

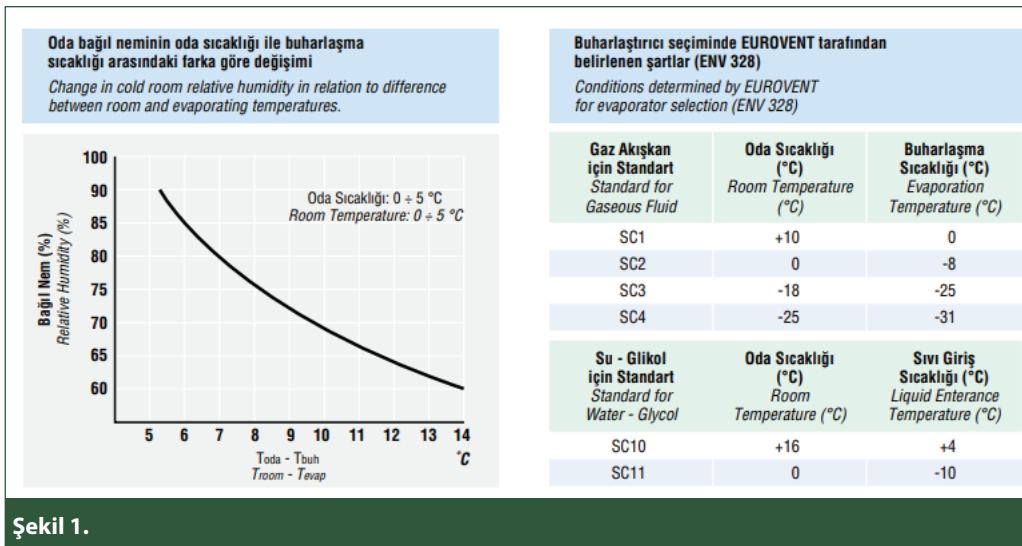
# ENDÜSTRİYEL SOĞUTMADA GÜVENLİ YATIRIM İÇİN, GÜVENCELİ ÜRÜN

Hayati Can<sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Depolama alanlarının için yapılan endüstriyel soğutma uygulamaları çok geniş uzmanlık alanlarını kapsayan ve

bu nedenle üzerine çok fazla yazı yazılan bir alan olma özelliği taşımaktadır. Mimari, inşaat, gıda, ziraat, kimya, elektrik, makina, otomasyon gibi bir çok teknik alan ve

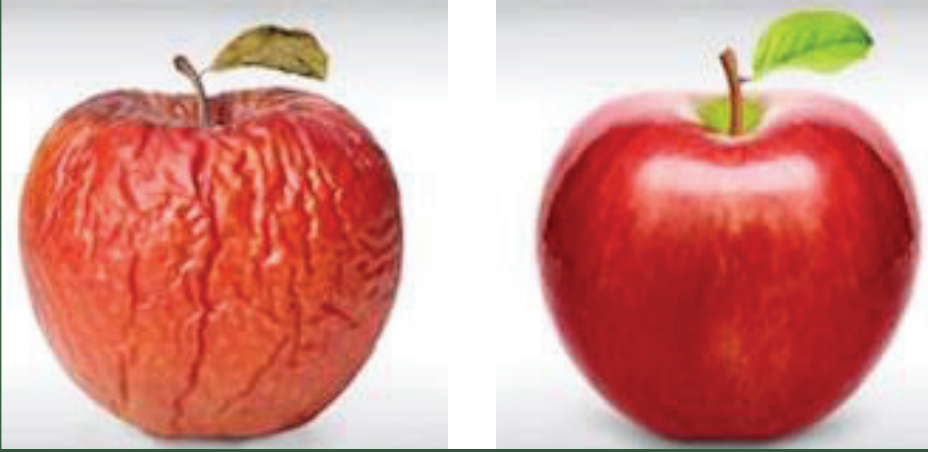


Şekil 1.

<sup>1</sup> Makina Mühendisi, FRİTERM A.Ş. İş Geliştirme Müdürü - hayatican@friterm.com

meslek dalının buluştuğu endüstriyel soğutma işlemleri (), projelendirme, uygulama ve işletme olarak ayrı ayrı çok geniş bir çalışma alanını kapsamaktadır.

