



Süpermarket soğutma sistemlerinin küresel ısınma üzerindeki etkisini azaltma



Okuyucu için not:

Bu yazının belirli bir coğrafi kapsamı bulunmamaktadır ve soğutucu akışkan geçiş durumu ülkeler arasında önemli düzeyde farklılık gösterebilir. Örneğin, KIP değeri yüksek olan belirli soğutucu akışkanlar bazı ülkelerde yasaklanmış olabilirken bazılarında halen kullanılıyor olabilir. Bununla birlikte, süpermarketlerin enerji tüketimi, emisyon ve maliyetleri azaltmak için kullanacağı başlıca yöntemler her yerde aynıdır. Bu yazının amacı, bunu ortaya koymaktır.

Uzman içgörülerini ve bu yazının hazırlanmasındaki desteğini için Gluckman Consulting Ltd. şirketinin Direktörü Ray Gluckman'a özel teşekkürlerimizi sunarız.

İçindekiler

Önemli noktalar	4
Süpermarketlerde sürdürülebilirliğin global ölçekte artan önemi	6
Soğutucu akışkan olarak CO ₂	8
Soğutucu akışkanların ve emisyonların Kapsam 1 ve Kapsam 2 altında ele alınması	10
En iyi emisyon azaltma stratejisi, kullanılan ekipmana bağlıdır	11
Süpermarket soğutma sistemlerinde sifıra yakın sera gazı emisyonuna giden yol	15
Yeni ekipman için KIP değeri düşük soğutucu akışkanlar	17
R-404A yönetim planları ve R-404A sistemlerini dönüştürme	20
Sızıntı azaltma girişimleri	21
Gaz geri kazanımı ve geri dönüşümü	22
Enerji verimliliği fırsatları	23
Düşük karbonlu elektrik	26
Yeni iş modelleri: Hizmet olarak enerji	27
Son yorumlar	28

Örnek Vakalar

Danimarka'da bir süpermarket, ısıtma maliyetini ve CO ₂ ayak izini azaltıyor	29
Yeni "Akıllı Market", 21. yüzyıl süpermarketlerinin temellerini atıyor	30
Önde gelen bir gıda ve içecek üreticisinin karbondan arındırma hedeflerine ulaşmasına nasıl yardımcı olduk	32

Önemli noktalar



Tüketici tercihleri, Bilimsel Tabanlı Hedefler gibi gönüllü girişimler, sürdürülebilirlik derecelendirmeleri ve zorunlu karbon açıklama gerekliliği, enerji verimliliği ve soğutucu akışkan geçiş gereklilikleri dahil olmak üzere düzenleyici baskılar nedeniyle **süpermarketler, sürdürülebilirlik uygulamalarını faaliyetlerine gittikçe artan bir oranda entegre etmektedir.** Dünya genelinde yaklaşık 100 büyük gıda perakende şirketi, Bilimsel Tabanlı Hedefler Girişimi (SBTi) kapsamında taahhütlerde bulunmuştur.



Sera gazı emisyonunu azaltmaya yönelik en iyi stratejilerin benimsenmesi, iklim değişikliğinin yavaşlatılmasına önemli ölçüde katkıda bulunmanın yanı sıra süpermarketlerin sürdürülebilirlik taahhütlerini yerine getirmelerine ve maliyetlerini azaltmalarına yönelik önemli bir fırsat yaratabilir. Uzun vadede sifıra yakın emisyonu ulaşılması mümkündür. Kısa ve orta vadede ise emisyon düzeyleri önemli ölçüde azaltılabilir ve maliyet tasarrufu sağlanabilir.



Pek çok süpermarket şirketinde, **tesislerdeki sera gazı emisyonlarının başlıca kaynağı soğutma sistemleridir.** Bunlar, soğutucu akışkanların atmosfere sızmasından kaynaklanan doğrudan emisyonlar (Kapsam 1) ve soğutma sistemlerinin çalıştırılması için elektrik kullanımıyla bağlantılı dolaylı emisyonlar (Kapsam 2) olmak üzere iki farklı türde sera gazı emisyonuna yol açar.



Bu sorun için sihirli bir çözüm yok: Süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejiler kullanılan ekipman türüne, yangın ve güvenlik endişeleriyle ilgili yerel düzenlemelere, ekonomik hususlara ve iklim bölgelerine bağlıdır.



Süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik başlıca stratejiler

R-404A ve R-507A gibi KIP değeri yüksek olan soğutucu akışkanların kullanımının kademeli olarak durdurulması, yeni ve mevcut ekipmanda KIP değeri düşük olan soğutucu akışkanlara geçiş yapılması, sızıntıların azaltılması ve sızıntı düzeyini düşük tutmaya yönelik tasarımlar geliştirilmesi, soğutucu akışkanların geri kazanımı ve geri dönüşümü, soğutma yükünün azaltılması, bakım ve çalıştırmanın iyileştirilmesi, enerji verimliliğinin artırılması, ısı geri kazanımı ve düşük karbonlu elektrik yer alır.



“R-404A yönetim planı”, özellikle de büyük süpermarketlerde soğutucu akışkan kullanımı yoluyla emisyonların azaltılması ve enerji tasarrufu üzerinde hemen etki gösterebilecek **etkili bir stratejidir.** 5 ila 10 yıllık bir süre zarfında, soğutma ekipmanını ömrü tamamlanmadan kullanımdan kaldırma maliyetini üstlenmeye gerek kalmaksızın tüm R-404A soğutucu akışkanlar değiştirilebilir.



Sızıntı düzeyinin yüksek olması emisyonların artmasına, enerji verimliliğinin azalmasına ve maliyetlerin yükselmesine neden olur. Bakım yüklenicileri, sızıntı oranlarını azaltmak için çaba göstermeleri konusunda güçlü bir şekilde teşvik edilmelidir. Yılda %5’in altında bir sızıntı oranı, merkezi sistemler için belirlenebilecek uygun bir hedeftir. Bağımsız sistemler için geçerli sızıntı oranları, %1’in oldukça altındadır.



Hizmet temelli iş modelleri, yüksek oranda ön yatırım yapmadan **en gelişmiş teknolojilere ulaşmayı kolaylaştırır.** Bu da sermaye giderlerinden (CAPEX) işletme giderlerine (OPEX) geçişi destekler, enerji tasarrufunu ve soğutucu akışkan geçişini teşvik eder ve gıda perakendecilerinin faaliyetlerinin Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonlarını karbondan arındırmak için sınıfının en iyisi teknolojilerden yararlanmalarına olanak tanır.

Süpermarketlerde sürdürülebilirliğin global ölçekte artan önemi

Son yıllarda, farklı sektörler genelindeki işletmelerin öncelikleri, sürdürülebilirlikle ilgili hususlara giderek daha fazla odaklanmaya yönelmiştir. Süpermarketler de bu trendin görüldüğü sektörlerden biridir. Müşteri tercihleri ve düzenleyici kurumların iklim değişikliği ve etik tedarik zincirleri gibi konuları ele alma yönündeki baskıları nedeniyle bu şirketler, sürdürülebilirlik uygulamalarını gittikçe artan bir oranda faaliyetlerine entegre etmektedir.

Şirketlerin Paris Anlaşmasının hedefleriyle uyumlu, iddialı ve ölçülebilir hedefler belirlediği Bilimsel Tabanlı Hedefler Girişimi (SBTi) gibi gönüllülük esasına dayalı girişimler de bu trendi net bir şekilde ortaya koymaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 100 gıda perakendecisi, SBTi kapsamında taahhütlerde bulunmuştur.

Dünya genelinde pek çok ülkede halihazırda yürürlüğe konmuş bir uygulama olan şirketler için zorunlu sürdürülebilirlik bildirimleri de gıda perakendeciliğinde sürdürülebilir iş uygulamalarını hızlandıran bir diğer önemli faktördür. Bu tür gerekliliklerin başlıca örnekleri arasında Avrupa'da Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Direktifi (CSRD) ve ABD'de iklimle ilgili bildirimlere yönelik SEC kuralları yer alır. Bu tür bildirimler, sera gazı emisyonları ve diğer çevresel parametrelerden işgücü uygulamaları

ve işgücünde çeşitlilik girişimlerine kadar pek çok sürdürülebilir performans ölçütünün şeffaf bir şekilde açıklanmasını gerektirir. Sürdürülebilirlik derecelendirmeleri ve puanlamaları da bu tabloyu tamamlar. Bu alanda uzman araştırma şirketleri ve derecelendirme kuruluşları, şirketleri çevre ayak izi, sosyal etki, yönetim yapıları ve risk yönetim uygulamaları dahil olmak üzere çeşitli kriterler genelinde değerlendirir.

Bu trendler sonucunda sürdürülebilirlik hususları, gıda perakendeciliğinde stratejik karar süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu ilkeleri benimseyen gıda perakendecileri, iklim değişikliği ve gittikçe karmaşıklaşan kurallar ve düzenlemelerle ilişkili riskleri azaltmaktadır. Ayrıca gıda perakendecileri, maliyet tasarrufu yapmanın yanı sıra yenilik, farkını ortaya koyma ve uzun vadede değer yaratma fırsatlarını da elde edebilir.

