji verimli seçenektir, ancak büyük soğutucu hacmi ve yüksek düzeyde sızıntı nedeniyle, soğutucu tercihi yanıcı olmayan seçeneklerle sınırlıdır.

Alt sektör	Tipik soğutucu dolumu, kg
Tek başına	0,1 ila 0,5
Yoğuşma ünitesi	5 ila 10
Merkezi sistemler	50 ila 200

Şekil 3: Soğutma pazarlarının alt sektörleri



Şekil 4: Klima ve ısı pompası pazarları için alt sektörler



Kutu 2: Bina Kliması

Bina kliması için, küçük bir odayı soğutan küçük sistemlerden büyük çok katlı bir binayı ya da bütün bir bölgeyi serinleten su soğutuculara kadar farklılık gösteren bir çok tasarım seçeneği vardır.

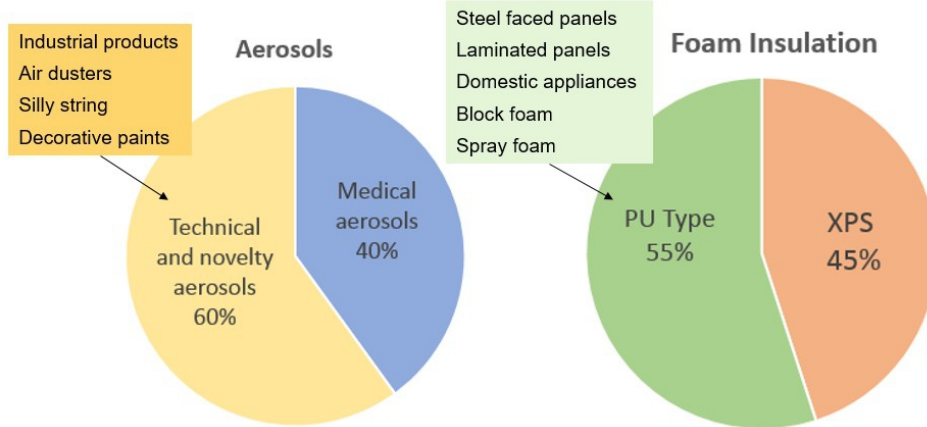
Su soğutucular için soğutucu solumu yüksektir, ancak ekipman genellikle makine dairesi ya da çatı gibi sınırlı erişimi olan bir konumdadır. Bu da, büyük miktarlarına rağmen yanıcı akışkanlar da dahil geniş aralıkta soğutucu seçimine olanak tanır.

Split sistemler ve VRF* sistemlerinde soğutucu soğutulan odaya iletilir, bu da yanıcı bir soğutucunun seçilmesini, yüksek soğutucu hacmi nedeniyle özellikle VRF sistemlerinde daha da zorlaştırır.

Alt sektör	Tipik soğutucu dolumu, kg
Küçük split'ler	0,5 ila 3
VRF	20 ila 60
Su soğutucular	50 ila 500

* VRF = değişken soğutucu akışı. VRF sistemleri sofistike çoklu split klima sistemleridir ve orta ölçekli binaların soğutulması ve ısıtılması için kullanılır.

Şekil 5: Aerosol ve köpük pazarları için alt sektörler



Kutu 3: Aerosoller

CFC'lerin kullanımdan kaldırılmasından beri, çoğu aerosol artık yanıcı hidrokarbon (HC) iticiler ile üretilmektedir. HFC'ler, daha ucuz HC'lerin kullanılmadığı durumlarda iticiler olarak kullanılmaktadır. MDI'lar (ölçülmüş dozlu solunum spreyleri), astım gibi akciğer hastalıklarına yönelik ilaçları iletmek için HFC'leri kullanır. Çeşitli teknik ve özgün aerosoller (ör. yağlayıcı spreyler ve air-duster'lar (basıncılı havayla temizleme tüpleri)) için yanıcı olmayan bir itici gereklidir ve bunlar halihazırda HFC'leri kullanmaktadır.

Kutu 4: Köpük Yalıtım

Madde 5 kapsamındaki birçok ülke yalıtım köpüğü üretmek için hala HCFC'leri kullanmaktadır. PU tipi köpük üreten büyük köpük üretim tesislerinde HC'lere geçiş genellikle düşük maliyetlidir. Yanıcı şişirme ajanlarının kullanılmadığı yerlerde, HFC-245fa gibi çeşitli HFC'ler dahil edilmiştir. Örneğin, PU köpük pazarının önemli bir kısmı, binalara in situ uygulanan sprey köpüğe yönelik çalışır; sprey köpük için de yanıcı olmayan bir şişirme maddesi gereklidir.

GWP, CO₂(e) ve HFC Sepeti

Arka plan: Kigali Değişikliği kapsamındaki HFC azaltmaya yönelik sürecin hedefleri **ton CO₂ eşdeğeri** cinsinden ölçülecektir. Politika yapımcıların ve endüstri paydaşlarının bu parametrenin nasıl hesaplandığını ve her ülkede esnek bir HFC azaltma süreci yaklaşımının benimsenmesini nasıl sağladığını anlamaları çok önemlidir. Ton CO₂ eşdeğerini hesaplamak için ilgili her gazın **GWP₁** (küresel ısınma potansiyeli) değeri bilinmelidir.

GWP nedir? Küresel ısınma potansiyeli (GWP), farklı gazların bağıl küresel ısınma etkilerinin bir ölçüsüdür. GWP, belirli bir sürede, bir gazın 1 tonunun, 1 ton CO₂ tarafından hapsedilen ısı miktarına bağıl hapsediği ısı miktarını belirtir. CO₂, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından referans gaz olarak seçilmiştir ve GWP'si 1 olarak tanımlanmıştır. Çoğu HCFC ve HFC'nin GWP'si CO₂'nin GWP'sinin binlerce katıdır. Örneğin HFC-134a'nın GWP'si 1.430'dur. Bu, 1 ton HFC-134a emisyonunun küresel ısınmaya katkısının 1.430 ton CO₂ ile aynı olacağı anlamına gelir.

Neden aynı gaz için farklı GWP değerleri vardır? Farklı yayınlar belirli bir gaz için her zaman aynı GWP değerlerini belirtmez. Bunu iki ana nedeni vardır:

- GWP'ler, 20 yıl, 100 yıl ya da 500 yıl gibi farklı zaman ölçülerindeki etkinin ölçülmesi için tanımlanabilir. Bu da bu zaman ölçülerinin her biri için farklı GWP değerlerine yol açar.
- Her gaza atanacak en iyi GWP değerine ilişkin bazı belirsizlikler vardır. GWP verisi için önemli bir kaynak olarak IPCC Değerlendirme Raporları kullanılabilir. IPCC tarafından yayınlanan GWP değerleri son 20 yıl içinde birkaç kez güncellenmiştir.

Kigali Değişikliği kapsamında kullanılan GWP'ler: Kigali Değişikliği kapsamında, HFC tüketimini ve üretimini raporlamak için standart bir dizi GWP değeri üzerinde görüş birliğine varılmıştır. HCFC'lerin ve HFC'lerin GWP'leri Montreal Protokolü Ek C ve Ek F'de listelenmiştir ve bunlar IPCC 4. Değerlendirme Raporundaki 100 yıllık GWP'leri temel almaktadır.

Bazı HCFC'ler ve HFC'ler saf akışkanlar olarak kullanılmaktadır;

Örnek olarak çeşitli RAC uygulamalarındaki HFC-134a verilebilir. Ancak en yaygın kullanılan HFC'lerin bir çoğu iki ya da daha fazla HFC molekülünün karışımındaki bileşenlerin GWP değerlerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Bir karışımın GWP değerinin örnek hesabı için bkz. Kutu 1

Kutu 1: Bir karışımın GWP değerinin hesaplanması

R404A, yaygın kullanılan bir karışımdır. Şu bileşenlerden oluşur:

%52 HFC-143a + %44 HFC-125 + %4 HFC-134a

= 3922

Grup	Akışkan	Montreal Protokolü Standart GWP Değeri
HFC'ler	HFC-134a	1430
	HFC-227ea	3 220
HFC karışımları	R-404A	3922
	R-410A	2088
HCFC'ler	HCFC-22	1 810
	HCFC-141b	725

HCFC'lerin GWP değerleri önemlidir çünkü bunlar bir ülkenin temel tüketiminin bir kısmını teşkil eder (temel değerlere ilişkin ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 5**).

Tablo, en yaygın HFC'lerin ve HCFC'lerin bazıları için kullanılması gereken GWP değerlerini göstermektedir. Bu bilgi notunun sonundaki bir tablo, ilgili tüm moleküllerin ve karışımların GWP değerlerinin kapsamlı bir listesini içermektedir.

¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. **Kigali**

Ton CO₂ eşdeğeri nedir?

Ton CO₂ eşdeğeri bir bazın GWP ağırlıklı miktarıdır.

Genellikle ton CO₂e ya da yalnızca ton CO₂ olarak ifade edilir.

Ton CO₂ eşdeğeri gazın kütlesinin (ton cinsinden) gazın GWP (küresel ısınma potansiyeli) değerine çarpımı ile hesaplanır.

Kutu 2: Ton CO₂ eşdeğerinin hesaplanması

Örneğin 100 kg HFC 404A'nın ton CO₂ eşdeğeri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\text{CO}_2 \text{ eşdeğer} = \text{kütle (ton)} \times \text{GWP}$$

$$\text{Kütle} = 100/1\,000 = 0,1 \text{ ton}$$

$$\text{R-404A'nın GWP'si} = 3\,922$$

$$\text{Böylece } 100 \text{ kg R-404A, } 0,1 \times 3\,922 \text{ ton CO}_2\text{e} \\ = 392,2 \text{ ton CO}_2\text{e'ye eşittir}$$

Bir gaz “sepetinin” HFC azaltma sürecinin ölçümü:

HFC azaltmaya yönelik sürecin ölçümü için ton CO₂e parametresi kullanılarak, bütün bir HFC sepeti için geçerli tek bir azaltma hedefi seti kullanılabilir. Kontrollü HFC'ler sepeti Montreal Protokolü Ek F'de, standart GWP değerleri ile verilmiştir. Üretim ve tüketim hedefleri ton CO₂e cinsinden belirtilmiştir ve tüm HFC sepetinin toplam kullanımı için geçerlidir.

Bu yaklaşım her ülkenin kendi azaltma sürecini kendi yerel koşullarına en uygun şekilde planlamasına olanak tanır. Belirli HFC moleküllerinin kullanımının durdurulması için yerleşik bir gereksinim yoktur; bu, ton CO₂e cinsinden ölçülen tüm HFC'ler için karşılanması gereken toplam hedeftir. Bu yaklaşım, düşük GWP'li alternatiflerin kullanımını teşvik etmekte, ayrıca düşük maliyetli bir alternatifin bulunmadığı pazarlarda yüksek GWP'li gazların küçük miktarlarda kullanımına devam edilmesine olanak tanımaktadır.

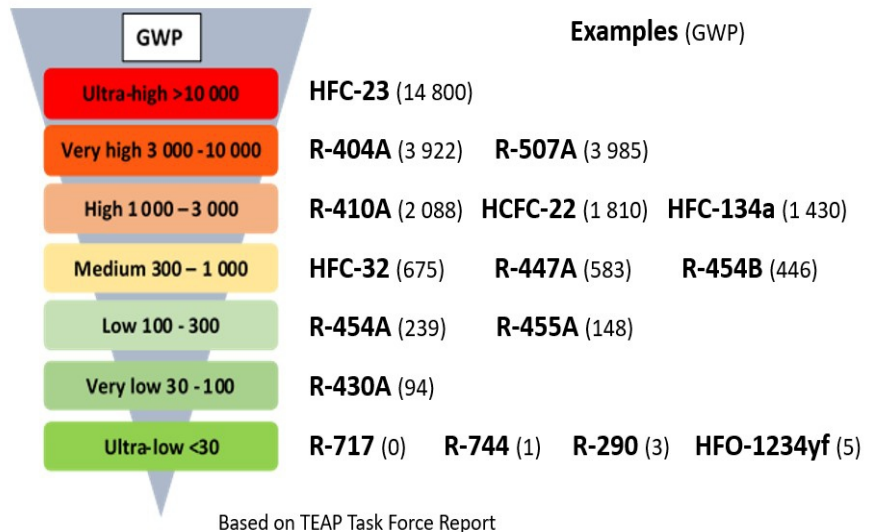
HFC azaltma hesabının taban değerleri, hem HFC hem de HCFC tüketiminin bir birleşimini temel almaktadır (ayrıntılar için bkz. [Kigali Bilgi Notu 5](#)). Taban değer miktarı ayrıca ton CO₂e değerlerinin hesaplanması için kullanılan HCFC'ler için GWP değerinde içeren bir gaz sepeti olarak da ele alınır.

GWP spektrumu:

Şekil 1'de, Montreal Protokolü Teknoloji ve Ekonomik Değerlendirme Paneli tarafından belirlenen GWP bantları kullanılarak HFC'ler, HCFC'ler ve ayrı (NIK) akışkanlar için GWP spektrumu gösterilmiştir. Bantlar bir dereceye kadar keyfidir ve evrensel olarak kabul edilmemişlerdir, ancak gelecekte kullanılabilecek akışkanların karışımını göstermeye yardımcı olmaktadır.

En yaygın kullanılan HCFC'ler ve HFC'ler 1400 ila 4000 arasında GWP değerlerine sahiptir. Bu HCFC'lerin ağırlıklı ortalama GWP değeri yaklaşık 2000'dir.

Kigali Değişikliği aracılığıyla HFC kullanımında %80 ila %85'lik bir azaltma elde etmek için, ortalama GWP değeri yaklaşık 200 ila 300 olan HFC'lerin kullanılması gerekecektir. Şekilde gösterildiği üzere, GWP değerleri 30'un altında olan çeşitli “ultra-düşük” GWP'li seçenekler vardır. Gelecekte muhtemel dağılım, ultra-düşük GWP'li gazların yoğun, orta GWP'li gazların bir miktar ve yüksek GWP'li gazların teknik alternatiflerin olmadığı alanlarda sınırlı kullanımı şeklinde olacaktır. Düşük GWP'li seçenekler hakkındaki ayrıntılar



² HFC-134a, R-410A, R-404A ve HCFC-22, küresel HFC ve HCFC tüketiminin yaklaşık %90'ını

GWP Değerleri Tablosu:

Aşağıdaki tablo, Kigali Değişikliği'nden etkilenen çeşitli akışkanların GWP değerlerinin ayrıntılı bir listesini vermektedir. Şekil 1'e göre renkli kodlama.

Grup	Akışkan	GWP
HFC'ler	HFC-23	14800
	HFC-32	675
	HFC-41	92
	HFC-125	3500
	HFC-134	1100
	HFC-134a	1430
	HFC-143	353
	HFC-143a	4470
	HFC-152a	124
	HFC-227ea	3220
	HFC-236cb	1340
	HFC-236ea	1370
	HFC-236fa	9810
	HFC-245fa	1030
	HFC-365mfc	794
	HFC-4310mee	1640
HCFC'ler	HCFC-22	1810
	HCFC-123	77
	HCFC-124	609
	HCFC-141b	725
	HCFC-142b	2310
CFC'ler	CFC-11	4750
	CFC-12	10900
	CFC-113	6130
	CFC-114	10000
	CFC-115	7370
HFO'lar	HFO-1234yf	4
	HFO-1234ze	7
	HFO-1233zd	4
	HFO1336mzz	9
Diğer	Amonyak	0
	CO ₂	1
	Propan	3
	İzo-bütan	3
	Pentan	3
	Propilen	2

Karışım	GWP
R-401A	1182
R-401B	1288
R-402B	2416
R-403A	3124
R-403B	4457
R-404A	3922
R-407A	2107
R-407C	1774
R-407F	1825
R-408A	3152
R-409A	1585
R-409B	1560
R-410A	2088
R-411A	1597
R-412A	2826
R-413A	2053
R-415A	1507
R-415B	546
R-416A	1084
R-417A	2346
R-418A	1741
R-419A	2967
R-420A	1536
R-421A	2631
R-421B	3190
R-422A	3143
R-422B	2526
R-422C	3085
R-422D	2729
R-423A	2280
R-424A	2440
R-425A	1505
R-426A	1508
R-427A	2138
R-428A	3607
R-429A	13
R-430A	94
R-431A	37
R-432A	2
R-434A	3
R-433B	3
R-433C	3
R-434A	3245
R-435A	26

Karışım	GWP
R-436A	3
R-436B	3
R-437A	1805
R-438A	2265
R-439A	1983
R-440A	144
R-441A	3
R-442A	1888
R-444A	93
R-444B	296
R-445A	135
R-446A	461
R-447A	583
R-448A	1387
R-449A	1397
R-449B	1412
R-450A	605
R-451A	149
R-451B	164
R-452A	2140
R-452B	698
R-453A	1765
R-454A	239
R-454B	466
R-454C	148
R-455A	148
R-456A	687
R-457A	139
R-458A	1650
R-459A	460
R-459B	145
R-460A	1352
R-461A	2103
R-502	4657
R-507A	3985
R-508A	13214
R-508B	13396
R-510A	1
R-511A	9
R-512A	189
R-513A	631
R-513B	596
R-514A	7
R-515A	939

Düşük GWP'li Akışkanlar ve Teknolojiler

Arka plan:

Kigali Bilgi Notu 2, HCFC'ler ve HFC'lerin ama pazarlarını açıklamaktadır. Bu gazların önemli kullanım alanları RACHP (soğutma, klima ve ısı pompaları), köpük şişirme ajanları ve aerosol iticileridir. Bu uygulamalar kullanılan çoğu HCFC ve HFC'nin GWP₁ değerleri 1000 - 4000 arasındadır. Kigali Değişikliği'nin hedeflerine ulaşmak için çok daha düşük GWP'li akışkanlar kullanılmalıdır.

HFC azaltma sürecinin uzun vadeli yararlarını en üst düzeye çıkarmak için, son kullanıcıların en düşük pratik GWP'ye sahip akışkanları kullanan teknolojilere erişmesi gerekmektedir. Nihai ürün karışımının, "ultra-düşük" GWP'li bir akışkan ile birlikte daha yüksek GWP değerine sahip bazı ürünleri kullandığı bir çok ürünü içermesi beklenebilir. Mevcut ve gelecekteki teknoloji seçeneklerinin GWP değer aralığı hakkında daha fazla ayrıntı için bkz. **Kigali Bilgi Notu 3**.

Daha Düşük GWP'li Alternatiflerin Seçimi:

En yaygın kullanılan HCFC'ler ve HFC'lerin tümü "yüksek" ya da "çok yüksek" GWP içermektedir. İdeal olanı, tüm uygulamalarda "ultra-düşük" kategorisine geçiş yapmaktır. Bu kategori üç en yaygın başka (NIK) akışkanı içermektedir.

Amonyak, CO₂ ve hidrokarbonlar (HC'ler) ve yakın zaman da piyasaya çıkarılan ve HFO₂ adı verilen birkaç florokarbon. Ancak, tüm uygulamalar halihazırda kullanılabilen ultra düşük GWP'li akışkanlar için uygun değildir. Örneğin:

- HC'ler küçük kapalı devre soğutma ürünleri için uygundur (ev tipi buzdolapları gibi). Ama daha büyük bir çok ekipman türünde yanıcılık ile ilgili güvenlik sorunlarından dolayı kullanılamaz.
- HFO'lar orta ve büyük ölçekli klima su soğutucuları için uygundur, ancak küçük ve orta ölçekli split klimalara yönelik daha yüksek GWP'li akışkanlar ile aynı düzeyde enerji verimliliği elde edemezler.

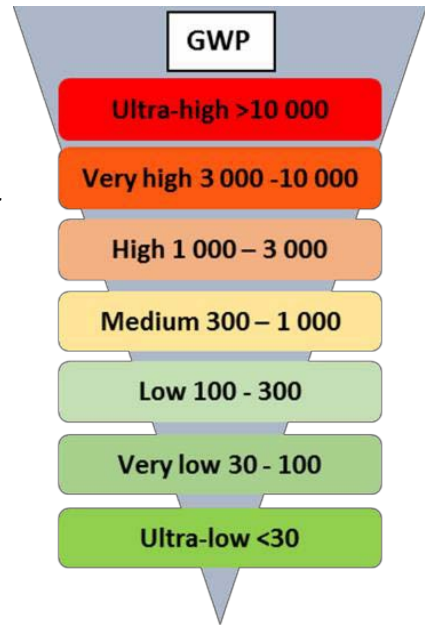
Halihazırda HFC'leri kullanan ürün ve ekipman tasarımcıları, aşağıda listelenen farklı performans kriterleri açısından en iyi karşılığı sağlayacak daha düşük GWP'li alternatiflerin arayışına girmelidir:

- 1) Yüksek enerji verimliliği
- 2) Güvenli çalıştırma
- 3) Rekabetçi sermaye ve işletme maliyetleri
- 4) İyi çevre performansı

Çoğu HCFC ve HFC pazarındaki iyi çevre performansının yüksek enerji verimliliği (CO₂ ile ilgili enerji emisyonlarını en aza indirmek için) ve düşük GWP'nin bir kombinasyonu olduğunu unutulmamak önemlidir. En iyi genel çevre performansı, en yüksek enerji verimliliğini sağlıyorsa ve sızıntı emisyonları en aza indirilebiliyorsa orta GWP'li bir akışkanın kullanımını temel alabilir.

Yanıcı alternatifler ile güvenli çalışma:

Çoğu HCFC ve HFC yanıcı değildir; onları çok geniş bir pazar yelpazesinde bu kadar popüler akışkanlar haline getiren özellikleri de budur. Ultra düşük ve düşük GWP'li alternatiflerin bir çoğu bir dereceye kadar yanıcıdır; bu durum bunların bazı pazar sektörlerindeki kullanımlarını kısıtlayabilir.



Based on TEAP Task Force Report

¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14**

² HFO'lar = hidro -floro -olefinler, ayrıca "doymamış HFC'ler" olarak da adlandırılırlar. 2 karbon atomu arasında bir çift bağ içeren karbon, flor ve hidrojen molekülleri. Yakın zamanda üretilen tüm HFO'ların GWP değeri 10'dan düşüktür.

ODS'nin kullanımdan kaldırılması sürecinde çeşitli yüksek seviyede yanıcı akışkanların başarıyla ve güvenle farklı bir dizi pazara sunulduğu görülmüştür. Örneğin:

- Tüketici aerosoller (ör. kişisel bakım ürünleri) hidrokarbon (HC) iticiler kullanmaktadır.
- Poliüretan köpük panel sektörü kısmen HC şişirme ajanlarına geçiş yapmıştır.
- Ev tipi buzdolapları HC'leri soğutma devrelerinde vbe köpük yalıtımlarda kullanmaktadır.

ODS kullanımda kaldırma sürecine 1987'de ilk karar verildiğinde yanıcı akışkanların bu uygulamalarda kullanılabileceği henüz bilinmiyordu, ancak güvenlik sorunları ürün tasarımcıları tarafından giderildi ve uzun vadeli mali yararları ortaya çıkarıldı. Bunun nedeni ise HC, yerini aldığı CFC'ye göre daha ucuz bir hammadde olmasından kaynaklanmaktadır.

HFC azaltma sürecinde, yanıcı alternatiflerin kullanıma sokulmasını desteklemek için benzer geliştirmeler gerekmektedir. Yanıcı akışkanlara yönelik tam pazar potansiyeline ulaşabilmek için güvenlik standartlarının, bina kodlarının ve ulusal yasaların getirdiği engellerin aşılması gerekmektedir. Yanıcılık hakkındaki ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 10** ve güvenlik standartları için bkz. **Kigali Bilgi Notu 11**

Ara Orta ve Yüksek GWP'li Akışkanların Kullanımı:

HFC azaltma süreci 15 ila 20 yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Muhtemelen bazı yeni ürünler ara ürün niteliğinde piyasaya sürülecek ve daha sonra diğer daha düşük GWP'li ürünlerle değiştirilecektir.

Bir örnek, 3922 gibi çok yüksek GWP değerine sahip R-404A'ya alternatif olarak getirilen yeni soğutucu karışımları ile ilgilidir. GWP değerleri yaklaşık 1400 olan iki yeni karışım yakın zamanda R-404A alternatifleri olarak piyasaya sürülmüştür. Bununla "yüksek" GWP kategorisinde ve %85'lik bir HFC azalması elde etmeye yönelik uzun vadeli hedefin oldukça üzerindedir. Ancak, her ikisi de -R404A'ya göre çok daha düşük GWP değerlerine sahip ve azaltma sürecinin ilk adımlarında yararlı bir katkı sağlayabilir. Bu yeni karışımların her ikisi de yanıcı değil; bu, önemli herhangi bir tasarım değişikliği olmaksızın kullanmalarını sağlayacağı için kısa vadede önemli bir avantaj olacak.

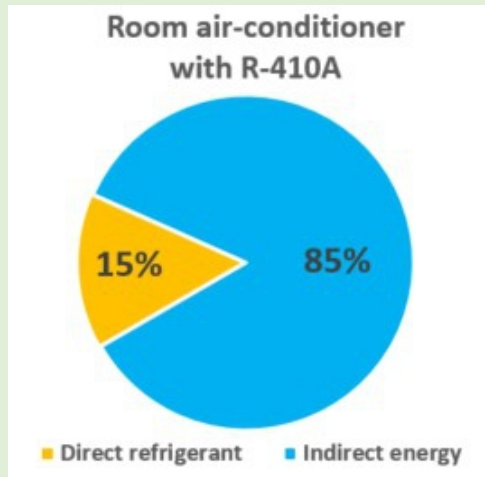
Önümüzdeki 10 yıl içinde, pazarda, yüksek ve orta GWP kategorilerinde akışkanlar kullanan ürünlere ihtiyaç vardır. Ancak, bu gibi akışkanlar 2030'larda hala önemli miktarlarda kullanılıyor olursa uzun vadeli azaltma hedeflerini yakalamak mümkün olmayabilir.

Enerji Verimliliğinin Önemi

Ürünlerin ve ekipmanın toplam küresel ısınma etkisini göz önünde bulundurmak çok önemlidir. Burada iki ayrı bileşen devreye girmektedir.

- kullanılan akışkanın **doğrudan** etkisi (ör. yüksek GWP'li bir soğutucunun sızması)
- ekipmanı çalıştırmak için kullanılacak enerjinin **dolaylı** etkisi (ör. soğutma ya da klima)

Çoğu RAC uygulamasında, yüksek GWP'li bir akışkan kullanılsa bile total küresel ısınma etkisinin ana kısmı dolaylı enerji ile ilgili emisyonlardır. Daha düşük GWP'li akışkanları kullanan yeni teknolojilerin de yüksek enerji verimli olması şarttır. Dairesel grafikte bir oda kliması için total küresel ısınma etkisinin tipik dağılımı gösterilmektedir. Soğutucunun yüksek bir GWP'si (2088) vardır ama GHG emisyonlarının çoğunu temsil eden şey elektrik kullanımından gelen CO₂'dir. Bu tür ekipmanların yüksek enerji verimliliği ve düşük soğutucu sızıntısı seviyeleri çok önemlidir.



Daha Düşük GWP'li Akışkanlarla Pazar Geliştirmeleri:

Aşağıdaki tablolar düşük GWP'li akışkanların çeşitli pazar sektörlerine ve alt sektörlerine dahil edilme şeklini özetlemektedir.

Ev tipi buzdolapları ve dondurucular	
0,05 ila 0,25 kg soğutucu içeren küçük fabrikada üretilmiş soğutma sistemleri	
Tipik ODS (GWP)	CFC-12 (10900)
Tipik HFC	HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234yf (4)
Alternatif	HC-600a (izo-bütan, 3)
2000'den sonra, Avrupa ve bazı diğer bölgelerde hidrokarbonların kullanımı yaygınlaşmıştır.Yüzlerce milyon HC buzdolabı zaten kullanılmaktadır.HFC -134a ABD'de hala kullanılmaktadır ama HC'ler muhtemelen bu pazara da girecek. HC'nin çoğu A5 kapsamındaki ülke için iyi bir potansiyeli bulunmaktadır. Belirli bir uygulamada daha yüksek yanıcılığa sahip bir akışkan kabul edilebilir olmazsa HFO-1234yf de olası bir seçenektir.	



Araç kliması	
0,4 ila 0,8 kg soğutucu içeren küçük otomobil klima sistemleri	
Tipik ODS (GWP)	CFC-12 (10900)
Tipik HFC	HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234yf (4)
Alternatif	R-744 (CO ₂ , 1)
Küresel araba endüstrisi 2013'te HFC-134a'dan HFO-1234yf'e geçiş yapmaya başlamış ve bu geçiş başlangıçta arabalarda GWP değeri 150'den yüksek olan yeni otomobil klimalarını yasaklayan AB yasalarından kaynaklanmıştır. 2017 sonuna kadar on milyonlarca araba HFO -1234yf kullanacak. Birkaç araba üreticisi yanıcılık sorunları hakkında endişelendi ve hala CO ₂ 'ye geçişi düşünülmektedir.	



Gıda ve meşrubat perakende soğutma sistemleri: Büyük Merkezi sistemler	
Süpermarketlerin soğuk vitrinleri için birden çok kompresörlü merkezi sistemler. Donmuş gıda için düşük sıcaklık (-20°C), soğutulmuş gıda için orta sıcaklık (+4°C). Sayısız perakende vitrinini ve depolama odasını bağlayan, 50 ila 200 kg soğutucu içeren büyük dağıtılan sistemler	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-404A (3922) HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	Yanıcı olmayan karışımlar R-448A, R-449A (1400) Düşük yanıcı karışımlar, ör. R-454A
Alternatif	R-744 (CO ₂ , 1) HC-290 (propan, 3)
Geçmişte çok büyük HCFC ve HFC tüketicileri olan süpermarket merkezi sistemlerinin büyük bir sistem dolum hacimleri ve genellikle yılda %20'den fazla yüksek ortalama kaçak oranları vardır. Süpermarket şirketleri, yeni daha düşük GWP'li seçenekler geliştirme sürecinin ön sıralarındadır. Özellikle daha soğuk iklimlerde geçiş açısından kritik CO ₂ sistemlerinin ardından önemli bir ivme vardır. Kademeli CO ₂ sistemleri sıcaklık iklimlerde kullanılabilir. Bazı merkezi sistemler, soğutulmuş bir su döngüsüne aracılığıyla soğutulan küçük kapalı sistem propan sistemleri ile değiştirilmektedir. Yanıcı olmayan karışımlar, R 404A'ya göre %65 daha düşük GWP'ye sahip iyi bir ara seçenektir. Mümkün olan yerlerde HCFC-22'ye sıfır ODP'li bir alternatif olarak R-404A'dan kaçınılmalıdır; bu ürünün çok yüksek bir GWP değeri vardır ve daha düşük GWP'li çeşitli seçeneklere göre en iyi enerji verimliliğini sunmamaktadır.	



