

YÜKSEK YANICI SOĞUTUCU AKIŞKANLARLA ÇALIŞAN, KONUT TİPİ ISI POMPALARINDA (HAVA-SU) GÜVENLİ KULLANIM KILAVUZU

Konut kullanımı için dış mekana monte edilen R-290 tabanlı hava-su monoblok ısı pompalarının güvenli bir şekilde kullanılması anlatılmaya çalışılmıştır. Ancak, **her zaman üretici firmanın montaj kılavuzundaki talimatlara uymak gerekiyor, tüm bilgiler öneri niteliğindedir.**

Isı pompası sistemlerinde **yanıcı soğutucularla çalışırken güvenlik** konusunda farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır.

Isı pompaları için minimum çevresel etkiye sahip olan R-290 (propan) yanıcılığından dolayı özel kullanım ve kurulum gerektirir. Mevcut güvenlik standartları genellikle bu tip ısı pompalarının tüm yaşam döngüsünü kapsamaz ve bu da servisleri ve ev sahiplerini riske atar.

Bu çalışma, **özellikle R-290 gibi daha yüksek yanıcılığa sahip soğutucular kullanan, küçük alanlarda dış mekan kurulumu için tasarlanmış, kendi kendine yeten hava-su ısı pompalarının güvenli bir şekilde kullanılmasına odaklanmaktadır.**

HC içerikli alternatifler daha iklim dostu olsa da, aynı zamanda artan yanıcılık riskleri de sunabilirler ve bu da uygun kullanımı zorunlu hale getirir. Bu kılavuz, bu HC'la çalışan sistemlerin güvenli ve sorumlu bir şekilde yönetilmesini desteklemek için temel yasal, normatif ve teknik hususları ana hatlarıyla belirtir.

Hedef kitle, ürünün yaşam döngüsünün herhangi bir aşamasında yer alan üreticiler, montajcılar, tesisatçılar ve diğer profesyonelleri içerir; üretimden kullanım ömrünün sonuna kadar. Bu çalışma son kullanıcılar için tasarlanmamış olsa da, R-290 soğutkanı içeren ürün sahiplerini **herhangi bir soru veya endişeleri için kalifiye bir profesyonele veya hizmet sağlayıcısına danışmasını tavsiye ediyoruz.**

Isı pompaları, ısıtmada fosil yakıtlardan uzaklaşmanın anahtarıdır. AB ülkeleri iklimi maksimum düzeyde korumak için ısı pompaları giderek daha düşük etkisi bulunan sera gazı soğutucularına geçiş yapmaktadır. Bu soğutucular daha yanıcı olduğundan, ısı pompası montajcılarının ve tüketicilerin güvenliğini sağlamak son derece önemlidir.



GENEL

Bu kılavuzun hedef kitlesi; üretimden imhaya kadar cihazla ilgilenen üreticiler, montajcılar, tesisatçılar ve ilgili profesyonellerdir.

1. KAPSAM

Bu kılavuz, küçük alanlarda kullanılan, dış mekâna monte edilen ve R-290 gibi daha yüksek yanıcılığa sahip soğutucular içeren kendi içinde kapalı hava-su tipi ısı pompalarının elleçlenmesiyle ilgilidir.

Elleçlenme: Bir malzemenin ya da yükün bir yerden bir başka yere aktarılması ve bu sürecin yönetilmesi anlamına gelmektedir.

Kapsanan yaşam döngüsü aşamaları:

- Yerinde risk değerlendirmesi
- Kurulum yeri
- Depolama ve taşıma
- Kurulum
- Devreye alma
- Kullanım
- Bakım ve onarım
- Hizmet dışı bırakma, söküm ve imha



DİKKAT: Bu belge bir kılavuzdur ve ulusal iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının ve üretici talimatlarının yerine geçemez. Bu kılavuzda belirtilen bilgiler bağlayıcı değildir.

2. YETERLİLİK VE SERTİFİKASYON

Isı pompaları üzerinde veya çevresinde çalışmak belirli bir bilgi birikimini gerektirir ve bu çalışmalar, farklı yeterlilik düzeyleri gerektiren iki kategoriye ayrılır:

2.1 Soğutucu devresinin dışında / soğutucu devresini açmadan yapılan işler

Soğutucu akışkanlarla ilgili sertifikaya sahip olmak zorunlu değildir; ancak, soğutucu devresi dışında yapılan işler (devreye alma, taşıma, çalıştırma, kurulum, genel bakım ve ekipmanın sökülmesi gibi) için eğitim, deneyim ya da talimat yoluyla edinilmiş uzmanlık gereklidir.

Bu tür işlemler, uygun aletler ve Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) kullanılarak ve sızıntı olmamasına dikkat edilerek, gerekli yeterliliğe sahip kişilerce yapılmalıdır. Bu kişilere, üreticiye özgü ürün eğitimlerine (taşıma, kurulum ve söküm konularında) katılmaları önerilir.

2.2 Soğutucu Devresinin Açılmasını Gerektiren İşler

Bu işler, soğutucu devresinin açılmasını gerektiren işlemleri kapsar; örneğin, kullanımda denetim, sızıntı kontrolü, devre bakımı, hizmet dışı bırakma, soğutucu akışkanın çıkarılması, yeniden dolumu ve soğutucu devresindeki bileşenlerin değiştirilmesi gibi.

Soğutucu akışkanların elleçlenmesi konusundaki uzmanlık, teknisyenin güncel F-Gaz yönetmeliğine uygun bir sertifikaya sahip olması ile kabul edilir. Tüm soğutucu türleri için sertifika zorunludur.

3. KURULUM YERİ

Aşağıda sunulan öneriler, üretici tarafından sağlanması gereken talimatlara örnek teşkil eder. Her durumda üretici talimatlarına uyulmalıdır.