Bu yazıda, gıda perakendecilerine, soğutucu akışkan kullanımı ve tesislerde enerji tüketimi ile ilişkili doğrudan ve dolaylı emisyonları (Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları) ele almaya yönelik çeşitli stratejiler sunulacaktır. Bu konuya özel düzenlemeler ve politikalar da bu bağlamda güçlü teşvik unsurlarını temsil etmektedir. Bunlara örnek olarak Avrupa'da F-Gazı Düzenlemesi, ABD'de AIM Yasası ve

Teknoloji Geçişı Kanunu, dünya genelinde ise Montreal Protokolündeki Kigali Değişikliği gibi soğutucu akışkanla ilişkili düzenlemeler verilebilir. Enerji verimliliği bakımından ise, halihazırda yaygın bir şekilde uygulanan önlemler arasında, Avrupa'daki Eko-Tasarım Yönetmeliği veya ABD'de Enerji Bakanlığı'nın enerji verimliliği standartları gibi Minimum Enerji Performans Standartları (MEPS) bulunmaktadır.

Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonlarının karbondan arındırılması, pişmanlık yaratmayacak bir seçenektir ve bu süreç gıda perakendecileri tarafından mağazalarında,

depolarında, filolarında veya üretim aşamalarında (dikey entegre perakendeciler için) doğrudan kontrol edilebilir. Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları, bir gıda perakendecisinin tipik toplam karbon ayak izinin ortalama %10'dan azına karşılık gelse de (değer zincirinin üst ve alt kademelerindeki [Kapsam 3] emisyonlara kıyasla), gıda sistemlerinin karbondan arındırılmasında ibrenin hareket ettirilmesini sağlayacak güçlü birer kozu temsil etmektedirler. Bu alandaki teknolojilere kolaylıkla ulaşılabilir ve bu teknolojiler, gıda perakendecilerinin karbondan arındırma hedeflerine ulaşmasına somut bir katkıda bulunabilir.

➤ Sera Gazı Protokolüne göre Kapsam 1, 2 ve 3 emisyonlarının basit bir temsili.



Soğutucu akışkan olarak CO₂

Dünya genelinde gittikçe daha da katılaşan düzenlemeler sayesinde, küresel ısınma potansiyeli (KIP) düşük olan soğutucu akışkanlara geçiş, büyük ve hızla ilerleyen bir trend haline gelmiştir.

Global düzeyde, bugüne dek 150'nin üzerinde ülke tarafından kabul edilen Montreal Protokolü Kigali Değişikliği, HFC kullanımının dünya genelinde kademeli olarak azaltılmasıyla ilgili güçlü bir mesaj iletmekte ve bir çerçeve oluşturmaktadır. Devletler ulusal, bölgesel ve hatta yerel düzeylerde KIP kısıtlamaları, yasaklamalar ve HFC kullanımını kademeli olarak azaltma adımlarını uygulamaya koymaktadır ve bu atılımlar zaman zaman Kigali Değişikliği'nde belirtilenlerin de ötesinde olmaktadır.

Dolayısıyla, gelecek yıllar için doğru soğutucu akışkanların seçilmesi, hem sürdürülebilirlik hem de maliyet nedeniyle, pek çok gıda perakendecisinin gündeminde üst sıralara yükselmiştir. Avrupa'daki deneyimler, önemli dersler sunmaktadır. 2014 yılında Avrupa, dünya genelinde HFC kullanımını kademeli olarak azaltma sürecini ve F-Gazı düzenlemesini uygulamaya koyan ilk bölge olmuştur. İlk kademeli azaltma adımları uygulamaya konulduğunda, KIP değeri yüksek olan soğutucu akışkanların fiyatlarında bir patlama gerçekleşmiş, R-404A (KIP: 3,922) gibi soğutucu akışkanların fiyatlarında %400 ve üzerinde artışlar yaşanmıştır. Doğru

soğutucu akışkanın seçilmesi, sürdürülebilirlik bakımından olduğu kadar ekonomik bakımdan da zorunlu hale gelmiştir.

CO₂'nin KIP değeri 1'dir. Ayrıca, yanabilir olmayan ve toksik olmayan CO₂, bu yazının ilerleyen bölümlerinde açıklanacağı üzere, teknik olarak gıda perakendeciliği uygulamalarında kullanılmaya çok uygundur. KIP değeri düşük bir çözüm olarak, yaygın bir şekilde erişilebilirdir ve HFC kullanımının kademeli olarak azaltılması ya da şu anda belirli bölgelerde tartışılan PFAS kısıtlamaları gibi diğer kısıtlamaların tehdidi altında değildir.

CO₂, mükemmel ısı iletim katsayısı ve yüksek enerji kapasitesi gibi pek çok benzersiz termofiziksel özelliğe sahiptir. Doğru sistem yapılandırması ve çalışma koşulları altında, oldukça verimli bir soğutucu akışkandır ve ısı geri kazanımı bakımından benzersiz bir çözümdür; bu da gıda perakendecilerinin sürdürülebilirlik gündemlerine katkıda bulunurken enerji ve maliyet tasarrufu yapabilmelerini sağlayan mükemmel ve yenilikçi bir fırsattır. Isı geri kazanımı, tesislerde ısıtma veya sıcak su için kullanılabilir ya da uygun olduğu durumlarda bölge enerji sistemine aktarılabilir. Bu yazının sonunda yer alan vaka çalışmalarında bu fırsatlarla ilgili ayrıntılı bilgilere ulaşabilirsiniz.



CO₂ ile ilgili ayrıntılı bilgilere [Danfoss Web sitesinden](#) ve Danfoss'un bu konuya özel [bülteninden](#) ulaşabilirsiniz.

Soğutucu akışkanların ve emisyonların Kapsam 1 ve Kapsam 2 altında ele alınması

Sera Gazı Protokolü, emisyonları Kapsam 1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 emisyonları olarak farklı sınıflara ayırır¹. Bunların her biri, karbon ayak izinin kapsamlı bir şekilde ele alınması ve değer zinciri boyunca sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik etkili stratejiler geliştirilmesi bakımından gıda perakendecileri için son derece önemlidir. Süpermarketler, emisyonları bu kapsamlar genelinde tanımlayarak ve ölçerek çevresel etkilerini azaltmaya, operasyonel verimliliği

artırmaya ve maliyet tasarrufu yapmaya yönelik girişimleri uygulamaya koyabilir. Bu yazıda, süpermarketlerdeki soğutma sistemlerinin Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonlarına odaklanılacaktır.

Soğutma sistemleri, çoğu süpermarkette sera gazı emisyonlarının başlıca kaynağıdır. Bunlar, iki farklı türde sera gazı emisyonuna neden olur:



Soğutucu akışkanların atmosfere sızmasından kaynaklanan **doğrudan emisyonlar** (Kapsam 1)

Çoğu süpermarket soğutma sisteminde R-404A soğutucu akışkanı veya neredeyse birebir aynı olan R-507A soğutucu akışkanı kullanılır. Bu soğutucu akışkanların her ikisinin de KIP değeri 4,000'in biraz altındadır; diğer bir deyişle çok yüksektir. Bu, sadece 1 kg R-404A salınımının 4,000 kg CO₂ salınımına eşdeğer olduğu anlamına gelir. KIP değeri yüksek olan bu iki soğutucu akışkan kullanıldığında, özellikle de çalışma sırasında ve kullanım ömrü sonunda sızıntı oranları yüksek olduğunda, doğrudan sera gazı emisyonları da yüksek olacaktır.



Soğutma sistemlerini çalıştırmak için kullanılan elektrik yoluyla **dolaylı emisyonlar** (Kapsam 2)

Soğutma işlemi yoğun bir enerji kullanımı gerektirir ve genellikle süpermarketlerde kullanılan elektriğin yarısından fazlası soğutma için kullanılır. Bu da kullanılan elektriği sağlayan elektrik santrali yoluyla dolaylı sera gazı emisyonları yaratır. Dolaylı sera gazı emisyonlarının miktarı, ekipmanın enerji verimliliğine ve elektriğin üretilme şekline bağlıdır; fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz dahil) kullanıldığında yüksek düzeyde CO₂ emisyonu ortaya çıkar.

Süpermarketlerin soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabilecek mükemmel fırsatlar vardır. Sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik en

iyi stratejilerin kullanılması maliyet tasarrufu sağlar, iklim değişikliğini yavaşlatmaya yardımcı olur ve SBTi kapsamındaki taahhütler gibi sürdürülebilirlik taahhütlerine katkıda bulunur.

1. Kapsam 1: Bir kuruluşun sahip olduğu veya kontrol ettiği kaynaklardan kaynaklanan doğrudan emisyonlar | Kapsam 2: Satın alınan enerjiden kaynaklanan dolaylı emisyonlar | Kapsam 3: Değer zincirinden kaynaklanan diğer dolaylı emisyonlar

En iyi emisyon azaltma stratejisi, kullanılan ekipmana bağlıdır

Süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik en iyi strateji, kullanılan ekipman türüne bağlıdır. Çoğu süpermarket soğutma sistemi, boyut ve yapı ile ilişkili üç kategoriye ayrılır: Bunlar aşağıdaki gibidir:



Küçük bağımsız sistemler. Tüm soğutma bileşenlerinin, plug-in teşhir dolabı gibi fabrika üretimi bir üniteye bir araya getirildiği küçük kapalı sistemler.