Gıda ve meşrubat perakende soğutma sistemleri: Yoğuşturma üniteleri

Soğutulmuş ya da dondurulmuş gıda için bir ya da iki perakende vitrinine bağlı yoğuşturma ünitesi (bir kompresör/kondansör). Genelde küçük dükkanlar ya da yerel küçük marketlerde 5 ila 10 kg soğutucu içeren oldukça küçük sistemlerdir.

Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-404A (3922) HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	Yanıcı olmayan karışımlar R-448A, R-449A (1400) Düşük yanıcı karışımlar, ör. R-454A
Alternatif	R-744 (CO ₂ , 1)

Şu anda çok düşük GWP'li bir seçeneğin bulunmasının zor olduğu bir pazardır. Ekipmanlar genellikle yanıcı soğutucular kullanmak için çok büyük ama düşük maliyetli CO₂ kullanmak için de çok küçüktür. Muhtemelen daha düşük yanıcılığa sahip HFO karışımları için iyi bir pazar olacaktır.

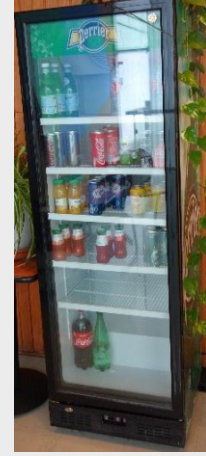


Gıda ve meşrubat perakende soğutma sistemleri: Küçük kapalı devre sistemler

Küçük fabrikada üretilen sistemler, ör. tipik olarak 0,1 ila 1 kg soğutucu içeren tek başına şişe soğutucular, dondurma vitrinleri, ürün seçme dolapları

Tipik ODS (GWP)	R-502 (4657) CFC-12 (10900)
Tipik HFC	R-404A (3922) HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234yf (4) Daha düşük yanıcı karışımlar, ör. R-455A (148)
Alternatif	HC-290 (propan, 3) R-744 (CO ₂ , 1)

Soğutucu dolumu olarak hidrokarbonların artan kullanımı, birçok uygulamadaki güvenlik standartlarını karşılamak için yeterince düşüktür. Milyonlarca HC ünitesi 2017 itibarıyla halihazırda çalışmaktadır. Yanıcı bir akışkanın kabul edilebilir olmadığı pazarlarda şişe soğutucular ve diğer küçük sistemler için geliştirilen CO₂ sistemleridir. Daha düşük yanıcı akışkanlar (ör. HFO-1234yf ve R-455A) da bu pazar sektöründe kullanılacaktır.

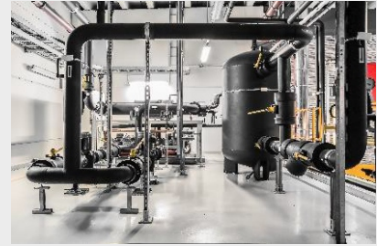


Endüstriyel soğutma

Dolaylı sistemleri (sıvı soğutuculara sahip) ve doğrudan soğutucu kullanımını (ör. doğrudan genleşmeli, taşmalı ya da pompalı sistemler) da içeren çok çeşitli orta ve büyük ölçekli sistemler (<50 kg ila >1000 kg soğutucu).

Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-404A (3922) HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	Yanıcı olmayan ve daha düşük yanıcı karışımlar Soğutucular için: HFO-1234ze (4) HFO-1233zd (7)
Alternatif	R-717 (amonyak, 0) R-744 (CO ₂ , 1)

Güvenlik sorunları, büyük tesislerde düşük maliyetli bir şekilde giderilebilmektedir. Bu yüzden amonyak popüler durumdadır. Muhtemelen yeni HFO'ların endüstriyel soğutuculardaki kullanımı artacak.



Taşımacılığa yönelik soğutma

3 ila 10 kg soğutucu içeren ve genellikle soğutulmuş ya da dondurulmuş gıda taşımacılığı için kullanılan kara taşımacılığı ve konteyner soğutma üniteleri

Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-404A (3922) HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	Yanıcı olmayan karışımlar R-452A (2140)
Alternatif	R-744 (CO ₂ , 1)

Güvenlik sorunları önemlidir. Bu yüzden geçerli alternatiflerin tümü yanıcı olmayan ürünlerdir. Güvenlik sorunları çözüldürse daha düşük yanıcı karışımlarda bu pazara girebilir.



Küçük ve orta ölçekli tekli split klima	
Soğutulan odada 0,5 ila 5 kg soğutucu içeren dış mekan yoğuşma ünitesine (kompresör/kondansör) bağlanan tek evaporatör. Konut ve küçük ticari uygulamalar (ör. dükkanlar, ofisler için kullanılır)	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-410A (2088)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFC-32 (675) Daha düşük yanıcı karışımlar, ör. R454B (466)
Alternatif	HC-290 (propan, 3)
Şu anda çok düşük GWP'li bir seçeneğin bulunmasının zor olduğu bir pazardır; propan ancak bu pazar sektöründeki boyut aralığının alt ucunda yer alan çok küçük sistemlerde güvenle kullanılabilir. Daha düşük yanıcı HFC-32'nin kullanımı, bazı pazarlarda, özellikle Japonya'da hızla artmıştır. 2017 itibarıyla on milyonlarca HFC-32 ünitesi çalışmaktadır. Ayrıca bazı ekipman üreticileri de HFO ve HFC-32 karışımı geliştirmektedir.	



Büyük boyutlu çoklu split, VRF ve montaja hazır klima	
Büyük dış mekan yoğuşma ünitelerine bağlı çoklu oda evaporatörleri. VRF (değişken soğutucu akışı) sistemleri, farklı odalarda eş zamanlı ısıtma ve soğutma sağlayabilir. Kanallı hava sistemleri için kullanılan montaja hazır ünitelerdir. Tipik olarak 5 ila 50 kg soğutucu içerir.	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810)
Tipik HFC	R-410A (2088)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFC-32 (675) Yanıcı olmayan karışımlar R-450A (605) Daha düşük yanıcı karışımlar, ör. R454B
Alternatif	Yok
Güvenlik kodlarının izin verdiği yerlerde daha küçük sistemlerde kullanılan daha düşük yanıcı soğutuculardır. (HFC-32 ve HFO karışımları). Yanıcı olmayan soğutuculara gereksinim duyduklarından ve halihazırda R-410A'dan daha düşük GWP değerine sahip bir alternatif olmadığından, daha büyük VRF sistemleri şu anda bir sorun teşkil etmektedir. Daha büyük montaja hazır sistemler R-450A gibi yanıcı olmayan alternatifler kullanılır.	



Klima su soğutucuları	
Orta ve büyük ölçekli fabrikada üretilen su soğutucuları, büyük binaların soğutulmasına kullanılır. Tipik olarak 50 ila 500 kg soğutucu içermektedir.	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-22 (1810) HCFC-123 (77)
Tipik HFC	HFC-134a (1430) R-410A (2088)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234ze (7) HFO-1233zd (4) R-514A (5) HFC-32 (675) R-450A (605)
Alternatif	HC-290 (propan) R-717 (amonyak)
Su soğutucuları genelde, özel bir makine odası ya da çatı gibi kısıtlı erişimi olan alanlara yerleştirilir. Soğutucu yalnızca bu kısıtlı erişimli alanlarda kullanılır. Bu da yanıcı ya da soğutucu akışkanların kullanımını kolaylaştırır. Birkaç HFO'yu da içeren çeşitli ultra-düşük GWP'li seçenekler giderek yaygınlaşmaktadır. HFO-1234ze, orta basınçlı soğutucularda HFC-134a için bir alternatiftir. Daha düşük yanıcılığı vardır. HFO-1233zd ve yakın zamanda piyasaya çıkan karışım R-514A, düşük basınçlı soğutucularda HCFC-123'ün alternatifleridir; bunların her ikisi de yanıcı değildir. Ayrıca amonyak ya da propan kullanımı da düşünülebilir.	



Teknik aerosoller	
Yağlayıcılar, çözücüler, köpük, air duster'lar iletmek için kullanılan ev tipi olmayan aerosoller	
Tipik ODS (GWP)	CFC-12 (10900)
Tipik HFC	HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234ze (7)
Alternatif	Hidrokarbonlar (3), DME (dimetil eter, 1)
Geçmişte çoğu aerosol CFC itici gazları olarak kullanılmıştır. CFC kullanımdan kaldırıldıktan sonra, pazarın büyük bir kısmı, özellikle de tüketici ürünleri NIK'ye geçiş yapmıştır. Geriye kalan pazarın bir kısmı için yanıcı olmayan bir itici gaz gerekmektedir. HFO-1234ze muhtemelen bunun gerekli olduğu yerlerde baskın hale gelecektir. HC'ler ve DME mevcut bazı HFC uygulamalarında güvenle kullanılabilir.	



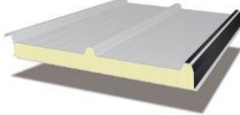
Tıbbi aerosoller (MDI'ler)	
MDI'lar (ölçülmüş dozlu solunum spreyleri), astım gibi akciğer hastalıklarına yönelik ilaçları iletmek için kullanılan küçük aerosollerdir. Her MDI yaklaşık 20 gram HFC itici içerir.	
Tipik ODS (GWP)	CFC-12 (10900)
Tipik HFC	HFC-134a (1430) HFC-227ea (3220)
Daha düşük GWP'li florokarbon	Hiçbiri şu anda kullanılmıyor
Alternatif	Birçok MDI ilacı kuru toz solunum spreyi (DPI'lar) ile iletilir.
Şu anda MDI'lar, MDI'lardaki HFC'lere alternatif geliştirme maliyetlerinin çok yüksek olması ve uzun zaman alması nedeniyle AB'deki gibi HFC azaltma yönetmeliklerinin dışında tutulmaktadır. Alternatif bir düşük GWP'li florokarbon tanımlanabilirse (deneyler devam etmektedir.) bu durum değişebilir.	



Poliüretan (PU) türü yalıtım köpüğü	
PU, PIR (poliizosiyanürat) ve fenolik köpükler gibi çeşitli türlerde kapalı hücre köpük. Hücreleri bir polimer matrisi içinde oluşturmak için bir “şişirme ajanı” kullanılır. Şişirme ajanı hücrelerin içine hapsedilir ve ürünün termal direncine önemli bir katkı sağlar. Çelik yüzeyli paneller, lamine paneller, sprey köpük, boru ve kazan yalıtımı ve ev tipi cihaz yalıtımı gibi çok çeşitli uygulamalarda kullanılır.	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-141b (725)
Tipik HFC	HFC-245fa (1030) HFC-365mfc (794)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1233zd (4) HFO-1336mzz (9)
Alternatif	Hidrokarbonlar (pentan, 5)
Özellikleri kabul edilebilir ve ham madde maliyetleri düşük olduğu için hidrokarbonlar büyük ölçüde ODS şişirme ajanlarının yerini almıştır. Pazarın bu kesimi HCFC'lerden HFC'lere geçiş yapmıştır. Yüksek maliyetlerine rağmen oldukça gelecek vaat eden bir termal performans (yani çok düşük termal iletkenlik) sergileyen yeni ultradüşük GWP'li HFO şişirme ajanlarıdır.	



PF Pre-insulated Board Composite Aluminum Foil



Haddelenmiş polistiren (XPS) yalıtım köpüğü	
XPS kapalı hücre köpük duvar, zemin ve tavan panellerinin üretiminde kullanılmaktadır.	
Tipik ODS (GWP)	HCFC-142b (2310)
Tipik HFC	HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234ze (7)
Alternatif	CO ₂ (1)
Pazarın bu kesimi CO ₂ 'ye geçmiştir ama bu, kullanılması kolay olmayan bir şişirme ajanıdır.Yeni HFO şişirme ajanları iyi performans göstermektedir, ama maliyeti potansiyel bir engeldir.	



Arka plan: Kigali Değişikliği, HFC tüketimi ve üretimi taban değerlerinin ve HFC₁ azaltma adımlarının zaman çizelgesinin nasıl hesaplanacağını belirtmektedir. Dört farklı ülke gruplandırması ve bunların her birinin farklı taban değerleri ve azaltma zaman çizelgesi bulunmaktadır. Bu Bilgi Notu zaman çizelgelerinin bir özetini sunulmakta ve HFC taban değerlerinin nasıl hesaplanacağını açıklamaktadır.

Ülke Grupları: Montreal Protokolü Tarafları dört Kigali Değişikliği grubuna ayrılmıştır:

A5 kapsamında olmayan ülkeler, erken başlangıç aşaması	Çoğu Madde 5 kapsamında olmayan ülkeler
A5 kapsamında olmayan ülkeler, geç başlangıç aşaması	Rusya, Beyaz Rusya, Kazakistan, Tacikistan, Özbekistan
A5, Grup 1	Çoğu Madde 5 kapsamındaki ülkeler
A5, Grup 2	Bahreyn, Hindistan, İran, Irak, Kuveyt, Umman, Pakistan, Katar, Suudi Arabistan ve Birleşik Arap Emirlikleri

HFC Taban Değerleri: Her ülke grubunun taban değerleri aşağıda özetlenmiştir. Tüketim ve üretim için aynı taban değerleri geçerlidir. Tüm veriler ton CO₂e cinsinden ölçülmüştür (Farklı HFC'ler ve HCFC'ler için ton CO₂e değerinin nasıl hesaplanacağı hakkındaki ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 3**). Taban değerleri iki bileşenden oluşmaktadır:

- 3 yıllık bir minimum süre zarfında tüketilen (ya da üretilen) ortalama yıllık HFC miktarı
- Montreal Protokolü kapsamında HCFC'lerin kontrolü için taban değerlerinin bir oranı

İki bileşen de gerekli olduğundan A5 kapsamındaki ülkeler daha HCFC kullanımdan kaldırma sürecinin erken aşamalarında.

	A5 kapsamında olmayan ülkeler	A5 kapsamında	A5 Grup 1	A5 Grup 2
HFC bileşeni İlgili süre zarfındaki ortalama HFC	2011 ila 2013		2020 ila 2022	2024 ila 2026
HCFC bileşeni % HCFC taban değeri	%15	%25	%65	

Yukarıda referans gösterilen HCFC taban değerleri Montreal Protokolü'nde şu şekilde tanımlanmıştır:

- 1) Madde 5 kapsamındaki tüm ülkeler için:
2009 ve 2010'daki ortalama HCFC tüketimi
- 2) Madde 5 kapsamında olmayan tüm ülkeler için: 1989'daki HCFC tüketimi artı 1989'daki %2,8'lik CFC tüketimi

Taban değerini hesaplamak için, ilgili baz yıllarda kullanılan ayrı her bir tür HFC ve HCFC akışkanının tüketim ve üretim verileri gereklidir. Sağdaki örnekte, taban değeri 33,7 milyon ton CO₂e olarak hesaplanmıştır

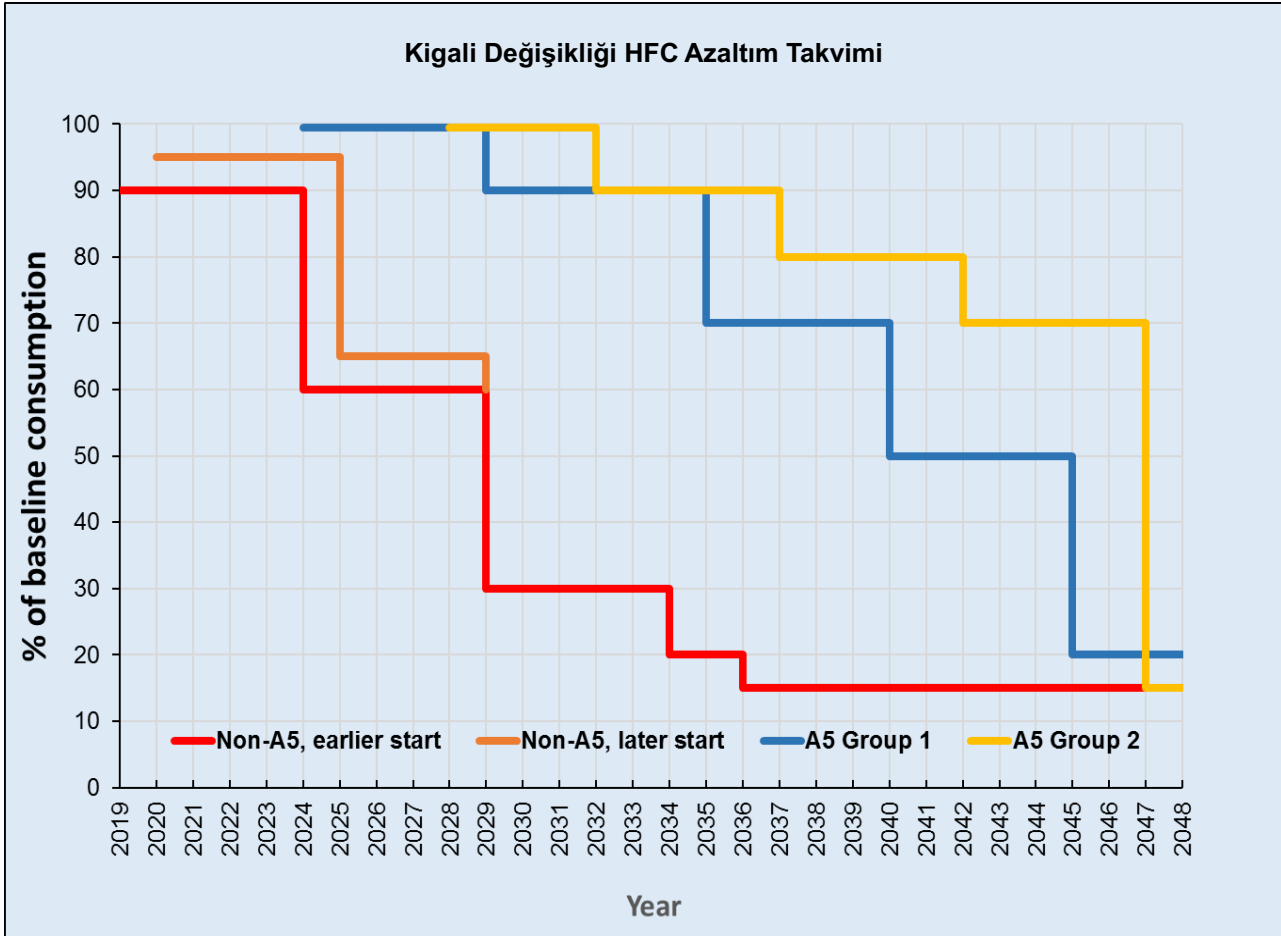
Kurgusal Örnek Taban Değer Hesabı A5 Grup 1 Ülkesi

Akışkan	Ortalama yıllık ton	GWP	Ton CO ₂ e (000)
	2020 ila 2022		
HFC-134a	5000	1430	7150
R-404A	2500	3922	9805
R-410A	3300	2088	6890
2009 ila 2010			
HCFC-22	8000	1 810	14480
HCFC-141b	1000	725	725
Toplam Taban Değeri, bin ton CO₂e HFC bileşeni + %65 HCFC bileşeni			33730

HFC Azaltma Zaman Çizelgesi:

Her ülke grubunun HFC azaltma adımları aşağıdaki tabloda ve grafikte özetlenmiştir. Aynı adımlar HFC'nin hem tüketimi hem de üretimi için geçerlidir. Tüm veriler ton cinsinden ölçülmüştür.

	A5 Dışındaki Ülkeler		A5 Ülkeleri	
	Erken başlangıç	Geç başlangıç	Grup 1	Grup 2
Dondurma	-	-	2024	2028
%5 azalma	-	2020	-	-
%10 azalma	2019	-	2029	2032
%20 azalma	-	-	-	2037
%30 azalma	-	-	2035	2042
%35 azalma	-	2025	-	-
%40 azalma	2024	-	-	-
%50 azalma	-		2040	-
%70 azalma	2029		-	-
%80 azalma	2034		2045	-
%85 azalma	2036		-	2047



Sonraki Adımlar: HFC Azaltma Stratejisi

Arka plan:

Kigali Değişikliği uygulamasının önemli bir yönü de her ülkenin kendi optimum azaltma stratejisini belirleyecek olmasıdır. İyi bir strateji geliştirmek için sayısız konunun ele alınması gerekmektedir. Aşağıdakiler de bunlara dahildir:

- Geçerli HFC₁ ve HCFC tüketimi pazar kesimleri arasında nasıl ayrılacak?
- Bu pazarlar, HCFC'lerin kullanımdan kaldırılması planları ve ekonomik büyüme gibi etmenleri hesaba katarak bir “olağan işler” senaryosu dahilinde nasıl gelişebilir?
- Gelecekte HFC tüketimini azaltmak için ne gibi eylemlerde bulunulabilir?
- Azaltma hedeflerine ulaşmak için hangi akışkanlar ve teknolojilerin benimsenmesi gerekiyor?
- Hangi pazar kesimleri düşük maliyetli eylemler açısından en büyük potansiyele sahip?
- Hangi endüstri paydaşlarının strateji geliştirmeye katkıda bulunması gerekiyor?
- Endüstri paydaşlarının uygulamaya geçmek için ne gibi desteklere ihtiyacı var (ör. iyileştirilmiş eğitim)?
- Önümüzdeki yıllarda yer alacak farklı eylemlerin önceliğini belirlemenin en iyi yolu nedir?

Bu bilgi notu, ulusal bir HFC azaltma stratejisi geliştirmek için atılabilecek adımları özetlemektedir.

Eylem 1: Tüketimi Anlama

İlk eylem HCFC'ler ve HFC'ler için geçerli gereksinimleri anlamak ve Kigali Değişikliği olmasaydı tüketimin önümüzdeki 10 yıl içinde nasıl değişebileceğine ilişkin bir resim çizmek, diğer bir deyişle olağan işler (BAU) tahmini belirlemektir. Bunu yapmak için bir **ulusal HCFC ve HFC tüketim modeli** oluşturmalsınız. Böyle bir modeli ne kadar ayrıntılı oluşturabilirsiniz, uygun bir azaltma stratejisinin analiz edilmesi de o kadar kolaylaşacaktır. Bir ulusal HCFC ve HFC tüketim modeli, iki ayrı tür veriyi temel almalıdır:

1) Toplu HCFC ve HFC tüketimine ilişkin yukarıdan aşağıya veriler. HCFC'ler için bu basit bir işlemdir; ilgili veriler zaten Ozon Sekreterliği'ne yıllık olarak bildirilmektedir. Bir çok yıllık süre boyunca ayrı her HCFC'nin verileri mevcut olmalıdır. Benzer verilerin, Kigali Değişikliği kapsamındaki HFC'ler için de toplanması ve rapor edilmesi gerekecektir, yine de bu aşamada A5 kapsamındaki birçok ülkenin HFC'ler için az miktarda geçmişe dair yukarıdan aşağıya verisi olabilir.

2) Önemli pazar kesimleri ve alt sektörlerle ilişkin aşağıdan yukarıya veriler.

Yukarıdan aşağıya veriler kullanışlıdır ama tüketimin farklı pazar kesimleri ve alt sektörler arasında nasıl ayrıldığına ayrıntılı şekilde anlaşılmasına yardımcı olmaz. **Kigali Bilgi Notu 2** HCFC'leri ve HFC'leri kullanan pazar kesimlerinin karışık birlikteliğine dair bir genel bakış sunar. Düşük GWP'li alternatiflerin kullanımına yönelik teknik seçeneklerin farklı pazarın alt sektörleri arasında büyük oranda değiştiğini gösterir. Aşağıdan yukarıya bir analiz için pazarın uygun alt sektörleri ayrılması gerekir. Her bir alt sektör kullanılan ekipman türüne ve ayrı ürünlerin tipik kullanım ömrüne göre modellenir. Bir örnek için bkz. Kutu 1.

Aşağıdan yukarıya modellemekten elde edilen veriler, girdi varsayımlarının (ör. yıllık kaçak oranları) makul olduğunu doğrulamak için yukarıdan aşağıya verilere göre “kalibre edilebilir”. Bu tür bir model oluşturulduğunda, gelecekteki seçeneklerin analizini desteklemek için güçlü bir araç olarak kullanılabilir.

Kutu 1: Araç kliması sektörünün aşağıdan yukarıya modeli

2015'te kurgusal bir A5 ülkesi kliması olan 0,5 milyon araca sahipti. Pazar 2005'te 0,2 milyon seviyesindeyken hızla büyüdü ve 2025'te 1 milyon araca ulaşması beklenmekte. Her araç bir “standart” araç klima sistemi ile temsil edilebilir:

- Kullanılan soğutucu: 0,7 kg HFC- 134a
- Ortalama yıllık kaçak oranı: %8
- Ortalama araç ömrü: 10 yıl

Bu bilgiden yola çıkılarak aşağıdaki gibi bilgileri gösteren bir aşağıdan yukarıya modeli oluşturulabilir:

- Tüm araçlardaki toplam HFC kütlesi
- Yeni araçlar için yıllık HFC miktarı
- Servis için yıllık HFC miktarı
- Kullanımda olan ve kullanım ömrü tamamlanmış HFC emisyonları

¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14**

Eylem 2: “Ana Eylemleri” Anlama

Gelecekteki HFC tüketiminin azaltılmasını sağlayacak bir dizi farklı yol vardır. Bunlar, pazarın her bir alt sektörü tarafından göz önünde bulundurulabilecek bir dizi ana eylem olarak ele alınabilir.



En önemli uzun vadeli ana eylem yeni tüm ekipmanlarda HFC'lerin düşük GWP'li alternatiflerini kullanmaktır. Örneğin, yeni süpermarket soğutma sistemi, CO₂ (GWP=1) gibi ultra-düşük GWP'li bir soğutucu kullanıyorsa, popüler HFC, R-404A (GWP=3922) kullanımına nazaran HFC kullanımında büyük azalmalar olur.

Ancak, kaçak önleme tedbirleri gibi diğer ana eylemler de dikkate alınmaya değer, zira bunların çoğu HFC kullanımını azaltmak açısından, azaltma sürecinin ilk yıllarında en düşük maliyetli yollar olabilir. En uygun ana eylemler HFC pazarının farklı kesimlerine göre değişiklik gösterebilir. Örneğin:

- Yüksek kaçak oranlarına ve uzun ekipman ömrüne sahip pazar kesimlerinde (ör. endüstriyel soğutma ya da büyük merkezi süpermarket soğutması) mevcut ekipmanlar için geçerli olacak kaçak önleme ya da eski ekipmanı yenileme gibi eylemleri de göz önünde bulundurmak önemlidir.
- Küçük kapalı sistem ekipman kullanan pazar kesimlerinde (ör. ev tipi buzdolapları, tek başına perakende buzdolapları) mevcut ekipmanların değiştirilmesi pratik ve düşük maliyetli değildir. Bu sektörlerde öncelik, en kısa zamanda yeni ekipmanlarda düşük GWP'li soğutucuların kullanıma sokulmasıdır.

Eylem 3: Gelecekteki tüketim senaryolarının geliştirilmesi

Ulusal HCFC ve HFC tüketim modeli, ulusal HFC gereksinimlerini tahmin eden gelecek senaryolarını incelemek için kullanılabilir. Pazarın her bir alt sektörünün modelleme varsayımları, ilgili sektörün gelecekteki HFC talebini ön görecektir. Örneğin, araç klima pazarı HFC-134a'dan ultra-düşük GWP'li bir alternatif geçiş yapıyorsa, gelecekteki HFC-134a talebi, başlangıçta yeni ekipmanda, ve sonrasında araç bakım pazarında azalacaktır. Daha sonra, tüm pazar sektörleri için toplam HFC tahminleri Kigali HFC azaltma programının adımları ile karşılaştırılabilir. Bu, her senaryo için şunları gösterir:

- a) Kigali Değişikliği hedeflerinin karşılanıp karşılanmadığı
- b) Her pazar sektöründe ve farklı ana eylemlerle sağlanan HFC tüketimindeki azalma oranları.

Bu ulusal politika yapımcıların azaltma hedeflerine ulaşmak için farklı rotalar tanımlamasını ve gelecekteki eylemlere öncelik verirken en pratik ve düşük maliyetli yolların hangileri olduğunu değerlendirmelerini sağlayan çok güçlü bir bilgidir.

Kutu 2: Araç Kliması için Senaryo Modelleme

Kutu 1'de gösterilenler gibi verileri kullanan bir ulusal HCFC ve HFC tüketim modeli, araç kliması sektöründeki yıllık HFC-134a talebini, gerek yeni araçlardaki klimanın doldurulması için gereken gaz açısından gerekse mevcut tüm araçlardaki kaçakları ikmal etmek için gereken gaz açısından gösterebilir. Model daha sonra farklı senaryolar kullanarak gelecekteki tüketimi tahmin etmek için kullanılabilir. Bu örnekte, HFC talebini hesaplamak için üç senaryo tanımlanmış ve kullanılmıştır. Bu senaryolar:

Olağan işler: Tüm yeni araçlar HFC-134a kullanmaya devam eder.

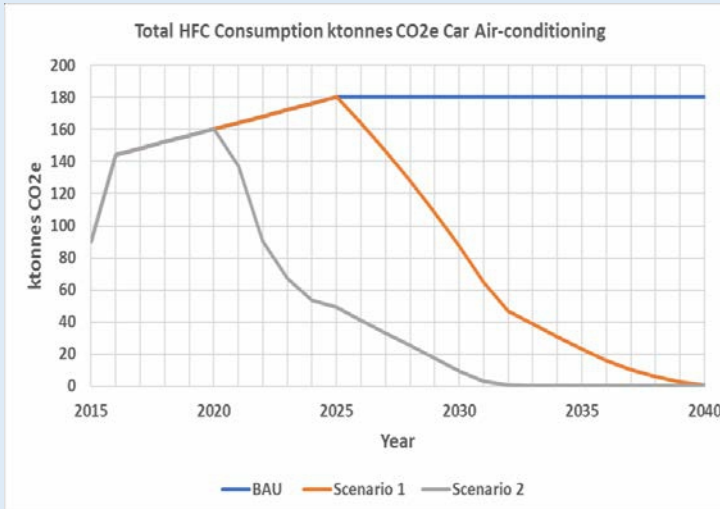
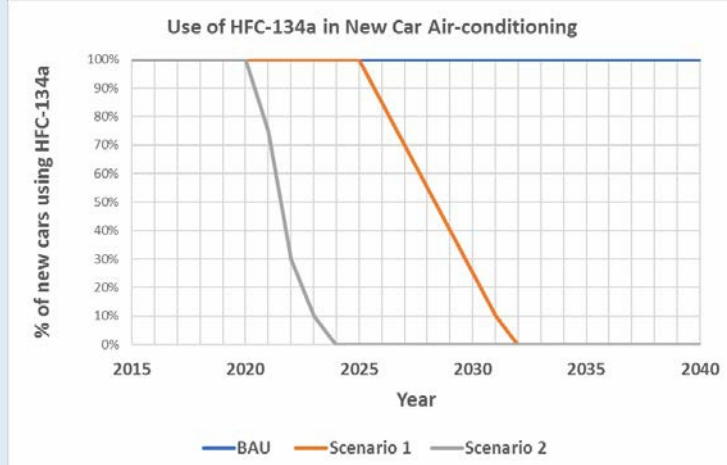
Azaltma Senaryosu 1: 2026'dan itibaren 7 yıllık bir sürede, yeni araçlardaki araç klimaları HFC-134a'dan ultra-düşük GWP'li bir HFC dışı alternatifine (ör. HFO-1234yf) geçiş yapar. Senaryo 1, geç bir başlangıç tarihi ve yeni araçlarda HFC-134a kullanımının nispeten yavaş bırakılması gibi özellikleri ile "muhafazakar" bir azaltma stratejisi olarak düşünülebilir.