3.1 Zemin Seviyesinde Dış Mekan Kurulumu

Üretici talimatlarında belirtilen minimum mesafeler dikkate alınmalıdır.

Isı pompaları dış mekana kurulduğunda, bir sızıntı durumunda yanıcı hale gelebilecek soğutucu gaz konsantrasyonlarının binaya girmesinin önlenmesi gerekir. Ayrıca, dış mekanda ya da komşu binalarda bulunan bireyler için risk teşkil etmediğinden emin olunmalıdır.

Her durumda, soğutucu sızıntısı halinde güvenlik sağlamak için gereken minimum mesafeler ve/veya diğer önleyici tedbirler konusunda üretici talimatlarına uyulmalıdır.

Bu minimum mesafeler içinde, aşağıdakilerin olmaması gerekir:

- Normal çalışma sırasında kalıcı veya geçici tutuşma kaynakları
- Açılabilir pencereler, kapılar, ışık bacaları, çatı pencereleri, havalandırma sistemlerine ait açıklıklar gibi bina girişleri
- Arazi sınırları, komşu mülkler, yaya yolları ve araç yolları, çukur veya eğimli alanlar
- Kanalizasyon ve atık su kuyularına açık girişler

Minimum mesafelerin tanımları üreticiye özgü olarak değişkenlik gösterebilir. Kurulum sırasında, minimum mesafeler üreticinin yönergelerine uygun olarak mutlaka korunmalıdır. Montajcı, son kullanıcıyı bu mesafelerin her zaman korunmasından sorumlu olduğu konusunda bilgilendirmelidir.

Montajı gerçekleştiren kişi, son kullanıcıya, bu mesafelerin sürekli olarak korunmasından kendisinin sorumlu olduğunu açıkça bildirmelidir.

Kurulum konumunun, yukarıdaki listede yer alan açıklıkların kaçınılmaz olarak minimum mesafeler içinde kalacağı şekilde seçilmesi gerekiyorsa, kurulum alanının çevresi kalıcı ve sızdırmaz bariyerlerle (örneğin: duvarlar veya bölmeler) yeniden düzenlenebilir.

Üreticiye özgü bilgiler (örneğin: köşe veya niş montajına yönelik talimatlar ve açıklık mesafeleri) dikkate alınmalıdır.

Minimum mesafelerin farklı yönlere genişletilmesi gerekiyorsa, bu orantılı şekilde uygulanmalıdır.

Her durumda, hem ekipmanın hem de çevresindeki yapıların, gazın durgunlaşmasına neden olabilecek riskli alanlar oluşturmadığından emin olunmalıdır.



3.2 Duvara Monte Kurulum

Duvara monte edilen ısı pompaları için, minimum mesafe gereklilikleri, zemin seviyesindeki kurulumlar için geçerli olanlarla aynıdır.

Bu kurulum türünde de, üreticinin belirttiği minimum güvenlik mesafelerine mutlaka uyulmalıdır. Ayrıca, cihazın kurulduğu duvar yüzeyinin, yük taşıma kapasitesi ve titreşimleri emme açısından yeterli olması gerekir.

Kurulum yapılacak duvarın, cihazın çalışması sırasında oluşabilecek mekanik titreşimleri ve ağırlığı güvenle taşıyabilecek sağlamlıkta olması önemlidir. Duvar yapısı zayıfsa, ek sabitleme sistemleri gerekebilir.

Havalandırma gereklilikleri ve tutuşma kaynaklarından uzaklık, zemin kurulumuyla aynı düzeyde dikkate alınmalıdır. Üretici talimatlarına göre, duvar kurulumları için özel koruma sistemleri (örneğin: titreşim emici destekler veya ses izolasyon kitleri) gerekebilir.

Uyarı: Kurulumun yapıldığı alanın çevresinde **potansiyel gaz birikimi riski** yaratabilecek boşluklar veya bölmeler bulunmamalıdır. Risk değerlendirmesi bu noktada tekrar gözden geçirilmelidir.

3.3 Çatı / Çatı Terası Kurulumu

Çatıya yakın dış ortam kurulumları için, zemin seviyesi kurulumlarında geçerli olan tüm gereksinimler burada da geçerlidir.

Buna ek olarak:

- **Çatı havalandırma sistemleri ve çatı drenaj sistemleri, koruma alanı içerisinde yer almamalıdır.**
- **Parapet** bulunan alanlarda, **yoğun gazların birikmesi** riski göz önünde bulundurulmalıdır ve bu riskten kaçınılmalıdır.

Kurulum sırasında aşağıdaki önlemlere dikkat edilmelidir:

- Çatının statik yük taşıma kapasitesi önceden kontrol edilmelidir.
- Yoğun gazların birikebileceği kapalı alanlar oluşturulmamalıdır.
- Çatıdaki açık menfez, baca, havalandırma açıklığı gibi yapıların güvenli mesafede yer almasına dikkat edilmelidir.



3.4 Yoğuşma Suyu Drenajı

Yoğuşma suyu drenajının **donmaya karşı korumalı olması** ve örneğin **kar birikimi gibi nedenlerle tıkanmaması** sağlanmalıdır. Aksi takdirde bu durum, evaporatörde **buz oluşumu** ve dolayısıyla **sızıntıya yol açabilecek hasarlara** neden olabilir.

Ayrıca:

- **Yoğuşma giderleri**, herhangi bir **drenaj sistemine bağlanmamalıdır**.
- Bir soğutucu gaz sızıntısı durumunda, soğutucu gazın kanalizasyona boşaltılması, burada **yanıcı bir karışımın oluşmasına** neden olabilir.

Bu nedenle drenaj sisteminin bağımsız ve açık havaya yönlendirilmiş olması tercih edilir.