Uzaktan kondenser üniteleri. Satış alanının dışında bulunan ve tesise monte edilmiş soğutucu akışkan boru tesisatı yoluyla bir veya daha fazla soğutmalı teşhir dolabına bağlı olan fabrika üretimi bir kondenser ünitesinden (kompresör, kondenser ve çeşitli sistem kontrolleriyle birlikte) oluşur.



Merkezi sistemler. Çok sayıda teşhir dolabı ve mağaza arkası depo odası, kondenserleri dışarıda bulunan bir çoklu kompresör ünitesine paralel olarak bağlanmıştır.

Tüm bu ekipman türleri soğutulmuş veya dondurulmuş ürünler için kullanılabilir. Bağımsız sistemlerin kurulumu için soğutucu sistemlerine yönelik özel bir beceri gerekmez ancak kondenser üniteleri ve merkezi sistemler için tesiste çeşitli bileşenlere bağlanacak olan soğutucu akışkan boru tesisatının kurulması gereklidir. Bu işlemin uygun yetkinliklere sahip teknisyenler tarafından gerçekleştirilmesi gerekir.

Büyük süpermarketler genellikle merkezi sistemler yoluyla soğutulmaktadır. Örneğin bir

markette soğutulmuş ürünler için iki bağımsız merkezi sistem ve dondurulmuş ürünler için üçüncü bir merkezi sistem bulunabilir. Ayrıca çok sayıda bağımsız sistem ve birkaç uzaktan kondenser ünitesi de kullanılabilir.

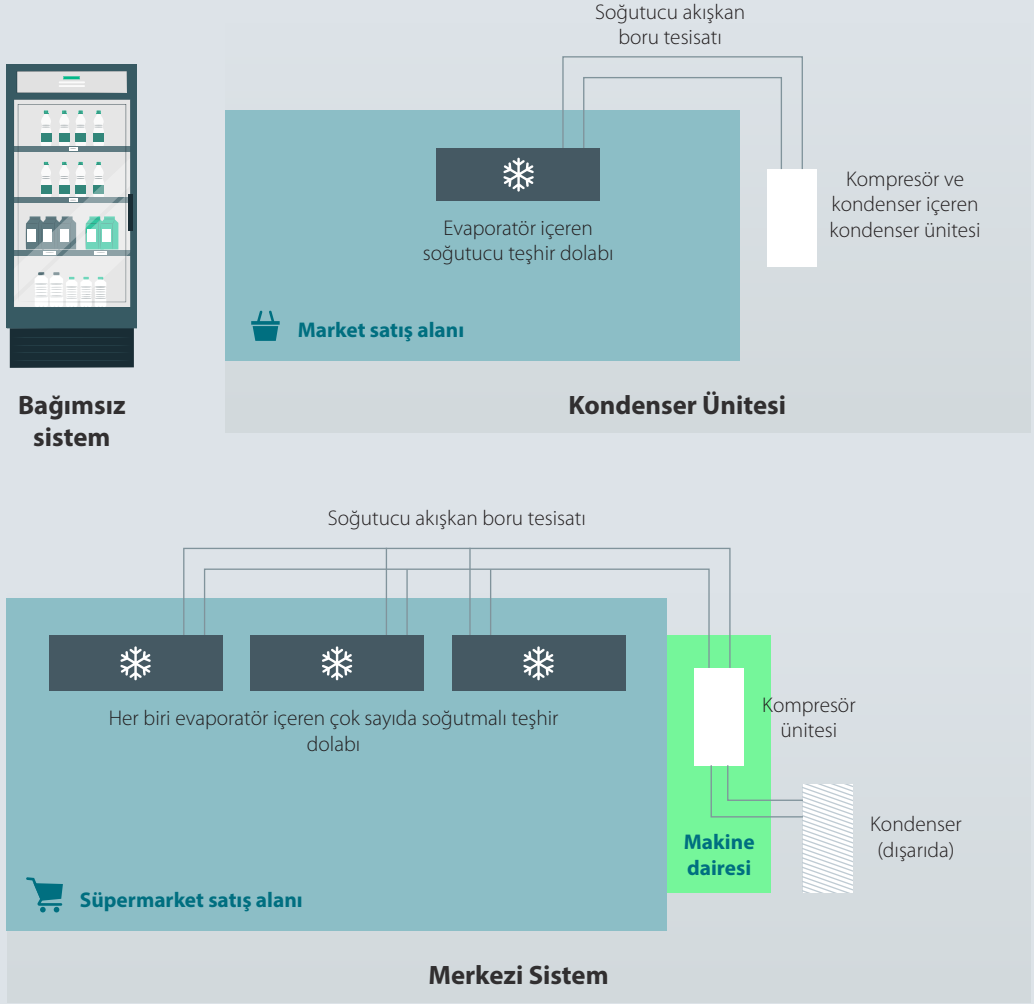
Küçük marketler genellikle yalnızca bağımsız sistemleri kullanır veya uzaktan kondenser ünitesi de kullanabilirler. Bakkallarda genellikle küçük merkezi sistemler bulunur.

Üç ekipman türünün tipik özellikleri Tablo 1’de gösterilmiş ve Şekil 1’de şema ile açıklanmıştır.

► **Tablo 1:** Süpermarket Soğutma Sistemlerinin Özellikleri

Özellik		Bağımsız	Kondenser Ünitesi	Merkezi Sistem
Tipik soğutma kapasitesi	kW	0.1 - 1	2 - 20	30 - 200
Tipik soğutucu akışkan yükü	kg	0.1 - 0,5	1 - 10	20 - 300
Tipik yıllık sızıntı oranı	%	<%1	%5 - %20	%10 - %30
Ana soğutucu akışkan emisyonu türü		Kullanım ömrü sonunda	Çalışma sırasında sızıntı	
Üretim/Kurulum		Fabrika üretimi	Tesiste soğutucu akışkan boru tesisatı	
Yaygın kullanılan soğutucu akışkanlar				
Not: AB’de süpermarketlerde kullanılan başlıca soğutucu akışkan türü R-744’tür (CO ₂), KIP: 1.		R-404A (KIP: 3,922)	R-507A (KIP: 3,985)	R-134a (KIP 1,430)

> **Şekil 1:** Süpermarket Soğutma Sistemlerinin Düzeni



Bu üç süpermarket soğutma ekipmanının farklı özellikleri, mevcut sera gazı emisyonlarını ve emisyonları azaltmak için uygulanabilecek stratejileri önemli ölçüde etkiler. Örneğin bağımsız sistemlerin soğutucu akışkan yükü oldukça azdır ve sızıntı düzeyleri oldukça düşüktür; bu da yeni ekipmanda R-290

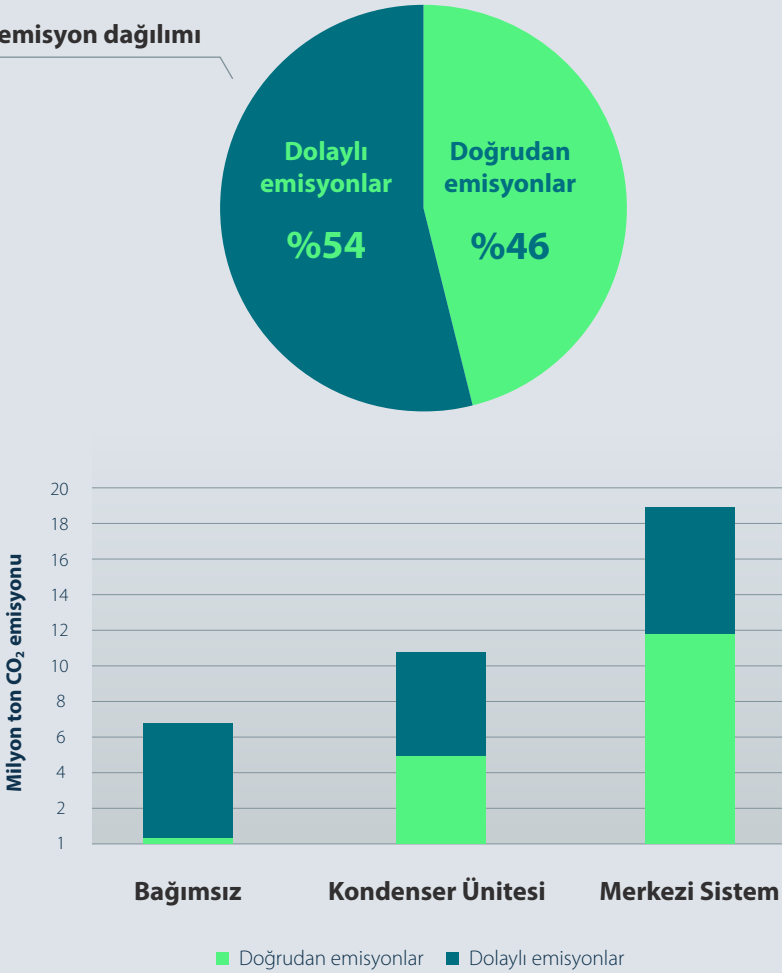
(propan) gibi KIP değeri düşük ve yanabilirliği yüksek bir soğutucu akışkan kullanmanın değerlendirilmesini nispeten kolaylaştırır. Öte yandan bu, soğutucu akışkan yükü yüksek olan merkezi sistemlerde güvenlik nedeniyle uygun bir seçim olmayacaktır.