Azaltma Senaryosu 2: 2020'den itibaren 5 yıllık bir sürede, yeni araçlardaki araç klimaları HFC-134a'dan HFC dışı bir alternatifine geçiş yapar. Senaryo 2 daha erken başlangıç tarihi ve düşük GWP'li bir alternatifine daha hızlı geçişi ile daha agresif bir senaryodur.

Aşağıdaki ilk grafikte, üç senaryonun her biri için yeni araçlarda HFC-134a'nın kullanımının bırakılması gösterilmektedir. Senaryo varsayımlarına göre, ikinci grafik modelden elde edilen sonuçları göstermektedir. Bu pazar kesiminin yıllık HFC talebi, ton CO₂e cinsinden ifade edilmiştir (GWP ve ton CO₂e hakkındaki bilgiler için bkz. [Kırmızı Bilgi Notu 3](#)).

Düşük GWP'li bir alternatifine erken geçişin avantajları ikinci grafikte belirgindir. 2040'a kadar olan süre zarfında, Senaryo 2 yaklaşık 3 milyon ton CO₂e azalması sağlarken Senaryo 1 yalnızca 1,8 milyon ton CO₂e azalması sağlamıştır.

Ayrıca, yeni araçlarda HFC-134a'nın bırakılmasında sonraki 10 yıl boyunca HFC-134a tüketiminin devam etmesi de ilginçtir; bunun nedeni filo da hala eski araçların olması ve bunların kaçaklar nedeniyle HFC-134a kullanım ihtiyaçlarının hala devam etmesidir.



Senaryo modelleme, HFC'lerin ve alternatiflerinin kullanımına ilişkin çok güçlü fikirler sunar. Her pazar kesimi ya da alt sektörü için, örneğin daha düşük GWP'li gazların kullanıma alınma tarihi açısından ayrı varsayımlar yapılabilir. Farklı tüm ana eylemler modellenilebilir, örneğin kaçak azaltma ya da mevcut ekipmanın güncellenmesi, yanı sıra yeni ekipmanda düşük GWP'li alternatiflere geçiş. Bir dizi farklı senaryo test edilebilir, bu da en büyük etkisi olacak eylemlerin tanımlanmasına yardımcı olabilir. UN OzonAction ekibi Ulusal Ozon Uzmanlarına senaryo modelleme konusunda daha fazla rehberlik sunabilir.

Eylem 4: Tüm teknik seçeneklerin ve aman çizelgelerinin göz önünde bulundurulması

Eylem 3 ile (gelecek tüketim senaryolarının geliştirilmesi) yakından bağlantılı olan bu eylem, her pazar kesiminin mevcut çeşitli teknik seçeneklerinin ele alınması için gereklidir. **Kigali Bilgi Notu 4** yeni ekipmanlar için kullanılabilir bir çok teknik seçeneği özetlemektedir. Bazı sektörlerde diğer ana eylemler (ör. endüstriyel soğutma ve süpermarket soğutmasında kaçak önleme) de göz önünde bulundurulmalıdır. "Yeni düşük GWP'li alternatifler kullanılabilir hale gelecek mi?" ve "İş gücünün bunları kullanmak için gerekli beceriler olacak mı?" gibi ulusal koşullar düşünülmelidir.

Uygun bir zaman çizelgesinin seçimi önemli bir husustur zira çevresel etki ve maliyet, üzerinde etkisi olacaktır. Kutu 2'deki analiz, kurgusal bir örnekte, azaltma sürecini erken başlatmanın avantajlarını göstermektedir. Ancak, çok erken başlatmanın potansiyel maliyet etkilerini de düşünülmelidir. Yandaki diyagram, ürünler ve ekipman için tipik olgunluk eğrisini göstermektedir. Erken geçiş yapanlar daha fazla ödeme yapabilir ve optimum performans elde edemeyebilirler. Genelde bir ürün olgunlaştıkça maliyeti azalır ve sunduğu performans artar. Erkenbaşlayanların çoğunun maliyeti A5 dışı ülkelere gömülüdür. 2020'lerin başlarında düşük GWP'li alternatifleri kullanan, düşük maliyet ve yüksek performans açısından olgunluğa ulaşmış bir çok yeni ürün olacaktır. Araç kliması pazarı buna iyi bir örnektir. Avrupa Birliği'ndeki yönetmelikler Ocak 2017'den itibaren AB'deki tüm yeni araçların düşük GWP'li bir alternatif kullanması gerektiği anlamına gelmektedir. Maliyetler hala yüksek, ama sonraki üç ila beş yıl içinde bunlar muhtemelen hızla düşecektir.



Bir azaltma eylemine "geç başlayanların" bir "optimum başlangıç" üzerinden ekstra maliyet üretebileceğini de dikkate almak gerekmektedir. Üreticiler tarafından sunulan çoğu yenilik düşük GWP'li alternatifleri kullanan ürünler ve ekipman yönünde gerçekleştirilecektir. Bu ürünlerde daha yüksek enerji verimliliği gibi iyileştirmeler yapılırken, yüksek GWP'li akışkanları kullanan eski ürünler "durgunlaşabilir" ve bu da işletim maliyetlerinin artmasına ve çevre etkilerinin kötüleşmesine yol açabilir.

Eylem 5: Paydaş girdisi ve destek

Ulusal Ozon Uzmanları paydaşlarla olan bağlantılarını dikkatli bir şekilde ele almalıdır. Bu 2 yönlü bir süreçtir:

- **Paydaşlardan gelen destek:** Bazı paydaşlar, geçerli pazarlara ilişkin fikirler ve en iyi teknik seçenekler ve zaman çizelgelerine dair düşünceler sunarak strateji gelişimine büyük bir katkı sağlayabilir.
- **Paydaşlara giden destek:** Bazı paydaşlar, Kigali Değişikliği'ni ve yeni ürünlerle teknolojileri anlamalarına yardımcı olması için çok fazla desteğe ihtiyaç duyar. Bir destek eğitimi ve yeni alt yapının (ör. kullanım ömrü dolan eski ekipmanların soğutucularını yeniden kullanma geri dönüştürmeye yönelik ulusal kabiliyet) düzenlenmesinde yardım gerekebilir.

Kigali Bilgi Notu 8 paydaş katılımı ile ilgili diğer ayrıntıları sunmaktadır.

Eylem 6: Strateji incelemeleri

Strateji, düzenli inceleme ve güncelleme gerektirir. Düşük GWP'li alternatiflerin kullanılabilirliği hızla değişmektedir. Kimyasal üreticileri tarafından büyük bir hızla yeni alternatifler piyasaya sürülmekte ve bu akışkanları kullanan yeni ürünler, ekipman üreticileri tarafından ticari hale getirilmektedir. Düşük GWP'li akışkanların ve ekipmanların coğrafi kullanılabilirliği de hızla değişmektedir. Şu anda odaklanılan konu, Avrupa Birliği başta olmak üzere en zorlayıcı HFC azaltma programlarına sahip olan bu ülkelerin tedariğini sağlamaktır. Ancak, Kigali Değişikliği söz konusuysa, bu muhtemelen hızla değişecektir ve Madde 5 kapsamındaki ülkeler düşük GWP'li teknolojilere erişimin hızla gelişmesini bekleyebilir. Ulusal strateji, başka değişiklikler gerekip gerekmediğini değerlendirmek için her yıl yeniden değerlendirilmelidir.

Sonraki Adımlar: Yasalar ve İdari Sistemler

Arka plan: Kigali Değişikliği, Montreal Protokolü'nün tüm taraflarınca, Ekim 2016'daki 27. Taraflar Toplantısı'nda kabul edilmiştir. Artık tüm tarafların Kigali Değişikliği'ni onaylamak ve uygulamak için adım atması gerekmektedir. Bu bilgi notu, yeni ulusal yasalar getirmek ve uygun idari prosedürler belirlemek ile ilgili ne yapması gerektiğine ilişkin bir özet sunmaktadır.

Kigali Değişikliği yalnızca Montreal Protokolü'nün bir uzantısıdır. Protokol'ün tüm tarafları halihazırda geçerli Montreal Protokolü'nün kabulü, uygulanması ve uyum sağlanmasını desteklemek için belirlenmiş yasalara ve idari prosedürlere sahiptir. Kigali Değişikliği'nin gereksinimleri mevcut yasalar ve idari prosedürlerin uzantısı olarak düşünülebilir.

Gerekli Yasalar: Getirilmesi gereken yasalar 2 kısma ayrılmaktadır:

- Kigali Değişikliği'nin Kabulü:** Her bir tarafın bir kabul dokümanı hazırlanması ve bunu Birleşmiş Milletler Emanetçi'sine vermesi gerekmektedir.
- Ulusal etkinleştirme yasaları:** Her bir ülkede Kigali Değişikliği'nin uygulanmasını sağlayacak yasalar yürürlüğe sokulmalıdır.

Gerekli İdari Sistemler: Aşağıdaki sistemler gereklidir:

- HFC'lerin izlenmesi ve raporlanması:** HFC'lerin üretimi, ithali ve ihracını izleyecek bir sistem gereklidir. Yıllık verilerin Montreal Protokolü Sekreterliği'ne rapor edilmesi gerekecektir.
- HFC'lerin üretim ve ithalat lisansları ve kotaları:** Azaltma hedeflerinin karşılanmasını sağlamak için HFC'lerin üretimi ve ithalatını lisanslamaya yönelik bir sistem gereklidir. Bu ayrıca, hangi şirketlerin HFC üretmesine ve ithal etmesine izin verildiğini tanımlamak için bir kota tahsis yöntemi de gerektirmektedir.
- İthalatın doğrulanması:** İthalatın yalnızca uygun bir kota tahsisine sahip şirketler tarafından yapıldığını denetlemesi için gümrük memurlarının bir idari sisteme ihtiyacı vardır.

Yasalar ve idari sistemlerden kim sorumludur?

Her taraf gerekli görevleri yapmak için en uygun bakanlık ya da hükümet kurumunu seçmekte özgürdür. Çoğu taraf için, muhtemelen şu anda ODS kullanımdan kaldırma sürecinin yasaları ve idari hususlarından sorumlu olan kurumlar Kigali Değişikliği kapsamındaki HFC azaltma sürecinden de sorumlu olacaktır.

Kabul: Kigali Değişikliği bağlayıcı bir uluslararası antlaşma olarak tasarlanmıştır ve uluslararası hukukta bazı haklar ve yükümlülükler getirmektedir. Değişiklik bir taraf için bir kez yürürlüğe girdiğinde, ilgili taraf Değişiklik kapsamındaki yasal yükümlülükleri de üstlenir.

Kigali Değişikliği, en az 20 taraf değişikliği kabul ederse kendi başına 1 Ocak 2019'da yürürlüğe girecektir. 20 Taraf Kigali Değişikliği'ni bu tarihte kabul etmemişse (bu oldukça düşük bir ihtimaldir), 20. kabulden sonraki 90. gün yürürlüğe girecektir. Madde VI(2)'de atıfta bulunulan ticari kontroller, en az 70 Protokol Tarafı bu tarihe kadar Değişikliği kabul ederse 1 Ocak 2033'te yürürlüğe girecektir.

Değişiklik bir taraf için, o tarafın kabulüne kadar yasal olarak bağlayıcı değildir. Aynı bir taraf için Kigali Değişikliği, o tarihe kadar kabul süreci tamamlanırsa 1 Ocak 2019'da, ya da Taraf kabul ettikten 90 gün sonra yürürlüğe girecektir.

¹ Kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. Kigali Bilgi Notu 14

Kigali Değişikliği'nin bir Montreal Protokolü tarafınca kabulü "Kabul Dökümanı"nın Montreal Protokolü emanetçisine, yani New York'taki Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri'ne emanet edilmesi ile gerçekleşir. Kabul Dökümanı muhtemelen orijinal Montreal Protokolü'nün ve sonraki değişikliklerinin kabulünün tasarımına uyması gereken çok basit bir döküman olacaktır.

Kabul dökümanının hazırlanması süreci taraflar arasında farklılık gösterecektir. Normalde Dış İşleri Bakanlığı bünyesindeki bir "antlaşma birimi" uluslararası antlaşmaların kabulünden sorumlu olacaktır. Kigali Değişikliği politikasını yöneten sorumlular antlaşma birimi ile kabul sürecinin başlatılması için iletişime geçmelidir.

Antlaşma birimi resmi kabul öncesinde izlenecek ulusal süreçlere tavsiyede bulunabilir. Bunlar hangi dökümanların hazırlanması ve hangi karar alma süreçlerinin izlenmesi gerektiğini açıklayabilirler. Politik otoritenin kabulü gereklidir. Bu süreç, bu yetkiyi verebilen ulusal süreçlere bağlıdır.

Örnek Kabul Dökümanı

Montreal Protokolü Taraflarının Ozon Tabakasını İncelten Maddelere ilişkin olarak 15 Ekim 2016'da Kigali'de düzenlenen Yirmi Sekizinci Toplantısında, Taraflar, 1985 tarihli Ozon Tabakasını Korumaya Yönelik Viyana sözleşmesi'nin 9. maddesinin 4. paragrafında belirlenen prosedür doğrultusunda, Montreal Protokolü'ne yeni bir değişikliği benimsemiştir.

DOLAYISIYLA ben, [Devlet Başkanı, Hükümet Başkanı ya da Dış İşleri Bakanı'nın adı], [Devletin adı] hükümetinin, yukarıda bahsedilen değişikliği gözden geçirdiğini, kabul ettiğini ve içerdiği şartları gerçekleştirmeyi ve yürütmeyi içtenlikle üstlendiğini beyan ederim.

BU BELGENİN KANITI OLARAK, bu kabul dökümanını [yer]'de [tarih] tarihinde imzalıyorum

[İmza]

Kabul hakkındaki diğer ayrıntılar Ozon Sekreterliği Bilgi Notu'nda bulunabilir:

http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-39/presession/briefingnotes/ratification_kigali.pdf

Ulusal Etkinleştirme Yasaları:

Gerekli olan etkinleştirme yasaları, Kigali Değişikliği ile uyumluluğu sağlamak için HFC'lerin üretiminin ve tüketiminin uygun kontrolünü sağlar. İlgili yasalar ozon inceltici maddelerin (ODS) üretimini ve tüketimini kontrol etmek için kullanılan mevcut yasaların bir uzantısı olabilir. Kigali Değişikliği'nin geçerli etkinleştirme yasalarında değişiklikler gerektiren önemli özellikleri şunlardır:

- 1) Tarafın HFC üretimini ve tüketimini, değiştirilen Montreal Protokolü Madde 2J ve Madde 5, paragraf 8^{qua}'da belirtildiği gibi kontrol etme yetkileri. Kontrol edilecek HFC'ler değiştirilen Protokol Ek F'de listelenmiştir.
- 2) HFC azaltma sürecinin ton CO₂e değerini temel aldığı kabul etme (GWP ve ton CO₂e'nin bir açıklaması için bkz. **Kigali Bilgi Notu 3**). ODS kontrolü ODP ton cinsinden ölçülmüştür; yasaların ton CO₂e değerini tanımlayacak şekilde değiştirilmesi gerekecektir.
- 3) Tarafın taban değer seviyesinin belirtimi, HFC azaltma süreci bu değerden ölçülecektir (bkz. **Kigali Bilgi Notu 5**, Madde 5 ve Madde 5 dışı taraflar için HFC taban değeri hesabının ayrıntıları).
Taban değer ton CO₂e cinsinden ölçülür ve ilgili her gaz için GWP değerlerinin kullanımını gerektirir. HFC'lerin GWP değerleri Protokol Ek F'de listelenmiştir. Madde 5 kapsamındaki ülkeler için taban değer hesabı, bir HCFC bileşenini içerir; genel olarak kullanılan HCFC'lerin GWP değerleri Protokol Ek C'ye eklenmiştir. Madde 5 kapsamında olmayan ülkeler için de taban değer bir CFC bileşeni içermektedir; CFC'lerin GWP değerleri Protokol Ek A'ya eklenmiştir.
- 4) Tarafın HFC üretimi ve tüketimi için azaltma adımlarını belirtimi. Bunların, ilgili yıllar boyunca taban değerden azaltma yüzdelerini temel alan ton CO₂e değerleri cinsinden belirtilmesi gerekir (azaltma adımlarının ayrıntıları için bkz. **Kigali Bilgi Notu 5**).
- 5) Değiştirilen Protokol'de Madde 4B, paragraf 2bis'de belirtildiği üzere HFC'lerin üretimi ve tüketimi için bir lisanslama sisteminin kurulması yetkileri.

- 6) HFC'lerin üretimi ve tüketimi için bir kota tahsis sisteminin kurulması yetkileri.
- 7) HCFC ya da HFC üreten herhangi bir Taraf için, 1 Ocak 2020'den itibaren yan ürün HFC-23 emisyonları sağlama yetkisi, üretilen HCFC'lerin ve HFC'lerin kütlesinin %0,1'ini geçemez.
- 8) Değiştirilen Protokol'de Madde 7, paragraflar 2 ve 3 uyarınca HFC üretimi, ithalatı ve ihracatı hakkında veri toplama yetkileri. HCFC ya da HFC üreten herhangi bir taraf için, değiştirilen Protokol'de Madde 7, paragraf 3'ter uyarınca HFC-23 emisyonları hakkında veri toplama yetkileri
- 9) Gümrük memurlarının yasadışı HFC ithalini önlemesini sağlama yetkileri.
- 10) 1 Ocak 2033'ten itibaren Kigali Değişikliği'ni kabul etmeyen devletler ile ticareti (HFC ithalatı ve ihracatı) (değiştirilen Protokol'de Madde 4, Paragraf 1 sept ve 2 sept'te belirtildiği üzere).

İzleme ve Raporlama: Mevcut Montreal Protokolü kapsamında, her bir taraf toplu ODS üretimi, ithalatı ve ihracatı hakkında bilgi toplar ve özet verileri yıllık olarak Montreal Protokolü Sekreterliği'ne rapor eder. Bu veriyi toplamaya yönelik idari sistemler, değiştirilen Protokol Ek F'de listelenen tüm HFC'ler hakkındaki verileri de içerecek şekilde olmalıdır.

Raporlama, taban değer süresinin başlangıcından geç olmamalıdır ve sonrasında da yıllık olarak yapılmalıdır. Kigali Değişikliği kapsamındaki her ülke grubunun temelde değer sürelerinin ayrıntıları için bkz. **Kigali Bilgi Notu 5**. Madde 5 kapsamındaki çoğu ülke (A5 Grup 1) için taban değer süresi 2020 ile 2022 arasındadır. A5 Grup 2 ülkeleri için taban değer süresi 2024 ile 2026 arasındadır.

Taban değer süresi başlamadan önce, en kısa zamanda bir raporlama sisteminin kurulmasının önemli avantajları vardır. Geçerli HFC tüketimine ilişkin iyi veriler olmaksızın, HFC azaltma süreci için planlar yapmaya başlamak çok zor olacaktır. Bir HFC azaltma stratejisi geliştirmek için gereken veriler ile ilgili rehberlik için bkz. **Kigali bilgi Notu 6**.

Lisanslama ve kota tahsisi: HFC üretim ve tüketim seviyelerini izlemek ve kontrol etmeye yönelik bir idari sistem, Kigali Değişikliği azaltma yükümlülüklerini yerine getirmek amacıyla gereklidir. Gereklisi sistem, ODS kullanımdan kaldırma sürecinin kontrolü için kullanılan mevcut sistemin bir uzantısı olacaktır.

Montreal Protokolü bir lisanslama sistemi gerektiğini belirtmektedir. Madde 4B, paragraf 2bis şunu belirtir:

"Her bir taraf, 1 Ocak 2019 itibarıyla ya da bu paragrafın kendisi için yürürlüğe girdiği tarihten sonra üç ay içinde, hangisi daha sonra gerçekleşirse, yeni, kullanılmış, geri dönüştürülmüş ve kazanılmış Ek F'deki kontrollü maddelerin ithalatını ve ihracatını lisanslamak için bir sistem kuracak ve uygulayacaktır. Madde 5 paragraf 1 kapsamında hareket eden ve böyle bir sistemi 1 Ocak 2019 tarihine kadar kuracak ve uygulayacak bir pozisyonda olmadığına kara veren herhangi bir taraf bu eylemleri gerçekleştirmeyi 1 Ocak 2021'e kadar erteleyebilir".

Yeni, kullanılmış, geri dönüştürülmüş ve kazanılmış HFC'lerin ithalatı ve ihracatını lisanslama gereksinimleri, HCFC'lerin geçerli lisanslama gereksinimleri ile tam olarak aynıdır.

Lisanslama sisteminin, ayrı şirketlere HFC'leri üretme ya da ithal etme hakları tahsis etmeye yönelik bir metodolojiye bağlantılı olması gerekmektedir. Bunu yapma yöntemi Montreal Protokolü'nde açıklanmamıştır; her bir taraf uygun bir sistem uygulamakta özgürdür, bu sistem genellikle bir kota tahsis yöntemi olarak anılmaktadır. Muhtemelen şu anda HCFC'ler için kullanılan kota tahsis yöntemi HFC'lerin kontrolü için genişletilebilir. En yaygın kullanılan tahsis yöntemi, taban değer sürecinde ayrı üreticiler ya da ithalatçıların etkinliklerini temel alan bir tahsis oluşturan "grandfathering" (mevcut hakların sürdürülmesi) yöntemidir. Ancak açık artırma gibi diğer yöntemler de göz önünde bulundurulabilir.

İthalat onayları: İthal edilen tüm HFC'lerin lisanslama sistemi aracılığıyla bir kota tahsisi almış olması önemlidir. Gümrük memurlarının ithalatçıların gerekli lisansa sahip olduğunu denetlemesini sağlamak için bir idari sistem olmalıdır. Bu, HCFC ithalatı denetimine yönelik mevcut gümrük prosedürlerinin bir uzantısı olarak geliştirilebilir. Memurların HFC'leri tanımlayabilmesine yardımcı olacak yeni gümrük kodları gereklidir ve hangi şirketlerin HFC ithal etmek için yasal hakkı olduğunu memurların lisanslama veritabanına erişmesi gerekecektir.

“Hakların Devamı” Yöntemiyle İthalat Kota Tahsisi

Taban değer süresinde X ülkesine toplu HFC ve HCFC ithalatı, A, B, C ve D olmak üzere 4 farklı şirket tarafından yürütülmüştür. Bu basit örnekte, X ülkesinde herhangi bir HFC ve HCFC üretimi olmadığı ve bu gazlara ilişkin bir yeniden ihracat olmadığı varsayılmıştır. Her şirketin ithalatı tabloda gösterilmiştir. D şirketi, taban değer süresinde, ton CO₂e cinsinden ölçülen tüm ithalatın %33'ünü gerçekleştiren en büyük ithalatçı konumundadır. Kotaların tahsisi için çeşitli metodolojiler vardır. Bir 'hak devamı metodolojisi' kapsamında D şirketi, izin verilen ithalat miktarının %33'üne eşit bir kota tahsisi alabilir. X ülkesi için taban değer 40.000 ton CO₂e olduğu düşünülürse, D şirketi 2024'te 40.000 taban değerinin %33'ünü (“duraklatma yılı”) ve 2035'te 28.000 ton CO₂e'nin %33'ünü (azaltma programında %30'luk azalma içeren bir yıl) alabilir.

Hak devamının farklı bir türü de “yeni giriş yapanlar” için bir tahsis yaratmaktır. Bu sayede yeni şirketler pazara girebilir. Toplam kotanın bir kısmı (ör. %10'u) yeni girenler için ayrılabilir. Bu durumda A, B, C ve D şirketlerinin her biri kendi tahsislerinin %10'unu yeni giriş yapanlara “verecektir”.

Akışkan	Şirkete göre yıllık ortalama ithalat (metrik ton)				GWP	ton CO ₂ e (000)			
	2020 ila 2022					A	B	C	D
	A	B	C	D		A	B	C	D
HFC-134a	1.000	2.000	2.500	3.000	1430	1430	2.860	3.575	4.290
R-404A	500	750	1.000	1.000	3922	1.961	2.942	3922	3922
R-410A	750	1.000	1.000	1.250	2088	1.566	2088	2088	2.610
HCFC--22	2.500	2.000	1.500	3.000	1810	4.525	3.620	2.715	5.430
Toplam ton CO ₂						9.482	11.510	12.300	16.252
% toplam ton CO ₂						%19	%23	%25	%33
Tahsis, 2024 = 40.000 ton CO ₂ e				2024 kotası		7.655	9.292	9.931	13.121
Tahsis, 2035 = 28.000 ton CO ₂ e				2035 kotası		5.359	6.505	6.951	9.185

HCFC'ler için bir ithalat kota sistemi geliştirmek ile ilgili kapsamlı ayrıntılar OzonAction tarafından 2012'de yayımlanmıştır. HCFC'ler için açıklanan yaklaşım ayrıca muhtemelen HFC kotaları için de uygun olacaktır. Bu referansa şu adresten erişilebilir: http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7531-e-HCFC_Quota_system.pdf

Paydaşlarla bağlantı:

Gerekli yasaların ve idari sistemlerin oluşturulması sürecinde ilgili paydaşlarla bu sürecin farklı bölümleri için bağlantı kurmak önemli olacaktır. Özellikle:

- Normalde Dış İşleri Bakanlığı bünyesinde bulunan “Antlaşma birimindeki” hükümet memurları,
- Gümrük Memurları
- HFC üreten ya da ithal eden özel sektör şirketleri

Paydaş bağlantısı ile ilgili daha fazla bilgi için bkz. **Kigali Bilgi Notu 8**.

Sonraki Adımlar: Paydaş Katılımı

Arka plan: Kigali Değişikliği'nin kabulü ve uygulamasının en etkili şekilde gerçekleşmesini sağlamak için sürekli paydaş katılımına yönelik bir mekanizma kurulması önemlidir. Her bir taraf zaten Montreal Protokolü'nün uygulanmasına yönelik düzenlemelere sahiptir. Çoğu ülkede Montreal Protokolü etkinliklerini yürüten aynı ekibin (ör. Ulusal Ozon Birimi) Kigali Değişikliği uygulamasında da odak noktasında olması uygun olacaktır. Bu ekibin aşağıdaki farklı paydaş grupları ile iletişime geçmesi gerekmektedir:

- Diğer hükümet memurları
- Özel sektör uzmanları ve sivil toplum temsilcileri
- Diğer ülkelerden uzmanlar ve destek kurumları

Hükümet Memurları ile İletişim:

Yasalar ve idari eylemlerin gereksinimleri **Kigali Bilgi Notu 7** 'de açıklanmıştır. Bu adımların aşağıdaki departmanlardan hükümet memurları ile birlikte atılması gerekmektedir:

- Dış İşleri Bakanlığı'ndan Antlaşma Birimi (ya da benzeri), kabul sürecine ilişkin destek için
- Ticaret Bakanlığı (ya da benzeri), HFC lisanslama, kota tahsisi ya da HFC'lerin üretiminin, ithalatının ve ihracatının izlenmesine ilişkin destek için
- Çevre Bakanlığı (ya da benzeri), Montreal Protokolü'ne yönelik mevcut ulusal etkinleştirme yasalarında değişikliklere ilişkin destek için
- Gümrük ve Sınır Kontrolü, HFC'lerin ithalatının izlenmesi ile ilgili destek için.

HFC'lerin başarıyla azaltılmasının önündeki çeşitli engeller **Kigali Bilgi Notu 11**'de tartışılmıştır. Bu engellerin üstesinde gelebilmek için önemli konuları ilgili memurlar ile ele almak çok yararlı olacaktır, örneğin:

- Bazı daha düşük GWP'li alternatiflerin kullanımı önleyebilecek ulusal yasalar, güvenlik kodları ve standartları ile ilgili destek için güvenlik uzmanları
- Teknisyen eğitim ile ilgili destek için eğitim uzmanları

HFC azaltma süreci sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ulusal hedefler doğrultusunda önemli bir katkı sağlayacaktır. Kigali Değişikliği ile diğer iklim değişikliği politikaları arasındaki etkileşim **Kigali Bilgi Notu 12**'de tartışılmıştır. Bu, şunlarla iletişim için yararlıdır:

- İklim değişikliğine ilişkin BM FCCC Paris Sözleşmesini uygulamaktan sorumlu memurlar
- HFC'lerin kullanımını azaltmaya yönelik politikalar ile enerji verimliliği politikaları üzerinde etkisi olabilecek politikalar arasındaki etkileşim ile ilgili destek için enerji verimliliği uzmanları.

Özel Sektör ve Sivil Toplum ile İletişim:

Kigali Değişikliği uygulama sürecindeki önemli bir ilk adım, bir ulusal HFC azaltma stratejisi geliştirmektir. Bu **Kigali Bilgi Notu 6**'da tartışılmıştır. Strateji, HCFC'ler ve HFC'lere yönelik mevcut pazarın kapsamlı şekilde anlaşılmasını, yanı sıra HFC'lere olan talebi azaltmak için gerçekleştirilebilecek en uygun ve düşük maliyetli eylemlerin tanımlanmasını gerektirmektedir. Özel sektör ile iletişim, bir azaltma stratejisinin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinin temel bileşenlerindendir. Kigali Bilgi Notu 6'da da tartışıldığı üzere bu "iki yönlü bir süreçtir":

- Bazı paydaşlar, geçerli pazarlara ilişkin fikirler ve en iyi teknik seçenekler ve zaman çizelgelerine dair düşünceler sunarak strateji gelişimine olumlu bir katkı sağlayabilir.
- Bazı paydaşlar, yeni ürünlerle teknolojileri anlamalarına yardımcı olması için çok fazla desteğe ihtiyaç duyar. Özellikle, bir destek eğitimi ve daha düşük GWP'li alternatiflerin tedariği için yeni alt yapının düzenlenmesinde yardım gerekebilir.

