

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Broşür | Düşük GWP'li Soğutkanlar

İklim değişikliğini önlemek için yeni nesil **soğutkan dönüşümüne hız verin**

Danfoss'un düşük GWP'li (Küresel Isınma Potansiyeli) soğutkanlar için sunduğu ürün portföyü, fiyat artışlarından ve vergilerden tasarruf sağlarken iklim dostu ve sürdürülebilir çözümler geliştirmenize imkan tanır. Güncelleme Ekim 2020.



HVACR uygulamalarına yönelik Danfoss tarafından seçilen

25'ten

fazla GWP < 2500 soğutkan



refrigerants.danfoss.com

Danfoss ve düşük GWP'li soğutkanlar

Sürdürülebilir çözümler, sektörümüzdeki tüm paydaşların yararınadır. Sürdürülebilirlik, uzun vadeli yatırımları korur ve Kurumsal Sosyal Sorumluluk politikalarıyla uyumluluk sağlar. Bugün, soğutkanlar ve uzun vadeli sürdürülebilirlikten bahsederken; Danfoss gerçek bir sürdürülebilir dengenin sağlanması için **finansman gücü, güvenlik**

ve çevre gibi üç ana parametrenin uyumlu olması gerektiğini düşünmektedir. Piyasanın CO₂ eşdeğerini azaltma hedeflerine ulaşmasını sağlamak için Danfoss sistem verimliliğini, maliyetleri ve güvenliği göz önünde bulundurarak pragmatik bir yaklaşımla **alternatif soğutkan çözümleri** üzerinde aktif bir şekilde çalışmaktadır.

Şirket, soğutma ve iklimlendirme uygulamaları için **düşük GWP'li sentetik ve doğal soğutkanlarla kullanılabilir geniş bir ürün ve çözüm portföyü** sunmaktadır.



Ana uygulamalar ve soğutkan türleri

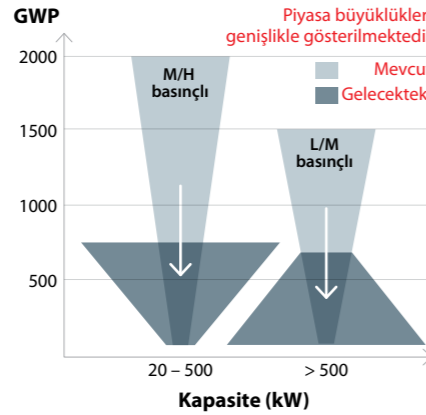
Kademeli olarak kullanımdan kalkmaları nedeniyle GWP değerleri azalırken enerji verimliliği talepleri (MEPS) artmaktadır. HVAC-R uzmanları, mümkün olan en düşük şarja imkan veren bileşenlere ve belli bir soğutkan türü için en iyi maliyet/performans oranına sahip teknolojilere odaklanacaklar. Soğutkan seçimi kolay bir iş değildir; bölgesel yönetmeliklerle yürürlükteki standartlar ve bina yönetmeliklerinin zamanlamasına bağlıdır. Geçtiğimiz yıllarda yaşanan fiyat artışları ve florlu soğutkanların ktlığı nedeniyle durum daha karmaşık hale geldi. Fakat soğutkan dönüşümündeki bu baskı pazara yeni ve daha verimli soğutucu akışkanların girmesini sağlamakta; böylelikle geçiş hızlanmaktadır.