Bu yazıda endüstriyel soğutma yatırımlarının güvenceli hale gelmesi için soğutucu akışkan, soğutucu ve yoğunlaştırıcı seçimleri üzerinde durulacaktır. Uygulamalarda karşımıza çıkan sorunların başında bu üç temel başlık belirleyici olmaktadır. Yalıtım malzemesinin, kompresörün ve diğer ekipmanların seçimi de bir o kadar önemli ve duyarlılık gerektiren konulardır. Bu yazıda bu konulara kısaca değinerek yazı bütünlüğü kurulmaya çalışılacak ancak, ekipmanlara yönelik olarak, soğutma işiyle uğraşanları aydınlatıcı ayrı çalışmalar daha sonra yayınlanacaktır.



Şekil 2.



Şekil 3.

Endüstriyel soğutma yatırımlarında, soğutmacıların en temel kaygısı, kullanılan malzeme ve ekipmanların tasarım koşullarına uygun olması ve kapasite uygunluğudur. Bu yazıda ayrıca uygulamalardaki makina ve ekipmanlar arasındaki uyumun sağlanması için temel yaklaşımlar konusundaki deneyimlerimiz paylaşılacaktır.

## 2. SOĞUTMA KAPASİTE HESABININ GÜVENİLİRLİĞİ

Soğutma kapasite hesabının güvenilirliği, soğutulacak ürünlerin hareketinin eksiksiz olarak tanımlanmasını zorunlu kılar. Ürün hareketine uygun en fazla ve en az yükler hesaplanmalı, mevsimsel değerler mutlaka göz önüne alınmalıdır. Soğutulacak depolama alanı farklı amaçlar için kullanılacaksa, buna uygun durum değerlendirilme-

si yapılmalıdır. Durum değerlendirilmesine uygun ısı kazançları hesabı yapılarak, yaşamakta olduğumuz iklimsel değişiklikler göz önüne alınarak soğutma yükü netleştirilmelidir. Soğutma yükünde belirleyici en önemli etmen, yalıtım malzemesinin seçilmesidir. Isı geçirgenliğinin azaltılması büyük önem taşır. Gerek enerji maliyetlerindeki artış, gerekse küresel iklim değişikliği bu konuyu daha hassas bir hale getirmiştir. (Referans olması açısından sebze meyve gibi ürünlerin saklama odalarında 150 mm kalınlıkta poliüretan veya buna eşdeğer yalıtımı bulunan yalıtım malzemelerinin seçimi uygun olacaktır.) Ülkemizde çok fazla depo yangını yaşandığından, tesis yangın güvenliği açısından yanmazlık sınıfları da ayrıca dikkate alınmalıdır.

Yalıtım, işin ilk önemli noktasıdır.

## 3. SOĞUTUCU AKIŞKAN SEÇİMİ

Soğutucu akışkanlar, Doğal Soğutucu Akışkanlar ve Sentetik Soğutucu Akışkanlar olarak iki temel sınıfta ele alınabilir. Sistem olarak

incelediğimizde bunlara ek olarak hem doğal alışıkanlı hem de sentetik akışkanlı sistemlerin bir tesiste aynı anda kullanıldığı uygulamalar ise hibrit sistemler () olarak karşımıza çıkmaktadır. Meyve sebze depoları, lojistik depoları, işleme mahalleri gibi alanlarda, su soğutma grubu ve sulu/glikollü iki sistemin beraber kullanıldığı uygulamalar gibi özellikle sıcaklık değeri sıfır derece santigrat üstünde olan depo uygulamaları buna örnek olarak gösterilebilir.

Amonyak, Karbondioksit, Propan, İzobutan, Su/Glikol gibi Doğal Soğutucu Akışkanlar, küresel ısınma açısından sorunsuz ürünler olarak kabul edilir. Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde kullanımı özendirilen ürünlerdir. Özellikle küresel ısınma ile mücadele kapsamında, Doğal Soğutucu Akışkanlar daha fazla ön plana çıkmaktadır.

Sentetik Soğutucu Akışkanlar ise doğada saf halde bulunmayan ve laboratuvar ortamında üretilen maddelerdir. Ülkemizdeki soğutma uygulamalarının büyük bölümünü oluşturur. Genel adı Freon ve alaşımları (R22, R404a, R134a gibi) olan bu ürünler, kolay ve ekonomik yatırım ile özellikle küçük ve orta boyutlu tüm tesislerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerin bir bölümü yasaklanmış, bir bölümüne ek vergiler gelmiş ve bir bölümü de yasaklama sürecine girmiştir. Yasaklamadaki asıl neden küresel ısınma etkisi yönünden yüksek değerlere sahip ürünlerin baskılanmasıdır. Örneğin R 22 yasak kapsamındadır. Şu an ülkemizde yaygın kullanılan R404A,

Avrupa Birliği tarafından yasaklanmıştır. Önümüzdeki dönemde ülkemizde de yasaklanma süreci başlayacaktır.