Her bir tarafın özel sektördeki önemli uzmanlar ile iletişim için bir danışma forumu kurması önerilir. Böyle bir foruma davet edilmesi gereken organizasyonlar ve şirketler, her ülkedeki koşullara bağlı olarak büyük ölçüde farklılık gösterebilir. Aşağıdakiler uygun olabilir:

Sektör	Olası Paydaşlar
Soğutucular, itici gazlar ve köpük şişirme ajanlarını içeren akışkanların tedariki	HCFC, HFC ve daha düşük GWP'li gazların üreticileri ve ithalatçıları
	HCFC ve HFC tedarik zincirindeki diğer şirketler (ör. soğutucu silindirlerini dolduran şirketler ve soğutucu toptancıları)
	Kullanılmış soğutucuları geri dönüştüren / kazandıran / imha eden şirketler
Soğutma, Klima ve Isı Pompaları (RACHP)	RACHP pazarının farklı kısımlarını temsil eden Ticaret Birlikleri
	RACHP ekipmanı tedarik eden ekipman üreticileri ve ithalatçıları
	RACHP ekipmanı için yalıtım ve bakım yüklenicileri
	Büyük RACHP son kullanıcıları (ör. süpermarketler)
	Diğer RACHP uzmanları (ör. tasarım danışmanları, güvenlik uzmanları)
Diğer HFC pazarları: Köpük yalıtımı, aerosoller, yangın koruma	Diğer HFC pazarlarını temsil eden Ticaret Birlikleri
	Bu pazarlardaki ürün üreticileri ve ithalatçıları
Sivil Toplum	HFC'lere ve iklim/ozon sorunlarına ilişkin uzmanlığı olan sivil toplum örgütleri ve diğer kurumlar

Kigali Değişikliği uygulamasının ilk aşamalarında, bir danışmanlık forumunun önemli görevi, ulusal HFC azaltma stratejisinin geliştirilmesini desteklemek için özel sektörün ve sivil toplum kuruluşlarının uzmanlığından yararlanmaktır. Strateji belirlendiğinde, forum, daha geniş bir paydaş yelpazesinde farkındalığı artırmak ve diğer gerekli destek konularını tanımlamak için bir araç olarak kullanılabilir.

Diğer ülkelerden uzmanlarla / destek kurumları ile iletişim:

Birçok ülke kendi HFC azaltma stratejisini geliştiriyor olacaktır. Bir çok durumda bu stratejiler benzer bileşenler sahip olacaktır. ve diğer ülkelerden ve uluslararası organizasyonlardan uzmanlarla iletişime geçmek önemli bir zaman ve çaba tasarrufu sağlayabilir.

Ozon Sekreterliği ve dört Çok Yönlü Fon uygulama kurumu (UNEP OzonAction, UNDP, UNIDO ve Dünya Bankası) Kigali Değişikliği hakkında düzenli olarak yararlı kaynak materyaller (örneğin bu Kigali Bilgi Notları gibi) sunacaktır. İlgili materyalleri araştırmak için iki iyi adres şunlardır:

UNEP OzonAction Web sitesi:
www.unep.org/ozonaction

Montreal Protokolü Ozon Sekreterliği Web sitesi:
www.ozone.unep.org

En son daha düşük GWP'li alternatiflere ilişkin teknoloji trendleri yukarıdaki web sitelerinden yayınlanan ve düzenli olarak güncellenen bilgiler aracılığıyla takip edilebilir. Buna HFC pazarının her sektöründe ve alt sektöründe mevcut alternatifler hakkındaki bilgiler de dahildir.

Belirli bir ülke için daha özel hale getirilmiş ulusal strateji geliştirme sürecine yönelik destek, Çok Yönlü Fon aracılığıyla kaynak sağlanan bağımsız uluslararası uzmanlardan temin edilebilir.

Madde 5 kapsamında olmayan bazı ülkeler zaten HFC kullanımını hızla azaltmak için ulusal politikalara sahiptir. Örneğin, Avrupa Birliği'nde 2018'de yaklaşık %40'lık bir HFC tüketimi azalması olacaktır. Ekipman tasarımcıları ve üreticileri hızla pazarda mevcut daha düşük GWP'li birçok alternatifi kullanan yeni ürünler çıkarmaktadır. Yararlı bilgiler ekipman üreticilerinden ve daha düşük GWP'li akışkan üreticilerinden temin edilebilir. Bu bilgilerin bir kısmına yukarıdaki web siteleri aracılığıyla erişilebilir. Diğer referanslar ve kaynak materyal bağlantıları için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14.**

Teknik Sorunlar: Yüksek Ortam Sıcaklığı

Arka plan:

HCFC'lerin ve HFC'lerin ana kullanım alanı soğutma, klima ve ısı pompası uygulamalarıdır (RACHP). Bu sektörler HCFC'lerin ve HFC'lerin GWP-ağırlıklı kullanımının yaklaşık %86'sını temsil eder (bkz. [Kigali Bilgi Notu 2](#)). Kigali Değişikliği'nde ileri düzeyde yüksek ortam sıcaklığında (HAT) çalıştırılan RACHP sistemlerini tasarlamının çeşitli özel zorluklara yol açtığı kabul edilmiştir. Klima sistemleri için bu zorluklar şunlardır:

- Isı yükleri ılıman iklimlere göre daha yüksektir.
- Isı, klima sistemi tarafından, ılıman iklimlere göre daha yüksek bir yoğuşma sıcaklığında atılır.

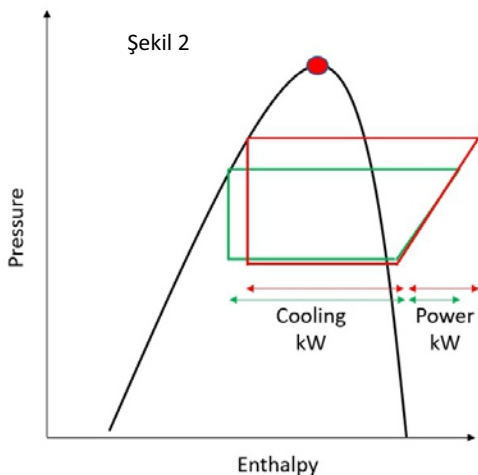
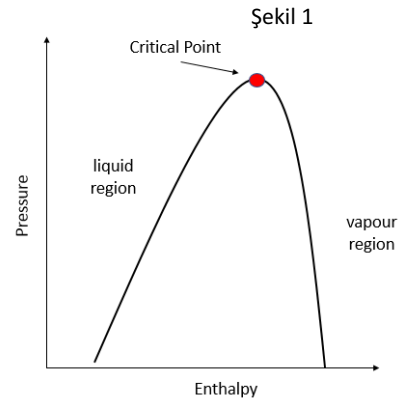
Bu faktörler yüksek ortam sıcaklığında çalışan klima sistemlerinin belirli bir oda boyutu için daha yüksek bir soğuma kapasitesine sahip olması gerektiği ve ılıman iklimlerde çalışan eşdeğer klima sistemlerine göre daha fazla enerji kullandıkları anlamına gelmektedir.

Bu bilgi notunda, klima sistemlerinin yüksek ortam sıcaklığında çalışması ile ilgili teknik sorunların bazıları tartışılmıştır. Bu bilgi notu ayrıca Kigali Değişikliği'nin bir parçası olan HAT Muafiyeti hakkında da bilgi sunmaktadır.

Bu zorluklar tüm soğutucular için geçerli olabilir:

HAT koşulları altında çalıştırmayla ilgili teknik zorlukların teklif edilen HFC soğutucuları azaltma sürecinden kaynaklanmadığını anlamak önemlidir. Bazı yüksek GWP'li HFC'ler de dahil birçok soğutucu, yüksek ortam sıcaklığında çalışmak için ideal uygunlukta değildir. Soğutma ve klima ekipmanı tasarımcıları ortam sıcaklığını daima hesaba katmak ve seçilen soğutucunun verimli ve güvenilir şekilde çalışmasını sağlamak durumunda kalmıştır. HAT koşullarına sahip ülkelerde kullanılacağı belirtilen ekipmanlar, ılıman iklimlerde kullanılacak ekipmanlarda biraz daha farklı bir yollar tasarlanmalıdır. Seçilen soğutucunun iki karakteristiği özellikle önemlidir:

Kritik sıcaklık. "Kritik sıcaklık" tüm soğutucularda olan bir özelliktir. Bu, bir soğutucu için bir basınç - entalpi diyagramı olan Şekil 1'de gösterildiği üzere, soğutucu için kritik noktadaki sıcaklıktır. Bir klima döngüsünün iyi bir verimliliğe sahip olması için yoğuşma sıcaklığının kritik sıcaklığa çok yakın olmaması önemlidir. Yoğuşma sıcaklığı her zaman ortam sıcaklığından yüksektir, bu yüzden HAT koşulları altındaki yoğuşma sıcaklığı ılıman iklimdekine göre daha yüksek, bu yüzden de kritik sıcaklığa daha yakın olacaktır ve enerji verimliliği azalacaktır.



Şekil 2, diyagrama çizilen iki klima döngüsünü göstermektedir. Yeşil döngü ılıman bir iklimde çalışma ve kırmızı döngü daha yüksek ortam sıcaklığında çalışma içindir. Yüksek ortam sıcaklığında çalıştığında klima sistemi:

- daha az soğutur (kırmızı soğutma kW çizgisi daha kısadır)
- daha fazla elektrik gücü gerektirir (kırmızı güç kW çizgisi daha uzundur)

¹ Basınç - entalpi diyagramı da dahil kullanılan tüm kısaltmaları içeren bir sözlük için bkz. [Kigali Bilgi](#)

Bu, yüksek ortam sıcaklığında çalışan tüm klima sistemlerinin, daha serin koşullarda çalışan bir üniteye göre neden daha fazla elektrik kullandığını göstermektedir.

Kullanılan soğutucunun kritik sıcaklığı düşükse enerji verimliliğindeki kayıp özellikle ciddi hale gelir. Yandaki tabloda klima sistemlerinde kullanılan bir dizi soğutucunun kritik sıcaklıkları listelenmiştir.

HCFC-22'nin makul bir yüksek kritik sıcaklığa sahip olduğuna dikkat edilmelidir. HCFC-22'nin yerini alan en yaygın kullanılan yüksek GWP'li HFC R-410A'dır. Bu gaz, en düşük kritik sıcaklıklardan birine sahiptir ve muhtemelen yüksek ortam sıcaklığında HCFC-22'den daha düşük bir performansa sahiptir.

Küçük split ve kanallı klima üniteleri için HFC-32, R-410A'ya daha düşük GWP'li bir alternatif olarak piyasaya sürülmüştür; R-410A'nın 2.088'lik değerine karşılık GWP değeri 675'tir. HFC-32'nin kritik sıcaklığı R-410A'dan daha yüksektir, bu yüzden bu daha düşük GWP'li alternatif geçişin HAT koşulları altında avantajları olacaktır. Ancak, HFC-32 bir A2L daha düşük yanıcı soğutucudur (yanıcılık hakkındaki ayrıntılar için bkz. **Kigali Bilgi Notu 10**) ve birçok ülkede daha büyük sistemlerde kabul edilebilir olmayabilir.

Propan yüksek verimlilik sunabilir, ancak bir A3 daha yüksek yanıcı soğutucudur ve yalnızca çok küçük sistemlerde düşünülebilir.

R-744'ün yaygın olarak kullanılan başka herhangi bir soğutucuya göre çok daha düşük bir kritik sıcaklığı vardır.

Klima için bunun bir "transkritik" döngü 2 olarak çalışması gerekir (ısı kritik sıcaklığı üzerinde atılır). Bu, R - 744'ü daha düşük verimli ve bu yüzden HAT koşullarında çoğu klima için uyumsuz yapar.

En büyük zorluk, yanıcı bir soğutucunun kabul edilebilir olamayacağı ve R-410A'nın yüksek ortam sıcaklığında çalışmak için çok uygun olmadığı yerlerde değişken soğutucu akışı (VRF) sistemleri gibi orta ve büyük ölçekli çoklu split klima ekipmanları içindir.

Bina iklimasına yönelik daha büyük soğutulmuş su tesisleri çok daha problemlidir. Su soğutucu genellikle kısıtlı erişimi olan bir konumda bulunduğu (ör. özel bir makine odası ya da çatı), HFO-1234ze ya da R-290 gibi yanıcı seçenekler de dahil bir dizi soğutucu düşünülebilir. Bunların makul ölçüde yüksek kritik sıcaklıkları vardır, bu da onları yüksek ortam sıcaklığında çalışmak için uygun kılar. Çok büyük soğutucular için HFO-1233zd gibi düşük basınçlı soğutucular kabul edilebilir. Bunların çok yüksek kritik sıcaklıkları vardır ve çok yüksek enerji verimliliğine sahip olabilirler.

Kompresör deşarj sıcaklığı. Bir diğer önemli karakteristik kompresör deşarj sıcaklığıdır. HAT koşulları altında bir klima sisteminin kompresörü, ılıman bir iklimde görülebilecek olandan daha büyük bir basınç oranı boyunca çalışmalıdır. Bu, kompresörden gelen deşarj sıcaklığının daha yüksek bir seviyeye ulaşmasını sağlar. Bazı koşullarda bu, kompresörün güvenilirliğini azaltabilecek ekstra teknik sorunlar yaratır.

Çok yüksek deşarj sıcaklıkları kompresörün ekstra soğutması ile azaltılabilir, yine de bu ek sermaye maliyeti yaratır ve enerji verimliliğini azaltabilir. Tasarımcıların kompresör deşarj sıcaklığının kabul edilebilir sınırlar içinde kalmasını sağlaması önemlidir.

Soğutucu	Kritik Sıcaklık °C
HFO-1233zd	165
R-717 (amonyak)	132
HFO-1234ze7	110
HFC-134a	101
R-290 (propan)	96,7
HCFC-22	96,1
HFC-32	78,1
R-410A	71,4
R-744 (CO ₂)	31,0

² Transkritik, alt kritik ve kademeli döngülerin bir tanımı için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14**

Sürekli Araştırma, Test ve Geliştirme:

Klima sistemleri için yüksek verimli bir düşük GWP'li seçenek bulmanın önemini anlamada, ekipman ve soğutucu üreticileri tarafından üstlenilen çok fazla geliştirme çalışması vardır . Ayrıca aşağıdaki gibi çeşitli bağımsız test programları hazırlık aşamasında:

- PRAHA: Yüksek Ortam Sıcaklığına Sahip Ülkelerdeki Klima Sektörleri için Düşük GWP'li Soğutucuları Tanıtma
- EGYPTA: Mısır Soğutucu Alternatifleri Projesi
- ORNL: Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı Düşük Küresel Isınma Potansiyelli (düşük GWP'li) Soğutucular için Yüksek Ortam Sıcaklığı Değerlendirme Programı
- AREP: AHRI düşük GWP'li Alternatif Soğutucular Değerlendirme Programı

Bu bağımsız testler farklı soğutucuların HAT koşulları altındaki performansını göstermektedir. Bu test programlarının en son sonuçlarına şu adresten erişilebilir: <http://ozone.unep.org>

HAT Muafiyeti:

Kigali Değişikliği, yüksek ortam sıcaklığı olan ülkelerde düşük GWP'li alternatiflerin kullanılmadığı belirli uygulamalar için kullanılabilecek bir muafiyet mekanizması içermektedir. HAT muafiyeti, Montreal Protokolü'ne dahile edilen ve HFC uygulamaları için geçerli olabilecek Kritik Kullanım ve Temel Kullanım muafiyetlerine ek bir muafiyet sürecidir.

HAT Tanımı: HAT muafiyetinin geçerli olması için bir ülkenin ardışık on yıl boyunca, aylık maksimum ortalama sıcaklığın 35°C'den fazla olduğu yılda en az iki aylık bir ortalamaya sahip olması gerekmektedir.

Tanımlanan ülkeler: Aşağıdaki ülkeler yukarıdaki HAT tanımını karşılıyor olarak tanımlanmıştır: Cezayir, Bahreyn, Benin, Burkina Faso, Orta Afrika Cumhuriyeti, Çad, Fildişi Sahili, Cibuti, Mısır, Eritre, Gambiya, Gana, Gine, Guinea-Bissau, İran (İslam Cumhuriyeti), Irak, Ürdün, Kuveyt, Libya, Mali, Moritanya, Nijer, Nijerya, Umman, Pakistan, Katar, Suudi Arabistan, Senegal, Sudan, Suriye Arap Cumhuriyeti, Togo, Tunus, Türkmenistan, Birleşik Arap Emirlikleri.

HAT muafiyetine kayıt: Muafiyeti kullanmak için bir tarafın yukarıdaki listede olması ve bu muafiyeti kullanma amacını HFC duraklatma tarihinden bir yıl öncesinde ve uzatmak istemesi halinde sonraki her dört yılda bir sekreterliğe resmi olarak bildirmesi gerekmektedir.

HAT muafiyeti kapsamındaki ekipman türleri:

- (a) Çoklu split klimalar (ticari ve konut tipi)
- (b) Split kanallı klimalar (ticari ve konut tipi)
- (c) Kanallı ticari montaja hazır (kendine yeten) klimalar

Kapsama dahil ekipmanların ayarı: Teknoloji ve Ekonomik Değerlendirme Paneli ve yüksek ortam sıcaklığı konusundaki harici uzmanlar HFC alternatiflerinin uygunluğunu değerlendirecek ve alt sektörlerde yukarıdaki listeye eklemelerini ya da çıkarmalarını önerecek ve bu bilgiyi Taraflar Toplantısında rapor edecektir. Bu değerlendirmeler, HFC duraklatma tarihinden dört yıl sonra başlayacak ve sonrasında her dört yılda bir periyodik olarak yapılacaktır.

Raporlama: HAT muafiyeti kapsamında faaliyet gösteren herhangi bir taraf, muafiyetin geçerli olduğu alt sektör için üretimin ve tüketim verisini ayrı olarak rapor etmelidir.

3 Bu tanım, Çevre Verileri Arşiv Merkezi kullanılarak günlük en yüksek sıcaklıkları türeten mekansal olarak ağırlıklı ortam sıcaklıklarına dayandırılmıştır:

http://browse.ceda.ac.uk/browse/badc/cru/data/cru_cy/cru_cy_3.22/data/tmx

Teknik Konular: Yanabilirlik

Arka Plan:

Kigali Değişikliği kapsamında HFC'lerin üretim ve tüketiminin azaltılması süreci, en nihayetinde dünya çapında satışı gerçekleştirilebilen HFC'lerin miktarında %85'lik bir azalmaya yol açacaktır. Bu tür anlamlı azaltmalara ulaşılabilmesi için, HFC kullanıcılarının da mevcut HFC'lerden çok daha düşük Küresel Isınma Potansiyeline (KIP¹) sahip alternatif akışkanlar kullanmaları gerekecektir. HFC'lere alternatif olabilecek düşük KIP değerine sahip akışkanların çoğu² yanıcı akışkanlardır ve bu da hem muhtemel güvenlik sorunlarına yol açmakta hem de kullanımlarını kısıtlayabilmektedir. Yanıcı soğutucu akışkanların güvenli ve başarılı kullanımı ancak ilgili güvenlik sorunlarının gereken şekilde değerlendirilmesiyle mümkündür. Bu bilgi formu, yanıcı HFC alternatiflerinin kullanımının etkisine ilişkin bir kılavuz görevi görmektedir.

Çoğu HFC'nin yanıcı olmaması onları birçok son kullanıcı uygulaması için popüler bir seçenek hâline getirmektedir. Yanıcı olmamaları HFC'lerin üretimini ve bunların kullanıldığı soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası (RACHP) sistemlerinin kurulumu ve bakımını görece kolaylaştırmaktadır. Yanıcı olmayan soğutucu gaz sızıntısı olması hâlinde herhangi bir yangın riski doğmaz. Aynı şekilde, bir ateş kaynağının bulunabileceği durumlarda yanıcı olmayan HFC itici kullanılan bir aerosol daha güvenli olabilir.

Çoğu HFC'nin yanıcı olmamasının bir nedeni de molekül yapılarının çok sabit olmasıdır. Ancak ne yazık ki, bu özellik HFC'lerin yüksek KIP değerlerine sahip olmasına da yol açmaktadır. Düşük KIP değerine sahip alternatifler genellikle daha az sabit moleküllere sahip olmakta, bu da birçok alternatifin yanabilir olmasıyla sonuçlanmaktadır.

Yanabilirlik Spektrumu:

Kigali Değişikliği'nden önce, piyasada bir çok yanıcı olmayan akışkan bulunmaktaydı ve yanabilirliğe ilişkin basitleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmişti. Yanabilir bir akışkanın istenmemesi halinde, birçok güvenlik kuralı ve standardı tutucu bir yaklaşım benimseyerek yanabilir akışkanların kullanılamayacağını belirtmiştir.

Daha az yanıcı olmayan akışkan seçeneğinin bulunduğu durumlarda, bu basitleştirilmiş yaklaşım pek de ideal değildir. Düşük KIP değerine sahip alternatiflerin kullanımının yaygınlaştırılması adına, çok geniş bir yelpazede çeşitlenen "yanabilirlik düzeylerinin" olduğunun anlaşılması önemlidir. Aşağıdakileri içeren ve süreklilik arz eden bir yanabilirlik spektrumu vardır:

- **Yanabilirliği yüksek akışkanlar** – bunlar çok kolay parlamakta ve patlayıcı etki yaratarak yanmaktadır.
- **Yanabilir akışkanlar** – bunların parlaması daha zor olmakla birlikte, bir kez parladıktan sonra yanmaya devam ederek kayda değer bir zarar meydana getirebilirler.
- **Yanabilirliği düşük akışkanlar** – parlamaları çok zor olup "hafifçe" yanarlar ve ateş kaynağı uzaklaştırıldığında sönebilirler. Hafifyanabilir akışkanlar, aynı miktarda olup yanabilirliği daha yüksek olan akışkanlardan daha düşük bir yağın riski oluştururlar.
- **Yanıcı olmayan akışkanlar** – parlamazlar.

Bazı önemli uluslararası soğutma güvenliği kuralları bu yanabilirlik spektrumunu tanımaktadır. Örneğin ISO 817, ISO 5149 ve EN 378 dört ayrı yanabilirlik sınıfını içermektedir. Ancak ne yazık ki tüm standartlar bu yaklaşımı benimsememekte, bazıları maddeleri basitçe yanabilir ya da yanmaz şeklinde sınıflandırmaktadır. Bu da yanabilirliği düşük akışkanların yanabilirliği yüksek akışkanlarla aynı muameleyi görmesinden dolayı bazı yanabilir akışkanların emniyetli bir şekilde uygulanmasının ciddi ölçüde kısıtlanması anlamına gelmektedir.

Yanabilirlik Parametreleri:

Hem güvenlik kurallarını çıkaran otoritelerin hem de yanabilir akışkanların son kullanıcılarının karşılaştıkları sorun yanabilirliğin karmaşık bir konu olması ve her akışkan için bir Güvenli Uygulama Çerçevesi tanımlamanın kolay bir yolunun bulunmamasıdır. Yanabilirlik bir dizi yolla ölçülebilmektedir. En önemli parametreler aşağıdaki gibidir:

¹ Kullanılan tüm kısa adları içeren terimce için bkz. [Kigali Bilgi Formu 14](#)

² Düşük KIP değeri olan alternatiflere ilişkin daha ayrıntılı bilgi için bkz. [Kigali Bilgi Formu 3](#)

1. **LFL, yanabilirlik alt sınırı:** LFL, bir gaz veya buharın havayla homojen karışımında alev oluşturabilecek minimum konsantrasyonudur.
2. **UFL, yanabilirlik üst sınırı :** UFL bir gaz veya buharın havayla homojen karışımında alev oluşturabilecek maksimum konsantrasyonudur.
3. **HoC, yanma ısı:** HoC, bir bileşiğin standart koşullar altında oksijenle tamamen yanması sonucunda ısı şeklinde açığa çıkan enerjidir.
4. **BV, yanma hızı:** BV , alevin ortaya çıkma hızıdır.
5. **MIE, minimum yanma enerjisi:** MIE bir gaz ya da buharın yanmasını sağlamak için (bir kıvılcım ya da çıplak alev gibi) bir yanma kaynağında bulunması gereken enerji miktarını belirtir.

Bazı güvenlik kurallarında LFL, HoC ve BV Tablo 1’de gösterilen dört yanabilirlik sınıfının tanımlanması için kullanılmaktadır.

Tablo 1: ISO 817, ISO 5149 ve EN 378’deki Yanabilirlik Sınıfları

Yanabilirlik Sınıfı		Yanabilirlik Alt Sınırı LFL kg/m ³	Yanma Isısı HoC MJ/kg	Yanma Hızı BV cm/sn
3	Yanabilirliği Yüksek	<0,1	veya >19	n/a
2	Yanabilir	>0,1	ve <19	n/a
2L	Yanabilirliği Düşük	>0,1	ve <19	<10
1	Yanmaz	Yanamaz		

Yanabilirlik meselesi yanmayı etkileyen başka muhtelif faktörler tarafından daha da karmaşık hâle getirilmektedir. Bunun üç önemli örneği aşağıdaki gibidir:

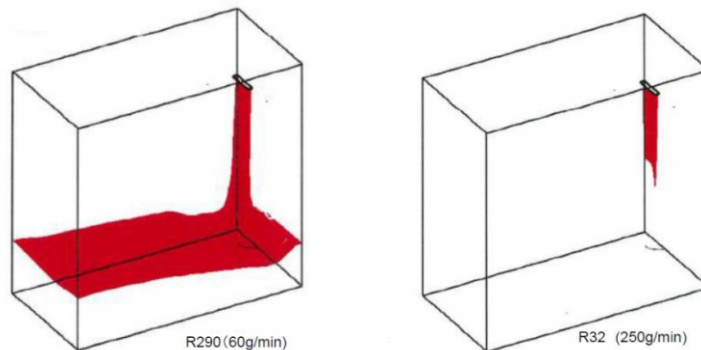
1. Bir yanma kaynağının tam geometrisi MIE’yi değiştirebilir.
2. Hava nem oranının yüksek olması bazı akışkanların yanma hızını artırabilir.
3. Sızan bir gaz etrafındaki havayla karıştığında bir seyrelme etkisi meydana gelir.

Şekil 1’de seyrelmenin ne şekilde meydana geldiği gösterilmektedir. Yanabilirliği yüksek Sınıf 3 bir buhar için LFL düşüktür (yani parlamanın gerçekleşebilmesi için havaya sadece az bir miktar gaz karışması yeterlidir) ve gaz konsantrasyonun LFL altına düşebilmesi için yüksek oranda seyrelme olması gerekmektedir. Yanabilirliği düşük Sınıf 2L bir buhar içinse LFL çok daha yüksektir ve LFL altında seyrelme çok daha hızlı gerçekleşebilir. Bu örnekte, yanabilirliği yüksek propanın sızma hızı, yanabilirliği düşük HFC-32’nin sızma hızının yalnızca çeyreği kadar olsa da çok daha büyük bir “parlama riski ayak izi” (kırmızı alan) oluşturmaktadır.

Bu meselelere yanabilirlik konusunun ne kadar karmaşık bir konu olduğunu göstermek için değinilmiştir. Yeterli teknik veri bulunmaması hâlinde güvenlik kurallarının muhafazakâr bir yaklaşım sergilemesi şarttır.

Şekil 1: Sızıntı ve LFL’yi aşan gaz konsantrasyonu alanlarının modellenmesi³

Duvara monte edilmiş bir soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası (RACHP) ünitesinden R-290 (propan, Yanabilirlik Sınıfı 3) ve HFC -32 (Yanabilirlik Sınıfı 2) sızıntı olduğunda yanabilir bölgenin menzilin tahmini Kırmızıyla işaretlenmiş alanlar buharın yanabileceği alanı göstermektedir. R-290 sızıntısı 60 g/dk iken HFC-32 sızıntısının 250 g/dk ile bunun 4 katından fazla olduğu dikkate alınmalıdır.



³ Osami Kataoka, JRAIA, Ocak 2013, “Flammability of 2L Class Refrigerants “

Risk Olasılık ve Ciddiyetleri :

Parlama olasılığı ile parlamanın sonuçlarının ciddiyeti arasında bir ayırım yapılması önemlidir. Parlama olasılığı çok büyük oranda LFL ve MIE'ye bağlıdır:

- Yanabilirliği yüksek bir akışkanın hem LFL değeri düşüktür (yani parlamanın gerçekleşmesi için havaya az miktarda gaz karışması yeterlidir) hem de MIE değeri düşüktür (yani küçük bir kıvılcım gibi düşük enerjili bir yanma kaynağı parlamayı başlatmaya yeterlidir).
- Yanabilirliği düşük bir akışkanın LFL değeri yüksektir ve bu da parlama riskinin bulunduğu alanın (Şekil 1'de de gösterildiği üzere çoğu normal şartlar altında) daha küçük olacağı anlamına gelmektedir. Ayrıca çok daha yüksek bir MIE değeri de gerektirmekte, bu da parlama riski alanında çok daha güçlü bir yanma kaynağının bulunmasını gerekli kılmaktadır.

Parlamanın sonuçlarının ciddiyeti büyük oranda BV ve HoC'ye bağlıdır:

- Yanabilirliği yüksek bir akışkanın BV değeri de yüksek olup bu konsantrasyonu LFL üzerinde olan bir gaz bulutunda patlayıcı parlamaya yol açabilir. HoC da yüksekse büyük tahribat meydana gelebilir.
- Yanabilirliği düşük bir akışkanın BV değeri de düşüktür yani parlama meydana gelirse yanma yavaş gerçekleşir. Yanma kaynağı ortamdan uzaklaştırıldığında sıklıkla yanma devam ettirilemez.

Propan gibi Yanabilirlik Sınıfı 3 (yanabilirliği yüksek) gazlar hem yüksek bir parlama olasılığı barındırmakta hem de parlama sonrası ciddi sonuçlar doğurmaktadır.

HFO-1234yf veya HFC-32 gibi Yanabilirlik Sınıfı 2L (yanabilirliği düşük) gazların parlaması zordur (yüksek LFL ve yüksek MIE) ve bu gazların BV değerinin düşük olması parlama sonuçlarının çok daha az ciddi seyretmesini sağlar. Tablo 2, yukarıda değinilen kilit öneme sahip yanabilirlik özelliklerinin bazılarında meydana gelen çeşitlenmeyi göstermektedir.

Tablo 2: Örnek Kilit Parametreler

Akışkan	Yanabilirlik Sınıfı	LFL kg/m ³	MIE ⁴ mJ	HoC MJ/kg	BV cm/sn
Propan	3	0,038	0,3	46	43
HFC-152a	2	0,130	10	16	23
Amonyak	2L	0,116	100	19	7
HFC-32	2L	0,307	1000	9	6
HFO-1234yf	2L	0,289	5000	9	1,5

Amonyakın uzun yıllardır büyük endüstriyel sistemlerde yaygın bir biçimde kullanılıyor olması ilginçtir. Amonyak Sınıf 2L, yanabilirliği düşük bir akışkandır. Parlaması zor olduğundan, amonyak sızıntısından kaynaklanan çok az sayıda kaydedilmiş yangın vakası mevcuttur.