Yoğuşma gider sisteminin donmaya karşı dayanıklı olması ve tıkanmalara (örneğin kar birikmesi) karşı korunması, evaporatör üzerinde buz oluşumunu ve bunun yol açabileceği sızıntı gibi hasarları önlemek açısından kritik öneme sahiptir.

Önemli Not: Yoğuşma suyu drenajı, herhangi bir kanalizasyon sistemine bağlanmamalıdır. Bir soğutucu gaz sızıntısı durumunda, bu gazın kanalizasyona karışması, içeride **yanıcı bir karışım oluşmasına** neden olabilir.

4. SAHA İÇİ EKİPMAN ELLEÇLEMESİ

4.1 Soğutucu Devresi Açılmadan Yapılan İşlemler

Her ısı pompası üreticisi, ürününü piyasaya sürmeden önce ilgili tüm yasal düzenlemelere uygun bir **CE uygunluk beyanı** hazırlamakla yükümlüdür. Bu kapsamda:

- Her ısı pompası, üretici tarafından **basınç dayanım testi, sızdırmazlık testi ve basınç sınırlandırıcı güvenlik şalterlerinin fonksiyon testinden** geçirilir.

Ancak, **taşıma ya da kurulum sırasında uygun şekilde elleçlenmeyen** cihazlarda soğutucu sızıntısı meydana gelebilir ve bu da **patlayıcı bir atmosfer oluşmasına** neden olabilir.

Üreticiler, tüm paydaşları, bu tür risklere karşı **gerekli güvenlik önlemlerini** almaları konusunda bilgilendirmelidir.

Montaj, devreye alma ve genel bakım sırasında, **tutuşma kaynaklarından kaçınılması** özellikle tavsiye edilir. Bu; kıvılcım çıkarabilecek veya yüksek sıcaklık üretebilecek tüm faaliyetleri kapsar.

Not: Kurulum, **soğutucu devresi açılmadığı sürece**, yeterli güvenlik önlemleri (minimum açıklıklar dahilinde) alınarak **sertifika gerektirmeyen kalifiye personel** tarafından yapılabilir.

Kalifiye bir kişi, üretici tarafından belirlenen aletleri kullanarak ve gerekli güvenlik önlemleriyle, bir **havalandırma sistemi** ya da **gaz algılama cihazı** yardımıyla olası yanıcı gaz bulutunu seyreltip tespit edebiliyorsa, bu alan **tehlikesiz bölge** olarak değerlendirilebilir ve normal çalışma için öngörülen aletler kullanılabilir.

Not: Kullanılan **seyreltici fan**, sızıntıyı dağıtarak tespiti zorlaştırabilir.

Eğer sızıntı, **sertifikasız personel** tarafından tespit edilirse, bu kişinin müdahalede bulunması **kesinlikle yasaktır**.

Aksi takdirde, kişi farkında olmadan **yanıcı gaz bulutunu yayabilir** ya da **tutuşma kaynaklarını devreye sokabilir**.

Bu durumda yapılması gereken:

- Derhal alandan uzaklaşmak,
- Çalışma bölgesini güvenli hale getirmek,
- Yetkili, sertifikalı bir teknisyeni ya da **itfaiyeyi** çağırmaktır.

Üreticilere Önerilen Güvenlik Önlemleri:

- **Kişisel Koruyucu Donanım (KKD)** giyilmelidir
- Yalnızca çalışılan güvenlik bölgesine uygun **onaylı aletler** kullanılmalıdır.
- Çalışma alanı işaretlenmeli ve tutuşturucu kaynaklar (örneğin elektrikli aletler, bilgisayarlar vb.) kaldırılmalıdır.
- **Gaz izleme sistemi, patlamaya dayanıklı portatif havalandırma ekipmanı** ve **yangın söndürücü** hazır bulundurulmalıdır.
- Yeterli **havalandırma sağlanmalıdır**.
- **Topraklama bağlantısı**, kurulum tipi ve talimatlara uygun şekilde yapılmalıdır.
- Binaya yapılan kablo ve boru geçişleri **gaz sızdırmaz** olmalıdır.
- Güç beslemesi, **acil durumlarda ve bakım işlemlerinde cihazın enerjisini kesebilecek şekilde** düzenlenmiş olmalıdır.

Ekipmanın dış kapağına yaklaşırken ve açarken aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

Güvenli Müdahale Adımları:

1. **Uygun KKD giyin:** korumalı kıyafet, güvenlik ayakkabısı, kişisel gaz dedektörü vb.
2. **Uygun aletleri ve güvenlik önlemlerini kullanın:** Yangın söndürücü, HC sertifikalı sızıntı dedektörü vb.
3. **Kişisel gaz dedektörü** ve **HC sızıntı dedektörünü**, ekipmana en az **10 metre mesafede** açın ve kalibre edin.
4. **Ekipmanın altı ve çevresi**, HC sızıntı dedektörüyle kontrol edilmelidir.
5. Eğer gaz yoksa, **kıvılcım üretmeyen tornavida ile kabin açılabilir**.
6. Ekipmanın içi, HC sızıntı dedektörüyle taranmalıdır.
7. Gaz yoksa, dedektör ekipmanın **alt kısmına yerleştirilerek** işlem sırasında oluşabilecek sızıntılar izlenmelidir.
8. Eğer herhangi bir adımda gaz sızıntısı tespit edilirse:
 - o Hemen alandan uzaklaşılmalı,
 - o **Yetkili bir teknisyen** veya **itfaiye çağrılmalı**,
 - o **Çalışma alanı güvene alınmalıdır**.



4.1.1 Kurulum ve Devreye Alma

Isı pompaları, üretici talimatlarına uygun olarak **adım adım devreye alınmalıdır** ve sadece kalifiye personel tarafından kurulmalıdır.

