



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 GWP₁₀₀ 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 yangınlık 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 girmektedir:

- 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 kullanımını 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 sunulduğunu gördük. Örneğin:

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

ODS kullanımda kaldırma sürecine 1987'de ilk karar verildiğinde yanıcı akışkanların bu uygulamalarda kullanılabilmesi henüz bilinmiyordu, ancak ürün tasarımcıları güvenlik sorunlarını giderdiler ve uzun vadeli mali yararları ortaya çıkardılar, çünkü HC, yerini aldığı CFC'ye göre daha ucuz bir hammadde.

HFC azaltma sürecinde, yanıcı alternatiflerin kullanıma sokulmasını desteklemek için benzer geliştirmeler gerekiyor. Yanıcı akışkanlara yönelik tam pazar potansiyeline ulaşabilmek için güvenlik standartlarının, bina kodlarının ve ulusal yasaların getirdiği engellerin aşılması gerekiyor. 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 kapsıyor. Muhtemelen bazı yeni ürünler ara ürün niteliğinde piyasaya sürülecek ve daha sonra diğer daha düşük GWP'li ürünlerle değiştirilecek.

Bir örnek, 3922 gibi çok yüksek GWP değerine sahip R-404A'ya alternatif olarak getirilen yeni soğutucu karışımları ile ilgili. GWP değerleri yaklaşık 1400 olan iki yeni karışım yakın zamanda R-404A alternatifleri olarak piyasaya sürüldü. Bunla "yüksek" GWP kategorisinde ve %85'lik bir HFC azalması elde etmeye yönelik uzun vadeli hedefin oldukça üzerinde. Ancak, her ikisi de R-404A'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.

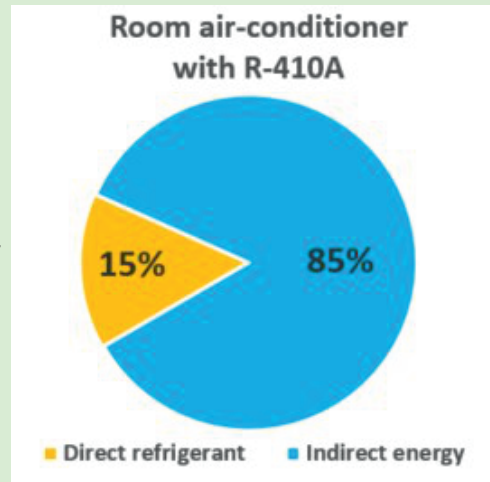
Önümüzdeki 10 yıl içinde, pazarda, yüksek ve orta GWP kategorilerinde akışkanlar kullanan ürünlere ihtiyaç var. Ancak, bu gibi akışkanlar 2030'larda hala önemli miktarlarda kullanılıyor olursa uzun vadeli azaltma hedeflerini yakalamak mümkün olmayabilir.

Enerji Verimliliğinin Önemi

Ürünlerin ve ekipmanın toplam küresel ısınma etkisini göz önünde bulundurmak çok önemli. Burada iki ayrı bileşen devreye giriyor:

- 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 yaygınlaştı. Yüzlerce milyon HC buzdolabı zaten kullanılıyor. HFC -134a ABD'de hala kullanılıyor ama HC'ler muhtemelen bu pazara da girecek. HC'nin çoğu A5 kapsamındaki ülke için iyi bir potansiyeli var. Belirli bir uygulamada daha yüksek yanıcılığa sahip bir akışkan kabul edilebilir olmazsa HFO-1234yf de olası bir seçenek.	



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'ye geçiş yapmaya başladı, bu geçiş başlangıçta arabalarda GWP değeri 150'den yüksek olan yeni otomobil klimalarını yasaklayan AB yasalarından kaynaklanıyordu. 2017 sonuna kadar on milyonlarca araba HFO-1234yf kullanacak. Birkaç araba üreticisi yanıcılık sorunları hakkında endişelendi ve hala CO ₂ 'ye geçişi düşünüyorlar.	