Chillerler:

Büyükliğüne ve kompresör teknolojisine bağlı olarak, düşük ve yüksek basınçlı soğutkanlarla çalışan chiller soğutucular iki kategoriye ayrılır: düşük/orta (L/M) ve orta/yüksek (M/H) basınç. R123 gazından dönüştürülen L/M chiller soğutucular, R1233zd gibi HCFC çözümleri ile yanıcı olmayan hale getirilebilir. (Şekil 1). Ancak bu soğutkan, ODP'si gözardı edilebilir olsa da sıfırın üzerinde olduğu için bazı ülkelerde yasaklanmıştır. R134a uygulamaları için GWP değeri 640'dan küçük yanıcı olmayan A1 sınıfı R513A ve R450A gibi HFO soğutkanları bulunmaktadır. A2L sınıfı soğutkanlar ise yürürlükteki güvenlik standartlarına ve bina mevzuatına uygunluğu kabul edilmiş olmalıdır. GWP seviyesi HFO R1234ze ile sıfıra çok yakın bir noktaya çekilebilir (Şekil 1). Sektörde uzmanların bu ultra-düşük GWP'li soğutkanı bu tür sistemler için uzun vadeli bir çözüm olarak benimsemesini umuyoruz.

M/H basınçlı chiller soğutucularda R410A gibi ideal bir yanıcı olmayan alternatif bulunmamaktadır. Bunun yerine sektörün önde gelenleri GWP değeri 500-700 arasında olan R32/R452B/R454B gibi A2L, hatta R290 gibi A3 sınıfı soğutkanlara yöneliyor.

Dış mekâna veya makine odalarına kurulu sistemlerde kullanılmaları kabul edilebilir, ancak konumları her zaman yerel güvenlik standartları ve bina yönetmeliklerine uygun olmalıdır.



Şekil 1: Piyasa dönüşümü ve chiller boyutu basına GWP seviyesi. M/H chillerlerin çoğu GWP değeri 750 civarında olan soğutkanları, L/M chillerlerin çoğu ise en düşük GWP değerine sahip soğutkanları kullanacaklar.

Yüksek yoğunluklu/basınçlı soğutkan seçiminin iki grupta yoğunlaşmasını öngörüyoruz: 500 – 750 arasında değişkenlik gösteren GWP değerini kullanan bir çoğunluk ve ve R290 gibi A3 soğutkanlarını kullanan daha küçük ama hala önemli bir kesim. Daha uzun vadede ana pazarda daha düşük GWP seviyeleriyle karşılaşabiliriz. Bu, soğutkanın bulunabilirliğine ve maliyetine bağlıdır. F gazı kullanımın kademeli olarak azaltılması şimdiki kadar yüksek GWP ile ilgili fiyat artışlarına neden olmuştur.

VRF sistemleri:

VRF sistemleri, merkezi olmayan evaporatörler ve ardından gelen boru tesisatı nedeniyle kanallı sistemlere göre ünite basına nispeten daha yüksek miktarda soğutkan kullanır.

Boruların boyutunun minimize edilmesi için orta ila yüksek yoğunluklu soğutkanlar gerekir. Burada R410A'nın alternatifi sadece R32 veya R452B/R454B gibi A2L soğutkanları olabilir. R410A'ya A1 alternatifi olarak iyot bazlı CF31 moleküllü türevi R466A soğutkanının geliştirilme sürecini yakından takip ediyoruz. Yenilikçi alternatifler olarak dolaylı soğutkanların gelişimi devam etmekte; bu noktada özellikle CO₂ gibi soğutkanların kullanıldığı ısınan su ile taşındığı sistemler tercih edilmektedir.

Endüstriyel Soğutma:

İlk bakışta Endüstriyel Soğutma (IR) düşük GWP'li soğutkanlarla ilgili kolay bir sektör olarak gözüküyor ancak hala potansiyel risklerin ve yenilik fırsatlarının olduğunu görüyoruz. NH₃ (amonyak), mükemmel verimliliği nedeniyle tercih edilen soğutkandır ve sürdürülebilir soğutkanlara yönelik talepler arttıkça kullanılmaya devam edecektir. Bununla birlikte, toksik olduğu için güvenlik endişeleri NH₃'ün başarısını potansiyel olarak sınırlandırabilir ve bu da güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için kapsamlı önlemlerin alınmasını gerektirir. Sektör olarak yüksek şarjlardan kaçınmak ve büyük tesislerin konumunu dikkatli bir şekilde planlamak gibi bazı önemli dersler aldık. Bu durum, NH₃ ile CO₂'nin birleştirilmesi örneğindeki gibi sarj boyutunu azaltmak için yeni ve yenilikçi yolların bulunmasına yol açtı: CO₂, termal taşıyıcı rolünü alır ve daha büyük depolama tesislerde kullanılır.