Yapılacak işin türüne (örneğin: soğutucu devresine müdahale) bağlı olarak gerekli yeterlilik seviyesi değişebilir.

Kurulumdan önce, sistemin üretici talimatlarına uygun şekilde kurulup kurulmadığı kontrol edilmelidir:

- Kullanılan soğutucuya bağlı olarak montaj koşulları,
- Elektriksel ve hidronik bağlantılar uygun şekilde yapılmış olmalıdır.

Ekipmanın kurulum ve devreye alma sürecinde, **hidronik devredeki tüm havanın sistemden tamamen çıkarılması** çok önemlidir.

Üretici, **ikincil devredeki ısı transfer sıvısının donmasıyla ilgili riskler** hakkında bilgi sağlamalı ve geçerli standartlarda öngörülen önlemlere ilişkin önerilerde bulunmalıdır.

Ayrıca üretici:

- Hangi **ikincil ısı transfer sıvılarının** kullanılabileceğini,
- Donmaya karşı koruma sağlamak için **sensör ayar noktasının** ne olması gerektiğini,
- **Gaz ayırıcıların** düzgün çalışıp çalışmadığını,

belirtmeli ve doğrulamalıdır.

Bir **soğutucu sızıntısı**, ısıtma devresinde meydana gelirse, otomatik tahliye vanaları, güvenlik basınç tahliye valfleri veya radyatör hava tahliye elemanları yoluyla **kritik miktarda yanıcı gazın** binaya girmesi önlenmelidir.

Bu sebeple, üreticinin:

- Tahliye donanımları,
- Otomatik güvenlik basınç tahliye valfleri (minimum açılma basıncı),
- Ve diğer koruyucu önlemlere ilişkin teknik şartnameleri mutlaka dikkate alınmalıdır.

4.1.2 Denetim (İnceleme)

ISO 5149-4 ve **EN 378-4** standartlarına göre denetim, sistemin çalıştığı süre boyunca gerçekleştirilmelidir ve üretici talimatlarına uygun olarak yapılmalıdır.

Bir **sızıntı riski** durumunda, ortamda **patlayıcı karışımlar** bulunabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle:

- Bölgeye, sızıntı dedektörü ile yaklaşılmalıdır.
- Sızıntı tespit edilirse: alan güvene alınmalı, yetkili teknisyen ya da itfaiye çağrılmalıdır.
- Müdahale sırasında, yakın çevrede **tutuşma kaynağı** bulunmamasına dikkat edilmelidir.

EN 378-2 'de yer alan kontrol listesine göre şu eylemler önerilir:

- Ekipmanda hasar olup olmadığını kontrol edin.
- Tüm bileşenlerin üreticiye ait teknik özelliklere uygun olup olmadığını kontrol edin.
- Güvenlik donanımlarının mevcut olup olmadığını kontrol edin.

- Güvenliği sağlamak üzere gerekli düzenlemelerin yapıldığından emin olun.
- Soğutucu akışkanın çevreye kasıtlı olarak salımını önleyici talimatları ve işaretlemleri kontrol edin.
- Sistemin işletme talimatlarında belirtilen şemalarla kurulumun karşılaştırmasını yapın.
- Sıcaklık ve basınca bağlı olarak oluşan titreşimleri ve hareketleri değerlendirin.
- Montaj bağlantılarını ve vanaları kontrol edin.
- Mekanik hasara karşı korumanın yeterliliğini kontrol edin.
- Hareketli parçaların korunup korunmadığını gözden geçirin.

4.2 Soğutucu Devresinin Açılması

Bu bölümde tanımlanan tüm işlemler, yalnızca üretici talimatlarına, ilgili ulusal yönetmeliklere uygun olarak **yeterli eğitime ve sertifikaya sahip personel** tarafından gerçekleştirilmelidir.

4.2.1 Bakım, Servis ve Onarım

Aşağıda belirtilen ek güvenlik önlemleri önerilmektedir:

- Riski en aza indirmek amacıyla, **kurulum talimatlarına uygun şekilde sahada risk değerlendirmesi yapılmalıdır.**
- **Yakın çevredeki herkes,** olası riskler hakkında bilgilendirilmeli ve güvenlik önlemlerine uymaları konusunda uyarılmalıdır. Bu çevre, üretici tarafından tanımlanan **güvenlik bölgesi** ile sınırlanmalıdır.
- **Güvenlik bölgesinin sınırlarına bilgi tabelaları** yerleştirilmelidir.
- **Kişisel gaz dedektörü** ve **HC sertifikalı sızıntı dedektörü,** tarafsız bir ortamda önceden **kalibre edilerek,** alt patlama sınırının (LEL) en fazla %20'sine ayarlanmalıdır.
- **Kontrol kutuları ve pano kapakları açılmadan önce,** cihazın tamamen **enerjisizleştirilmesi** ve kondansatörlerin deşarj edilmesi gerekir. Kapalı konumda dahi, bazı kondansatörler ya da piller enerji tutabilir.
- Açık soğutma sisteminde her zaman **sürekli azot gazıyla (inert gaz) akışı** altında çalışılmalıdır. (Örn. Azot, Argon veya Karbondioksit)

Soğutucu devresi açılırken veya **patlayıcı bir atmosferin** mevcut olabileceği durumlarda:

- Yeterli havalandırma sağlanmalı,
- Tutuşma kaynaklarından kaçınılmalı,
- Gaz varlığı sürekli olarak izlenmelidir.