Şekil 2’de doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarına yönelik dağılımın üç ekipmanda nasıl farklılık gösterdiği belirtilmektedir. Bağımsız ünitelerde enerjiyle ilişkili dolaylı emisyon baskınken kondenser ünitelerinde ve merkezi sistemlerde soğutucu akışkanlardan kaynaklanan doğrudan emisyonlar, dolaylı emisyonlarla karşılaştırılabilir düzeydedir. Şekil

2’deki tahminler, 2022 yılı için AB’ye yöneliktir. Sera gazı emisyonlarının düzeyi ve doğrudan ve dolaylı emisyon dağılımı, (a) kullanılan elektrik kaynağı ve (b) iyi bir yaşam döngüsü soğutucu akışkan yönetimine ilişkin ilerleme nedeniyle farklı coğrafi konumlarda ve farklı süpermarket şirketlerinde önemli düzeyde farklılık göstermektedir.

> **Şekil 2:** AB’de Ticari Soğutma kaynaklı sera gazı emisyonları, 2022

Genel emisyon dağılımı



Kaynak: AB HFC Hedef Modeli

Süpermarket soğutma sistemlerinde

sıfıra yakın sera gazı emisyonuna giden yol

Soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik büyük bir potansiyel mevcuttur. Uzun vadede sıfıra yakın emisyona ulaşılması mümkündür. Kısa

ve orta vadede ise emisyon düzeyleri önemli ölçüde azaltılabilir. Emisyonları azaltmak üzere değerlendirilebilecek stratejiler Tablo 2'de yer almaktadır.



➤ **Tablo 2:** Süpermarket Soğutma Sistemlerinden Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarını En Aza İndirmeye Yönelik Stratejiler

Emisyon Türü	Strateji		Yorumlar
Doğrudan	Tamamen yeni ekipman	Mümkün olan durumlarda doğal soğutucu akışkanların kullanılması	Yeni ekipmanda R-404A veya R-507A kullanılmamalıdır. Bu soğutucu akışkanlar bazı bölgelerde halihazırda yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır (örn. AB, ABD).
		Sızıntı düzeyi düşük olacak şekilde tasarım	Örn. iyileştirilmiş boru bağlantıları kullanılmalıdır.
	Mevcut Merkezi Sistemler ve Kondenser Üniteleri	Sızıntıyı azaltma	Sızıntıyı azaltmaya yatırım yapılmalıdır.
		Soğutucu akışkanların dönüştürülmesi	R-404A veya R-507A sistemleri, KIP değeri çok daha düşük olan mevcut alternatifler kullanılarak dönüştürülmelidir.
	Mevcut tüm ekipman	Soğutucu akışkan geri kazanımı	Soğutucu akışkanlar, bakım sırasında veya kullanım ömrü sonunda her zaman geri kazandırılmalıdır.
Dolaylı	Yeni ekipman	Soğutma yükünün azaltılması	Örn. Kapılı dolap kullanılmalıdır; verimliliği yüksek ışık ve fan kullanılmalıdır.
		Yüksek enerji verimliliği	Ana tesis elemanlarında maksimum verimlilik sağlanmalıdır. Isı geri kazanım sistemleri eklenmelidir.
	Mevcut Ekipman	Soğutma yükünün azaltılması	Dolaplar kapı ekleyerek iyileştirilmelidir; verimsiz ışıklar ve fanlar değiştirilmelidir.
		Çalışmayı iyileştirme	Performans izlenmeli ve tüm kontrol ayarlarının her zaman optimize olması sağlanmalıdır.
		Bakımı iyileştirme	Verimliliğin optimize edilmesi sağlanmalıdır (örn. kondenserleri temizleme).
	Elektrik tedariki	Düşük karbonlu elektrik	Düşük karbonlu elektrik kullanılmalıdır; tesislerde solar PV gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalıdır.

Yeni ekipman için KIP değeri düşük soğutucu akışkanlar

Tüm uygulamalar için uygun olan, KIP değeri düşük pek çok iyi alternatif bulunduğu, yaygın olarak kullanılan KIP değeri yüksek soğutucu akışkanlar (R-404A, R-507A) yeni ekipmanda hiçbir zaman kullanılmamalıdır. R-134a, R-448A veya R-449A gibi KIP değeri yüksek soğutucu akışkanlardan kaçınılmalıdır. En iyi soğutucu akışkan seçimi ekipman türünün yanı sıra yanabilirlik ve güvenlikle ilişkili yerel düzenlemelere bağlıdır. KIP değeri düşük olan alternatiflerin çoğunluğu belirli bir düzeyde yanabilirlik özelliğine sahiptir; dolayısıyla, en iyi soğutucu akışkan seçilirken bu konu da dikkatle göz önünde bulundurulmalıdır.

Soğutma ve iklimlendirme güvenlik standartlarında (ISO 5149; ASHRAE 15; EN 378 gibi) soğutucu akışkanlar, Tablo 3'te belirtildiği şekilde üç farklı yanabilirlik düzeyine göre sınıflandırılmıştır. KIP değeri yüksek olan soğutucu akışkanların hiçbirinde yanabilirlik özelliği bulunmamaktadır. KIP değeri orta düzeyde olan bazı soğutucu akışkanlarda

da yanabilirlik özelliği bulunmamaktadır; bunlar, yanabilir soğutucu akışkanların kabul edilebilir olmadığı durumlarda ara çözüm olarak yararlı olabilir. Doğal soğutucu akışkan olan R744 (CO₂, KIP=1), KIP değeri düşük olan ve yanabilirlik özelliği bulunmayan az sayıda soğutucu akışkandan biridir (A1).

Sınıf 2L ve Sınıf 3 soğutucu akışkanlar arasında yanabilirlik açısından büyük bir fark olduğu dikkate alınmalıdır. Sınıf 2L soğutucu akışkanların tutuşturulması çok zordur (çıplak alev gereklidir) ve bu soğutucu akışkanlar tutuşturuldukları takdirde düşük bir alev hızıyla zayıf bir şekilde yanar. Sınıf 3 soğutucu akışkanlar çok çabuk tutuşur (örn. küçük bir elektrik kıvılcımıyla) ve patlamalar eşliğinde yanabilir. Sınıf 3 soğutucu akışkanlar bağımsız, düşük yüklü sistemler için uygundur ancak daha büyük kondenser üniteleri ya da merkezi sistemler için uygun değildir. Sınıf 2L soğutucu akışkanlar çoğu kondenser ünitesi ve küçük merkezi sistemler için uygundur.

► **Tablo 3:** Soğutucu Akışkan Yanabilirlik Sınıfları

Sınıf	İsim	Soğutucu akışkan örnekleri
1	Yanabilir olmayan	R-404A, R-507A, HFC-134a, R-448A, R-449A, R-450A, R-513A, R-744 (CO ₂)
2L	Yanabilirliği düşük	R-32, R-1234yf, R-454A, R-454C, R-455A, R-717 (amonyak)
2	Yanabilir	R-152a
3	Yanabilirliği yüksek	R-290 (propan), R-600a (izobutan), R-1270 (propan)

Yeni ekipmanda kullanılabilecek, KIP değeri düşük ve orta düzeyde olan soğutucu akışkanlara bazı örnekler Tablo 4'te sunulmuştur. Bu tablo, soğutucu akışkanlara ilişkin tam kapsamlı olmayan genel bir bakış sunmaktadır. **Bir soğutucu akışkanın KIP değeri ne kadar yüksekse, kademeli azaltma programları**

ve KIP kısıtlamaları kapsamında uygulanacak baskı da o kadar yüksek olacaktır. Dolayısıyla, güvenlik ve verimlilik gereklilikleri de dikkate alınarak, her zaman mümkün olan en düşük KIP değerinin seçilmesi önerilmektedir.

► **Tablo 4:** Süpermarket Soğutma Sistemleri için Mevcut Düşük ve Orta KIP Değerli Soğutucu Akışkanlar

Soğutucu akışkan	KIP	Yanabilirlik sınıfı	Bağımsız Sistem	Kondenser Ünitesi	Merkezi Sistem	Yorumlar
R-717 (amonyak)	0	2L	Hayır	Hayır	Mümkün	Toksik olması nedeniyle, yalnızca ikinci bir sıvıyla birlikte kullanıldığında
R-744 (CO ₂)	1	1	Hayır	Evet	Evet	Yüksek ortam sıcaklıklarında verimlilik optimizasyonu
R-290 (propan)	3	3	Evet	Hayır	Mümkün	Hidrokarbonlar, bağımsız sistemler için oldukça uygundur. Dolaylı soğutma sıvısı olarak glikolün kullanıldığı merkezi sistemlerde R-290 soğutucular kullanılabilir.
R-600a (izobutan)	3	3	Evet	Hayır	Hayır	
R-1234yf	4	2L	Evet	Evet	Mümkün	2L sınıfı soğutucu akışkanlar, yalnızca küçük merkezi sistemlerde, uygun güvenlik önlemleri alınarak kullanılabilir
R-454C	148	2L	Evet	Evet	Mümkün	
R-454A	239	2L	Evet	Evet	Mümkün	
R-455A	148	2L	Evet	Evet	Mümkün	
R-450A	605	1	Evet	Evet	Evet	HFC-134a için yanabilir olmayan alternatifler. KIP değerlerinin yüksek olması nedeniyle bu soğutucu akışkanlar üzerindeki baskı gittikçe artmaktadır.
R-513A	631	1	Evet	Evet	Evet	
R-448A	1.387	1	Evet	Evet	Evet	R-404A ve R-507A için yanıcı olmayan alternatifler. KIP değerlerinin yüksek olması nedeniyle bu soğutucu akışkanlar üzerindeki baskı gittikçe artmaktadır.
R-449A	1.397	1	Evet	Evet	Evet	
R-452A	2.140	1	Evet	Evet	Evet	R-404A için alternatiftir, çoğunlukla nakliye sırasında soğutma için kullanılır. KIP değerinin yüksek olması nedeniyle bu soğutucu akışkan üzerindeki baskı gittikçe artmaktadır.