HFO-1234yf gibi KIP değeri son derece düşük akışkanlar ile HFC-32 gibi KIP değeri ortalama olan akışkanlar Kigali Değişikliği HFC üretim ve tüketiminin kademeli sonlandırılması hedeflerini karşılayabilecek önemli alternatiflerdir. Tablo 2 verileri, bu akışkanların parlamasının amonyaktan çok daha zor olduğuna (çok daha yüksek MIE ve LFL) ve parlama sonuçlarının sınırlı olduğuna (düşük BV ve düşük HoC) işaret etmektedir. Bu yeni soğutucu akışkanlara ilişkin daha fazla çalışma deneyimi elde edilinceye kadar bu tür akışkanlar için bir güvenli "çalışma çerçevesi" tanımlamanın zor olduğu vurgulanmalıysa da, bunlar yüreklendirici özelliklerdir.

HFC-152a'nın amonyaktan daha "az yanabilir" olduğunu söyleyen önceki güvenlik kurallarına bakılırsa, HFC-152a'nın LFL değeri amonyaktan daha yüksek, HoC değeri ise daha düşüktür. Buna karşılık pratikteki deneyimler HFC-152'nin amonyaktan çok daha kolay yanabildiğine işaret etmektedir. Bu da (parlamayı çok daha kolay hale getiren) düşük MIE değeri ve (sonuçları daha ciddi hale getiren) yüksek BV değeri ile açıklanabilir. En nihayetinde, bu da yanabilirliği kategorize etmeye ilişkin basite kaçan yaklaşımlardan kaçınmanın önemini göstermektedir.

⁴ Bu MIE değerleri yalnızca yaklaşık değerlerdir – test koşullarına bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterebilirler.

Yanabilir Akışkanların Mevcut Kullanımı:

Yanabilir akışkanların hem OTİM hem de HFC alternatifi olarak zaten yaygın bir kullanım alanı mevcuttur. Bu durumun en iyi bilinen örneklerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

Yanabilirliği yüksek akışkanlar:

- a) Ev tipi soğutucularda izobütan
- b) Bağımsız ticari soğutucularda propan
- c) PU izolasyon köpüğü imalatında pentan
- d) Aerosol iticisi olarak hidrokarbon karışımları

Yanabilirliği düşük akışkanlar:

- a) Endüstriyel soğutma tesislerinde amonyak
- b) Araç klimalarında HFO-1234yf
- c) Su soğutucularında HFO-1234ze
- d) Küçük split klimalarda HFC-32

Kigali Değişikliği'nin başarılı olabilmesi için hem ulusal hem de uluslararası düzeyde koordineli çalışmalar gerektiren yanabilir akışkanların kullanımında kayda değer bir artış olması gerekmektedir.

Mevcut ekipmanın tadilat/modifikasyonuna ilişkin tehlikeler:

İlgili güvenlik meselelerinin tamamını dikkate alarak, yanabilir akışkanların kullanılması amacıyla gereken şekilde yeni ekipman tasarlanabilir. Yanmaz bir akışkan için tasarlanmış mevcut ekipmanın tadilat/modifikasyonu için yanabilir bir soğutucu akışkan kullanılması önemli güvenlik riskleri doğurmakla birlikte genellikle önerilen bir uygulama değildir. Yakın zamanda gerçekleştirilen bir Yürütme Kurulu toplantısında kabul edilen Karar no. 72/17 şunu belirtmektedir: “HCFC ile çalışan soğutma ve iklimlendirme ekipmanın yanabilir ya da toksik soğutucu akışkanlarla çalışacak ve bunlarla ilgili hizmetleri sunacak şekilde tadil/modifiye edilmesine karışan kişiler bunu ilgili tüm sorumluluk ve riskleri aldıklarının bilincinde olarak yapmış sayılır”⁵.

Montreal Protokolü'nü imzalamış olan kurum ve organlar, bunlar için tasarlanmamış ekipmanda yanabilir soğutucu akışkan kullanma tercihindan doğabilecek istenmeyen sonuçlara ilişkin hiçbir sorumluluk kabul etmezler.

Uluslararası Düzeyde Yapılması Gerekenler:

atılması gerekmektedir:

Aşağıdakileri de içeren çeşitli adımların

- 1) Uluslararası standardizasyon kurumlarının yanabilir akışkanların soğutma ve iklimlendirme piyasası başta olmak üzere bir dizi uygulama alanında güvenli kullanımına ilişkin olanakları gereken şekilde yansıtan standartları güncellemeye yönelik devamlı çaba sarf etmesi gerekmektedir. Yanabilirlik spektrumunu tanımayan standartların tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.
- 2) İlgili standartların güncellenmesine destek olacak kanıtların temin edilmesi amacıyla, araştırma kurumlarının yanabilir akışkanların etkili ve güvenli kullanımına ilişkin daha detaylı araştırmalar yapması gerekmektedir.
- 3) Ekipman imalatçılarının kimi ürünlerini yanabilir akışkanların güvenli kullanımını sağlayacak şekilde yeniden tasarlamaları gerekmektedir.
- 4) İleriki kullanımlarının teşvik edilmesi adına, yanabilir akışkanların başarılı kullanımına ilişkin verilerin yayılması gerekmektedir.

Madde 5 Ülkelerinde Yapılması Gerekenler:

Çoğu M5 ülkesinin yanabilir akışkanların daha fazla kullanılmasını desteklemek adına aşağıdakiler başta olmak üzere daha fazla adım atması gerekmektedir:

- 1) Bilinçlendirme yapılarak konunun daha iyi anlaşılması adına, yanabilir akışkanların güvenli kullanılabileceğinin ve bu akışkanların CFC'lerin üretim ve tüketiminin kademeli olarak sonlandırılması esnasında kimi pazarlara geniş bir kullanım alanıyla girdiklerinin açıklanması.
- 2) Kurulum ve bakım onarım teknisyenleri için eğitim imkânlarının sağlanması.
- 3) Özel ekipman ve aletlerin (örn. yanabilir bir buharın bulunabileceği bir alanda güvenli kullanılmak üzere tasarlanmış aletler) mevcut olduğundan emin olunması.
- 4) Güncel uluslararası güvenlik standartlarıyla uyumlulaştırılmak üzere güncellenmesi gerekebilecek tüm ulusal ve yerel mevzuat/standartların değerlendirmeye alınması.

⁵ Bkz. www.multilateralfund.org/72/English/1/7247.pdf

Arka Plan:

Montreal Protokolü Taraflarının her birinin Kigali Değişikliği uygulama sürecinin bir parçası olarak bir ulusal HFC üretim ve tüketiminin azaltma stratejisi hazırlaması önerilmektedir. Buna ilişkin ayrıntılar **Kigali Bilgi Notu 6'**da belirtilmektedir. Mümkün olduğu kadar erken müdahale edilmesi açısından, uygulamanın önündeki en yaygın engellerin anlaşılması yararlı olacaktır. Bunların en önemlileri bu bilgi notunda ele alınmakta olup aşağıdakileri içermektedir:

- 1) Yeni akışkan ve teknolojilerin bulunmaması
- 2) Yeni akışkan ve teknolojilerin yüksek maliyeti
- 3) Teknisyen eğitiminin eksikliği
- 4) Kısıtlayıcı güvenlik kural ve standartları

Yeni akışkan ve teknolojilerin bulunmaması:

KIP¹ değeri daha düşük HCFC ve HFC alternatifleri **Kigali Bilgi Notu 4'**te özetlenmiştir. HCFC ve HFC'lerin kullanıldığı piyasalar oldukça karmaşık olup geniş bir uygulama alanı yelpazesine yayılmış (hem safmadde hem de karışım halinde) bir sürü düşük KIP değerli akışkan bulunmaktadır. Birçok Madde 5 ülkesince gündeme getirilmiş temel kaygılardan biri de en son düşük KIP değerli teknolojilerin en hızlı HFC üretim ve tüketiminin azaltılması planına sahip Madde 5 ülkesi olmayan ülkelere de mevcut olup olmayacağıdır.

Bu makul bir kaygı olup bir HFC üretim ve tüketiminin azaltılması stratejisi oluşturulurken ele alınması gereken bir konudur. Bu tipik bir "tavuk-yumurta" durumudur; belirli bir ülkede düşük KIP değerli ürün talebi olmazsa ekipman tedarikçileri bu ürünleri pazarlamayacaktır. Diğer taraftan, pazarlanan ürün olmayınca talep de olmayacaktır. Soğutucu akışkan üreticileri ve ekipman tedarikçileri ürünlerini yeni pazarlarda satmaya istekli olsalar da yatırımlarını makul bir çerçeveye oturtmak adına yeterli talebe ihtiyaçları vardır.

HFC üretim ve tüketiminin azaltılması stratejisi oluştururken dikkatle uygun pazarlar hedefleyerek bu engelin üstesinden gelinebilir. Bazı Madde 5 ülkesi olmayan ülkelere düşük KIP değerli alternatiflerin halihazırda benimsenmiş olduğu birkaç pazar belirlemek mümkündür. Örneğin:

- Hidrokarbon soğutucu akışkan kullanılan ev tipi soğutucular
- Hidrokarbon veya CO₂ soğutucu akışkan kullanılan küçük entegre soğutmalı perakende ürün dolapları (ör. dondurma dolapları ve cam şişe soğutucuları)
- HFC-32 kullanılan küçük split klimalar
- HFO-1234yf kullanılan araç klimaları

Ulusal Ozon Birimi ve söz konusu pazarlarda kilit roldeki ekipman tedarik paydaşlarının da teşvikiyle, yeni bir coğrafyada talep oluşturulması mümkün olacaktır. Bu pazarlardan bazılarının (özellikle araç kliması ve küçük split klima pazarlarının) büyük uluslararası ekipman tedarikçilerinin hakimiyetinde olmak gibi bir avantajı vardır. Bu büyük şirketler zaten Madde 5 ülkesi olmayan belirli ülkelere bol miktarlarda düşük KIP değerli teknoloji tedarik etmekte olup en son teknolojilerini yeni piyasalarda kullanmaya gayet istekli olacaktır. Küçük soğutmalı perakende ürün dolapları sıklıkla zaten HFC kullanımından kaçınmayı da içeren küresel çevre programları² bulunan önce gelen gıda ve içecek üreticileri (ör. dondurma ve gazoz imalatçıları) tarafından tedarik edilmektedir. Daha geniş bir coğrafyadaki bir pazarda telp oluşturulması adına ilgili paydaşlarla işbirliği yapmaları komşu ülkelerin de yararına olacaktır.

Bu yaklaşım her koşulda uygun olmayabilir (ör. düşük KIP değerli teknolojilerin halihazırda tam olgunlaşmamış olduğu veya çok ücra coğrafyalarda bulunan pazarlar için) fakat iyi bir üretim ve tüketimin azaltılması stratejisi geliştirmenin ve paydaşların işbirliğinin iyi olmasının muhtemel faydalarına dikkat çekmektedir.

¹ Kullanılan tüm kısa adları içeren terimce için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14**

² Örneğin **Refrigerants, Naturally!** son derece düşük KIP değerli doğal soğutucu akışkanlara ve yüksek enerji verimine doğru teknolojik bir kaymayı teşvik eden (Coke, Pepsi, Unilever ve Red Bull gibi) uluslararası şirketlerin bir girişimidir.

www.refrigerantsnaturally.com

Yeni akışkan ve teknolojilerin yüksek maliyeti:

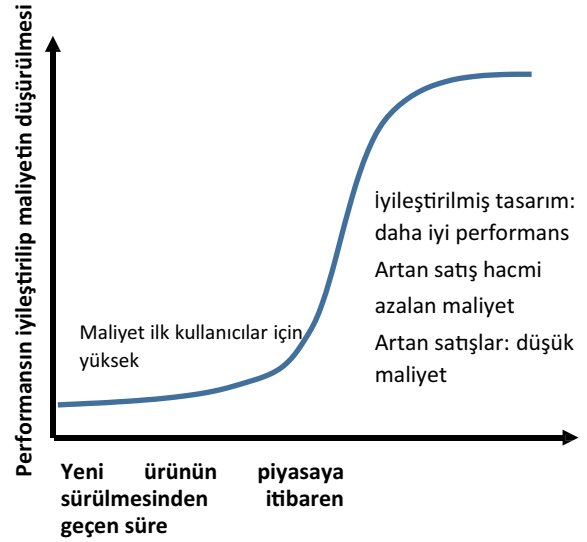
Düşük KIP değerli teknolojilerin bulunmayacağına dair kaygıyla bağlantılı bir başka kaygı da bu teknolojiler mevcut olsa bile güç yetemeyecek kadar pahalı olacaklarına yönelik kaygıdır. Aynı şekilde, bu da (a) teknoloji makul olgunlukta ve (b) düşük KIP değerli ürünler yüksek talep görürse üstesinden gelinebilecek makul bir kaygıdır.

Tüm düşük KIP değerli ürünlerin yerini aldıkları yüksek KIP değerli ürünlerden daha maliyetli olacağı varsayılmamalıdır. Zaten kullanımda olan bazı düşük KIP değerli alternatifler, düşük maliyet ve yüksek verim gibi etkenlerle piyasaya isteyerek sürülmüştür. Mesela HFC-134a yerine izobütanla çalışan ev tipi soğutucular biraz daha düşük bir maliyetle ve artırılmış enerji verimiyle üretilmektedir. Çoğu aerosol ürününde CFC iticilerin ikame edilmesi de düşük bir maliyetle gerçekleştirilmiştir. Bu ürünlere olan talep yüksekse maliyet de bir engel teşkil etmemelidir.

Bu durum tüm düşük KIP değerli teknolojiler için geçerli değildir. Araç klima pazarında, HFO -1234yf düşük KIP değerli bir HFC-134a alternatifi olarak piyasaya sürülmüştür. Şu anda HFC-134a'dan çok daha pahalıdır. Diğer taraftan, yeni HFO soğutucu akışkan 3 yıl boyunca yalnızca büyük miktarlarda üretilmiş olup halihazırda bir arz darlığı yaşanmaktadır. Önümüzdeki üç ila beş yıl içerisinde, birkaç yeni üretim tesisinin daha devreye alınması ve fiyatın hatırı sayılır derecede düşmesi beklenmektedir.

Kigali Bilgi Notu 6'da yeni düşük KIP değerli ürünlerin piyasaya sürülmesi için en uygun (optimum) zamanlamanın önemini gösterilmesi amacıyla bir "ürün-olgunluk eğrisi" kullanılmıştır:

- İlk kullanıcılar ek maliyetlerle karşılaşır- Madde 5 ülkeleri bu maliyetler yüklenene kadar bekleyebilir.
- Yeni teknolojinin benimsenmesi için en uygun zaman maliyetlerin düşüp performansın iyileştiği zamandır.
- Üretim ve tüketimin azaltılması aşamasında "geç başlangıç", "optimum başlangıç" nazaran ek maliyetler doğurabilir. İmalatçı yenilikleri düşük KIP değerli alternatiflerle çalışan ürün ve ekipmana yansıtılacaktır. Daha yüksek enerji verimi gibi iyileştirmeler bu ürünlerde yapılırken yüksek KIP değerli akışkanlarla çalışan eski ürünler "durağanlık" yaratarak daha yüksek işletme maliyetleri ve daha kötü çevresel etkiler doğurabilecektir.



Bu meseleler iyi bir azaltma stratejisi geliştirmenin, ilgili paydaşlarla koordine olmanın ve mümkün olduğunda komşu ülkelerle bölgesel girişimlere katılmanın önemini vurgulamaktadır.

Teknisyen eğitiminin eksikliği:

Önemli bir engel de özellikle kurulum ve bakım-onarım işlerini yapan teknisyenlerin daha iyi eğitilmesi ihtiyacıyla ilişkilidir. RACHP ekipmanıyla çalışan teknisyenlerin çoğu sadece yanmaz ve toksik olmayan HCFC ve HFC soğutucu akışkanlara aşinadır. Birçok düşük KIP değerli alternatifi yanabilirlik, toksisite ve çalışma basıncı özellikleri daha "zordur". En önemli eğitim alanları aşağıdaki gibidir:

- 1) R-290 (propan) ve R-1270 (propilen) gibi yanabilirliği yüksek soğutucu gazların kullanımı.
- 2) HFO-1234yf ve HFC-32 gibi yanabilirliği düşük soğutucu akışkanların kullanımı.
- 3) R-717 (amonyak) gibi toksik soğutucu akışkanların kullanımı.
- 4) R-744 (CO₂) başta olmak üzere yüksek basınçlı soğutucu akışkanların kullanımı.
- 5) R-744 (CO₂) kullanılan transkiritik çevrim başta olmak üzere aşına olunmayan soğutma çevrimlerinin kullanımı.



© Shutterstock

Düşük KIP değerli teknolojilerin bulunmasına ilişkin husustakine benzer şekilde, eğitim konusunda da bir "tavuk-yumurta" durumu söz konusudur. Kimi yeni teknolojilerin kullanımının yaygınlaşabilmesi için eğitilmiş teknisyenlere ihtiyaç vardır fakat piyasada yeni eğitim almış teknisyenlere talep olmazsa eğitim etkisiz ve verimsiz olacaktır. HFC üretim ve tüketiminin azaltılması planı oluşturulurken bu ikilemin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Başkaca ilgili eğitim hususlarının yanı sıra yukarıdaki beş eğitim gerekliliğine yönelik birçok mükemmel eğitim materyali mevcuttur. Bu eğitim materyali kaynaklarından özellikle iyi olan üç tanesi aşağıdaki gibidir:

- **BM Çevre OzonAction Eğitim Rehberleri:** OzonAction soğutucu akışkan elleçleme ve teknisyen eğitimi üzerine birkaç faydalı rehber çıkarmıştır. Bu yayınlara yapılan atıfları görmek için bkz. **Kigali Bilgi Notu 14**.
- **REAL Alternatifleri:** Alternatif soğutucu akışkanlara yönelik karma öğretimdir. Bu kaynak Avrupa'daki eğitim engeline yönelik geliştirilmiş mükemmel bir kaynak setidir. Ücretsiz çok dilli öğrenim materyalleri 2015 yılında çıkarılmış olup halihazırda bireysel çevrimiçi eğitim ya da sınıf içi eğitim materyali olarak kullanıma uygundur. İlgili kaynaklar e-öğrenim içeriği, elektronik araçlar ve mevcut kaynaklardan derlenmiş kapsamlı bir kütüphaneyi içermektedir. Bu e-kütüphane de 100'ü aşkın faydalı sektörel kaynak içermektedir. Ayrıntılara www.realalternatives.eu adresinden erişilebilir.
- **Ekipman imalatçı eğitimi:** Genellikle, düşük KIP değerli alternatiflerle çalışan ekipman tedarik eden şirketlerin kendi spesifik ekipman tasarımlarını hedefleyen iyi eğitim materyalleri bulunmaktadır. Ekipman imalatçılarından alınan eğitim belirli sektörlerde teknisyen eğitimi "harekete geçirmenin" mükemmel bir yolu olabilir. Örneğin, HFC-32 (yanabilirliği düşük bir soğutucu akışkan) ile çalışan küçük split klima imalatçılarından bazıları ürünlerini yalnızca kendi şirket içi eğitimlerine katılmış olan yükleniciler aracılığıyla satarlar. Bu yaklaşım süpermarketlerde kullanılan transkritik CO₂ soğutma çevrimli sistem üreticileri tarafından da benimsenmiştir.

Kısıtlayıcı güvenlik kural ve standartları:

HFC'lerin üretim ve tüketiminin azaltılması için RACHP, köpük ve aerosol pazarlarındaki son kullanıcıların daha düşük KIP değerli alternatifler kullanması gerekmektedir. Çoğu durumda bu, yanmaz/toksik olmayan bir akışkanın ekipmanda kimi ayarlamalar yapılmasını gerekli kılacak bir akışkanla ikamesini gerektirecektir. Bilhassa, teklif edilen düşük KIP değerli alternatiflerin çoğu yanabilir veya toksik olabilir ya da yüksek basınç altında çalışıyor olabilir.

Daha düşük KIP değerli alternatiflerin kullanımını etkileyen muhtelif standart ve mevzuat, mevcut akışkanların KIP ya da OTİP değerlerine ilişkin hiçbir kısıtlamanın bulunmadığı bir zamanda hazırlanıp çıkarılmıştır. Bu da standart komitelerinin sıklıkla tutucu bir yaklaşım benimsemesine yol açmıştır. Mesela belirli uygulama alanlarında herhangi bir yanabilir akışkan kullanımını yasaklamaya yönelik tutucu bir yaklaşım benimsenmiştir çünkü yanmaz akışkan seçeneği yaygın bir şekilde mevcuttur.

Birçok mevcut güvenlik standardının düşük KIP değerli alternatiflerin kullanımını kısıtlayacağı genel kabul görmüş bir durumdur. Kigali'de gerçekleşen Montreal Protokolü Tarafları 28. Toplantısı'nda bunun öncelikli bir mesele olduğu ve düşük KIP değerli alternatiflerin kullanılmaya başlamasının azamiye çıkarılması ilişkin standartların gözden geçirilerek düzeltilmeye çalışılmasına yönelik oldukça önemli uluslararası girişimlerde bulunmaktadır.

Kigali Değişikliği'nin münferit bir ülkede uygulanmasına ilişkin olarak, dikkate alınması gereken iki farklı güvenlik standardı/mevzuatı "düzeyi" bulunduğunun farkında olunması önemlidir:

- Uluslararası düzeyde, RACHP ekipmanının kullanımına ilişkin muhtelif güvenlik standartları mevcuttur. Bu tür önemli standartlardan bazıları bir sonraki sayfada bulunan tabloda verilmiştir.
- Ulusal düzeyde ise iki farklı ihtimal söz konusudur:
 1. Uluslararası güvenlik standartları ulusal düzeyde hiçbir değişiklik yapılmaksızın doğrudan kullanılmaktadır.
 2. Ulusal güvenlik standartları, ulusal güvenlik mevzuatı ya da daha yerel kurallar mevcuttur ve uluslararası standartlarından daha önceliklidir.



Ulusal bir HFC üretim ve tüketimin azaltılması stratejisi geliştirilirken, RACHP güvenlik standartlarının ne şekilde tanımlandığının anlaşılması önemlidir. Uluslararası standartlar doğrudan kullanılırsa durum görece basittir; revize edilmiş uluslararası standartlar yayımlandıkları an itibarıyla uygulamaya koyulabilirler (bkz. aşağıdaki uluslararası revizyon planları ayrıntıları).

Ulusal ya da yerel mevzuatın uygulanması halinde durum zorlaşır. Çoğu durumda ulusal mevzuat ilgili uluslararası standartlara atıfta bulunacaktır fakat aşağıdaki nedenlerden ötürü daha kısıtlayıcı da olabilmektedir:

- Ulusal mevzuat uluslararası bir standardın kullanımdan kalkmış bir versiyonuyla uyumlu hale getirilmiştir. Ulusal mevzuatın uluslararası standartlarda yapılan değişiklikleri birkaç yıl geriden takip etmesi yaygın bir durumdur.
- Ulusal mevzuat uluslararası standartlarda bulunmayan ek kısıtlama ve yasaklar içermektedir.

Ulusal Ozon Birimlerinin, hangi kuralların geçerli olacağını ve bunların mevcut uluslararası standartlardan daha kısıtlayıcı engeller getirip getirmeyeceğini kesinleştirmek adına, güvenlik mevzuatından sorumlu devlet yetkilileriyle yakın temasta bulunması tavsiye edilmektedir. Bazı ülkelerde yerel (ör. belediye) itfaiyelerin yangın riski yaratan ekipmanı yasaklama yetkisi bulunması gibi bir durum söz konusudur. Uygulanacak kurallar belediyeden belediyeye değişiklik gösterebilmektedir, yani yanabilir bir soğutucu akışkanla çalışan bir RACHP ekipmanı bir beldede yasaklanırken bir diğerinde buna izin verilebilmektedir. Tabi bunun istenmeyen bir durum olduğu gayet açıktır.

Yüksek güvenlik standartlarının idame ettirilmesinin hala öncelikli olduğunun altı çizilmelidir. Güvenlik standartları anlamlı derecede daha yüksek düzeyde risklere izin verecek şekilde revize edilmeyecektir. Teklif edilen revizyonların amacı, uygun güvenlik düzeyini temin etmeye devam ederken bir yandan da gereksiz derecede tutucu kısıtlamaların kaldırılmasıdır.

Uluslararası Güvenlik Standartları

RACHP uygulama alanlarına ilişkin uluslararası güvenlik standartlarına oldukça karmaşık bir manzara hakimdir. İlgili standartlar üç ana gruba ayrılmaktadır:

- Tüm RACHP uygulama alanlarında kullanılabilecek genel soğutma güvenlik standartları
- Dar bir RACHP ürün yelpazesinde geçerli ürün standartları
- RACHP ve başka ekipman tiplerinde geçerli genel standartlar

Kigali TT'de (Taraflar Toplantısı) standartlarla ilgili belirlenen kaygıları takiben, uluslararası RACHP standartlarında uygun revizyonların yapılmasına yönelik muhtelif girişimlerde bulunmaktadır. Montreal Protokolü Teknik ve Ekonomik Değerlendirme Paneli (TEDP) güvenlik standartlarının gözden geçirilmesi amacıyla özel bir Görev Gücü tesis etmişken Ozon Sekreterliği de Bangkok'ta gerçekleştirilecek AUÇG 39 öncesi Temmuz 2017'de bir güvenlik standartları çalıştayını düzenlemektedir. Bunlar, ilgili standart komiteleriyle işbirliği yapmak için önemli fırsatlardır. Öte yandan, güvenlik standartlarının güncellenmesi sürecinin genellikle çok yavaş ilerleyen zahmetli bir süreç olduğunun da unutulmaması gerekir.

RACHP Uygulama Alanlarına İlişkin Uluslararası Güvenlik Standardı Örnekleri ³		
Genel RACHP Standartları	ISO 5149	Soğutma sistemleri ve ısı pompaları – Güvenlik ve çevresel gereklilikler
	EN 378	
RACHP Ürün Standartları	IEC 60335-2-24	Ev tipi ve benzer elektrikli aletlere ilişkin güvenlik gereklilikleri
	IEC 60335-2-40	Isı pompaları, klimalar ve nem alıcılara ilişkin güvenlik gereklilikleri
	IEC 60335-2-89	Ticari soğutma aletlerine ilişkin güvenlik gereklilikleri
Diğer Standartlar	ISO 13971, ISO 14903	Basınç ekipmanı (kaplar, borular, vanalar vb.)
	ISO 4126	Basınç güvenlik cihazları
	IEC 60079	Muhtemel yanabilir alanlardaki ekipmanın korunması

³ Not: Bu bazı önemli standartların kısa bir listesidir – başka bir dizi standart da geçerli olabilir. Güvenlik standartları ve uygulama engellerine ilişkin daha fazla referans için bkz. [Kigali Bilgi Notu 14](#).

Diğer Politika Ölçütleriyle Etkileşim

Arka Plan:

Montreal Protokolü Kigali Değişikliği özellikle yüksek KIP değerli HFC soğutucu akışkanların kullanımını hedeflemekle birlikte HFC'lerin üretim ve tüketiminde %85'lik bir azalma sağlayacaktır. Yeni politika bir dizi mevcut politika ölçütüyle etkileşim halindedir. Bu Bilgi Notu'nda aşağıdakiler başta olmak üzere en önemli etkileşimler açıklanmaktadır:

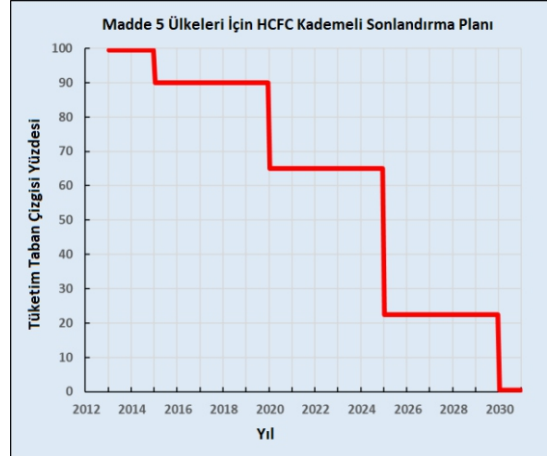
- 1) HFC'lerin üretim ve tüketiminin azaltılması
- 2) İklim Değişikliği politikaları
- 3) Enerji verimi politikaları
- 4) Güvenlik mevzuatı

Ulusal bir HFC üretim ve tüketiminin azaltılması stratejisi oluşturulurken (daha fazla ayrıntı için bkz. **Kigali Bilgi Notu 6**), Ulusal Ozon Birimi Yetkilileri ile Kigali Değişikliği'nden sorumlu devlet görevlilerinin söz konusu diğer politikaların uygulanması sürecine dahil olan kamu ve özel sektör paydaşlarıyla birlikte hareket edilmesini sağlaması gerekmektedir.

HCFC üretim ve tüketiminin azaltılması:

Ulusal bir HFC üretim ve tüketiminin azaltılması stratejisi oluşturulurken, Kigali Değişikliği'nin Montreal Protokolü kapsamında halihazırda devam eden azaltılması planlarıyla etkileşiminin anlaşılması önemlidir.

Tüm tarafların, HCFC'lerin tüketiminin azaltılmasına ilişkin zaten yasal olarak bağlayıcı taahhütleri bulunmaktadır. Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerde ise neredeyse tamamlanmış vaziyettedir. Öte yandan, Madde 5 (M5) ülkelerinde HCFC'lerin azaltılmasına henüz yeni başlanmıştır. M5 ülkelerindeki HCFC'lerin azaltılması planı yandaki grafikte gösterilmektedir. 2015 – 2019 yılları arasında HCFC taban çizgisinde %10'luk bir düşüş görülmekle birlikte bunu 2020 – 2024 arasında %35'lik bir düşüş takip etmektedir. Çoğu M5 ülkesinde HCFC tüketimi hala yüksek olup 2024 sonrasına kadar önemli bir düşüş planlanmamaktadır.



Neredeyse tüm M5 ülkelerinin son kullanıcı piyasalarını HCFC'leri başka maddelerle ikame etmeye yönelten bir strateji sunan bir HCFC azaltma yönetim planı (HPMP) bulunmaktadır. Çoğu piyasada, HPMP'de tanımlı OTİM olmayan alternatif yüksek KIP değerli bir HFC'dir. HCFC üretim ve tüketiminin azaltılmasına ilişkin mevcut planlarla yüksek KIP değerli HFC'lerin kullanımının azaltılmasına ilişkin yeni planlar arasında bir çatışma olması muhtemeldir. Maliyetlerin asgariye her iki politikanın çevresel faydalarının da azamiye çekilmesi amacıyla, yeni planlama sürecine HCFC azaltma girişimlerinin zamanlamasının yeniden değerlendirilmesinin de dahil edilmesi şiddetle tavsiye edilmektedir.