Soğutucu gazın sistemden geri kazanımı:

- Uygun **geri kazanım tüpleri, geri kazanım ekipmanı** ve **vakum pompası** kullanılmalı; kapasite ve kullanılan soğutucu tipi kontrol edilmelidir.
- Geri kazanım sırasında, tüm vanalar ve hortumlar uygun bir **sızıntı dedektörü** ile kontrol edilmelidir. Soğutucu devresi yaklaşık **500 micron'a kadar vakumlanmalıdır.**
- Geri kazanım sonrasında, **kompresör yağında kalan** küçük miktarlardaki soğutucunun da çıkarılabilmesi için işlemin **azot gazıyla (inert gaz) temizlenerek** tekrarlanması gerekebilir.
- Geri kazanım işlemi tamamlandıktan sonra, hortumların vanaları **iyi havalandırılan açık bir alanda** açılarak içinde kalmış olabilecek gaz dışarı atılmalıdır.
- Geri kazanım işlemi süresince **sistem sürekli izlenmelidir.**



Azot gazıyla temizleme süreci (inert gaz purging):

1. Soğutucu devresi, **basınç regülatörü** aracılığıyla atıl gaz tüpüne bağlanır. Tahliye hattı, güvenli bir alana yönlendirilmelidir.
2. Atıl gaz silindiri üzerindeki regülatör valfi, **1,0 bar** seviyesine açılarak sistemden (ya da onarım yapılacak bölümden) gaz geçirilir. Tahliye noktasında yanıcı gaz tespiti yapılmamalıdır.
3. Bağlantı noktası, sistem üzerinde mümkün olan en uzak noktaya taşınarak işlem tekrarlanır.
4. ISO 22712 ve ISO 5149-4 standartlarına göre, bu işlem bağlantı noktası değiştirilerek birkaç kez yinelenmelidir.
5. Bu işlemler sırasında **yağ içinde bağlı kalan propan buharlarının** neden olabileceği riskleri önlemek amacıyla, devrede sürekli olarak **azot gaz akışı** sağlanmalıdır.
6. Tahliye alanında çıkan gaz karışımı, **ATEX onaylı bir fanla seyreltilmeli** veya gerekirse **mobil bir gaz yakma ünitesi (flare)** ile güvenli şekilde bertaraf edilmelidir.

Dikkat: Soğutucu tamamen çıkarılmadan sistem açılmamalıdır.

Soğutucu bileşenlerinin temizlenmesi, onarımı veya değiştirilmesi:

- Kullanılan ürünlere bağlı olarak farklı senaryolar mümkündür.
Örneğin:
 - Lehimleme gerekebilir ya da gerekmez.
 - Servis portlarının bulunup bulunmadığı önemlidir.
- Üretici firmalar, bu süreç hakkında uzmanları bilgilendirmelidir.

Sökülen bileşenlerin elleçlenmesi:

- **Kompresör yağı kalıntısı** içerebilecek soğutma bileşenleri dikkatle elleçlenmelidir.
 - Yağ içeren açık kap, **güvenli bir alana** konulmalı ve içindeki tüm gaz buharlaştıktan sonra **metal bir kutuya** aktarılmalıdır.
- Bileşen **kapatılabilir** ise, içi **azotla yıkanmalı** ve ortam basıncında **azotla kapatılmalıdır**.
- Bileşen **kapatılamıyorsa**, **iyi havalandırılan bir alana** taşınmalı ve depolanmalıdır.
 - Bu tür bileşenlerin yanına kimsenin yaklaşmaması ve **tutuşma kaynağı getirilmemesi** için **uyarı levhaları** yerleştirilmelidir.
- Nakliye sırasında sızıntıyı veya gaz birikmesini önleyecek şekilde yerleştirilmelidir.
- İçinde soğutucu buharı olabileceği konusunda **uyarı etiketi** açıkça görünür olmalıdır ve bu **imha edilene kadar** çıkarılmamalıdır.
- Tüm bertaraf işlemleri ulusal yönetmeliklere uygun şekilde yapılmalıdır.

Sızdırmazlık testi (sızdırma kontrolü):

- Soğutucu dolumu öncesinde, **basınç ve sızıntı testi** yapılmalıdır.
- Üreticinin öngördüğü tüm güvenlik kontrolleri gerçekleştirilmelidir (örneğin: basınç anahtarı testi, potansiyel dengeleme vs.)

Soğutucu dolumu:

- Dolumdan önce:
 - Soğutucu tipinin doğruluğu,
 - Gerekli miktarın yeterliliği teyit edilmelidir.
- Devreye hava girmesi önlenmelidir; aksi takdirde yangın veya patlama riski oluşabilir.
- **Aşırı dolum yapılmamalıdır.**

Deneme çalışması, sızıntı kontrolü ve son kontroller:

- Ekipman çalışırken, performansı ve tüm sızdırmazlık noktaları kontrol edilmelidir.
- Özellikle **sızdırmazlığı sağlanmış muhafaza parçalarının** yeniden kontrolü yapılmalıdır.
- Uyarı işaretlerinin **görünür ve okunabilir** olduğundan emin olunmalıdır.

Uyarı: Soğutucu gaz **kapalı bir binada veya kamusal alanda** havaya salınmamalıdır.

4.2.2 Hizmet Dışı Bırakma ve Bertaraf

Soğutucu devresi veya sızdırmaz muhafaza üzerinde çalışmadan önce, önceki sayfalarda belirtilen tüm güvenlik önlemleri eksiksiz şekilde uygulanmış olmalıdır. Cihaz **soğutucu gaz** veya **yağ** içerdiği sürece, kurulum talimatları geçerliliğini korur.

Isı pompasının ikincil devresindeki su, bağlantı borularından ve kondenserden tamamen boşaltılmalıdır. Bu, donma nedeniyle oluşabilecek hasarların önlenmesi açısından önemlidir.

Geçici Depolama Durumları:

Bazı durumlarda, cihazlar geçici olarak aşağıdaki gibi **uygunsuz koşullarda depolanabilir**:

- Kamusal atık toplama alanları,
- Geçici atık işleme tesisleri,
- Üretici dışında farklı noktalarda geçici depolama.