BAĞIMSIZ SİSTEMLER

R-290'nin (propan) kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır ve bu pazarda hakim olması beklenmektedir. Yanabilirliğin yüksek olmasının kabul edilebilir olmadığı durumlarda R-454C ve R455A gibi yanabilirliği düşük

karışımlar uygundur. R744 (CO₂), 10 yıl önce bazı bağımsız sistemlerde denenmiştir ancak diğer alternatifler kadar uygun olmadığı görülmüştür.



KONDENSER ÜNİTELERİ

R-744 kondenser üniteleri gittikçe artan hacimlerle üretilmektedir ve düşük KIP değerli iyi bir seçenektir. R-454C ve R-455A gibi karışımlar teknik olarak kondenser üniteleri

için uygundur. R290, kondenser üniteleri için çok etkili bir soğutucu akışkandır ancak güvenlik kısıtlamaları nedeniyle yalnızca düşük kapasiteli ünitelerde kullanılmaktadır.



MERKEZİ SİSTEMLER

Özellikle Avrupa'da pek çok merkezi sistemde R-744 kullanılmaktadır. R-744'ün termodinamik özellikleri, Tablo 4'te sunulan diğer tüm soğutucu akışkanlardan önemli oranda farklılık göstermektedir; örneğin kritik sıcaklığı çok düşük (70°C'ye kıyasla 31°C) ve çalışma basıncı çok yüksektir (15 ila 25 bara kıyasla 60 ila 120 bar). R-744 için subkritik sistemler ve transkritik booster sistemler gibi farklı konfigürasyonlar mevcuttur. Enerji verimliliği önemli hususlardandır. Standart R744 booster sistemler, düşük ortam sıcaklıklarında geleneksel HFC sistemlere kıyasla daha verimlidir ancak yüksek ortam sıcaklıklarında verimlilikleri düşebilir. Yazların sıcak, kışların soğuk geçtiği iklim bölgelerinde bu etkiler birbirini dengelemekte ve R-744 sistemleri yıl boyunca iyi bir verimlilik sunmaktadır. Daha sıcak iklimlerde, ejektörlerin ve paralel kompresyonun kullanıldığı daha karmaşık sistemlerin uygulanması gerekebilir. Öte yandan, düşük işletme maliyeti nedeniyle bu tür yatırımlar kısa sürede kendi kendini karşılamaktadır.

Ek olarak, ısı geri kazanımından yararlanılması, enerji tüketiminin daha da azaltılmasını sağlayabilir. Termodinamik özellikleri ısı geri

kazanımına son derece uygun olduğundan R744, merkezi sistemler için harika bir seçimdir.

Soğutucu akışkan yükü düşük olan küçük merkezi sistemlerde, sızıntı detektörü ve soğutucu akışkan izolasyon valfleri gibi uygun güvenlik önlemleri alınarak R-454C ve R-455A gibi yanabilirliği düşük karışımlar kullanılabilir.

R290 ve R744 soğutucular, doğrudan soğutma veya bağımsız ünitelerde (plug-in) kondenser soğutması için ikincil glikol döngüleriyle birlikte kullanılır. Bununla birlikte, akışkanın sirkülasyonu için gereken pompa gücü, enerji verimliliğinin düşmesine neden olur.

Bazı süpermarket şirketlerinde, merkezi sistemler yerine bağımsız sistemler daha fazla kullanılmaktadır. Satış alanına çok fazla ısı verilmesini önlemek amacıyla, suyla soğutulan kondenserlerin kullanılması çok önemlidir. Soğutma suyu, tüm bağımsız sistemlere sirküle edilebilir ve bir soğutma kulesi yoluyla soğutulabilir ancak bazı süpermarketler lejyonella riskinden endişe etmekte ve kondenser soğutma suyunu soğutmak için hava soğutmalı bir soğutucu tercih etmektedir.

R-404A yönetim planları ve R-404A sistemlerini dönüştürme

Büyük süpermarketler bir “R-404A yönetim planı” oluşturmaktadır. Her yıl, kullanım ömrünün sonuna ulaşan eski sistemler, önceki bölümde ele alındığı şekilde KIP değeri daha düşük alternatiflerin kullanıldığı yeni ekipmanla değiştirilmelidir. Yakın zamanda kurulan ve kalan kullanım ömrü uzun olan sistemler, R-448A veya R-449A gibi KIP değeri orta düzeyde olan, yanabilir olmayan soğutucu akışkanlarla dönüştürülebilir. R-448A ve R-449A’nın KIP değeri 1400’ün biraz altındadır, bu da R-404A’nın KIP değerinin ($KIP=3922$) %35’ine karşılık gelmektedir. Kullanımdan kaldırılan tüm sistemlerden geri kazanılan R-404A, kalan R-404A sistemlerinin bakımı için yeniden kullanılabilir. Soğutucu akışkanları dönüştürme işlemleri bağımsız sistemler için uygun değildir.

5 ila 10 yıllık bir süre zarfında, soğutma ekipmanının maliyetli bir şekilde erken kullanımdan kaldırılmasına gerek kalmadan tüm R-404A soğutucu akışkanlar

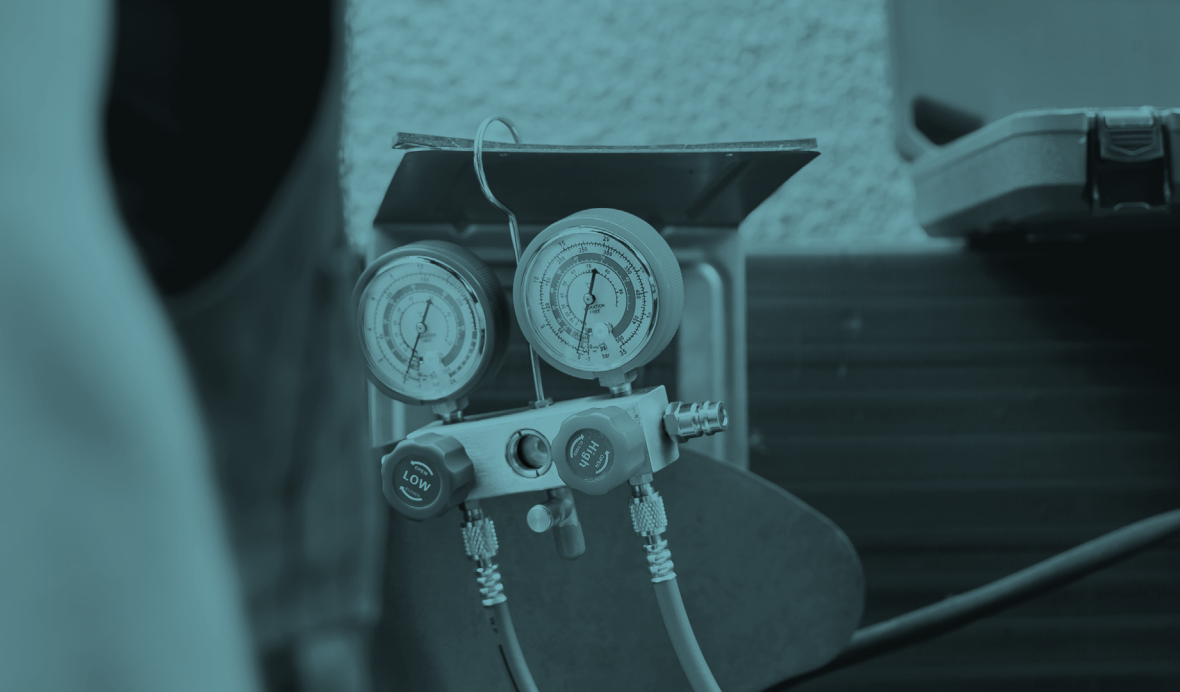
dönüştürülebilir. Soğutucu akışkan değiştirme programları uygulayan süpermarket şirketlerinden toplanan veriler, dönüştürme işleminin ardından enerji verimliliğinin %5 ile %10 arasında arttığını ortaya koymaktadır. Bunun nedenlerinden biri, R-404A’nın diğer alternatiflere kıyasla daha az verimli bir soğutucu akışkan olması, bir diğeri de dönüştürme işleminde tüm sistemlerin dikkatle yeniden devreye alınması ve tüm kontrol ayarlarının optimize edilmesidir.