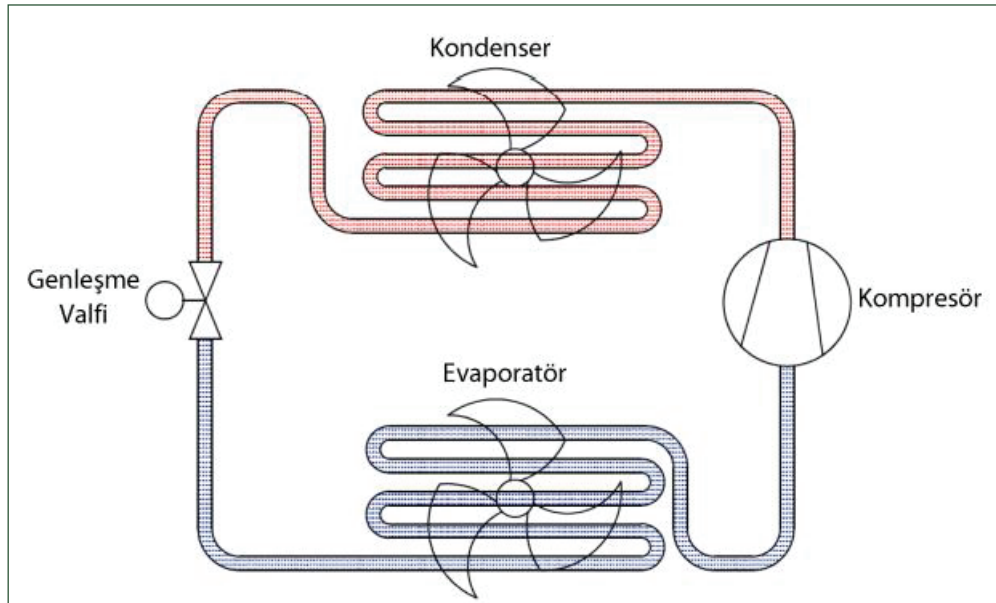
Hibrit sistemlerin küçük tesislerde de başarılı olması, bu uygulamayı önümüzdeki dönemde biraz daha ön plana çıkaracaktır. Böylece tesiste kullanılan sentetik soğutucu akışkan miktarı azaltılacak ve kaçak gibi riskler karşısında korunma artacaktır. Tasarım yönünden daha güvenli malzemelere doğru geçiş eğilimi artacaktır. Bugünün önemli sorularından biri, kaçakların kontrolü ile ilgilidir.

Soğutma firmaları, tüm bu süreçleri analiz etmeli, yatırımcıyı güvende tutacak bir önerme ile hem güncel hem de gelecek için seçenekleri oluşturmalıdır. Ancak bu durumda karşımıza başka bir sorun çıkmaktadır. Soğutma firmaları kendi uzmanlık alanına göre teklifler sunmaktadır. Bu nedenle, doğru çözümlere ulaşabilmek için işin proje aşamasında danışmanlıklar düşünülmeli ve ihale süreci öncesinde karar üretilmelidir. Aksi durumda çok karmaşık ve karar sürecini zorlayıcı durumların yaşanması olasıdır.

Gelecek öngörüsüyle doğal soğutucu akışkanların temel alındığı uygulamaların seçilmesi uygun olacaktır.

#### 4. SOĞUTMA YÖNTEMİNİN SEÇİMİ

Her depolama tesisine, kullanılacak soğutma işlemi için yapılacak araştırma ve değerlendirme sonucunda, uygun bir soğutma yöntemi oluşturulmalıdır.



Şekil 4. Buhar Sıkıştırımlı Soğutma Çevrim

Doğrudan soğutma ile hibrit soğutma (bu dolaylı soğutma olarak da adlandırılmaktadır) uygulamalarının kurgusu ve yönetimi tamamen farklıdır.

Doğrudan soğutmalı sistemler aşağıdaki başlıklarda incelenebilir.