Bu gibi durumlarda, **üreticiler aşağıdaki hizmet dışı bırakma adımlarını** net bir şekilde belirtmelidir:

- Soğutucu gaz, **ulusal mevzuata uygun şekilde** çıkarılmalıdır.
- Soğutucu devresi vakumlanmalıdır.
- Devre, **en az 5 dakika süreyle azot gazıyla yıkanmalıdır.**
- Sonrasında yeniden vakum uygulanmalıdır.
- **Azotla temizleme işlemi tekrarlanmalıdır.**

Etiketleme:

EN 60335-2-40'ye uygun olarak, cihaz üzerine aşağıdaki bilgileri içeren bir **etiket** yapıştırılmalıdır:

- Cihazın hizmet dışı bırakıldığı,
- Soğutucudan tamamen boşaltıldığı,
- İçinde atıl gaz bulunduğu ve bunun basıncı,
- Etiket tarihi ve imzası.

Not: Vakum süresi, yağda çözünmüş tüm soğutucuyu çıkarmaya yetmeyebilir. Devredeki basıncın bırakılması, ilave gaz salımına ve olası **patlayıcı karışımların** oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle, özellikle **kompresör gibi bileşenler**, taşıma sırasında **sızdırmaz şekilde kapatılmalıdır**.

Ayrıca, teknisyenlere yönelik bilgiler **çevrimiçi olarak** erişilebilir hale getirilmelidir. Ekipman üzerindeki **işaretlemeler**, son kullanıcılar, teknisyenler, taşıyıcılar ve atık işleme operatörleri için **farkındalık artırıcı** bir yöntem olarak işlev görmelidir.

Ekipmanın tümü yalnızca **yetkili bertaraf firmaları** tarafından imha edilmelidir.

Cihazlar bertaraf tesisine taşınmadan önce **soğutucudan boşaltılmış olmalıdır**, ancak yine de atık tesisleri aşağıdaki hususları dikkate almalıdır:

- **Patlama riski olmayan bir ortam** sağlanmalı: iyi havalandırma yapılmalı, tutuşma kaynakları kaldırılmalı ve uygun **yangın ve patlama güvenlik politikaları** uygulanmalıdır.
- Ekipman hasarlardan korunmalıdır.
- Aynı alanda depolanabilecek **maksimum cihaz sayısı**, **yasal mevzuata** göre belirlenmelidir.

5. ETİKETLEME VE BELGELENDİRME

5.1 Etiketleme

Her ısı pompası, üzerine yerleştirilmiş, açıkça okunabilir bir **tanıtım etiketi** taşımalıdır. Bu etiket **çıkarılamaz veya üzeri kapatılamaz** olmalıdır.

Etiket aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- **Soğutucu gaz numarası** (ISO 817'ye göre)
- **Soğutucu gaz miktarı** (kg cinsinden)
- Gerekirse, devreye alma sırasında ilave edilen **soğutucu dolum miktarı**
- **Maksimum izin verilen basınç(lar)** (PS)
- ISO 7010-W021 (2011-05) standardına göre **alev simgesi**
- **Üretici firma adı ve adresi**
- **Üretim yılı**

Eğer cihazda bir **servis bağlantısı** bulunuyorsa ve kullanılan soğutucu gaz, bu bağlantı üzerinden açıkça anlaşılmıyorsa:

- Bağlantı noktasında, kullanılan gaz tipi açıkça belirtilmelidir.
- Ayrıca, **yangın riski** uyarısı içeren bir işaret yer almalıdır.

Tehlikeli madde sembolleri, cihaz kurulduktan sonra **görülebilir konumda** olmalıdır. Bu işaretlemeler, bakım veya onarım için çıkarılması gereken bir parçanın **arkasında da yer alabilir**.

5.2 Operatör için Belgelendirme

Üretici, cihazla ilgili olarak operatöre aşağıdaki belgeleri sağlamakla yükümlüdür:

- **Uygunluk Beyanı**
- İlgili **ulusal dilde** yazılmış **kurulum ve kullanım kılavuzlarının** basılı kopyası
- **Servis kılavuzu**, basılı kopya olmak zorunda değildir; nasıl sunulacağı üreticinin tercihinine bağlıdır
- **Teknik özellikler**, örn. kullanılan soğutucu, enerji sınıfı etiketi, ürün bilgi föyü vb.

6. TAŞIMA

Tüm ısı pompaları için geçerli taşıma kuralları aynı olsa da, **yanıcılıkla ilgili risk düzeyine göre** öneriler değişiklik gösterir. Aşağıda belirtilen üretici bilgileri ve bu bölümdeki talimatlar:

- **Kurulum personeli,**
- **Taşıyıcılar,**
- **Depolama sorumluları** için hazırlanmıştır.

6.1 Şantiye Operasyonları İçin Taşıma ve Depolama Bilgisi

Aşağıdaki genel kurallara taşıma ve sahada depolama sırasında uyulmalıdır:

- Cihazın bir **nakliye firması** veya **lojistik şirketi** (örn. toptancı) tarafından taşınması önerilir.
- Araçta uygun **yangın söndürücü** bulundurulmalıdır.
- Taşıma, üretici talimatlarına uygun şekilde ya da aksi belirtilmedikçe **dikey pozisyonda** yapılmalıdır.
 - Cihazı yatay taşımak, hasara neden olabilir.
 - Ambalaj üzerindeki etiketler bu konuda bilgi verir.
 - Ayrıca **ulusal kurallara** da başvurulmalıdır.
- Soğutucu içeren cihazlar yalnızca **orijinal ambalajlarında** taşınabilir.
 - Ambalajsız taşımada, devrede soğutucu bulunmamalıdır.
 - Bu kural, cihazın **üreticiye ya da toptancıya iadesi** sırasında da geçerlidir.