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 dolun 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: Yoğuşma üniteleri

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

Şu anda çok düşük GWP'li bir seçeneğin bulunmasının zor olduğu bir pazar; ekipmanlar genellikle yanıcı soğutucular kullanmak için çok büyük ama düşük maliyetli CO₂ kullanmak için de çok küçük. Muhtemelen daha düşük yanıcılığa sahip HFO karışımları için iyi bir pazar olacak.

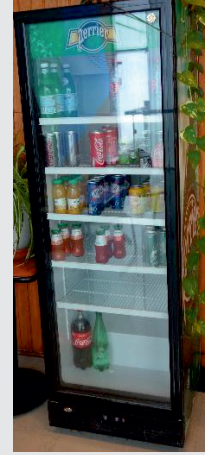


Gıda ve meşrubat perakende soğutma sistemleri: Küçük kapalı devre sistemler

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 düşük. Milyonlarca HC ünitesi 2017 itibarıyla halihazırda çalışıyor. Yanıcı bir akışkanın kabul edilebilir olmadığı pazarlarda şişe soğutucular ve diğer küçük sistemler için geliştirilen CO₂ sistemleri. Daha düşük yanıcı akışkanlar (ör. HFO-1234yf ve R-455A) da bu pazar sektöründe kullanılacak.



Endüstriyel soğutma

Dolaylı sistemleri (sıvı soğutuculara sahip) ve doğrudan soğutucu kullanımını (ör. doğrudan genişlemeli, 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 giderilebiliyor, bu yüzden amonyak popüler durumda. 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 önemli, bu yüzden geçerli alternatiflerin tümü yanıcı olmayan ürünler. Güvenlik sorunları çözümlerse daha düşük yanıcı karışımlar da 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 pazar; 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 arttı. 2017 itibarıyla on milyonlarca HFC-32 ünitesi çalışıyor. Ayrıca bazı ekipman üreticileri de HFO ve HFC-32 karışımı geliştiriyor.	



© Shutterstock

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 üniteler. 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 soğutucular (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 ediyorlar. Daha büyük montaja hazır sistemler R-450A gibi yanıcı olmayan alternatifler kullanabiliyor.	



Klima su soğutucuları	
Orta ve büyük ölçekli fabrikada üretilen su soğutucuları, büyük binaların soğutulmasına kullanılıyor. Tipik olarak 50 ila 500 kg soğutucu içeriyorlar.	
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 toksik soğutucuların 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 aynı 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.	



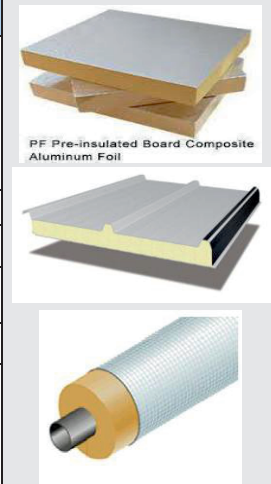
Teknik aerosoller	
Yağlayıcılar, çözücüler, köpük, air duster'lar iletmek için kullanılan ev tipi olmayan aerosoller	
Tipik ODS (GWP)	CFC-12 (10900)
Tipik HFC	HFC-134a (1430)
Daha düşük GWP'li florokarbon	HFO-1234ze (7)
Alternatif	Hidrokarbonlar (3), DME (dimetil eter, 1)
Geçmişte çoğu aerosol CFC itici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



Tıbbi aerosoller (MDI'ler)	
MDI'lar (ölçülmüş dozlu solunum spreileri), astım gibi akciğer hastalıklarına yönelik ilaçları iletmek için kullanılan küçük aerosollerdir. Her MDI yaklaşık 20 gram HFC itici kullanılır.	
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 tutuluyor. Alternatif bir düşük GWP'li florokarbon tanımlanabilirse (deneyler devam ediyor) 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, spreyc 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 ajanları.	



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 geçti ama bu, kullanılması kolay olmayan bir şişirme ajanı. Yeni HFO şişirme ajanları iyi performans gösteriyor, ama maliyeti potansiyel bir engel.	