##### 4.1 Doğrudan Soğutmalı ("DX – Direct Expansion") Sistemlerde Temel Ekipmanların Güvenilirliği

DX sistemlerde sistem güvenliğinin temel halkası dört ana ekipmanın doğru seçimine bağlıdır. Buharlaştırıcı

(evaporatör), pompa (kompresör), yoğuşturucu (kondenser) ve genişleme vanası ("expansion valf") ana ekipmanları oluşturur. Bu ekipmanların ilişkisi, zincir halkasına benzer. Kapasite garantisi için ana ekipmanların doğru seçimi gerekir. Bu noktada karşımıza doğru saha analizinin yapılması çıkar. Soğutma uygulaması yapılacak yerin iklimsel değerleri, soğutucu akışkan basınç değerleri, soğuk oda nem ve sıcaklık değerleri ile ürünün depoya geliş sıcaklık değerleri, kritik önem taşır. Mutlaka düşünülmesi gereken bir başka konu da, laboratuvar şartı ile belirlenen kapasite değerlerinin, saha şartlarında üreteceği gerçek kapasitenin hesaplanması zorunluluğudur. Ayrıca çalışma aralığının incelenmesi ve iklimsel değişikliklerde alınacak sonuçlar da mutlaka irdelenmelidir.

#### 4.1.1 Evaporatör Seçimi ve Güvenilirliği

Evaporatörler, soğutma uygulamasında çok kritik bir önem taşır. İstenilen sıcaklık ve nem değerine göre oda sıcaklığı ile buharlaşma sıcaklığı arasındaki fark belirlenmelidir. Buharlaştırıcılar uluslararası geçerliliği olan bir sertifikaya (Eurovent gibi) sahip olmalıdır. Bu belge, kapasiteyi ve hava debisi değerlerini garanti altına alarak tasarım güvenliği sağlar. Sertifikaların alınma süreçleri sancılıdır. Ülkemizde ölçme sistematiği de yeterli seviyede değildir. Saha ölçümlerinde karşımıza çıkan değerlerde ise, ne yazık ki sertifikasız ürünlerde % 30'lara varan sapmalar oluşabilmektedir. Bu durumda oda sıcaklık değeri yüksek sıcaklık farkları (" $\Delta T$  - Temperature Difference") ile yakalanmakta ve buharlaştırıcı yüzeyinde yoğuşma miktarında artış ve buzlanma sorunlarını açığa çıkarmaktadır. İyi tasarım yapılan uygulamalarda, buz çözme gereksiniminin ya tamamen ortadan kalktığı ya da çok düşük bir seviyeye indiği gözlenmiştir.

Bugün soğuk depo fireleri olarak adlandırılan oranlar, iyi tasarımlarda %1 seviyesinin altına inmektedir. Yoğuşma

miktarının artması buz sorununu artıran ve enerji tüketimini yükselten ek bir kayıp yaratmaktadır. Tesis kurulumu sonrası çalışmalar mutlaka izlenmeli ve sıcaklık fark değerleri kontrol edilmelidir. (Daha sonraki yazılarda buharlaştırıcı (evaporatör) seçimleri detaylı olarak anlatılacaktır.)

#### 4.1.2 Kompresör Seçimi ve Güvenilirliği

Kompresör teknik verileri, buharlaşma sıcaklığı ve yoğuşma sıcaklığına göre tablolarda verilir ya da seçim programlarından alınır. Kullanılacak kompresörlerin uluslararası geçerliliği olan bir sertifikaya sahip olması gereklidir. Eldeki sertifikanın seçilen modeli kapsadığı, özellikle irdelenmelidir. Mutlaka kompresörün çalışma aralığı incelenmeli ve sınır değerlerden uzak durulmalıdır. Yapılacak soğutma uygulaması için geliştirilen özel ürünler varsa, tercih edilebilir. Soğutma yüküne göre kompresör seçilirken, buharlaştırıcı fanlarının ısı yükleri ek olarak hesaba katılmalıdır. Yani önce buharlaştırıcı seçilmeli, ardından fan yükleri ile birlikte soğutma yük hesabı tamamlanmalıdır. Kompresör (pompa) seçimi buna uygun yapılmalıdır. Özellikle derin soğutma ve şok uygulamalarında kapasite hesabı fan yükleri ile çok ciddi yükseliş gösterir. Normal odalarda ise (muhafaza) fan devirleri ciddi bir etkidir. Fanın kendi içindeki verimliliği mutlaka irdelenmelidir. Devir düştükçe birim hava başına düşen enerji gereksinimi azalır.