- Taşıma ve depolama süresince, ortamda yeterli **havalandırma** sağlanmalıdır.
 - Bu, hem **üst hem de alt noktalarda** hava akışı sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.

6.1 Şantiye Operasyonları İçin Taşıma ve Depolama Bilgisi (devam)

Aşağıdaki güvenlik önlemleri de dikkate alınmalıdır:

- **Tutuşma kaynakları**; örneğin kıvılcım çıkaran aletler, sigara içilmesi, sıcak yüzeyler vb. taşıma ve depolama alanında **kesinlikle yasaktır**.
- Cihazlar, müşteri sahasında uzun süreli bekletilecekse:
 - **Zemin seviyesinin üzerinde,**
 - **Yeterli hava sirkülasyonunun sağlandığı** alanlarda muhafaza edilmelidir.
- **Havasız konteynerlerde depolama kesinlikle yasaktır.**
- Yanıcı HC soğutucu içeren cihazların saklandığı alanlarda, **sabit gaz kaçak algılama sistemlerinin** bulunması önerilir.

Aşağıda, taşıma sırasında kullanılabilecek örnek bir **ambalaj etiketi** yer almalıdır. **Minimum açıklık mesafeleri**, üreticiye bağlı olarak değişiklik gösterebilir ve mutlaka **üretici talimatlarına göre** uygulanmalıdır.

6.2 Taşıma Hasarı

Cihaz taşıma sırasında **zarar görürse**, aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

- **Hemen araç durdurulmalıdır.**
- **Sertifikalı bir kişi** veya **itfaiye** ile iletişime geçilmelidir.

Bu kişi ya da ekip gelene kadar **hiçbir başka işlem yapılmamalıdır**.

Sertifikalı uzman, ortamda **patlayıcı bir atmosfer olup olmadığını** kontrol etmelidir.

Taşıma kazası sonrası aşağıdaki kurallara uyulmalıdır:

- Üreticinin ya da lojistik firmasının belirttiği **minimum güvenlik mesafeleri** uygulanmalıdır.
- **Tutuşma kaynakları**, bu güvenli bölgenin dışında tutulmalıdır.
- Soğutucu gaz, bir **servis teknisyeni** tarafından uygun şekilde **boşaltılmalı** ve bertaraf edilmelidir.
- Taşıma aracında, **uygun bir mobil gaz dedektörü** bulundurulması önerilir.
 - Bu dedektör, kaza durumunda cihazdan **gaz sızıntısı olup olmadığını tespit etmek** için kullanılabilir.

6.3 Uzman Satıcıda ve Toptancıda Depolama

6.3.1 Tehlikeli Maddeler Mevzuatı

Depolama sürecinde ayrıca **ulusal düzenlemeler** dikkate alınmalı ve **ekipmanla birlikte verilen talimatlar** mutlaka okunmalıdır

6.3.2 Yangın Koruması

Yanıcı soğutucu içeren ısı pompaları depolandığında, depolama alanındaki **yangın yükü** artar.

Bu nedenle:

- Acil durumlarda ilk müdahaleyi yapacak **itfaiye ekiplerinin**, söz konusu depolama alanına ilişkin **planlara erişimi** sağlanmalı ve bu planlar gerektiğinde **güncellenmelidir**.
- Depolanan cihaz miktarına göre **yangın güvenliği konseptleri** yeniden gözden geçirilmeli ve gerektiğinde **ayrı olarak onaylatılmalıdır**.

Üreticiler, aşağıdaki konularda bilgi sağlamalıdır:

- Toptancı ve depo operatörlerine yönelik **özel eğitimler**,
- **Yanıcı soğutucu içeren cihazlar** için ayrılmış **özel depolama alanları**,
- **Sızıntı sensörleri**,
- **Uygun havalandırma sistemleri**,
- **Tutuşma kaynaklarının elimine edilmesi**.

Bunlara ek olarak:

- Patlayıcı gaz karışımlarının oluşumuna karşı **gerektiğinde bireysel önlemler** alınmalıdır.

Tüm risk değerlendirmeleri, depo sorumluları tarafından yapılmalı, gerektiğinde **uygulamaya geçilmelidir**.

6.3.3 Patlama Koruması

Her ısı pompası, üretim sürecinde **sızdırmazlık testinden** geçirilir. Ancak, **taşıma sırasında meydana gelebilecek hasarlar**, cihazdan soğutucu gaz sızmasına neden olabilir.

Bu durumda:

- Cihaz hasar görmüşse ve **sızıntı şüphesi varsa**, tüm işlemler **derhal durdurulmalı**, ortam **havalandırılmalı** ve çevredeki **tutuşma kaynakları ortadan kaldırılmalıdır**.
- Gazın güvenli şekilde çıkmasına izin verilmeli, ardından cihaz **sertifikalı uzmanlarca bertaraf edilmelidir**.

Birden fazla cihazın depolanacağı durumlarda:

- **Depolama hacmi**,
- **Cihaz başına düşen soğutucu miktarı**,
- **Toplam cihaz sayısı** gibi faktörlere bağlı olarak, **patlama riski değerlendirmesi** yapılmalıdır.

Soğutucu hacmi arttıkça, olası bir yangın durumundaki risk de artar. Bu yüzden yerel mevzuata uygun olarak **yangın güvenlik prosedürleri gözden geçirilmeli ve revize edilmelidir**.

Birden fazla ısı pompası depolanmadan önce, aşağıdaki faktörlere bağlı olarak **depolama alanındaki patlama riski değerlendirilmelidir**:

- Depolanacak cihazların sayısı,
- Her bir cihazda bulunan **soğutucu miktarı**,
- Depolama alanının toplam hacmi.