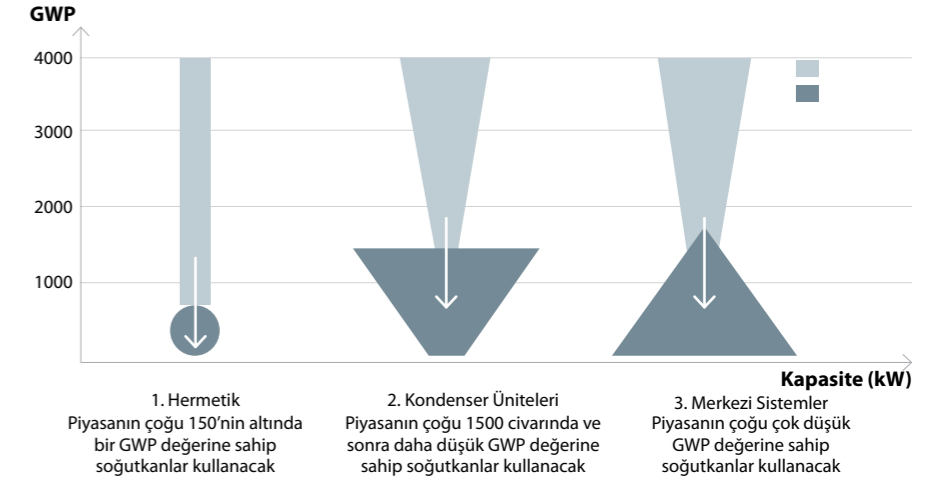
Ticari Soğutma:

Ticari Soğutma uygulamaları, kullanılan sistem türleri ve soğutkanlar açısından çok çeşitlidir. Bu uygulamalar, merkezi veya eklemeli (kondenser üniteli otonom veya hermetik) soğuk odaları, cam kapaklı dolapları, vitrin ve yatay soğutucu dolapları içerir. Ticari Soğutma uygulamaları üç ana kategoride gruplanmıştır.

1. Hermetik sızdırmaz uygulamalar

bugün 4000 GWP değerine kadar çeşitli soğutkanlar kullanılmaktadır. Düşük şarj miktarları nedeniyle güvenli olan düşük GWP'li soğutkanları kullanmaya uygundur. Bu sistemlerin çoğu halihazırda R600a ve R290 gibi hidrokarbonlar kullanılmaktadır ve AB yönetmelikleri 2016'dan beri 150'nin altında GWP değerleri gerektirmektedir (Şek. 2). Yeni IEC 60335-2-89 standartı oda büyüklüğüne bağlı olarak A3 soğutkanların 500 gr'a ve A2L soğutkanların da 1,2 kg'a kadar şarj edilmesine izin vermektedir.

2. Kondenser üniteleri, tipik olarak 5 ile 20 kg arasında soğutkan sarjına sahiptir ve bu ünitelerin çoğu insanların ulaşabileceği yerlerde bulunduğu için yanmaya karşı güvenliğin sağlanması zorunludur. R404A gibi yüksek GWP değerine sahip soğutkanlar uzun yıllardır kullanılmaktadır, ancak R452A gibi yeni alternatif A1 sınıfı HFC gazları, R404A'e kıyasla %60 daha düşük GWP değerine sahiptir. Bununla birlikte, daha yüksek kompresör basma sıcaklıklarının çalışma aralıkları üzerindeki etkisi ve soğutkan kaymasının soğutma performansını üzerindeki etkisi yeni zorluklar



Şekil 2: Piyasa dönüşümü ve Ticari Soğutma uygulamaları için GWP değerleri

ortaya çıkarmaktadır. CO₂, R290 (Hidrokarbonlar) veya HFO karışımları gibi daha düşük çözümleri aramaya başlamadan önce piyasanın çoğunun 1500 civarında ortalama bir GWP seviyesine hızla geçeceğine inanıyoruz. (Şek. 2).