#### 4.1.3 Yoğuşturucu (Kondenser) Seçimi ve Güvenliği

Sistemden dışarı atılacak olan tüm ısı yükü, bu ekipman sayesinde atılır. Tasarım kriterlerine bağlı olarak çeşitli boyut ve yapılarda olabilir. Kuru hava ve gereksinime bağlı olarak nemlendirilerek de yük atımı sağlanabilir. Hesaplanmış olan kondenser kapasitesinin güvence altına alınması, tüm sistemin güvenliğini etkileyen en temel faktörlerden biridir. Bağımsız kuruluşlarca hazırlanmış olan



Şekil 5. Direkt Genleşme Oda Soğutucular



Şekil 6. Hava Soğutmalı Freon Kondensörler



Şekil 7. Elektronik Genleşme Valfleri

kapasite sertifikası (Eurovent gibi), sistem güvenliğini güvence altına alabilir. İklim koşuluna bağlı olarak sistemin dış basıncı, kondensör üzerinden oluşur. Sistem basınç değerlerinin kapasiteye bağlı olması, özellikle yetersiz kapasiteli ürünlerde yüksek basınç sorunlarına yol açar. Soğutma performansı düşer, iç basınç yükselir. Bu yükselme sınır değerleri aşarsa, mekanik arızaya kadar giden sorunlar yaratabilir. Mekanik arızaya geçerse bile, soğutma kapasitesini sınırlayan etkisi ile ürün güvenliğini tehlikeye sokabilir. Katalog verileri çoğu tesis için yeterli olmaz. Sahanın iklim koşuluna bağlı yoğuşma (kondanzasyon) sıcaklığı belirlenmeli ve bunu aşmayacak bir kondensör sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) belirlenmelidir. Soğutmaya en fazla gereksinim duyulan yüksek sıcaklık dönemleri (yaz ayları) yüksek yoğuşma sorunları nedeni ile işletmelerin ürün güvenliği yönünden en fazla riske girdikleri dönem olur. Bu nedenle saha ve iklim koşullarına uygun malzeme ve kapasite belirlenmesi yapılmalıdır. Verimlilik değerlendirmesinde fan önemli bir etken olduğundan, fan verimliliği özel olarak irdelenmelidir. Günümüz koşullarında basınca duyarlı devir kontrollü fanlar tercih edilmelidir.

#### 4.1.4 Genleşme ("Expansion") Vanası Seçimi ve Güvenliği

Genleşme vanası ana dört ekipmandan biri olarak, tüm sistem kapasitesine etki yapabilecek önemli bir ekipmandır. Tasarım koşullarına bağlı olarak yeterli geçirgenliğe sahip olmalıdır. Büyük veya küçük olması durumunda çeşitli sorunlar çıkabilir. Yeterli kısılma sağlanamaz ise, akışkan dönüşü, kompresörü riske sokabilir. Yeterli akışkanı gönderemez ise, buharlaştırıcı kuru kalır ve kapasite kaybına yol açabilir. Vana seçimini çalışma koşullarına uygun bir senaryoya göre yapılarak, güvenli ürün sağlanabilir. Elektronik vanalar, termostatik vanalara göre daha

işlevsel ve geniş bir çalışma aralığı ile kolay kurulum ve kapasite güvenliği sağlayabilir.

## 5. SONUÇ

Endüstriyel Soğutma yatırımlarında güvence, günümüzün önemli bir başlığı haline gelmiştir. Tesis ziyaretlerinde karşılaştığımız sorunların ana gövdesinin tasarım/projeleme süreçlerindeki tanım/şartname eksikliklerinden oluştuğunu görüyoruz. Ülkemizde ölçme teknikleri ve sertifikasyon süreçleri, ne yazık ki istenilen seviyelerde değildir. Yatırımcı/işletmeciler tarafından ise, sonuçlardan kaynaklı sürekli şikayet konuları oluşmaktadır. Bu şikayetlerin en aza indirilebilmesi için bir yol haritası çıkarmayı hedefledik. Yatırımcılar bu bakış ile güvenli tesislere kavuşabilirler. Malzeme tedarikçileri sertifikalı ürünlerini geliştirerek, yatırımcıya güven verebilirler. Montörler ise güvenceli ekipman ile güvenli tesis oluşturma konusunda daha başarılı olabilirler.

Mühendislik alanının gelişimi ölçme tekniklerinin gelişimi ile doğru orantılıdır. Yatırım bütçesi olarak ciddi boyutlara sahip Endüstriyel Soğutma alanında güvenli tesisler için güvenceli ürünler kullanmalıyız. Ürünün güvencesi üretici dışında bağımsız kuruluşlarca onaylanmalıdır. Eurovent sertifikası bu alanda önemli bir boşluğu doldurmuştur. Gelecekte bu ve benzeri sertifikaları ülke sınırları içinde akredite olmuş kurumlar üzerinden çözmek de sektör olarak önemli bir sorumluluğumuzdur.

Güvenli tesisler için, güvenceli/sertifikalı ekipmanlar kullanalım. ◀◀