Bununla birlikte, soğutucu akışkan dönüştürme işlemlerinin yalnızca mevcut R-404A sistemlerini kullanımdan kaldırma olanağı bulunmadığı durumlarda kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Yeni, geleceğe uygun düşük KIP değerli ekipmana geçilmesi her zaman öncelikli tercih olmalıdır.

Sızıntı azaltma girişimleri

Tablo 1’de gösterildiği şekilde, merkezi sistemlerde geçmişten bu yana çok yüksek oranlarda soğutucu akışkan sızıntısı olmakta, bu oran genellikle yılda %10 ile %30 arasında değişmektedir. Bunlar, genellikle merkezi süpermarket sisteminde kullanılan soğutucu akışkan boru tesisatının kötü bir şekilde döşenmiş olmasından kaynaklanan, gereksiz düzeyde yüksek sızıntılardır. Bakım yüklenicileri, sızıntı oranlarını azaltmak için çaba göstermeleri konusunda güçlü bir şekilde teşvik edilmelidir. Sızıntı sorunlarının ele alınabilmesi (örn. arızalı bileşenlerin değiştirilmesi) için ek bir bütçe ayrılmalıdır. Yılda %5’in altında bir sızıntı oranı, merkezi sistemler için belirlenebilecek uygun bir hedeftir. Bağımsız sistemlerde sızıntı oranı %1’in altında olmalıdır.

Büyük bir süpermarket tesisindeki benzer merkezi sistemlerde meydana gelen sızıntılar incelendiğinde, ortalama sızıntı oranı genellikle %25 olmasına rağmen, bireysel merkezi sistemlerdeki sızıntının yılda %1 ile %200 arasında değişiklik gösterdiği ortaya konmuştur. Özellikle de sistemlerden birinde veya birkaçında, sistemde tüm soğutucu akışkan yükünün kaybolduğu “katastrofik arıza” bulunması durumunda, az sayıda “bozuk” sistemin toplam sızıntısının önemli bir oranından sorumlu olması olasılığı yüksektir. Sızıntı azaltma işlemiyle bu bozuk sistemler belirlenmeli ve arızalı bileşenlerin değiştirilmesine yönelik yatırımlar önceliklendirilmelidir.



Gaz geri kazanımı ve geri dönüşümü

Soğutucu akışkanlar, özellikle de R-404A gibi KIP değeri yüksek olanlar, bakım sırasında veya kullanım ömrü sonunda kesinlikle atmosfere bırakılmamalıdır. Eski soğutucu akışkanlar, dikkatli bir şekilde, mümkün olan en yüksek düzeyde geri kazandırılmalıdır. Bunlar geri kazanım, yeniden kullanım veya imha işlemine gönderilebilir.

Bazı ülkelerde (örn. AB ve ABD), herhangi bir soğutucu akışkanın tahliye edilmesi yasalara aykırıdır ancak bu yasaların denetlenmesi çok zordur ve tahliye işlemi genellikle maliyet tasarrufu amacıyla yapılmaktadır. Eski soğutucu akışkanların herhangi bir değeri yoktur, dolayısıyla eski soğutucu akışkanların geri kazanımı fazladan maliyet

anlamına gelir. Süpermarket şirketlerinin, bakım yüklenicilerinin soğutucu akışkan geri kazanım kurallarına tam olarak uyduklarını gösteren kanıt sunmalarını sağlamaları gerekmektedir. Tablo 1’de gösterildiği gibi, merkezi sistemlerde yüzlerce kilogram R-404A bulunabilir ve kullanım ömrü sonunda bunların geri kazanılması gerekmektedir.

HFC kullanımının kademeli olarak azaltılması süreci devam ettikçe, R-404A gibi KIP değeri yüksek olan soğutucu akışkanların geri kazanımı süpermarket şirketlerine önemli bir değer sağlayabilir; pazarda izin verilen HFC kotası düzenli olarak azaltıldığından, daha önce kullanılmamış R404A’nın maliyeti de gittikçe artmaktadır.



Enerji verimliliği fırsatları

Süpermarket soğutma sistemlerinde kullanılan elektrik miktarını önemli ölçüde azaltmaya yönelik çok sayıda fırsat bulunur. Önemli stratejiler arasında aşağıdakiler yer alır:

Yeni Ekipmanla Enerji Verimliliği

Yeni soğutma sistemleri kurulurken, soğutma döngüsünün verimliliği de en üst düzeye çıkarılabilir. Bunun için her bir bileşenin optimize edilmesi ve genel soğutma döngüsünde yüksek verimliliğin tercih edilmesi gerekmektedir. Sistem, tüm çalışma koşullarında enerji verimliliğini en üst seviyeye çıkaracak şekilde tasarlanmalıdır. Örneğin:

- Bazı süpermarket soğutma sistemlerinde, soğuk hava koşullarında yoğuşma basıncındaki düşüşü sınırlandırmak üzere yüksek basınç kontrolü (HPC) kullanılmaktadır. HPC kullanımı oldukça kötü bir uygulamadır; soğuk havalarda yoğuşma basıncının mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesi için her türlü çaba gösterilmelidir. Elektronik genleşme vanalarının kullanımı, HPC ihtiyacını ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir ve yıllık elektrik tüketiminde %25'e varan tasarruf sağlayabilir.
- Kompresörler, yalnızca "tasarım noktasında" (yılın en sıcak gününde tam yük) değil, tüm yaygın çalışma koşullarında en yüksek verimlilikle çalışacak şekilde seçilmelidir. Çoğu süpermarket sistemi, yılın önemli bir bölümünde soğuk hava koşullarında kısmi yükte çalışmaktadır ve sistemin bu koşullarda verimli bir şekilde çalışabilmesi gerekmektedir. Değişken hızlı kompresörlerin kullanılması, bu tür kısmi yük koşullarında verimliliğin yüksek tutulmasına yardımcı olabilir.
- Evaporatörlerin ve kondenserlerin boyutları büyük olmalıdır. Büyük ısı eşanjörleri, hava ve soğutucu akışkan arasındaki ısı farkını azaltmakta, bu da döngünün verimliliğini artırmaktadır.

Soğutma Yükünün Azaltılması

Soğutma yükünde en büyük azalma, kapılı teşhir dolapları kullanılarak elde edilebilir. Bu, soğutma yükünü yaklaşık %50 azaltabilir. Yeni soğutma sistemlerinde kapı kullanıldığında, kapıların oluşturacağı fazla maliyet, daha küçük soğutma sisteminin maliyetiyle dengelenmektedir. Kapılar aynı zamanda mevcut teşhir dolaplarına da eklenebilir.

Soğutma yükünü azaltmaya yönelik diğer fırsatlar, teşhir dolaplarında kullanılan yardımcı ekipmanla ilişkilidir. Bu tür ekipman için kullanılan enerjinin maliyeti, ilki ekipmanı çalıştırmak ve ikincisi ekipmanın ortaya çıkardığı fazla ısıyı ortadan kaldırmak için olmak üzere "iki kez ödenir". Örneğin:

- Dolaplardaki kapıların doğrudan bir sonucu olarak, evaporatör buzlanması genellikle önemli ölçüde azalmaktadır. Dolayısıyla, buz çözme sıklığı azaltılabilir ve gereksiz buz çözme döngülerinin önüne geçmek için akıllı buz algılama yöntemleri de kullanılabilir. Elektrikli ısıtıcıdan yayılan ısıнын tamamı eriyen buz tarafından emilmediğinden, bu işlemin yaratacağı etki de önemli düzeydedir.
- LED ışıklar, floresan tüplere göre çok daha az enerji kullanmakta ve daha az ısı üretmektedir. Tüm yeni teşhir dolaplarında LED ışıklar kullanılmalı ve mevcut dolaplar LED ışıklarla dönüştürülmelidir.
- Isının bir kısmının her zaman dolap içine aktarılması nedeniyle çerçeve (veya terleme önleyici) ısıtıcılar da soğutma yükü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çerçeve ısıtma gücünün marketteki nem/yoğuşma noktasına göre uyarlanması, teşhir dolaplarında yoğuşma oluşmasını önlerken doğrudan enerji kullanımını ve soğutma yükünü azaltabilir.
- Evaporatör fanları, istenmeyen bir soğutma yükü oluşturur; yüksek verimlilikli fanların yüksek verimlilikli EC motorlarla birlikte kullanılması, yararlı bir tasarruf sağlayabilir. Değişken hızlı evaporatör fanlarının kullanılması, özellikle de marketin kapalı olduğu ve çok yavaş fan hızının teşhir dolabını soğuk tutmak için yeterli olduğu zamanlarda fanlarla ilişkili soğutma yükünü dikkate değer ölçüde azaltabilir.

Isı Geri Kazanımı

Süpermarket soğutma sistemlerinin kondenserlerinden çıkan ısı, bina alan ısıtması açısından faydalı bir ısı kaynağı olabilir. Soğutma sistemlerinden ısı geri kazanımı, soğuk havalarda alan ısıtmasının gerekli olduğu süpermarketlerde genel verimliliğe katkıda bulunabilir. Isı geri kazanımı, kullanılan soğutucu akışkan türünden bağımsız olarak gerçekleştirilebilir ancak R-744'ün (CO₂) termodinamik özelliklerinin ısı geri kazanımına özellikle uygun olduğunu da belirtmek gerekir.