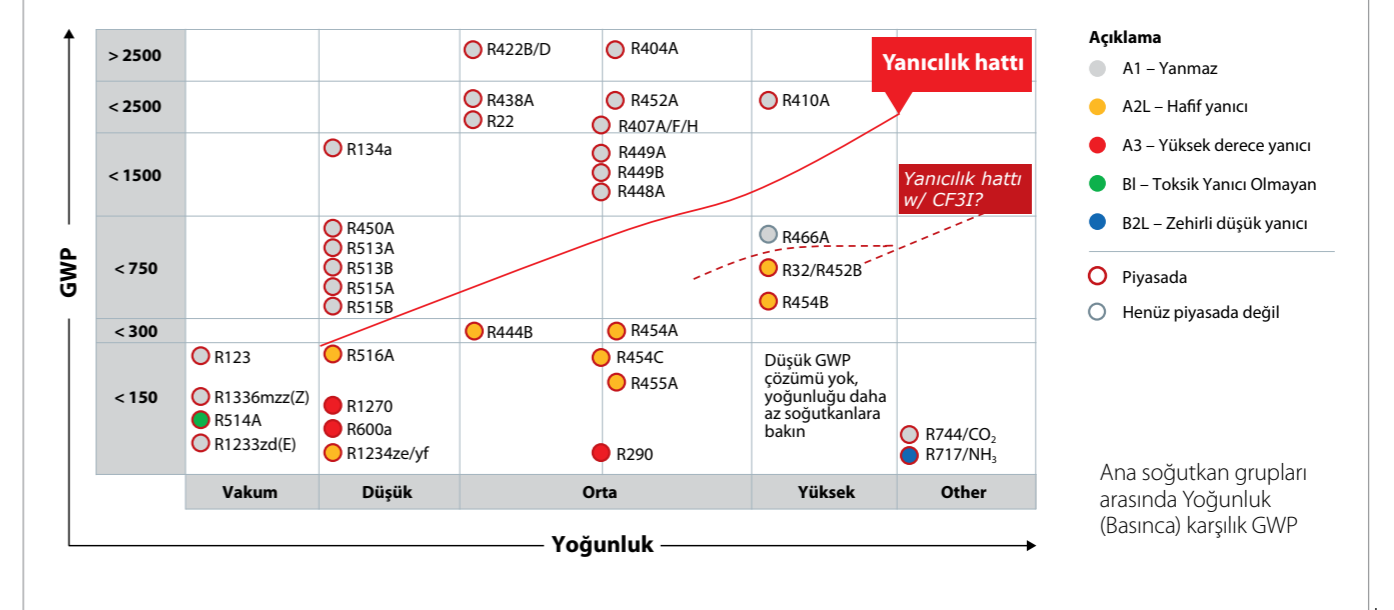
3. Merkezi DX sistemleri, büyük şarj boyutları ve yüksek kaçak oranları nedeniyle büyük bir farkla en fazla soğutkan tüketen uygulamadır. AB'nin kademeli olarak kullanımdan kaldırma politikası kapsamında, bu sistemlerin politika tarafından önerilen soğutkan miktarının %40'ından fazlasını kullanacağı tahmin edilmektedir. Son on yıl içerisinde CO₂ kullanılabilir bir soğutkan haline geldi ve farklı sistem kurulumlarında değerlendirilebilmektedir:

- CO₂'nin tüm devrelerde (MT ve LT) kullanıldığı transkritik sistemler. CO₂ transkritik sistemler, soğutkan seçimini sistem türüne bağlayan entegre ısıtma ve soğutma sistemlerinin geliştirilmesine de yön vermektedir

- Chiller benzeri bir rack HFC, HC veya NH₃ kullanıldığı dolaylı sistemler, bir sıvı deposunda CO₂'yi soğutur ve daha sonra bu CO₂'nin MT devresinde çevrim sağlanarak MT devresi soğutulur. LT de CO₂ ile kaplanır ve doğrudan üstteki chilleri veya CO₂ MT devresini yoğunlaştırır
- CO₂'nin sadece LT devresinde kullanıldığı ve HFC kullanan MT devresinde basamaklandırıldığı kaskad sistemler. Bu tür sistemler hala konvansiyonel bir sistemde kullanılan HFC soğutkanının yaklaşık %80'ini kullanır

Coğrafi konum, dış ortam sıcaklığına bağlı olarak herhangi bir sistemin enerji verimliliğini etkiler. Transkritik CO₂ sistemlerinin dış ortam sıcaklıklarına karşı son derece hassas olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, ejektör teknolojilerindeki son gelişmeler, çok sıcak iklimlerde bile CO₂ sistem verimliliğini ciddi şekilde arttırmış ve şimdi de gelecek yıllarda hız kazanacak bir pazar gelişmesi görüyoruz.

Piyasadaki ana Soğutkanlar - Gelişim tablosu



Soğutma

İklimlendirme & Isı pompaları

Soğutkan	Kapasite	Domestik-Evsel Soğutma		Hafif Ticari		Yoğuşma Üniteleri		Merkezi Sistemler racks (Supermarket)		Endüstriyel Soğutma		Konut tipi A/C (Ters çevrilebilir sistemler dahil)		Rooftoplar (Scroll)		Ticari İklimlendirme Üniteleri (Scroll)		Ticari İklimlendirme Üniteleri (Vidalı, Santrifuj)		Konut & Ticari Isı Pompaları (Sudan suya)		Endüstriyel Isı Pompaları	
		50-300 W	0,15 - 5 kW	3-20 kW	20-500 kW	1-10 MW	1-10 kW	10-30 kW	30-400 kW	400 kW - 5 MW	1-10 MW	1-10 MW											
Bölge/Yıl	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	2023	2027	
CO2 (R744)	Kuzey Amerika									**	**												
	Avrupa									**	**												
	Çin									**	**												
	Dünyanın Geri Kalanı									**	**												
NH3 (R717)	Kuzey Amerika									**	**												
	Avrupa									**	**												
	Çin									**	**												
	Dünyanın Geri Kalanı									**	**												
HC e.g. R290	Kuzey Amerika																						
	Avrupa																						
	Çin																						
	Dünyanın Geri Kalanı																						
HFC (A1) Yüksek GWP*	Kuzey Amerika																						
	Avrupa																						
	Çin																						
	Dünyanın Geri Kalanı																						
HFC/HFO (A1 & A2L) Orta GWP*	Kuzey Amerika																						
	Avrupa																						
	Çin																						
	Dünyanın Geri Kalanı																						
HFC/HFO (A1 & A2L) Düşük GWP*	Kuzey Amerika																						
	Avrupa																						
	Çin																						
	Dünyanın Geri Kalanı																						
HFC/HFO (GWP < 150) (A2L)	Kuzey Amerika																						
	Avrupa																						
	Çin																						
	Dünyanın Geri Kalanı																						

* GWP sınıflandırması bir şekilde mevcut çözüme ve işletme basıncı taban çizgisine bağlıdır. Genel olarak: Yüksek > 1000, Orta 300-1000, Düşük < 300.

** Amonyak/CO2 kaskadları endüstriyel soğutmayı domine edecektir

Tablo: Küresel soğutma, iklimlendirme ve ısı pompaları trendi. Ocak 2020.