Kigali Bilgi Notu 13'te de ele alındığı üzere, çoğu Madde 5 ülkesi olmayan ülke 2 basamaklı bir süreç izleyerek önce HCFC'lerden yüksek KIP değerli HFC'lere geçiş yapmış, şimdi de daha düşük KIP değerli alternatiflere yönelmişlerdir. Bu maliyet ve çevresel faydalar bağlamında izlenecek en iyi yol olmayabilir fakat HCFC'lerin¹ azaltılmasına ilişkin çok daha önceleri hazırlanan takvim ve OTİM olmayan alternatiflerin o zamanki mevcudiyeti göz önünde bulundurulduğunda mantıklı bir seçimdir. Bu durum büyük ölçüde değişmiş olup Madde 5 ülkeleri artık yüksek KIP evresinin "üzerinden atlayıp" doğrudan HCFC'lerden daha düşük KIP değerli alternatiflere geçebilmektedir. Kimi hallerde bu HCFC'lerin azaltılmasında kısa bir gecikme olmasını gerektirebilir (bkz. Kutu 1).

¹ Madde 5 ülkesi olmayan ülkeler HCFC tüketimindeki ilk büyük kesintiyi 2004'te yapmıştır. O zamanlar birçok son kullanıcı pazarındaki en maliyet etkin HCFC alternatifleri yüksek KIP değerli HFC'lerdi.

Bu politikalar arasındaki etkileşimin önemi Kigali'de alınan Karar'dan yapılan aşağıdaki alıntılarda tanınmaktadır. Bu da HCFC azaltılmasına ilişkin HPMP planlarında yapılan revizyonların yüksek KIP değerli HFC adınının atlanmasına müsaade etmeleri halinde kabul edilebileceklerine işaret etmektedir:

HFC ve HCFC azaltma planları arasındaki bağıntının tanınıp kabul edilmesi Ve HCFC'lerden yüksek KIP değerli HFC'lere geçişten kaçınılması yönündeki tercih;

Bu bağıntıların endüstriyel işlem soğutma başta olmak üzere belirli sektörler bağlamında tanınıp kabul edilmesi, ... ve aşağıdakilerin geçerli olduğu durumlarda, başka hiçbir alternatif mevcut değilse, esneklik sağlamaya istekli olunması:

- a) *Mevcut izin verilen tüketim miktarında HCFC stoku mevcut olmayabilir...*
- b) *Daha ileri bir tarihte HCFC'lerden düşük veya sıfır KIP değerli alternatiflere doğrudan geçişe imkan verecektir;*

İklim Değişikliği Politikaları:

Kigali Değişikliği maliyet etkin sera gazı (SG) azaltımı sağlamak için uygulamaya konmuştur. HFC salınımı azaltımları, her ülkenin BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 2015 Paris Anlaşması kapsamındaki SG azaltım hedefine ulaşabilmesine küçük ama yararlı bir katkı sağlayacaktır. Kigali Değişikliği'nin küresel sıcaklıklarda olağan seyre nazaran 0,5 °C'ye kadar bir düşüş meydana getirebileceği tahmin edilmektedir. Ulusal Ozon Birimlerinin daha geniş çaplı iklim değişikliği politikası birimleri ile yakın işbirliği içerisinde hareket etmesi ve Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı (INDC) aracılığıyla, ülkenin SG salınım azaltımı hedefleri kapsamındaki HFC salınım azaltımlarının tanınmasını sağlaması gerekmektedir.

Enerji Verimi Politikaları:

Kigali Değişikliği kapsamındaki ölçütlerle ulusal enerji verimi politikaları arasındaki etkileşimlerin tanınması çok önemlidir. En büyük HFC kullanıcıları soğutma, iklimlendirme ve ısıtma pompalarında (RACHP) kullanılan ve çok büyük bir çeşitlilik arz eden aletlerdir. Bu aletler ayrıca çok fazla elektrik de kullanmaktadır. Kullanılan elektrik tüm RACHP sistemlerinin yaşam döngüsü maliyetinin başlıca kalemlerinden biridir. Bunun yanında önemli bir SG salınımı kaynağıdır. RACHP sistemlerinin iki ayrı SG salınım türü vardır:

- **Doğrudan SG salınımları** ekipmanın normal işleme, bakım-onarım ve yaşam döngüsünü tamamlaması esnasında sızan yüksek KIP değerli soğutucu akışkanlardan meydana gelir.
- **Dolaylı SG salınımları** elektrik tedarik eden santrallerde meydana gelir.

Sızıntı oranlarının aşırı yüksek olmaması koşuluyla, yüksek KIP değerli soğutucu akışkanlar kullanılsa bile, çoğu RACHP ekipmanında baskın olan salınım türü dolaylı salınımdır. HCFC'ler ve yüksek KIP değerli HFC'ler daha düşük KIP değerleri alternatiflerle değiştirildiğinde, eşit düzeyde veya tercihen daha yüksek enerji verimi sağlayan enerji verimi politikalarının mevcut olması esastır. Aksi halde, HFC kullanımındaki azaltımın toplam SG salınımlarının aslen artacağı "çevresel olarak ters" sonuçlara yol açabilme riski mevcuttur. Süpermarket soğutma sistemlerinde kullanılan R-404A ve küçük iklimlendirme sistemlerinde kullanılan R-410A gibi yüksek KIP değerli HFC'lerin kullanılması enerji verimi açısından artık en uygun seçenek değildir. Kimi Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerde zaten kullanılmakta olan daha düşük KIP değerli alternatifler daha iyi verim açığa çıkaracak, bu da elektrik maliyetinin ve SG salınımlarının azalmasına yol açacaktır.

Güvenlik Mevzuatı:

Bazı düşük KIP değerli HCFC ve HFC alternatifleri yanabilir özelliktedir. Yanabilirlik meselesi **Kigali Bilgi Notu 10**'da ele alınmıştır. Bazı uluslararası güvenlik kuralları ve ulusal güvenlik mevzuatı yanabilir soğutucu akışkanların yaygın kullanımına engel teşkil etmektedir. Bu engeller de **Kigali Bilgi Notu 11**'de ele alınmıştır. Uluslararası güvenlik kurallarının bir yandan güvenlik düzeyini yüksek tutarken bir yandan da yanabilir soğutucu akışkanların yaygın kullanımına müsaade edecek şekilde güncellenmesi adına uluslararası düzeyde çalışmalar yapılmaktadır. Her bir tarafın (ulusal güvenlik mevzuatı veya bölgesel/yerel yangın güvenliği standartları gibi) ulusal düzeyde herhangi bir engel bulunup bulunmadığını tespit etmesi önemlidir. Ulusal Ozon Birimi Yetkililerinin bu tür mevzuattan sorumlu devlet kademeleriyle bağlantıya geçip ulusal mevzuatın güncel uluslararası güvenlik kurallarıyla ivedilikle uyumlu hale getirilmesini sağlaması gerekmektedir.

Hızlı Harekete Geçmenin Faydaları

Arka Plan:

Kigali Değişikliği kapsamında kararlaştırılan HFC'lerin üretim ve tüketiminin azaltılmasına ilişkin takvim **Kigali Bilgi Notu 5**'te ele alınmıştır. Madde 5 ülkesi olmayan ülkeler için, azaltma süreci, 2011-2013 dönemindeki tüketim taban çizgisi değerine istinaden, 2019 yılında HFC tüketiminin ilk kez kesilmesiyle başlar. Madde 5 ülkeleri için ise azaltma süreci aşağıdaki hususlarda ek süre tanınması amacıyla ertelenmiştir:

- a) taban çizgisi verilerinin toplanması (çoğu Madde 5 ülkesinin HFC kullanımına ilişkin kronolojik verileri bulunmadığından daha ileri tarihli bir taban çizgisi dönemine ihtiyaç duyulmaktadır)
- b) daha düşük KIP değerli teknolojilerin istenilen olgunluğa ulaşması ve Madde 5 ülkelerinde yaygınlaşması. **Kigali Bilgi Notu 5**'te de ayrıntılarıyla anlatıldığı gibi, Madde 5 ülkeleri iki gruba ayrılmaktadır:
 - M5 Grup 1'in taban çizgisi dönemi 2020 ila 2022 olup 2024'te HFC tüketimi dondurulacak, 2029'da da ilk tüketim kesintisi yapılacaktır
 - M5 Grup 2'nin taban çizgisi dönemi 2024 ila 2026 olup 2028'de HFC tüketimi dondurulacak, 2032'de de ilk tüketim kesintisi yapılacaktır.

Kimi Madde 5 ülkeleri bu takvimleri oldukça tutucu bulmakta ve HFC'lerden başka alternatiflere geçiş yapmanın daha hızlı yollarını araştırmaktadır. Bu bilgi notu'nda maliyetten kaçınılması ve iyileştirilmiş bir çevresel sonuç elde edilmesi ihtimali bağlamında hızlı harekete geçmenin faydaları vurgulanmaktadır.

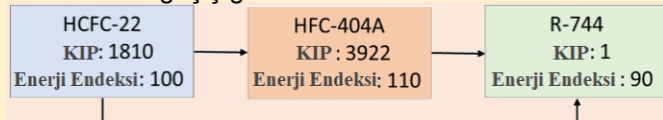
Yüksek KIP değerli teknolojilerden kaçınılabilir:

Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerin benimsediği ozon tabakasını incelten maddelerden sıfır OTİM düşük KIP değerli alternatiflere geçiş "yolculuğunun" en uygun seçenek olmaktan çok uzak olduğunun anlaşılması önemlidir. Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerde OTİM'lerin üretim ve tüketiminin azaltılmasının hızlı gerçekleşmesi yüzünden alternatiflere duyulan ihtiyaç aciliyet kazanmış, bu da yüksek KIP değerli HFC'lerin piyasaya sürülmesine yol açmıştır. Madde 5 ülkesi olmayan ülkeler şimdi yüksek KIP değerli gazları daha düşük KIP değerli alternatiflerle değiştirdikleri ikinci bir teknolojik geçiş yaşamaktadır. Yandaki kutuda gösterildiği gibi, yüksek KIP değerli HFC'lerin kullanımı büyük küresel ısınma doğrudan salınımlarına yol açmakla kalmamış, fazladan enerji tüketimine yol açarak santrallerden daha fazla CO₂ salınmasına neden olmuştur.

Madde 5 ülkeleri OTİM azaltma yolculuklarında başka bir safhadadır. HCFC'ler hala yaygın kullanılmaktadır ve yüksek KIP değerli HFC'ler bu ülkelerde daha yeni yeni piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Madde 5 ülkeleri Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerde yapılan hataları tekrarlamayarak ve yüksek KIP değerli soğutucu akışkanları kullanmaktan kaçınarak bundan ciddi şekilde faydalanabilirler. R - 404A gibi soğutucu akışkanların ilk kullanıldığı zamanlarda bunlar mevcut en iyi teknik seçenek olmuştur. Durum artık böyle değildir. Bugün daha düşük KIP değerli ve yüksek enerji verimli çok daha iyi alternatifler mevcuttur. Kolay erişilebilir daha iyi seçenekler varken yüksek KIP değerli soğutucu akışkanlardan kaçınılmalıdır. Madde 5 ülkeleri, Madde 5 ülkesi olmayanülkelerde artık kullanılmayan eski ve verimsiz teknolojileri kullanmaktan vazgeçmelidir.

Perakende gıda maddesi soğutmasında HCFC-22'den başka bir alternatif geçiş

Çoğu Madde 5 ülkesi olmayan ülkede, süpermarket soğutma sistemlerinde 1990'ların sonunda HFC-22'den HFC-404A'ya geçilmiş, bu da çok yüksek KIP değerli bir soğutucu akışkan kullanılması ve düşük enerji verimiyle sonuçlanmıştır. Şimdi de son derece düşük KIP değerli alternatiflere geçiş gündemdedir.



Madde 5 ülkeleri, yüksek KIP değerli R-404A'nın kullanımından kaçınacakları tek adımlı bir geçiş üzerinde durmalıdır. İkinci bir çok önemli fayda da R-404A'nın kullanımından kaçınılırsa enerji veriminin de artabileceğidir. Elektrik tedarik sıkıntısı çekilen Madde 5 ülkelerinde, bu gelecekte santrallere daha az yatırım yapılması sağlanabilir.

Yüksek KIP değerli teknolojiler “son teknoloji ürünü” olmayacaktır:

Soğutma ve iklimlendirme ürünleri, ürünlerinin piyasanın en iyisi olmasını isteyen ekipman imalatçıları tarafından performans açısından sürekli iyileştirilmektedir. Bilhassa, son çıkan ürünlerin enerji verimi birkaç yıl önce tasarlananlara kıyasla hatırı sayılır ölçüde daha iyi olabilmektedir.

Kigali Değişikliği ve AB’de HFC’lerin hızla azaltılması gibi HFC’lere ilişkin diğer bölgesel mevzuat gereklerine cevaben, ekipman üreticileri daha düşük KIP değerli soğutucu akışkanlarla çalışan yeni ürünler üretmek için büyük çaba sarf etmektedir.

Çoğu üretici ürünlerini enerji verimi açısından iyileştirmek ve ayrıca daha düşük KIP değerli soğutucu akışkanlar kullanmak için bu fırsatı değerlendirmektedir. HCFC’lerle ya da yüksek KIP değerli HFC’lerle çalışan eski ürünler geliştirilmeyerek miadını doldurmuş “durağan” tasarımlara dönüşmektedir. Madde 5 ülkelerinin önümüzdeki 10 boyunca yüksek KIP değerli ürünler kullanmaya devam etmesi halinde, satın alınan yeni ekipmanın enerji verimi ve başka tasarım özellikleri açısından son teknoloji ürünü olmanın çok gerisinde kalmaları gibi bir risk söz konusudur.

Bu durum küçük iklimlendirme sistemleri için özellikle önemlidir.

Birçok Madde 5 ülkesinde iklimlendirme sistemlerinin kullanımında muazzam artış görülmektedir. İklimlendirme sistemlerinden kaynaklanan elektrik yükü, tüm ülkenin toplam elektrik yükünün önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Santraller ve elektrik dağıtımı için gereken yatırımların asgariye çekilmesi için, son teknoloji ürünü yüksek verimli iklimlendirme sistemlerinin satın alınması önemlidir.

Yandaki kutuda verilen örnekte, en son çıkan daha düşük KIP değerli teknolojinin kullanımıyla sağlanan %25’lik enerji tasarrufu son yıllarda kaydedilen ilerlemelerin tipik bir örneğidir. Eski teknolojilerin kullanımından kaçınılmalıdır.

Küçük split klimanın verimi

Split klima üniteleri konut ve iş yeri soğutmasında yaygın kullanılmaktadır. Madde 5 ülkelerinde HCFC-22 yeni ekipmanda hala yaygın kullanılıyor olsa da, bu artık “durağan” bir teknoloji halini almıştır. Çoğu HCFC-22 sistemi sabit hızlı kompresörler ve eski ısı eşanjörü tasarımları kullanmaktadır. En son split klima üniteleri daha düşük KIP değerli HFC-32 soğutucu akışkan kullanmakta olup çeşitli hızlarda kompresörler ve mikro kanallı ısı eşanjörleri gibi birçok yeni tasarım özelliğine sahiptir. En son çıkan üniteler hatırı sayılır ölçüde daha iyi enerji verimine sahiptir. Aşağıdaki örnekte son teknoloji ürünü ünite eski teknolojiye göre %25 daha verimlidir.

Eski teknoloji
HCFC-22
KIP: 1810
Enerji Endeksi: 100



Son teknoloji
HFC-32
KIP: 675
Enerji Endeksi: 75



Mali desteğe erken erişim:

HFC üretim ve tüketiminin azaltılmasına yönelik hızlı harekete geçmeyi planlayan Madde 5 ülkeleri mali desteğe en iyi erişimi sağlayacak olan ülkeler olacaktır.

Eylül 2016’da, bir grup yardımsever kuruluş ve başka bağışçılar, azimli bir HFC değişikliğini uygulamaya koyma ve enerji verimini artırma konusunda yardıma ihtiyacı olan ülkelere yardımcı olmak adına 80 milyon Amerikan doları bağış sözünde bulunmuştur. Bu mali destek özellikle erken harekete geçen ülkelere yöneliktir.

Montreal Protokolü Çok Taraflı Fonu (ÇTF), Madde 5 ülkelerine düşük KIP değerli alternatiflere geçmeleri konusunda mali destek sağlayacaktır. Yeni ÇTF mali destek düzenlemelerinin ayrıntıları halihazırda kesinleştirilmektedir. Diğer yandan, düşük KIP değerli alternatiflerin kullanılmasını hedefleyen projelere ekstra mali destek verilmesi hedeflenecektir. İlgili sürecin ilk yıllarında bu mali destekten yararlanmak isteyen ülkelerin hızlı harekete geçme planları yapıyor olması gerekmektedir.

Ulusal iklim değişikliği hedeflerine erken katkı:

Yüksek KIP değerli HFC ve HCFC’lerin kullanımının azaltılmasının sera gazı salımını azaltmanın en maliyet etkin yollarından biri olduğu bilinmektedir. Paris İklim Değişikliği Anlaşması tahtında, tüm ülkeler hedefledikleri SG salınım azaltımı düzeyini belirten bir Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı’nda (INDC) bulunmuştur. Hızlı harekete geçerek HFC ve HCFC salınım ve kullanımının azaltılması bu salınım azaltım hedeflerine erkenden katkıda bulunacak faydalı bir adım olabilir.

Terimce ve Kaynakça

Bu Bilgi Notu'nda OzonAction Kigali Bilgi Formları'nda kullanılan terim ve kısa adları içeren bir terimce ile faydalı bilgi kaynaklarının internet bağlantılarının bir listesi verilmektedir. Bilgi Notu 3 kısımdan oluşmaktadır:

- Kısım A:** Akışkan özelliklerine ilişkin terimce
Kısım B: Kigali Bilgi Formları'nda kullanılan diğer terimlere ilişkin terimce
Kısım C: Başka bilgi kaynaklarına ilişkin referanslar

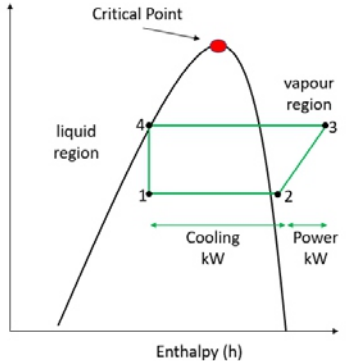
Kısım A: Akışkan Özellikleri

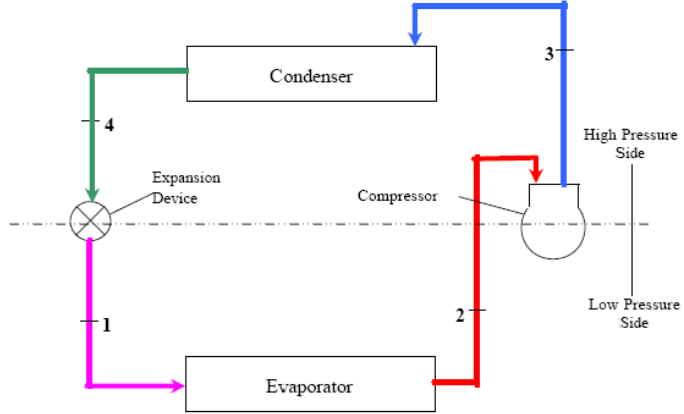
Terim / Kısa Ad	Tanım
Florokarbonlar	
CFC	Kloroflorokarbon: Klor, flor ve karbondan oluşan kimyasal ailesi
HCFC	Hidrokloroflorokarbon: Hidrojen, klor, flor ve karbondan oluşan kimyasal ailesi
HFC	Hidroflorokarbon: Hidrojen, flor ve karbondan oluşan kimyasal ailesi
HFO	Hidrofloroolefin: Molekül düzeyinde çift bağlı hidrojen, flor ve karbondan oluşan kimyasal ailesi
Diğer akışkanlar	
HC	Hidrokarbon: Hidrojen ve karbondan oluşan kimyasal ailesi
DME	Dimetil eter: Köpük ve aerosollerde kullanılan bir HFC alternatifi
Organik olmayan akışkanlar	Amonyak (R-717) ve CO ₂ (R-744) gibi organik olmayan kimyasallar
Çevresel etkiler	
SG	Sera gazı
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli KIP değeri bir gazın küresel ısınmayetkisinin KIP değeri 1 olarak tanımlanan CO ₂ ile karşılaştırılarak bulunan değeridir. Florokarbonların KIP değerleri kesin olmamakla birlikte son 20 yıldır bilim insanları tarafından düzenli aralıklarla güncellenmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, Değerlendirme Raporlarında bir dizi KIP değeri yayımlamıştır. Kigali Değişikliği ve Kigali Bilgi Formlarında kullanılan KIP değerleri DR 4 (Değerlendirme Raporu 4) 100 yıllık değerlerini esas almaktadır.
KIP ağırlıklı	Ton cinsinden CO ₂ e için alternatif bir terim (aşağıdaki tanıma bakınız)

Terim / Kısa Ad	Tanım
OİP	Ozon İnceltme Potansiyeli OİP değeri bir gazın ozon tabakasına etkisinin OİP değeri 1 olarak tanımlanan CFC-11 ile karşılaştırılarak bulunan değeridir.
Ton cinsinden OİP	Bir birim OTİM'in ozon tabakasına verdiği hasarın toplam miktarını ifade etmenin bir yolu. Ton cinsinden OİP = gazın ton cinsinden miktarı x OİP
OTİM	Ozon Tabakasını İncelten Madde Stratosferik ozon tabakasına zarar verebilecek bir gaz
Ton cinsinden CO ₂ eşdeğeri	Bir birim SG'nin iklim değişikliğine toplam katkısını ifade etmenin bir yolu. Ton cinsinden CO ₂ e = gazı ton cinsinden miktarı x KIP
Güvenlikle ilişkili terimler (soğutma güvenliği standartlarından)	
Toksisite sınıfları	Soğutma güvenlik standartları 2 toksisite sınıfı benimsemektedir: A düşük toksisite ör. HFC-134a; HC-290 B yüksek toksisite ör. R-717 (amonyak)
Yanabilirlik kategorileri	Soğutma standartları (ör. ISO 5149) 4 yanabilirlik kategorisi benimser: 1 Sıfır alevlenme ör. HFC-134a; R-410A 2L Yanabilirliği düşük ör. HFC-32; HFO-1234yf; R-717 2 Yanabilir ör. HFC-152a 3 Yanabilirliği yüksek ör. HC-290; HC-600a Kategori 2L akışkanlar Kategori 2 akışkanlardan düşük alev yanma hızlarıyla (<10 cm/sn) ayrılırlar. 2L kategorisi ISO 5149 ve EN 378 standartlarına yeni eklenmiş olup kimi eski standartlarda kendisine herhangi bir atıfta bulunulmamıştır. Aerosol köpük pazarlarında farklı yanabilirlik kategorileri kullanılmaktadır.
BV	Yanma hızı
EN	Euro-Norm
HoC	Yanma ısısı
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü
LFL	Yanabilirlik alt sınırı
MEI	Minimum yanma enerjisi
UFL	Yanabilirlik üst sınırı

Kısım B: Kigali Bilgi Formlarında Kullanılan Diğer Terimler

Terim / Kısa Ad	Tanım
Madde 5 (M5)	Montreal Protokolü Madde 5'te verilen tanıma uyan Taraflar – genel itibariyle bunlar ekonomik olarak gelişmekte olan ülkelerdir.
BAU	Olağan seyir
Kademeli soğutma çevrimi	Genellikle çok düşük sıcaklıklar gerektiren uygulamalarda kullanılan ve her birinde farklı bir soğutucu akışkan bulunan iki ayrı devreyle çalışan bir soğutma çevrimi türü.
Yoğuşma ünitesi	Kondensör ve kompresör kombinasyonu. Ayrı bir yerdeki evaporatöre bağlı split sistemlerde kullanılır.
Kritik sıcaklık	Kritik sıcaklık bir soğutucu akışkan özelliğidir. Kritik sıcaklığın üzerine çıkıldığında akışkanla buhar arasında hiçbir fark kalmaz. Sıvı halden buhara geçiş sistemin önemli bir özelliği olduğundan, çoğu soğutucu akışkan kritik sıcaklık altında faaliyet gösterir. R-744 (CO ₂) çok düşük bir kritik sıcaklığa (31 °C) sahiptir ve buhar kompresyonlu soğutma çevriminde kullanıldığında kritik sıcaklık üzerindeki bir sıcaklıkta ısı atımı gerçekleştirebilir.
HAT	Yüksek ortam sıcaklığı. Kigali Değişikliği'nde çok yüksek ortam sıcaklıklarında çalışacak iklimlendirme sistemlerinin tasarlanmasının muhtemel zorluklarının farkında olunarak konulan HAT muafiyetine atfen kullanılmaktadır.
Hermetik mühürlü	Tüm ek yerleri sert lehimli ya da kaynaklı, fabrika çıkışlı bir soğutma sistemi. Genellikle ev tipi soğutuculara ya da küçük bağımsız ticari sistemlere atfen kullanılır.
HPMP	HCFC azaltma yönetim planı
INDC	Niyet Edilen Ulusal Katkı Beyanı Bir ülkenin BMİDÇS Paris Anlaşması kapsamında Sg salınımı azaltımına dair beyan ettiği hedefleri
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
MAC	Mobil iklimlendirme sistemi. Araba, otobüs ya da trenler de dahil olmak üzere bir araçta kullanılan her türlü iklimlendirme sistemine atfen kullanılır.
ÖDİ	Ölçülü Doz İnhaler. Solunum ilaçlarının kullanımı için özel üretilen bir aerosol. ÖDİ'ler HFC aerosol itici kullanırlar.
ÇTF	Montreal Protokolü Çok Taraflı Fonu
NIK	Değişik. HFC uygulamalarının yerine kullanılabilecek alternatif teknolojilere atfen kullanılır.
Madde 5 ülkesi olmayan (M5 olmayan)	Montreal Protokolü Madde 5'te verilen tanıma uymayan Taraflar – genel itibariyle bunlar ekonomik olarak gelişmiş ülkelerdir.

Terim / Kısa Ad	Tanım
Basınç-entalpi (P-h) diyagramı	P-h diyagramları RACHP sistemi tasarımcıları tarafından bir soğutma çevrimini temsilen ve performans parametrelerini göstermek için sıklıkla kullanılır. Dik eksen basıncı gösterirken yatay eksen soğutucu akışkanın enerji içeriğiyle bağlantılı olan "entalpiyi" gösterir. Her soğutucu akışkanın siyah eğrinin sıvıyla buhar arasındaki sınırı gösterdiği kendisine özgü benzersiz bir P-h diyagramı vardır. Eğrinin altındaki soğutucu akışkan sıvı ve buhar karışımıdır. Eğrinin tepesine kritik nokta denir. P-h diyagramında çizilen yeşil doğrular bir buhar kompresyonlu soğutma çevrimini temsil eder (çevrimin farklı kısımlarını göstermek için aynı 4 sayıyı kullanan aşağıdaki tanım ve diyagrama bakınız). 1 ve 2 numaralı noktalar arasındaki entalpi farkı yapılmakta olan soğutmayı gösterirken, 2 ve 3 numaralı noktalar arasındaki entalpi farkı ise kompresörün kullandığı elektrik enerjisini gösterir. 
PU köpük	Poliüretan izolasyon köpüğü
RACHP	Soğutma, iklimlendirme ve ısı pompaları sistemi
Split sistem	Bir lokasyona soğutma evaporatörü başka bir lokasyonda da kompresör/kondenseri bulunan bir soğutma veya iklimlendirme sistemi türü. Genellikle içeride ve dışarıda birer ünitesi bulunan küçük iklimlendirme sistemlerine atfen kullanılır.
Bağımsız sistem	Çalışmaları için yalnızca bir elektrik kaynağına bağlanmaları gereken, küçük, fabrika çıkışlı soğutma üniteleri. Ev tipi soğutucular bağımsız sistemlerdir. Perakende gıda ve yiyecek hizmetleri sektörlerinde muhtelif türlerde bağımsız sistem üniteleri kullanılmaktadır.
Subkritik soğutma çevrimi	Hem evaporatör hem de kondenseri kritik sıcaklık altındaki bir sıcaklıkta çalışan bir soğutma sistemi. Çoğu soğutma sistemi bu şekilde çalışır.
TEAP	Montreal Protokolü Teknik ve Ekonomik Değerlendirme Paneli
Transkritik soğutma çevrimi	Evaporatörü kritik sıcaklık altında çalışırken kondenseri kritik sıcaklık üzerinde bir gaz soğutucu olarak işleyen bir soğutma sistemi. CO₂ sistemleri ortam sıcaklığı 20°C üzerinde olduğunda transkritik modda çalışır. Daha düşük ortam sıcaklıklarında subkritik modda çalışabilirler.
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

Terim / Kısa Ad	Tanım
Buhar kompresyonlu çevrim	Çoğu soğutma ve iklimlendirme sistemi buhar kompresyonlu çevrimle çalışır. En basit tasarımlar aşağıdaki şemada da gösterildiği gibi 4 ana bileşenden oluşur. Düşük basınçlı sıvı soğutucu akışkan (düşük basınçla) bir evaporatöre verilir (Nokta 1). Sıvı buhar açığa çıkaracak şekilde kaynadıkça soğuma sağlar (Nokta 2). Buhar kompreslenir (Nokta 3) ve böylelikle buhardan sıvı hale geçerken (Nokta 4) bir kondensere ısı atımı yapabilecek düzeye ulaşır. Yüksek basınçlı sıvı bir genişleme cihazından geçerek burada basıncı ve sıcaklığı düşürülür (ve sıvının bir kısmı hızla yeniden buharlaşır). Sonra çevrim tekrarlanır. 
VRF	Değişken soğutucu akışkan akışı: Orta ila büyük ebatlı havadan havaya uygulamalarda kullanılan bir split iklimlendirme sistemi türü. Bir veya daha fazla yoğuşma ünitesi bir dizi (64'e kadar) iç mekan ünitesine bağlıdır. İçerideki her bir ünite soğutma ya da ısıtma yapması için ayarlanabilir. Değişken hızlı kompresörler kontrol esnekliği sağlar.
XPS köpük	Ekstrüde polistiren izolasyon köpüğü

Kısım C: Kaynakça ve Kaynak Materyaller

Bol miktarda faydalı arka plan materyali aşağıdaki iki internet sitesinde bulunabilir:

BM Çevre OzonAction İnternet Sitesi: www.unep.org/ozonaction

Montreal Protokolü Ozon Sekreterliği İnternet Sitesi: www.ozone.unep.org

Montreal Protokolü Ozon Sekreterliği'nden konuyla özellikle ilgili bazı dokümanlar
Kigali Değişikliği de dahil olmak üzere Montreal Protokolü tam metni: http://ozone.unep.org/en/handbook-montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/5
Düşük KIP değerli HFC alternatiflerin ilişkin 15 Teknik Bilgi Notu http://ozone.unep.org/en/hfc-management-documents-2014-onwards
Kigali Değişikliğinin Onaylanması Hakkında Brifing Notu: http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-39/presession/briefingnotes/ratification_kigali.pdf
Montreal Protokolü Kigali Değişikliği hakkında sıkça sorulan sorular: http://ozone.unep.org/sites/ozone/files/pdfs/FAQs_Kigali_Amendment.pdf
Kigali sözleşmesinin güçlü sera gazlarını dizginlemesi için sırada ne var? http://web.unep.org/newscentre/whats-next-kigali-deal-curb-potent-greenhouse-gases
Karar XXVII/4: TEAP Görev Gücünün Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Alternatiflerine İlişkin Daha Ayrıntılı Bilgiler İçeren Rapor Güncellemesi http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-28/presession/Background%20Documents%20are%20available%20in%20English%20only/TEAP_TFXXVII-4_Report_September2016.pdf

UNEP OzonAction'dan, konuyla özellikle ilgili bazı dokümanlar
İyi Hizmet Uygulamaları – Soğutma ve İklimlendirme Hizmeti Sektörlerinde HFC'lerin Azaltılması (2015) http://www.unep.fr/ozonaction/index.asp#
GTZ Proklima, Soğutma Sektöründe İyi Uygulamalar, İkinci basım 2010 http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7431-e-GTZ_refrigeration_manual_2010.pdf
Soğutma ve İklimlendirme Alanında HCFC Alternatiflerin Güvenli Kullanımı: Gelişmekte Olan Ülkeler İçin Bir Genel Bakış (2015) http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7740-e-SafeUseofHCFCAlternativesinRefrigerationandAir-conditioning.pdf

Soğutma ve İklimlendirme Uluslararası Standartları – Gelişmekte olan ülkelerde HCFC’lerin azaltılması bağlamındaki rollerine giriş (2014)
<http://www.unep.org/ozonaction/Portals/105/documents/7679e- International Standards in RAC.pdf>

Soğutma ve İklimlendirme Hizmet Teknisyenleri için Ulusal Sertifikasyon Programları: Tesis edilip uygulanmaları için strateji ve gereklilik örnekleri. (2015)
<http://www.unep.org/ozonaction/Portals/105/documents/7756-e- UNEP ASHRAE National Certification Schemes.pdf>

Ticari ve Araç Soğutma Sektöründe Düşük KIP Değerli Alternatifler: Propan, CO₂, Amonyak ve HFO Vaka Çalışmalarını İçeren Kapsamlı bir Derleme (2016)
<http://www.unep.org/ozonaction/Portals/105/documents/oewg37/1611979 UNEP%20CCAC 2016.pdf>

Gelişmekte Olan Ülkelerde Düşük KIP Değerli Soğutucu Akışkanların Kullanılmasının Önündeki Engeller ve Bunların Aşılması İçin Fırsatlar (2010)
<http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7476-e-Report-low-GWPbarriers.pdf>

Bir HCFC İthalat Kotası Sisteminin Tesis Edilmesi 2012
<http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7531-e-HCFC Quota system.pdf>



Montreal Protokolü Kapsamında Kontrol Edilemeyen Maddeler

Arka Plan:

Montreal Protokolü, ozon tabakasını tahrip eden bir dizi kimyasalın (yani ozon tabakasını incelten maddelerin, OTİM'ler) üretim ve tüketimini kontrol eder. Kigali Değişikliği ile birlikte, Protokol'ün kapsamı HFC'lerin üretim ve tüketimini de kontrol edecek şekilde genişletilmiştir. Bunlar OTİM olmasalar da çok güçlü sera gazlarıdır (SG). Bu bilgi notunda hangi maddelerin Montreal Protokolü kapsamında kontrol edildiğiyle ilgili ayrıntılara yer vermekte ve bu kontrollere dahil edilmeyen ilgili maddelerin örneklerini sunmaktadır.