Ilıman iklim koşullarında sistemler genellikle kapasitelerinin yaklaşık %30'unda çalışır. Kalan kapasite, özellikle de kış dönemlerinde paralel ısı pompası sistemini çalıştırmak için kullanılabilir.

Çalıştırma ve Bakım

Çoğu süpermarket soğutma sistemi, yanlış kontrol ayarları veya yetersiz bakım nedeniyle tasarımda hedeflenen enerji verimliliğinin çok daha altında çalışmaktadır. Genellikle, %10 ila %20 oranında fazladan elektrik gereksiz bir şekilde kullanılmaktadır.

Merkezi sistemlerde, performansın düzenli olarak kontrol edilmesini sağlayan takip sistemleri bulunmalıdır. Modern uzaktan takip sistemleri, pek çok süpermarketin merkezi bir konumdan kontrol edilmesini sağlayabilir. Elektrik kWh sayaçları ve diğer sensörler (örn. buharlaşma sıcaklığı, yoğuşma sıcaklığı ve ortam sıcaklığı gibi parametrelerin ölçülmesine yönelik) birlikte kullanılarak verimlilik kontrolleri ve arıza tanıları gerçekleştirilebilir, bu sayede tespit edilen sorunlar hızlı bir şekilde çözülebilir.

Düşük karbonlu elektrik

Süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonlarının miktarı, kullanılan elektriğe ve bu elektriğin kaynağına bağlıdır. Yenilenebilir kaynaklardan (su, rüzgar veya solar PV gibi) veya nükleer enerjiden elde edilen düşük karbonlu veya sıfır karbonlu elektrik kullanıldığında dolaylı CO₂ emisyonları da düşük ya da sıfır olacaktır.



Aşağıdaki hususlar önemlidir:

- 1) Yenilenebilir veya nükleer enerji üretmek için kullanılan ekipmanda bulunan karbon nedeniyle, sıfır karbonlu elektrik üretmek çok zordur. "Sıfıra yakın karbon" daha gerçekçi bir hedeftir.
- 2) Enerji verimliliğine yönelik iyileştirmeler yapmanın maliyeti, verimlilik düzeyi düşük olan soğutma tesislerini çalıştırmak için yeni bir düşük karbonlu elektrik üretim sistemine yatırım yapmanın maliyetinden daha düşüktür.

Dolayısıyla, enerji verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması önemli bir strateji olmaya devam etmektedir.

Yine de sıfıra yakın karbonlu elektriğin kullanılması, süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının sıfıra yakın düzeye getirilmesine yönelik genel stratejinin önemli bir parçasıdır. Elektriğin karbondan arındırılması, Paris Anlaşması kapsamında sera gazı emisyonlarının azaltılması hedefine yönelik ulusal programların önemli bir parçasıdır. Süpermarket şirketleri, bu ulusal girişimler sayesinde tüketilen kWh elektrik başına CO₂ emisyonunun düşmesini bekleyebilir. Bununla birlikte, bu trendi yenilenebilir elektriğe yönelik doğrudan yatırımlarla desteklemek iyi bir strateji olabilir. Pek çok süpermarket binası, çatılara yerleştirilen solar PV'leri kullanmaya uygundur; solar PV kullanımı, yararlı miktarda düşük karbonlu elektrik sağlarken müşterilere de sera gazı emisyonlarını en aza indirmeye yönelik çalışmalar yürütüldüğünü gösterebilir.

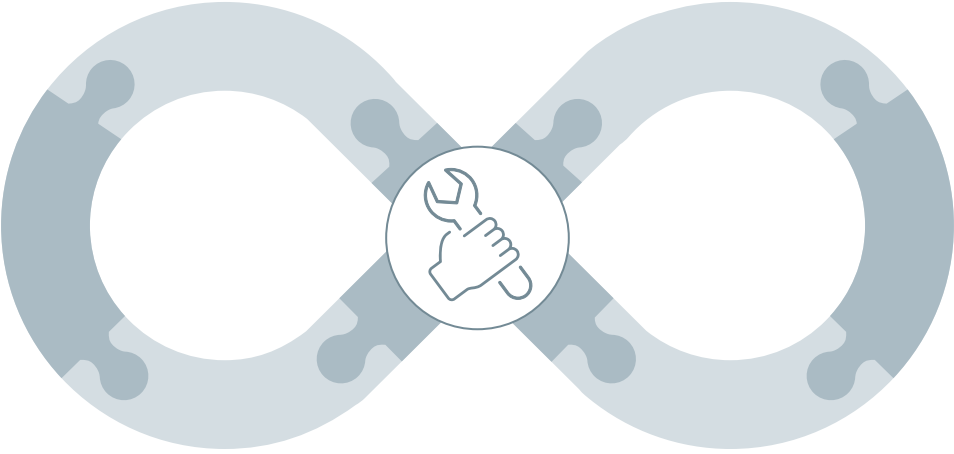
Yeni iş modelleri:

Hizmet olarak enerji

Hizmet temelli iş modelleri, süpermarket işletmecilerinin karmaşık kurallar ve düzenlemeler konusunda endişelenmeye gerek kalmadan temel operasyonlarına odaklanabilmelerini sağlar. Bu iş modelleri, yüksek oranda ön yatırım yapmadan en gelişmiş teknolojilere ulaşmayı kolaylaştırır. Bu da sermaye giderlerinden (CAPEX) işletme giderlerine (OPEX) geçişi destekler, performansın sürekli olarak optimize edilebilmesini sağlar, enerji tasarrufunu ve soğutucu akışkan geçişini teşvik eder ve gıda perakendecilerinin faaliyetlerinin Kapsam 1 ve 2 emisyonlarını karbondan arındırmak için sınıfının en iyisi teknolojilerden yararlanmasına olanak tanır.

olarak değişmesini sağlayarak döngüsellliği ve kaynak verimliliğini artırır. Bu iş modelinden yararlanan süpermarketler, ekipmanı satın almak ve nihayetinde atmak yerine, sunulan ısıtma ve soğutma hizmetleri için ödeme yaparlar. Ayrıca üreticiler, ekipmanın sahibi olmaları ve bakım/onarım sorumluluğunu taşımaları nedeniyle ürünleri daha uzun ömürlü, daha dayanıklı ve daha kolay tamir edilir şekilde tasarlamaya teşvik edilir. Yaşam döngülerinin sonunda, materyallerin atılmak yerine geri kazanılması ve geri dönüştürülmesi olasılığı daha yüksektir. Bu sistem, örneğin soğutucu akışkanların sızdırma olmayacak şekilde tasarlanması ve kullanım ömrü sonunda geri kazanılması için bir teşvik sunar.

Ek olarak, hizmet temelli iş modelleri, odak noktasının ürün satmak değil, hizmet sunmak



Son yorumlar

Süpermarket soğutma sistemleri, hem soğutucu akışkanlardan kaynaklanan doğrudan emisyon hem de elektrik kullanımından kaynaklanan dolaylı emisyon nedeniyle önemli düzeyde sera gazı emisyonuna yol açmaktadır. Bu yazıda, süpermarket şirketlerinin, sürdürülebilirlik stratejilerinin ayrılmaz bir parçası olarak emisyonlarını önemli düzeyde azaltmalarına yardımcı olmanın yanı sıra ticari faaliyetlerini de iyileştirebilecek çeşitli stratejiler yer almaktadır.

Bu stratejinin etkili parçalarından biri, R-404A gibi KIP değeri yüksek soğutucu akışkanların kullanımının durdurulmasıdır. Bu, yeni sistemlerde hemen hayata geçirilebilir ve süpermarket tesislerinde R-404A kullanımı 5 ila 10 yıl içinde tamamen sonlandırılabilir.

Yeni ekipman için KIP düzeyi ultra düşük (5 altı) veya orta düzey (150 altı) olan soğutucu akışkanların kullanıldığı çeşitli etkili seçenekler bulunur. Bu, gelecek 10 ila 15 yıl içinde doğrudan emisyonların sıfıra yakın düzeye inmesini sağlayabilir.

Elektrikle ilişkili emisyonlar, süpermarket soğutma sistemlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazıda, elektrik tüketimini önemli ölçüde azaltmaya yönelik çeşitli stratejiler de ele alınmıştır. Bunlar, emisyonları azaltmanın yanı sıra sürekli işletme maliyetlerinden de tasarruf sağlar. Sıfıra yakın karbonlu elektrik kullanımıyla birlikte, dolaylı emisyonların sıfıra yakın düzeye indirilmesi mümkündür.

Danimarka'da bir süpermarket, ısınma maliyetini ve CO₂ ayak izini azaltıyor

Danimarka'daki yoğun bir süpermarket, soğutma sistemlerinden elde edilen fazla ısıyı kullanarak yıllık ısıtma maliyetini %89.7 oranında ve CO₂ ayak izini yılda 6.7 ton azalttı. Bu süpermarkette ısı, çoğu süpermarkette olduğu gibi dağılıp kaybolmuyor; bunun yerine, Danfoss Isı Geri Kazanım Ünitesi (HRU) yoluyla, marketin 1,900 m²'lik alanını ısıtmak ve yıl boyunca sıcak su sağlamak üzere geri dönüştürülüyor.