■ Ana soğutkan
■ Düzenli kullanım

■ Kısıtlı kullanım ve sadece niş uygulamalar
■ Uygulanamaz veya belirsiz durum

Küresel bir perspektiften bakıldığında, teknolojik açıdan güvenli ve ekonomik olarak gerçekleştirilebilir olduğu takdirde sektörün doğal soğutkan çözümlerine gittikçe yaklaşma eğiliminde olduğu görülebilir. Sentetik soğutkanların soğutma ve iklimlendirme endüstrilerinde hala önemli bir rol oynaması muhtemeldir. Ayrıca, trend minimal çevresel etkilere neden olan yeni düşük GWP'li maddelere doğru kaymaktadır.

CO2 (R744)

- CO2'nin GWP değeri 1'dir.
- **Gıda perakende uygulamaları** için uygundur, kaçak olması halinde etkisi çok azdır ve termodinamik özellikleri ısı geri kazanımı için bu soğutkanı uygun akışkan yapmaktadır.
- Transkritik CO2 çevrimleri, yüksek sıcaklıklarda çevrim ısısının büyük bir kısmını reddetmektedir ve bu da **ısı pompaları** için bu uygulamayı uygun hale getirmektedir.
- **Endüstriyel soğutmada** CO2, amonyak şarjının azaltılmasını sağlar ve böylece verimlilik artar ve dondurucu ekipmanının zemin alanı küçülür.

- **Nakliye ve elektronik cihazların soğutmasında**, CO2 yanıcı olmayan, çevre dostu bir çözüm sunar.

Amonyak (NH3 - R717)

- GWP ve ODP (Ozon Tabakasını Delme Potansiyeli) değeri sıfıra eşittir, maliyeti (kg basına) HFC'lerin maliyetinden önemli oranda daha düşüktür.
- Amonyak, yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa kadar değişen uygulamalarda **enerji verimi** en yüksek olan soğutkanlardan biridir. Enerji tüketimine giderek daha fazla odaklanılmasıyla birlikte amonyak gelecek için sürdürülebilir bir tercihtir. Amonyak, kimyasal soğutkanların çoğundan daha iyi **ısı transfer özelliklerine** sahiptir ve bu nedenle tesis kurulum ve işletme maliyetleri daha düşüktür.

Hidrokarbonlar (R290, R600a)

- HCF'lere kıyasla yüksek enerji verimliliği, iyi düzeyde hacimsel kapasite ve geniş çalışma aralığı sağlar.
- Yanıcılık özelliği, **küçük sistemler ve chillerler** için kullanımını kısıtlar (örn. gıda perakende sistemleri için chillerler

veya bina dışına kurulan konfor amaçlı iklimlendirme sistemleri gibi).

- **Isı pompalarında** kullanıldığında kompresörde aşırı ısınma olmadan çok düşük buharlaşma sıcaklıklarına olanak tanır (HFC'ler kullanılırken çok soğuk günler için ilave bir elektrikli ısıtma elemanına veya daha pahalı buhar/sıvı enjeksiyon çevrim ihtiyacınız olur).

Orta GWP HFC / HFO karışımları

- Yüksek GWP değerine sahip HFC'li sistemlerin adaptasyonunda kullanılabilecek bir geçiş çözümdür. Kapalı mekan sistem şarjının sorun olduğu ve alternatif sistem mimarisinin çok pahalı olduğu durumlarda 1500'ün altında GWP'li çözümler ve yanmazlık özelliğe tercih edilir.

Hafif yanıcı HFC ve HFO

- Düşük GWP değeri ve düşük yanıcılık, bu soğutkanları **nispeten büyük sistemlere** uygun kılar.
- Özellikle, yanmaz (A1) doğal alternatiflerin bulunmadığı **iklimlendirme** sistemleri için ilgi çekicidir.