Kontrollü Maddeler:

Montreal Protokolünde aşağıdaki tanım yer almaktadır:

"Kontrollü madde", tek başına veya karışım halinde olup olmadığına bakılmaksızın, bu protokol ekleri Ek A, Ek B, Ek C, Ek E veya Ek F'de tanımlanan madde anlamına gelmektedir. Bu tanım, ilgili ekte belirtilen durumlar haricinde, bu türden tüm maddelerin izomerlerini de kapsarken, ilgili maddenin taşınması veya saklanması için kullanılan bir kap haricindeki mamul bir ürün içerisinde bulunan hiçbir kontrollü madde ya da karışımı kapsamamaktadır.

1987 yılında imzalanan orijinal Montreal Protokolü'ndeki tek kontrollü maddeler yalnızca Ek A'da belirtilenlerdir. Ek B, C, E ve F orijinal Montreal Protokolü'nde değişiklikler yapıldıkça eklenmiştir. Örneğin, Kigali Değişikliği kapsamında, kontrollü HFC'lerin ir listesini içeren Ek F eklenmiştir.

OTİM üretim ve tüketiminin azaltılması planları madde türlerine ve her maddenin hangi ekte listelendiğine bağlı olarak değişkenlik gösterir. İlgili eklerde listelenen maddelerin sayısı aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. Her maddeye ait eksiksiz listeler için bkz.: <http://ozone.unep.org/en/handbook-montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer/5>

Tablo 1: Montreal Protokolü Eklerinde Yer Alan Kontrollü Maddelerin Sayısı

Madde Aileleri	Ek A	Ek B	Ek C	Ek E	Ek F
Kloroflorokarbonlar (CFC'ler)	5	10			
Bromokloroflorokarbonlar (Halonlar)	3				
Hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler)			40		
Hidrobromoflorokarbonlar (HBFC'ler)			34		
Hidroflorokarbonlar (HFC'ler)					18
Münferit Maddeler					
Karbon tetraklorür		1			
1,1,1-trikloroetan		1			
Metil Bromür				1	
Bromoklorometan			1		

İlgili ekler, yalnızca çok az miktarlarda kullanılan birçoklarının da dahil olduğu makul ölçüde kapsamlı madde listeleri sunmaktadır. Örneğin, Ek C'de listelenen 40 HCFC'den yalnızca 5 tanesi (besleme stoğu uygulamaları hariç) dünya tüketiminin %95'inin oldukça üzerinde bir rakamı temsil etmektedir. Diğer yandan, eklerde ilgili tüm maddeler bulunmamakla birlikte bunlara kontrollü maddelerin ikamesi olarak kullanılabilecek diğer gaz aileleri de dahil edilmemiştir. Yukarıda listelenen madde ailelerinde en yaygın kullanılan maddeler Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: En yaygın kullanılan kontrollü maddeler

Kloroflorokarbonlar (CFC'ler)	CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114, CFC-115
Bromokloroflorokarbonlar (Halonlar)	Halon-1211, Halon 1301
Hidrokloroflorokarbonlar (HCFC'ler)	HCFC-22, HCFC-123, HCFC-124, HCFC-141b, HCFC-142b
Hidroflorokarbonlar (HFC'ler)	HFC-134a, HFC-125, HFC-143a, HFC-23, HFC-32, HFC-152a, HFC-227ea, HFC-245fa, HFC-365mfc

Montreal Protokolü Kapsamında Kontrol Edilmeyen Maddeler:

Montreal Protokolü kapsamında kontrol edilmeyen çok az sayıda OTİM ve HFC bulunmaktadır. Dolayısıyla bunlar Protokol Eklerinde listelenmemiştir. Bu kimyasallar aşağıda örneklerle açıklanan iki ana kategoriye ayrılabilirler:

1. Yıllık kullanımı ihmal edilebilir ve/veya ozon inceltme potansiyeli (OİP) veya küresel ısınma potansiyeli (KIP) son derece düşüktür

Hidrofloroolefinler (HFO'lar): HFO'lar doymamış florokarbonlardır (yani karbon atomları arasında çift bağ bulunan moleküllerdir). Çift bağın bulunması molekülün atmosferik yaşamının çok kısa, KIP değerinin de çok düşük olması yol açmaktadır. HFO'ların çoğunluğu doymamış HFC'lerdir ve KIP değerleri 4 ile 9 olup Protokol kapsamında kontrol edilmemektedir. Örneğin, araç klimalarında gittikçe daha da fazla kullanılan HFO-1234yf'nin KIP değeri 4'tür.

Bazı HFO'lar benzer şekilde çok düşük KIP ve çok düşük OİP değerleri olan doymamış HCFC'lerdir. Örneğin, düşük KIP değerli kontrolsüz HFC alternatiflerinden biri olan HFO-1233zd, HCFC-22'nin OİP değerinden yaklaşık 100 kat, CFC-12'ninkinden ise 3000 kat daha fazla olan 0,0003 gibi bir OİP değerine sahip bir doymamış HCFC'dir.

Diğer Düşük KIP Değerli HFC'ler: HFC'lerin tümü Kigali Değişikliği kapsamına girmemekte, yalnızca ilgili ekte listelenenler kontrol edilmektedir. Örneğin, HFC-161 (KIP=12) Ek F'de listelenmemiş olduğundan Montreal Protokolü kontrol kapsamına girmez.

Diklorometan (DCM): Önceden ozon tabakasını inceltme etkisinin oldukça az olduğu düşünülmüş olan diklorometanın (DCM) kullanımı hızla artmaktadır. Atmosferdeki DCM düzeyleri geçtiğimiz on yılda %60 oranında artmıştır. DCM bazı boya sökücü çözücülerin bir bileşeni olan bir kimyasaldır ve OİP değeri CFC-11'inin %0.4'ü kadardır.

1,2-Dikloroetan: 1,2-Dikloroetan (OİP < 0,001) vinil klorür (esas olarak da PVC boru) imalatında kullanılmakla birlikte ayrıca motorlu araç yakıtlarında kullanılan bir katkı maddesidir.

2. Kimyasal aileleri Montreal Protokolü kapsamında kontrol edilenlerden kaynak ve kullanım bakımından çok farklıdır.

Nitröz oksit (N₂O): Montreal Protokolü kapsamına girmeyen en önemli ozon tabakasını incelten kimyasal N₂O'dur. N₂O açığa çıkmasının ana antropojenik kaynakları tarımın yanı sıra sanayi ve fosil yakıt ile biyokütle yakılmasıdır.

Kontrollü ve kontrolsüz maddelerle yapılan karışımların KIP değerleri:

Bir soğutucu akışkan karışımı farklı kategorilerden maddeler içeriyorsa, Montreal Protokolü raporlama sürecinde KIP için ayarlanmış değerler kullanılır. Bu da aşağıdakileri içermektedir:

- HCFC ve HFC Karışımları: Kigali Değişikliği raporlama süreci kapsamında, karışım halindeki HCFC'lerin KIP değerleri göz ardı edilir çünkü HCFC'ler Protokol kapsamında zaten azaltma kontrollerine tâbidir.
- HFC ve kontrolsüz madde karışımları (PFC'ler gibi yüksek KIP değerli maddeler ve HC'ler gibi düşük KIP değerli maddeler de dahil): Kigali Değişikliği raporlama süreci kapsamında, karışım halindeki HFC olmayan maddelerin KIP değerleri göz ardı edilir çünkü protokol kapsamında kontrole tâbi değildir.

Karışımların KIP değerlerine ilişkin daha ayrıntılı bilgiler için bkz. **Kigali Bilgi Notu 16**.

Arka Plan:

Yaygın kullanılan soğutucu akışkanların çoğu birkaç saf sıvıdan oluşan karışımlardır. Örneğin, iklimlendirme uygulamalarında yaygın kullanılan bir soğutucu akışkan olan R-410A bir HFC-32 ve HFC-125 karışımıdır. Kigali Değişikliği, soğutucu akışkan karışımlarındaki de dahil, HFC'lerin kullanımını kontrol etmektedir. Bu bilgi notu, soğutucu akışkanların KIP değerleri hakkında ayrıntılı bilgiler sunmaktadır.

Bir soğutucu akışkan karışımının KIP değerinin hesaplanması:

KIP değerinin tanımı ve Montreal Protokolü'nde Kullanılan KIP değerleri için **Kigali Bilgi Notu 3'e** bakınız.

Bir karışımın KIP değeri, karışım bileşenlerinin KIP değerlerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Bir karışımın KIP değerinin nasıl hesaplandığını görmek için Kutu 1'e bakınız.

Kutu 1: Bir Karışımın KIP Değerinin Hesaplanması

R-404A yaygın kullanılan bir karışımdır. Üç HFC'den oluşur:

$$\%52 \text{ HFC-143a} + \%44 \text{ HFC-125} + \%4 \text{ HFC-134a}$$

KIP Değerleri: HFC-143a: 4470 HFC-125: 3500 HFC-134a: 1430

$$\text{Karışım KIP} = \%52 * 4470 + \%44 * 3500 + \%4 * 1430 = 3922$$

Kigali Değişikliği'nden etkilenen soğutucu akışkan karışımı türleri:

Kigali Değişikliği kapsamında kontrol edilecek üç farklı soğutucu akışkan türü vardır:

- 1) HFC Karışımları
- 2) HFC ve HCFC Karışımları
- 3) HFC ve kontrolsüz maddelerin (ör. HFO'lar ya da HC'ler) karışımları.

Montreal Protokolü kapsamında kontrol edilen maddelere ilişkin ayrıntılı bilgiler **Kigali Bilgi Notu 15'te** verilmektedir.

Soğutucu akışkan karışımlarının anlaşılması ve raporlanması sürecinde, Kigali Değişikliği'nin yalnızca HFC'lerin kullanımını kontrol ettiğinin kavranması gerekmektedir. HFC olmayan maddelerin "KIP katkısı" bir soğutucu akışkanın KIP değerine katılmaz. Dolayısıyla, bir soğutucu akışkanın iki farklı KIP değerine sahip olduğu anlaşılabilir:

- a) Tüm bileşenlerin gerçek KIP değerleri kullanılarak hesaplanan Gerçek KIP Değeri ve
- b) HFC olmayan maddelerin KIP değerleri sıfır kabul edilerek hesaplanan 'Kigali Değişikliği KIP Değeri'.

Bileşenlerin tümü HFC olduğundan, R-404A'nın gerçek KIP değeri ile 'Kigali Değişikliği KIP değeri' aynıdır (bkz. Kutu 1). Buna karşın, HCFC ya da kontrolsüz madde içeren karışımların Kigali Değişikliği KIP değerleri gerçek KIP değerlerinden her zaman için daha düşüktür. Kutu 2'de bunun iki örneği gösterilmektedir.

Kutu 2: Gerçek ve 'Kigali Değişikliği KIP Değerleri'**Örnek 1: Bir HFC ve HCFC karışımı -**

R 408A bileşimi: $\%46 \text{ HFC-143a} + \%7 \text{ HFC-125} + \%47 \text{ HCFC-22}$

$$\text{Karışım Gerçek KIP} = \%46 * 4470 + \%7 * 3500 + \%47 * 1810 = 3152$$

$$\text{'Kigali Değişikliği KIP'} = \%46 * 4470 + \%7 * 3500 + \%47 * 0 = 2301$$

Örnek 2: Bir HFC, HFO ve R-744 (CO₂) Karışımı -

R 455A bileşimi: $\%21,5 \text{ HFC-32} + \%75,5 \text{ HFO-1234yf} + \%3 \text{ R-744}$

$$\text{Karışım Gerçek KIP} = \%21,5 * 675 + \%75,5 * 4 + \%3 * 1 = 148$$

$$\text{'Kigali Değişikliği KIP'} = \%21,5 * 675 + \%75,5 * 0 + \%3 * 0 = 145$$

Örnek 1’de, karışımdaki HCFC-22’nin KIP değeri görece yüksek olduğu için ‘Kigali Değişikliği KIP Değerinin’ gerçek KIP değerinden hatırı sayılır ölçüde düşük olduğu dikkate değerdir. Örnek 2’de ise gerçek ve ‘Kigali Değişikliği KIP Değerleri’ arasında yalnızca ufak bir fark vardır çünkü HFC olmayan bileşenlerin hem son derece düşük KIP değerleri vardır hem de gerçek KIP değerlerine katkıları küçüktür.

Aşağıdaki tabloda geniş bir yelpazeye yayılmış farklı soğutucu akışkanlara ilişkin KIP verileri gösterilmektedir.

Soğutucu Akışkan Karışımlarının KIP Değerleri										
Karışım	Gerçek KIP	KD* KIP		Karışım	Gerçek KIP	KD* KIP		Karışım	Gerçek KIP	KD* KIP
R-401A	1182	16		R-424A	2440	2440		R-450A	605	601
R-401B	1288	14		R-425A	1505	1505		R-451A	149	146
R-402B	2416	1330		R-426A	1508	1508		R-451B	164	160
R-403A	3124	0		R-427A	2138	2138		R-452A	2140	2139
R-403B	4457	0		R-428A	3607	3607		R-452B	698	697
R-404A	3922	3922		R-429A	14	12		R-453A	1765	1765
R-407A	2107	2107		R-430A	95	94		R-454A	239	236
R-407C	1774	1774		R-431A	38	36		R-454B	466	465
R-407F	1825	1825		R-432A	2	0		R-454C	148	145
R-408A	3152	2301		R-433A	3	0		R-455A	148	145
R-409A	1585	0		R-433B	3	0		R-456A	687	684
R-409B	1560	0		R-433C	3	0		R-457A	139	136
R-410A	2088	2088		R-434A	3245	3245		R-458A	1 650	1 650
R-411A	1597	14		R-435A	26	25		R-459A	460	459
R-412A	2826	0		R-436A	3	0		R-459B	145	142
R-413A	2053	1258		R-436B	3	0		R-460A	2103	2101
R-415A	1507	22		R-437A	1805	1805		R-461A	2 767	2 767
R-415B	546	93		R-438A	2265	2264		R-462A	2250	2249
R-416A	1084	844		R-439A	1983	1983		R-502	4657	0
R-417A	2346	2346		R-440A	144	144		R-507A	3985	3985
R-418A	1741	3		R-441A	3	0		R-508A	13214	5772
R-419A	2967	2967		R-442A	1888	1888		R-508B	13396	6808
R-420A	1536	1258		R-444A	93	87		R-510A	1	0
R-421A	2631	2631		R-444B	296	293		R-511A	9	0
R-421B	3190	3190		R-445A	135	129		R-512A	189	189
R-422A	3143	3143		R-446A	461	459		R-513A	631	629
R-422B	2526	2526		R-447A	583	582		R-513B	596	593
R-422C	3085	3085		R-448A	1387	1386		R-514A	7	0
R-422D	2729	2729		R-449A	1397	1396		R-515A	393	386
R-423A	2280	2280		R-449B	1412	1411		R-516A	142	139

* KD KIP, “Kigali Değişikliği KIP Değeri” anlamına gelmekte ve Kigali Değişikliği kapsamında kontrol edilmeyen (HCFC’ler, HFO’lar, kontrolsüz HFC’ler, PCF’ler ile hidrokarbonlar gibi florokarbon olmayan maddelerin de dahil olduğu) bileşenlerin KIP katkılarını içermemektedir.

Arka Plan:

Bu piyasa sektörü, arabalar, kamyonetler, kamyonlar, otobüsler, zirai taşıtlar ve trenler gibi karayolu ulaşım ve taşımacılığında kullanılan taşıtlardaki şoför ve yolcuların serinlemesi için kullanılan mobil iklimlendirme (MAC) sistemlerini kapsamaktadır. Geçmişten günümüze, tüm araba iklimlendirme sistemlerinde soğutucu akışkan CFC-12 kullanılmıştır. Bu soğutucu akışkanın üretim ve tüketimi gelişmekte olan ülkelerde 1990'larda kademeli olarak tamamen sonlandırılmıştır ve yaklaşık on yıl sonra, hem gelişmekte olan ülkelerdeki hem de dünya çapında araba sektörü, KIP değeri 1430 olan bir soğutucu akışkan olan HFC-134a'ya geçiş yapmıştır. Otobüs ve tren gibi daha büyük taşıtlarda da R-407C (KIP 1774) ve R-410A (KIP 2088) gibi diğer HFC soğutucu akışkanlar kullanılmaktadır.

Geçtiğimiz birkaç yılda, ulusal ve bölgesel düzenlemelere cevaben, kimi coğrafyalarda yeni son derece düşük KIP değerli alternatifler piyasaya sürülmüştür. Bu bilgi notunda, MAC sektöründe daha düşük KIP değerli soğutucu akışkanların kullanımına yönelik gelişmeler aktarılmaktadır.

Araba İklimlendirme:

Yolcu arabaları ile kamyonetler ve kamyon kabinleri gibi diğer küçük taşıtların neredeyse tümünde çok benzer iklimlendirme sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemde, ana motordan gelen bir tahrik kayışıyla çalışan ve ventilasyon hava giriş kanalındaki bir evaporatöre ve arabanın ön tarafında, radyatörün yanındaki bir kondensere bağlı olan bir kompresör kullanılır. Ana bileşenler birbirlerine esnek hortumlarla bağlıdır. Sistem montajı ve şarjı ana araç üretim hattında gerçekleşir.

Bazı son model MAC tasarımlarında elektrik tahrikli kompresörler kullanılmaktadır – bu kompresörler (ör. hibrit taşıtlarda ve tamamen elektrikli taşıtlarda) ana motor kapalıyken de sistemin çalışmasını sağlamak için getirilen yeni bir gerekliliktir.

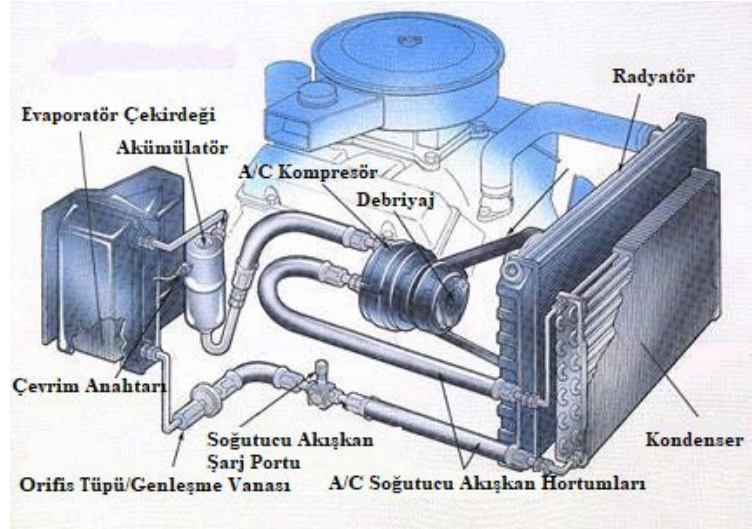
Araba MAC sistemlerinde 0,4 kg ila 0,8 kg soğutucu akışkan bulunur. MAC sektöründeki yıllık soğutucu akışkan talebi arabalarda kullanılan soğutucu akışkanlarla hizmet sektöründeki sızdıran sistemlerin ikmali için kullanılan soğutucu akışkanlar arasında bölünmüş durumdadır.

Araba MAC sistemlerinde eskiden beri yüksek sızıntı sıkıntısı olmuştur – sisteme her yıl soğutucu akışkan reşarj edilmesi yaygın bir uygulama olmuştur. Son 10 yılda ise, kompresör şaft mührü ve esnek hortumlarda kullanılan malzemeler açısından tasarım alanında büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Modern MAC sistemlerinin ise normal kullanım koşullarında görece daha az sızıntı sıkıntısı vardır (ancak büyük bir araba kazasının akabinde soğutucu akışkanın tamamen kaybedilmesi gibi bir sıkıntı da görülebilir). Bugün, yıllık soğutucu akışkan talebinin yaklaşık %70'inin yeni arabalar, %30'unun ise mevcut sistemlerin ikmalinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Düşük KIP Değerli Soğutucu Akışkan Seçenekleri

Madde 5 ülkesi olmayan ülkelerde 1990'ların ortalarında CFC'lerin üretim ve tüketiminin azaltılmasının ardından, çok uluslu araba üreticilerinin tamamı CFC-12'den HFC-134a'ya geçmiştir. 2012 öncesi, tüm araba MAC sistemleri HFC-134a kullanılarak üretilmekteydi ve 2016'ya gelindiğinde yeni araba MAC sistemlerinde en çok kullanılan soğutucu akışkan hala HFC-134a idi.

Bazı coğrafyalarda daha düşük KIP değerli bir soğutucu akışkana geçilmesi mevzuat gereği zorunlu kılınmıştır. Bilhassa, 2006 AB "MAC Direktifi", 2013'ten itibaren yeni modellerde 2017'den itibaren de AB'de satılacak tüm yeni taşıtlarda KIP değeri 150'nin altında bir soğutucu akışkan kullanılmasını gerekli kılmıştır. Bu mevzuat MAC tasarımcıları ve araba üreticilerini uygun bir düşük KIP değerli HFC-134a alternatifi bulmak için yoğun çaba sarf etmeye teşvik etmiştir.



Özellikleri MAC sistemlerinde (çok yüksek çalışma basıncı ve transkritik çalışma gibi) büyük tasarım yenilemeleri gerektirse de, R-744 (CO₂, KIP 1) aslen başı çeken rakipti. Ayrıca sermaye maliyetinde artış olabileceğine ve enerji verimine ilişkin hatırı sayılır kaygılar da mevcuttu.

2009 yılında lansmanı yapılan HFO-1234yf (KIP 4) HFC-134a'nınkilere büyük ölçüde uyan özelliklere sahip olduğu için araba üreticileri arasında hızla daha çok tercih edilen seçenek haline gelmiştir. HFO-1234yf ile ilgili önemli bir endişe ise, HFC-134a ve R-744'ün aksine, "hafif" yanabilir olmasıdır (Güvenlik Sınıfı A2L). Araba üreticileri kapsamlı güvenlik testleri gerçekleştirmiş ve çoğu HFO-1234yf'nin araba iklimlendirmesinde güvenle kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

HFO-1234yf kullanılan arabalar 2013'ten itibaren piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Ocak 2017 itibarıyla de AB'deki tüm yeni arabalarda HFO-1234yf kullanmakta olup ayrıca bu soğutucu akışkan ABD ve Japonya da dahil başka bölgelerde de kullanılmaya başlıyordu.

Muhtelif ülkelerde çıkarılan mevzuat düşük KIP değerli bir soğutucu akışkana geçilmesini zorunlu kılacaktır (ör. Türkiye 2018'den, Güney Kore 2020'den, ABD ve Kanada 2021'den ve Japonya 2022'den itibaren). Bu geçiş söz konusu bölgelerde muhtemelen HFO-1234yf kullanılarak gerçekleştirilecektir ve çok uluslu araba üreticileri de tıpkı 1990'larda HFC-134a'ya geçtikleri gibi muhtemelen faaliyetlerini yine tek bir soğutucu akışkan kullanacak şekilde standardize edecektir.

Özellikle Almanya'daki birkaç araba üreticisi hala R-744 sistemleri geliştirmektedir. Sınırlı sayıda araba R-744 ile satılmaktadır. Bunun artan bir eğilim mi olacağı yoksa MAC sistemleri için dünya çapında tek bir soğutucu akışkanın diğerlerine baskın mı geleceği henüz belli değildir.

Madde 5 ülkelerindeki durum öncelikle arabaların ithal mi edileceği yoksa yerel üretimle mi üretilmeyeceğine bağlı olacaktır. Çoğunlukla önde gelen çok uluslu üreticilerden araba ithal eden ülkelerin HFO-1234yf'yi giderek daha da fazla kullanması muhtemeldir çünkü bu üreticiler tek bir global soğutucu akışkana geçmektedir. Yerel üretim yapan büyük Madde 5 ülkeleri ise daha düşük maliyetli bir soğutucu akışkan olduğu için HFC-134a kullanmaya devam etmeyi tercih edebilir.

Otobüs ve Tren İklimlendirme:

Otobüs ve tren iklimlendirme sistemlerinde bir dizi farklı tasarım yapılandırması ve yine bir dizi farklı HFC soğutucu akışkan kullanılmaktadır. Otobüs ve trenlerde kullanılan büyük MAC sistemleri sıklıkla tüm sistem bileşenlerini içeren tek bir üniteye bulunurlar. Bu ünite fabrika çıkışlı olup soğutucu akışkan önceden şarj edilmiştir. Araç imalatçısı tarafından ve genellikle tavana monte edilir.

Kompresör genellikle ana araç kaynağından (ör. elektrikli trenlerde raylı sistem kaynağından ya da aracın ana motoruna bağlı bir jeneratörden) gelen elektrikle beslenir. Bazı ünitelerin elektrik tedarik

etmek ya da kompresörü tahrik etmek için özel olarak tahsis edilmiş dizel motorları vardır. Kimi küçük şehir içi ve şehirler arası otobüs sistemlerinde kompresör taşıt ana motoruna bitişiktir ve tahrik kayışı bağlantısıyla çalıştırılır. Bu büyük MAC sistemlerindeki soğutucu akışkan yükü (şarjı) normalde 2 kg – 20 kg aralığındadır.

Otobüs ve tren MAC sistemlerinin araba MAC sistemlerinden çok daha (genelde 5 ila 10 kat) yüksek soğutma kapasitesi olduğundan, bunlarda sıklıkla R-410A (KIP 2088), R-407C (KIP 1774) ve HCFC-22 (KIP 1810) gibi durağan iklimlendirme soğutucu akışkanlar kullanılır. Daha düşük KIP değerli alternatiflerin kullanılması yönündeki ilerlemeler daha yavaş olmuştur çünkü otobüs ve tren iklimlendirmeye ilişkin yasal düzenleme baskısı daha azdır. Buna karşın, Kigali Değişikliği kapsamında yürütülen HFC tüketiminin azaltılması süreci yeni bir politika yapıcı etken ortaya çıkaracaktır.

Daha düşük KIP değerli alternatiflere ilişkin önemli bir mesele de hafif yanabilir bir soğutucu akışkanın kabul edilebilirliğidir. Soğutucu akışkan şarjı araba MAC sistemlerinden çok daha fazla olduğundan, güvenlik hususu burada daha karmaşıktır. A2L sınıfı soğutucu akışkanlar kabul edilirse, HFC-32'nin (KIP 675) R-410A yerine kullanılması muhtemeldir. HFO-1234yf de (KIP 4) değerlendirilebilir. Yanmaz bir soğutucu akışkanın gerekmesi halinde ise, (her ikisinin de KIP değeri yaklaşık 600 olan ve HFC-134a'ya benzer özellikler taşıyan) R-513A veya R-450A kullanılması mümkün olacaktır. Bazı otobüs ve tren MAC sistemi üreticileri tarafından R-744 de denenmektedir.



Arka Plan:

Geniş bir yelpazedeki yangından korunma gerekliliklerine yanıt verecek çok çeşitli yangından korunma sistemleri (YKS) mevcuttur. En sık kullanılan YYS, otomatik püskürtücüler gibi su bazlı sistemlerdir. Önemli bir YYS kategorisini de su bazlı YYS'den kaynaklanabilecek hasarın bir kısmına yol açmaksızın yangını hızla söndürebilen kimyasal ajanlardır.