Yeni “Akıllı Market”, 21. yüzyıl süpermarketlerinin temellerini atıyor

Hem enerji talebi ve maliyetleri hem de gıda kaybını azaltma ihtiyacı üzerindeki baskı giderek artıyor. Gıda israfı bir ülke olsaydı, ABD ve Çin’in ardından en yüksek üçüncü emisyon düzeyine sahip olurdu ve dünyadaki sera gazının yaklaşık %10’undan sorumlu olurdu.



Süpermarketler ve perakende gıda marketleri dünyanın dört bir yanındaki toplumların ayrılmaz bir parçası olmakla birlikte, en büyük enerji tüketicileri arasındalar. Büyük bir gıda perakendecisinin ortalama kâr marjı sadece %1.7, bu da tüm işletme maliyetlerinin mercek altına alınmasına neden oluyor. Enerji, nispeten düşük yatırım düzeyleri ve iyi geri dönüş süreleri ile önemli tasarrufların elde edilebileceği bir alan.

Bu sorunları ele almak üzere, Danfoss'un amiral gemisi niteliğindeki yeni süpermarketinin, birinci nesil CO₂ soğutma sistemi olan ve enerji verimliliği çözümleri uygulamayan sıradan bir süpermarkete kıyasla %50 daha fazla enerji verimliliğine sahip olması bekleniyor. Ayrıca, bu süpermarketin halihazırda çok sayıda enerji verimliliği çözümlerini uygulamaya koymuş olan eşdeğer bir yerel marketten %20-30 daha fazla enerji verimliliğine sahip olması bekleniyor.

Bu süpermarketlerdeki tesisat ve teknolojiler kullanıma hazır ve ölçeklendirilebilirler. En küçük marketten en büyük hipermarkete kadar tüm gıda perakendecilerinde uygulanabilirler.

İklim dostu, son derece verimli ve otomasyon çözümleriyle donatılmış yeni "Akıllı Market", hem enerji maliyetlerinin ve emisyonlarının yükseldiği hem de gıda israfının kötüleştiği dünyada gıda perakendecilerine ilham sunuyor.

Doğal soğutucu akışkanlar

Süpermarket soğutma (soğutma ve konfor soğutması) sistemleri, yalnızca doğal soğutucu akışkanlarla (CO₂) çalışıyor. CO₂ bazlı soğutucu akışkanlar ozon tabakasını inceltmiyor ve Küresel Isınma Potansiyeli (KIP) değerleri mümkün olan en düşük düzeyde. Ek olarak, CO₂ bazlı soğutucu akışkanlar, farklı hava koşullarında enerji verimliliği bakımından geleneksel HFC sistemlerinden daha iyi performans sergiliyor.



Isı geri kazanımı

Süpermarkette, tüm marketin yanı sıra bölgesel ısıtma ağı aracılığıyla çevredeki toplum için de alan ısıtması sağlamak üzere, soğutma sistemlerindeki fazla ısıyı biriktiren bir ısı geri kazanım ünitesi bulunuyor. Isı geri kazanım ünitesi, soğutma sisteminden elde edilen fazla enerjiyi tekrar kullanarak dış ısı gerekliliğini %89.7'ye kadar azaltabiliyor. Ayrıca, enerji paketi, gerektiğinde ek ısıtma ve soğutma sunabiliyor.

Akıllı enerji sistemleri uygulanıyor

Çatıdaki 100 KW güneş panelleri, marketin operasyonlarının optimize edilmesine yardımcı oluyor. Güneşli günlerde güneş enerjisi dondurucularda biriktirilebiliyor. Donduruculardaki sıcaklığın daha da düşürülmesi, örneğin -18'den -25'e indirilmesi, güneş enerjisinin biriktirilmesine yardımcı oluyor (bir yandan da bataryada depolanan miktarı azaltıyor). Güneş ışığının az olması nedeniyle güneş panellerinin veriminin de düştüğü dönemlerde sıcaklıklar normal ayarlara geri dönüyor.

Örnek Vakalar

Önde gelen bir gıda ve içecek üreticisinin karbondan arındırma hedeflerine ulaşmasına nasıl yardımcı olduk?

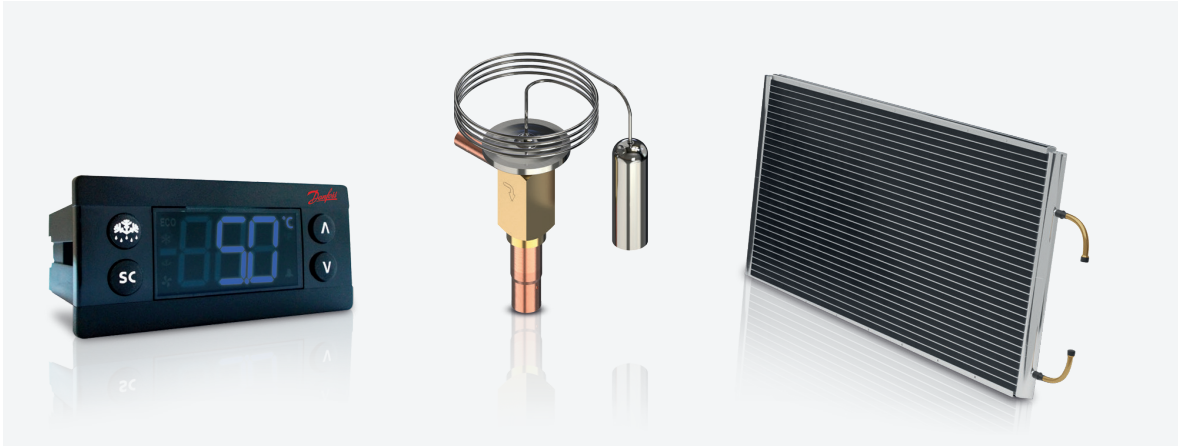
Önde gelen bir gıda ve içecek üreticisi, Danfoss iş birliğıyle, enerjide %30 tasarruf sağlayan yeni nesil bir soğutucu tasarladı*.



Gıda ve İçecek şirketinin mevcut şişe soğutucu filosu, karbon ayak izinin neredeyse yarısını oluştuyordu. Danfoss, şirketin soğutucularından birini kullanarak temel performans düzeyini belirledi ve soğutucunun performansını ve verimliliğini iyileştirmek üzere temel bileşenlerini değiştirdi.

Danfoss ekibi, tüm çözüm tasarımı ve bireysel bileşenlerin verimliliğini artırmak üzere nasıl birlikte kullanılabileceğini inceleyerek, başlangıçtaki soğutucu tasarımına kıyasla enerji tüketimini %30 azaltabildi.

Bu uçtan uca bütüncül yaklaşımın Danfoss iş birliğiyle karbondan arındırma işlemi için uygulanması, nihai son kullanıcılara en iyi deneyimin sunulmasını sağlarken, Gıda ve İçecek şirketlerine de en yeni enerji verimliliği gerekliliklerine uygun hareket etmek için gerekli olan itici gücü sunabilir.



Çözüm: Danfoss kontrolör, mikrokanallı ısı eşanjörü ve termostatik genişleme vanası



Potansiyelinizi gerçeğe dönüştürme yolculuğunda bize eşlik edin; karbondan arındırma hedeflerinize birlikte ulaşalım.

* Danfoss Uygulama Geliştirme Merkezinde test edilmiş ve kanıtlanmıştır. Başlangıçtaki soğutucu tasarımına kıyasla %30 enerji azaltımı elde edilmiştir.



Bu doküman **Danfoss İklimlendirme Çözümleri Kamu ve Sektör İlişkileri** tarafından hazırlanmıştır

Danfoss A/S
İklim Çözümleri • danfoss.com • +45 7488 2222

Ürün seçimi, uygulaması veya kullanımı, ürün tasarımı, ağırlığı, boyutları, kapasitesi veya ürün kılavuzlarında, katalog açıklamalarında, reklamlarda vb. yer alan her tür teknik veri dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere yazılı, sözlü, elektronik, çevrimiçi veya indirilebilir şekilde sunulan her tür bilgi, bilgilendirme amaçlı olarak değerlendirilecek ve yalnızca bir teklifte veya sipariş onayında açıkça atıfta bulunulması halinde bağlayıcı olacaktır. Danfoss, katalog, broşür, video ve diğer materyallerdeki olası hatalarla ilgili hiçbir sorumluluk kabul etmez. Danfoss, ürünlerinde önceden haber vermeksizin değişiklik yapma hakkını saklı tutar. Değişiklik yapma hakkı, yapılan değişikliklerin ürünün formunda, uygunluğunda veya işlevinde herhangi bir değişikliğe yol açmaması koşuluyla, sipariş edilen ancak teslim edilmeyen ürünler için de geçerlidir. Bu materyaldeki tüm ticari markalar Danfoss A/S veya Danfoss grup şirketlerine aittir. Danfoss ve Danfoss logosu Danfoss A/S'nin ticari markalarıdır. Tüm hakları saklıdır.