Bu alanda eskiden beri kullanılan en önemli kimyasal ajanlar halonlar olmuştur. Bunlar brom içeren ve belli kategorilerdeki yangınları söndürmede son derece etkili olan bileşiklerdir. Halonlar son derece güçlü ozon tabakasını inceleyen maddelerdir (OTİM), ayrıca küresel ısınma potansiyelleri de (KIP) çok yüksektir ve artık üretim ve tüketimleri (iyileştirilmiş halonların kullanımına hala izin verilen az sayıda elzem kullanım alanı dışında) dünya çapında kademeli olarak tamamen sonlandırılmıştır.

Son 20 yıldır, HFC-227ea (KIP 3220) gibi belirli HFC'ler kimyasal YYS ajanı olarak halonların yerine kullanılmaktadır. Bunların KIP değeri çok yüksek olduğundan, son kullanıcılar şimdilerde daha düşük KIP değerli alternatiflerin arayışına girmiştir. Bu bilgi notunda YYS piyasasındaki alternatiflere olan eğilim incelenmektedir.

Yangından korunma sistemi türleri (sabit sistemler):

Binalar, endüstriyel enstalasyonlar ve belirli taşıtlar gibi yapıların korunması için kullanılan ana YYS türleri aşağıdaki gibidir:

- 1) Su püskürtücüler
- 2) Su sisi sistemleri (yüksek tazyikle püskürtülen çok küçük su damlacıkları)
- 3) Köpük sistemleri (köpük-su karışımları)
- 4) Soy gazlar (ör. CO₂, ve azot, argon ve CO₂ karışımları)
- 5) Kuru toz kimyasal ajanlar
- 6) Gaz kimyasal ajanlar (halonlar ve belirli HFC'ler de dahil).

Sistem seçimi karşılaşılabilecek yangın türüne ve korunan enstalasyonun türüne bağlıdır. Gaz kimyasal ajanlar genellikle oldukça etkili yangın baskılama yöntemlerinin yapıya ve sakinlerine en az hasar ve risk teşkil edecek şekilde kullanılmasını gerektiren özel enstalasyonlarda kullanılmaktadır. Bu durumun örnekleri arasında bilgisayar odaları, veri merkezleri, telekomünikasyon alanları, kontrol odaları, banka kasaları, müzeler, sanat galerileri, arşivler, kesintisiz güç kaynağı anahtar aksamı, işleme ekipmanı ve diğer endüstriyel risk alanları sayılabilir. Gaz kimyasal ajanlar ayrıca uçak kargo bagajları, uçak motor kaportaları (yuvaları) ile tank ve zırhlı araçlar gibi muhtelif askeri araçların da dahil olduğu ulaşım ve taşımacılıkta kullanılan belirli sabit enstalasyonlarda kullanılmaktadır.

Yangından korunma sistemi türleri (portatif söndürücüler):

Portatif yangın söndürücülerin de aşağıdakilerin dahil olduğu çok çeşitli türleri bulunmaktadır:

- 1) Su
- 2) Köpük
- 3) CO₂
- 4) Kuru toz
- 5) Gaz kimyasal ajanlar

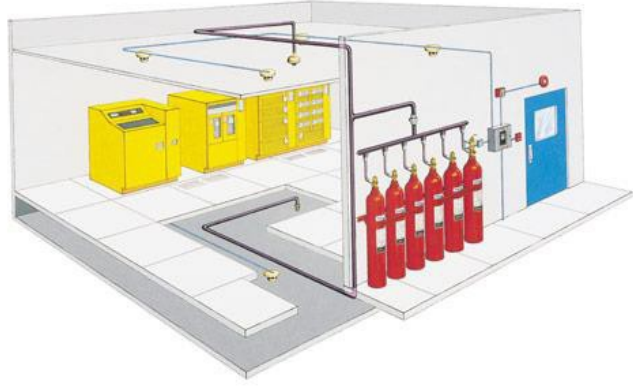
Halonlar başta olmak üzere, gaz kimyasal ajanlar sivil havacılık alanında portatif yangın söndürücülerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yangından korunma sistemlerinde halihazırda kullanılan HFC'ler:

Aşağıdaki tabloda gaz kimyasal ajan kullanılan yangından korunma sistemlerinde kullanılan halonlar ve HFC'ler gösterilmektedir.

	Önceden kullanılan Halon	Kullanımda olan HFC'ler (KIP)
Sabit	Halon 1301	HFC-227ea (3220); HFC-125 (3500); HFC-23 (14800)
Portatif	Halon 1211; Halon 2402	HFC-236fa (9810); HFC-227ea (3220)

Sabit sistemlerde, HFC-227ea en yaygın kullanılan HFC ajanıdır. Tüm HFC ajanların KIP değerleri çok yüksektir ve uzman YKS şirketleri daha düşük KIP değerli alternatifler temin etmeye çalışmaktadır. HFC azaltma düzenlemelerinin Kigali Değişikliği'nden daha hızlı sonuç verdiği AB'de, yeni YKS'lerde HFC'lerin kullanımı, alternatiflerin performans açısından daha kötü kabul edildiği çok özel uygulamalar hariç, zaten tamamen sonlandırılmış durumdadır.



Alternatif kimyasal ajanlar:

En önemli düşük KIP değerli kimyasal alternatif bir floroketon molekülü olan FK-5-1-12'dir. Bu ajan iyi bir yangın baskılama performansı sergilemekle birlikte artık yeni bina uygulamalarında HFC'lerin yerine kullanılmaktadır. Ozon inceltme potansiyeli sıfır, KIP değeri ise 1'dir. Bu akışkanın muhtemel bir handikapı görece düşük buhar basıncı olmasıdır. Bu kimyasalların kullanıldığı sistemlerin azot gibi alternatif maddelerle basınçlanması gerekebilir.

Bazı uygulamalarda kullanılan bir başka ajan da FIC-1311'dir. Bu iyot (CF_3I) içeren bir florokarbondur. Makul bir buhar basıncı ve iyi yangın baskılama performansı vardır. Bu akışkanın muhtemel bir handikapı da meskun mahallerde kullanıma uygun olmayacak şekilde düşük insan maruz kalma sınırı olmasıdır.

Soy gazlar:

Birçok uygulama alanında soy gazlar gaz kimyasallara benzer avantajlar sağlayabilirler özellikle, yangın söndürme sonrasında ortaya çıkan hasarı sınırlayabilirler. Azot, argon ve CO_2 ile oluşturulan karışımlar hem meskun hem de meskun olmayan mahallerde kullanılabilir. Saf CO_2 de aynı ölçüde etkili bir yangın baskılama ajanıdır fakat meskun mahallerde kullanılamaz. %10 hacimden yüksek konsantrasyonlarda CO_2 'ye maruz kalmak ölüm riski de dahil ciddi sağlık riskleri teşkil etmektedir. Bazı uygulama alanlarında, özellikle çok hızlı yangın baskılama gerekiyorsa, soy gazlar gaz kimyasal ajanlardan daha az etkili görülmektedir.

Su sisi:

Bazı uygulama alanlarında, su sisi sistemleri gaz kimyasal sistemleri yerine kullanılabilir. Çok küçük su damlacıklarının yüksek tazyikle püskürtülmesi sayesinde, kullanılan su hacmi daha geleneksel püskürtme sistemlerine kıyasla daha düşük olmaktadır. Su sisi etkili bir yangın baskılama ajanıdır ve su püskürtücülere nazaran söndürme sonrası hasar yaratma ihtimali daha düşüktür.

Yangından kaçınma:

Yeni tesislerde, bazı şirketler tesislerinin korunmasına yönelik kendiliğinden güvenli tasarlama yaklaşımı benimsemektedirler. Bu da hidrokarbon salınımını önlemek ve yanabilir ya da patlayıcı malzemelerin ortamda bulunmasını önlemek anlamına gelmektedir. Bu türden tüm önlemler göz önünde bulundurularak yine de tehlike riski kalmışsa ancak o zaman diğer risk azaltıcı önlemler değerlendirilir. Çoğu durumda, devre kapatma ve istim boşaltma süreçlerinin başlatılması ve mekanın kapatılıp bir yangın söndürme ajanıyla etkisiz hale getirilmeye çalışılmasındansa yüksek hızlı havalandırma sistemlerinin devreye sokulması için yeni teknoloji ürünü algılama sistemleri kullanılmaktadır.

Halonların iyileştirilmiş ürünler vasıtasıyla kullanılmaya devam etmesi:

Sivil ve askeri havacılık sektörleri başta olmak üzere, bazı uygulama alanlarında halonlar hala en etkili yangından korunma ajanları olarak görülmektedir. Yaşam döngülerini tamamlamış eski YKS sistemlerindeki halonları kullanan Halon 1301 ve Halon 1211 bankaları oluşturulmuştur. Bu bankalar sınırlı sayıdaki bu özel uygulama alanlarında halonların kullanılmaya devam etmesini sağlamaktadır.

Arka plan:

Kigali Bilgi Notu 6'da ulusal bir HFC azaltma stratejisinin geliştirilmesi tartışılmaktadır. Bu bilgi notu, HFC tüketimindeki gerekli azaltmaları iletmek için kullanılabilecek “ana eylemler” hakkındaki arka plan bilgisini vermektedir. Bu eylemler şunlardır:

- Yeni ekipmanlarda daha düşük GWP'li soğutucuların kullanılması
- Kaçak önleme
- Mevcut ekipmanların daha düşük GWP'li alternatifler için uyumlu hale getirilmesi
- Kazanılmış soğutucu kullanımı

En önemli uzun vadeli ana eylemin yeni tüm ekipmanlarda HFC'lerin düşük GWP'li alternatiflerini kullanmak olduğu vurgulanmıştır. Bu bilgi notunda yeni ekipmanlarda yapılan soğutucu seçiminin HFC azaltma hızı üzerinde ne kadar güçlü bir etkisi olduğunu göstereceğiz.

RAC Ekipmanının Kullanım Ömrü:

Madde 5 kapsamındaki çoğu ülkede HFC'lerin tüketimi, soğutma ve klima sektörlerindeki (RAC) gereksinimleri ile kontrol altındadır. RAC pazarının önemli bir karakteristiği, görece uzun ekipman ömrü ve servis için sürekli soğutucu talebidir. HFC'lerin RAC ekipmanı tarafından tüketimi şunlardan oluşur:

- a) Yeni ekipmanın ilk dolumu
- b) Ekipmanın kullanım ömrü boyunca tesisat servisi sırasında sızan herhangi bir soğutucunun ikmal edilmesi.

Madde 5 kapsamındaki birçok ülkede RAC ekipmanının çoğu ithal edilmektedir. Bu ekipmanın çoğu önceden soğutucu doldurulmuş olarak ithal edilir (ör. araç kliması, küçük oda klimaları, büyük soğutucular). Bu, Montreal Protokolü açısından ilk dolumdaki tüketim (ODS içermez ve ön dolum yapılmış ithal ürünlerde HFC'leri içermeyecektir) talebinin oldukça düşük olduğu anlamına gelir. Yıllık soğutucu tüketiminin büyük bir kısmı RAC servis sektörü içindir.

Çoğu RAC ekipmanı 15 ila 20 yıllık bir kullanım ömrüne sahiptir. Bazı ekipmanlar, örneğin araç kliması, yaklaşık 10 yıl gibi daha kısa kullanım ömürlerine sahiptir, diğer taraftan endüstriyel soğutma ve büyük klima su soğutucuları çok daha uzun ömürlü (25 ila 30 yıl) olabilir. Bu uzun kullanım ömrü, mevcut RAC ekipmanın için her zaman önemli bir soğutucu “kalem” olacağı anlamına gelmektedir. Yeni soğutucuya bir geçiş söz konusuysa, eski soğutucu kitlesinin değiştirilmesi birkaç yıl sürecektir; eski soğutucuya yönelik devam eden servis talebiyle geçen uzun bir süredir.

Yüksek GWP'li HFC'lere geçişin etkisi:

Yakın zamana kadar çok sayıda yeni RAC ekipmanı HCFC soğutucuları, özellikle de HCFC-22'yi kullanıyordu. HCFC'lerin gelişmekte olan ülkelerdeki üretimini ve tüketimini kaldırmaya yönelik HCFC kullanımdan kaldırma Yönetim Planları (HPMP'ler) mevcuttur. Madde 5 kapsamındaki ülkeler bir çok durumda bu durum, yeni RAC ekipmanında HCFC-22 (GWP 1810) kullanımından yüksek GWP'li bir HFC'ye geçişe yol açmaktadır. Örneğin R410A (GWP 2088), küçük klima sistemlerinde R-404A (GWP 3922), gıda perakende ve endüstriyel soğutma uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar, son 20 yıldır Madde 5 kapsamında olmayan ülkelerde yapılanlarla aynı seçimler.

Ancak bu, yüksek GWP'li HFC'lerin kurulmuş sistemlerinde hızlı bir artışa yol açmaktadır. Yukarıda da tartışıldığı üzere, bu ekipmanları çoğu uzun bir kullanım ömrüne sahip ve önümüzdeki 15 ila 25 yılda sürekli ikmal edilmeleri gerekecektir. Bu da Kigali Değişikliği HFC azaltma hedeflerinin, özellikle çok miktarda önceden doldurulmuş HFC ekipmanı ithal eden Madde 5 kapsamındaki ülkelerde elde edilmesini zorlaştırmaktadır.

¹ Not: Ülke içinde önemli miktarda RAC ekipman imalatı olan ülkelerde bu durum geçerli değildir.

Daha iyi bir strateji – daha düşük GWP'li alternatiflere erken geçiş:

Son beş yıldır daha düşük GWP'li alternatiflerde önemli gelişmeler var. Bunları bir çoğu yaygın olarak Madde 5 kapsamı dışındaki ülkelerde, HFC kullanımında azaltma gerektiren ulusal ya da bölgesel yönetmeliklere yanıt olarak kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin bir çoğu Madde 5 kapsamındaki ülkelerde kullanılabilir hale gelme ve kullanılabilirlik seviyesi hızla yükselmektedir. Bir ulusal HFC azaltma planında, her ülke daha düşük GWP'li teknolojilerin en erken şekilde nasıl kullanıma sokulacağını düşünebilir.

Hali hazırda geniş ölçüde kullanılabilir daha düşük GWP'li alternatiflere sahip RAC pazarlarının örnekleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Daha düşük GWP'li alternatiflere sahip RAC pazarları		
Pazar sektörü	Yaygın kullanımdaki yüksek GWP'li HFC (GWP)	Daha düşük GWP'li alternatif örnekleri (GWP)
Ev tipi buzdolapları	R-134a (1430)	R-600a (3)
Küçük split oda kliması	R-410A (2088)	R-32 (675)
Klima için su soğutucuları	R-134a (1430)	R-1234ze (7), R-1233zd (4), R-514A (7)
Gıda perakende sistemleri	R-404A (3922)	R-744 (1), R-448A (1387), R-449A (1397)
Araç kliması	R-134a (1430)	R-1234yf (4)

Bir azaltma stratejisinin geliştirilmesi sırasında şunları yapmak önemli olacaktır:

- İlgili paydaşlarla (ör. RAC ekipman ithalatçıları) iletişim kurarak daha düşük GWP'li ürünlerin kullanılabilirliğini tanımlamak (paydaş katılımı hakkındaki bilgiler için bkz. **Kigali Bilgi Notu 8**). Belirli daha düşük GWP'li teknolojiler henüz kullanılabilir değilse mevcut engelleri (ör. eğitim eksikliği) tanımlamak ve bu engelleri aşmak için gerekli adımları atmak önemli olacaktır (engeller hakkındaki bilgiler için bkz. **Kigali Bilgi Notu 11**).
- Daha düşük GWP'li bir teknolojiye erken geçiş yapmanın potansiyel avantajlarını tanımlamak için bazı senaryo analizleri yapmak.

Senaryo analizi yapmak:

Senaryo analiz **Kigali Bilgi Notu 6**'da kısaca açıklanmıştır. Bu açıklamada araç klima sistemlerinde R134a'dan R-1234yf'ye bir geçişin değerlendirildiği bir örnek yer almaktadır. Bu bilgi notu ayrıca ulusal HCFC ve HFC tüketimini ve çeşitli pazar sektörlerinde ve alt sektörlerinde bu gazların kullanımının daha iyi anlaşılmasının gerektiğini gösteren “yukarıdan aşağıya” verilerin kullanılabilirliğini de açıklamıştır.

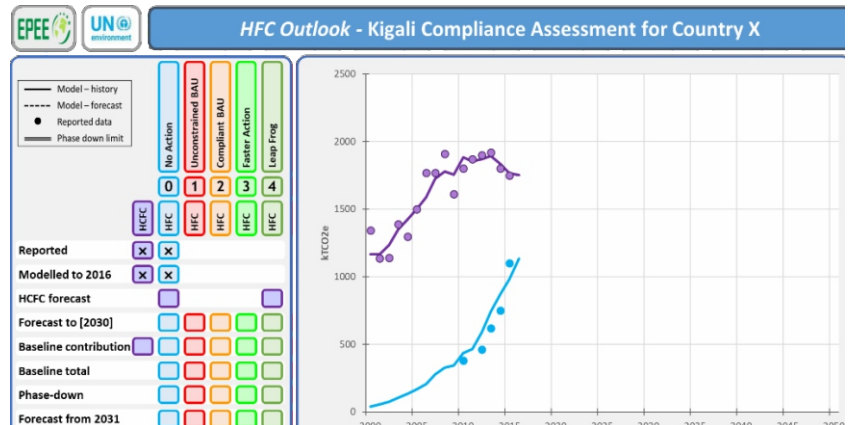
İyi bir senaryo modellemesi yapmak için, HCFC'ler ve gelecekte kullanılabilecek daha düşük GWP'li alternatifler de dahil ilgili tüm akışkanlarla birlikte HFC kullanımının “aşağıdan yukarıya” bir ulusal modelini oluşturmak gerekir. Bu model, pazarın, farklı karakteristiklerine sahip olabilecek önemli alt sektörleri arasındaki ayrımı yapmalıdır. Özellikle, geçmişteki ve gelecekteki soğutucu seçimleri pazarı her bir alt sektöründe önemli farklılıklar gösterebilir.

OzonAction, Kuveyt ve Bahreyn'in pilot bölge olarak işbirliği yaptığı *HFC Outlook* adında bir yazılım aracı geliştirmiştir. Araç, Madde 5 kapsamındaki ülkeler için kapsamlı aşağıdan yukarıya modellemesi sunacak, bu da farklı HFC azaltma stratejilerini karşılaştıran senaryo analizini mümkün kılacaktır.

Şekil 1 - 6, kurgusal bir Madde 5 ülkesi için bu araç kullanılarak yapılan modellemelerin örneklerini sunmaktadır.

Şekil 1, HCFC tüketiminin (mor çizgi) ve HFC tüketiminin (mavi çizgi) modellemesini göstermektedir. Modellenen veri yıllık rapor edilen veri (mor ve mavi noktalar) ile karşılaştırılır. Aşağıdan yukarıya model, modelin tahminde bulunmak için iyi bir başlangıç noktasını temsil etmesini sağlamak amacıyla yukarıdan aşağıya rapor edilen veriye göre “ayrılanmıştır”.

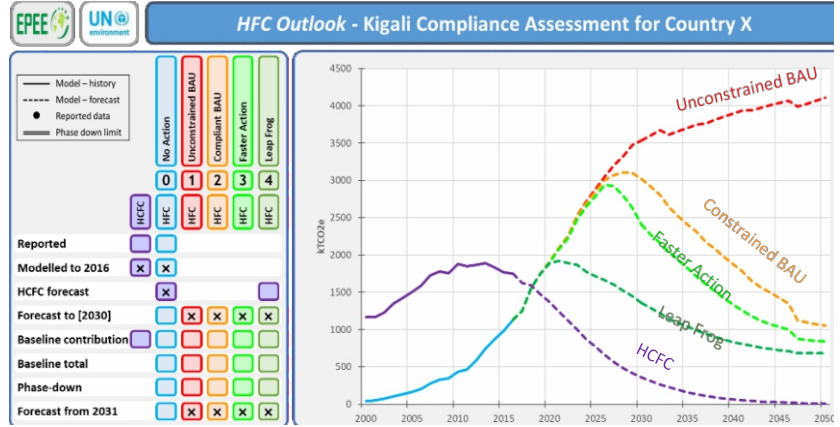
Şekil 1: Geçmiş Modelleme



Şekil 2 ayrıca gelecekteki HCFC ve HFC tüketim tahminlerini de göstermektedir.

HCFC kullanımdan kaldırma programı (mor çizgi) kapsamında beklenen değişikliklere göre tek bir HCFC tahmini vardır.

Her biri farklı bir gelecek senaryosunu temel alan dört farklı HFC tahmini vardır. Bu senaryoların her biri arasında fark, temel olarak alternatif soğutucuların kullanım tercihlerine göre değişir. Dört senaryo yaklaşık 2020'ye kadar aynı yolu izlemektedir. Bu tarihten sonra Kigali Değişikliği'ne farklı yanıtlar görünür hale gelecektir.



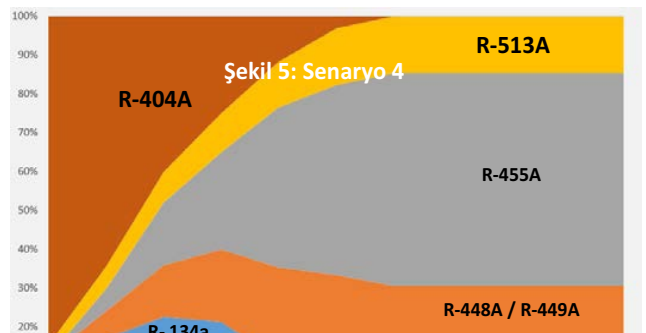
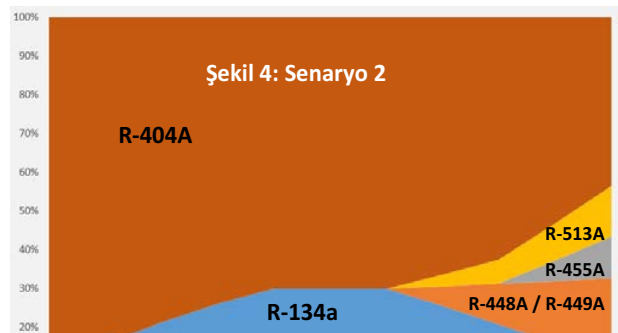
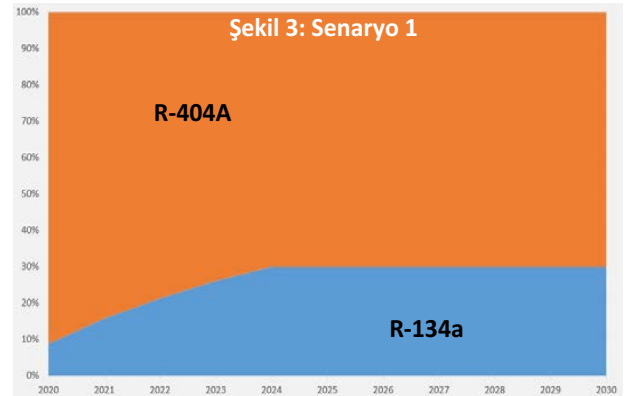
Senaryo 1 (kırmızı çizgi) "uyumlu olmayan" bir olağan iş senaryosudur, burada yüksek GWP'li HFC'ler yeni ekipmanlarda kullanılmaya devam etmektedir. Diğer senaryolar Kigali Değişikliği ile uyum sağlar, yine de HFC azaltma hızı, daha düşük GWP'li alternatiflerin kullanıma sunulma hızına ileri düzeyde bağlıdır.

Bu tahminler kTon CO₂ cinsinden çizilmiştir ve her bir eğri altında kalan alan, her bir azaltma stratejisi ile tasarrufu sağlanan toplam CO₂ miktarını belirtmektedir. Tablo 2, 3 uyumlu senaryonun BAU'ya göre avantajlarını göstermektedir. 2020 ile 2050 yılları arasında 'sıçrama' senaryosu HFC tüketimini, minimum uyumluluk senaryosu ile elde edilen miktarın neredeyse iki katı azaltmaktadır. Bu, daha düşük GWP'li soğutuculara erken geçişin potansiyel avantajlarını açıkça göstermektedir.

Tablo 2: HFC Azaltma Sürecinin Çevresel Avantajları, kt CO₂

	Senaryo 2: Minimum uyumluluk	Senaryo 3: Daha Hızlı Eylem	Senaryo 4: Sıçrama
Senaryo 1'e karşı tüketim azalması	41000	53000	72000

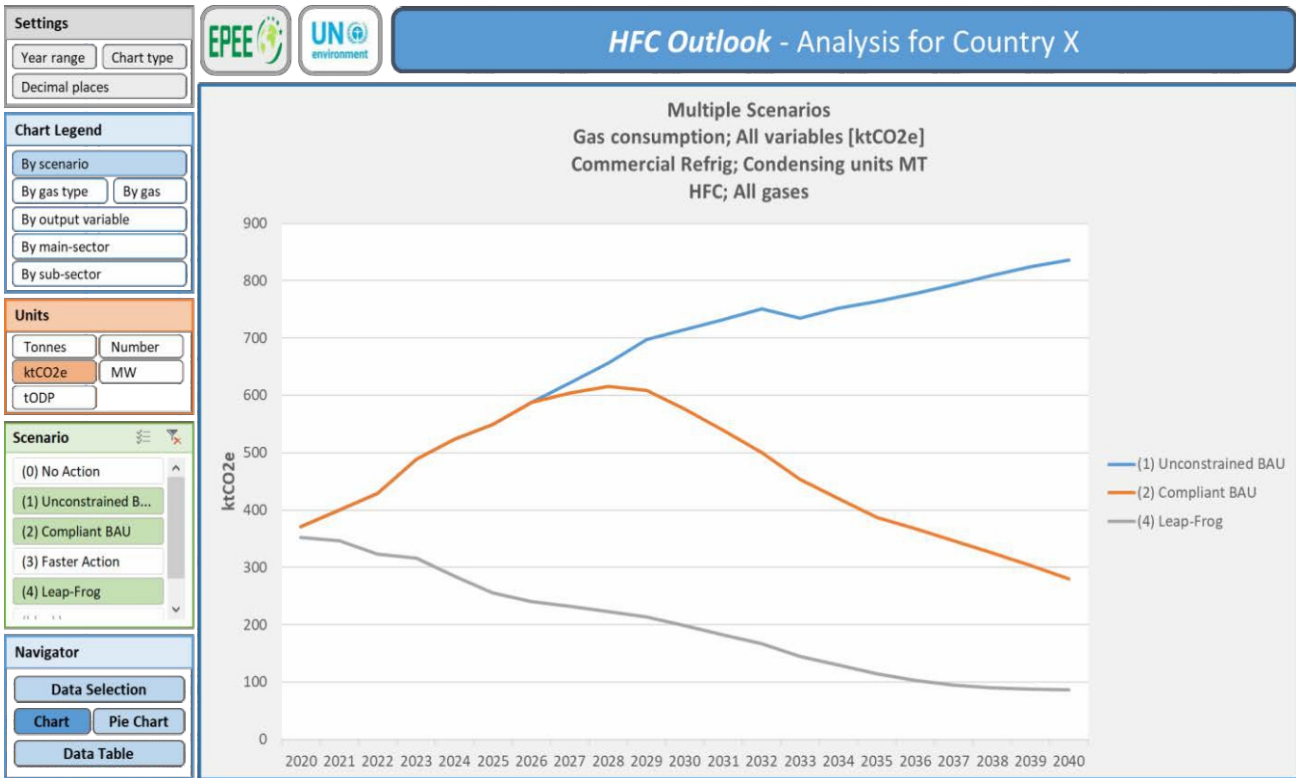
Şekil 2'deki modelleme, pazarın farklı sektörlerinde yapılan soğutucu seçimleri hakkındaki sayısız varsayımı temel almaktadır. Şekil 3 ile 5 arasındaki çizelgeler, seçilen örnek bir alt sektör olan soğutulmuş gıda perakende sektöründe kullanılan yeni yoğunlaşma üniteleri için 2020-2030 arasındaki seçimleri göstermektedir. Uyumsuzluk Senaryosu 1'de, yalnızca yüksek GWP'li HFC'ler kullanılmıştır, bunlar arasında da en çok R-404A seçilmiştir. Minimum uyumluluk senaryosu 2'de 2026'ya kadar yeni ekipmanlarda yüksek GWP'li soğutucular kullanılmış, sonrasında ise 3 farklı daha düşük GWP'li alternatif piyasaya sürülmüştür. Senaryo 4, 'sıçrama' senaryosunda, yüksek GWP'li soğutucuların yeni ekipmanlarda kullanımı çok daha hızlı sona ermekte ve daha düşük GWP'li alternatifler 2020'den sonra piyasaya sürülmektedir.



Şekil 3 - 5 arasında gösterilen soğutucu seçimlerini kullanarak, senaryo modelleme aracı, Şekil 6'da gösterildiği üzere her senaryo için gelecekteki HFC tüketimini tahmin edebilir. Bu pazar alt sektörü (soğutulmuş gıda için yoğunlaşma üniteleri) için şu anda ultra-düşük GWP'li bir alternatif yoktur. Ancak, pazarda halihazırda iyi orta GWP'li seçenekler mevcuttur. R-448A ve R-449A neredeyse R-404A ile aynı performans karakteristiklerine, ama 3922'ye karşılık yaklaşık 1400'lük bir GWP değerine sahiptir. Önümüzdeki 10 yıl için HCFC-22'den R-404A'ya geçiş yapmak bir HFC azaltma girişimini desteklemeyecektir. Şekil 6'da, uyumsuzluk senaryosu 1 ve minimum uyumluluk senaryosu 2'nin her ikisi de 2030'lara kadar önemli HFC tüketimi yaratmaktadır.

2020'lerin başlarında yüksek GWP'li HFC'leri bırakarak (sıçrama senaryosu 4'te olduğu gibi), bu pazar sektöründe ki HFC tüketimi bu örnekte çok daha hızlı düşer ve Kigali Değişikliği hedefleri ile çok daha kolay uyumluluk sağlar.

Şekil 6: Küçük Bir Pazar Alt Sektörü için HFC Tüketim Tahminleri



Erken Eylemi Tetikleme:

Şekil 1 ile 6 arasında gösterilen analizler senaryo analizinin gücüne ve daha düşük GWP'li alternatiflere erken geçişi teşvik etmenin önemine dair bir fikir vermektedir. Bir ulusal HFC azaltma stratejisinin tasarlanması için daha düşük GWP'li teknolojilerin kullanılabilirliğine ilişkin bir değerlendirmenin dahil edilmesi gerekir. Bu yeni teknolojilere geçişi tetiklemek için proaktif bir yaklaşım gerekli olabilir. İyi bir paydaş katılımı ve teşviki olmadan, muhtemelen yüksek GWP'li HFC'ler daha pek çok yıl popüler kalmaya devam edecektir. Bu durum erken eylemin avantajları endüstriye iletilebilir ve değişimin önündeki engeller tanımlanıp aşılabilsen önlenebilir.