Soğutucu miktarı arttıkça, yangın durumunda ortaya çıkabilecek **patlama riski de artar**. Bu nedenle, **yerel düzenlemelere uygun olarak yangın güvenliği planları** değerlendirilip gerekirse yeniden yapılandırılmalıdır.

Yangın güvenliği planlarına dahil edilmesi gereken örnek önlemler:

- Bir alarm tetiklendiğinde uygulanacak adımlar tanımlanmalıdır:
 - Örneğin: personelin uyarılması,
 - Kapıların açılması ve **çapraz havalandırmanın** sağlanması.
- Yangın söndürücüler:
 - **Tipi ve miktarı**, ihtiyaçlara göre belirlenmelidir.
- Yangın ve patlama riski taşıyan alanlarda çalışan personel:
 - **Eğitilmeli** ve düzenli bilgilendirme yapılmalıdır.

- Depo alanı için özel olarak atanmış bir **yangın güvenliği görevlisi** veya **yardımcısı** bulunmalıdır.
- Gerekli görülen yerlerde **yangın söndürme sistemi** kurulmalıdır.

Her durumda, **yanıcı gaz karışımlarının oluşmasını engellemek** üzere gerekli özel önlemler alınmalıdır. Bu bağlamda, **yanıcı soğutucu içeren cihazların bulunduğu alanlara sabit gaz dedektörleri** kurulması şiddetle önerilir.

7. RİSK VE TEHLİKE DEĞERLENDİRMESİ

7.1 Genel İlkeler

Her işveren, çalışanların güvenliğini sağlamak amacıyla:

- **Çalışma ortamındaki tehlikeleri belirlemeli,**
- Bunlarla ilgili **riskleri değerlendirmeli,**
- Riskleri önleyici veya en aza indirici **önlemleri planlamalı ve uygulamalıdır.**

Risk değerlendirmesi yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Kullanılan **soğutucu tipi** (özellikle HC – hidrokarbonlu soğutucular),
- Soğutucu miktarı,
- Cihazın kurulum yeri (örn. konut, ticari bina, teknik alan),
- Havalandırma koşulları,
- Cihazın etrafındaki **tutuşma kaynakları,**
- Cihaza servis yapılacaksa, **bakım koşulları.**

Risk değerlendirmesi sonucunda:

- **Olası tehlikeler** tanımlanmalı,
- Bu tehlikelerin **şiddeti** ve **olma olasılığı** analiz edilmelidir.
- Uygun güvenlik önlemleri belirlenerek **belgelendirilmelidir.**

7.3 Risk Değerlendirmesinde Önemli Hususlar

Aşağıda, risk değerlendirmesi yapılırken özellikle dikkat edilmesi gereken temel unsurlar yer almaktadır:

a) Kurulum Alanının Özellikleri:

- Alanın hacmi,
- Havalandırma durumu (doğal veya mekanik),
- Olası gaz birikme noktaları (örneğin çukurlar, bodrum katları),
- İnsan yoğunluğu (örn. sürekli personel bulunup bulunmadığı),
- Acil çıkışların erişilebilirliği.

b) Kullanılan Soğutucunun Özellikleri:

- **Soğutucu tipi ve sınıfı (örn. A3 yanıcılık sınıfı),**
- Dolum miktarı (kg),
- Soğutucunun alt patlama limiti (LEL),
- Koku seviyesi (bazı gazlar kokusuz olabilir),
- Yoğunluk (hava ile karşılaştırıldığında gazın yükselip yükselmediği).

c) Tutuşma Kaynakları:

- Elektrikli cihazlar (özellikle kıvılcım oluşturabilecek olanlar),
- Açık alev veya sıcak yüzeyler,
- Statik elektrik riski,
- Mekanik kıvılcım oluşturabilecek faaliyetler (örn. taşlama, kesme işleri),
- Sigara içilmesi.

d) İnsan Etkileşimi ve Maruziyet:

- Cihaza servis yapan teknisyenlerin sayısı ve niteliği,
- Alanda bulunan diğer personelin farkındalık düzeyi,
- Eğitim düzeyi ve alınan güvenlik eğitimleri,
- Uygun kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımı.

Not: Risk değerlendirmesi **tek seferlik bir işlem değil**, periyodik olarak güncellenmesi gereken **dinamik bir süreçtir**.

Özellikle sistemde değişiklik yapıldığında, yer değiştirildiğinde veya yeni personel görevlendirildiğinde yeniden gözden geçirilmelidir.

8. EĞİTİM GEREKLİLİKLERİ

8.1 Genel Bilgilendirme

Yanıcı soğutucu içeren sistemlerin kullanımı ve servisi, yalnızca uygun şekilde **eğitim almış ve sertifikalı kişiler** tarafından yapılmalıdır.

Bu sistemlerin kurulumu, bakımı, onarımı ve bertarafı sırasında yaşanabilecek **yangın, patlama veya gaz zehirlenmesi gibi risklerin** azaltılması için, çalışanlara özel eğitim verilmelidir.

8.2 Eğitim Kapsamı

Aşağıdaki konular, eğitim programlarında mutlaka yer almalıdır:

- **Soğutucu tipleri ve sınıflandırmaları (A1, A2L, A3 vs.),**
- **Soğutucu madde özellikleri ve riskleri,**
- Yanıcılık sınırları, alevlenme sıcaklıkları, yoğunluk farkları,
- Riskli durumlarda **doğru müdahale yöntemleri,**
- **Sızıntı tespiti** için cihaz kullanımı,
- **Gaz dedektörü** ve **yangın söndürücü** kullanım eğitimi,
- Yangın önleme yöntemleri ve **tutuşma kaynaklarının kontrolü,**
- Güvenli taşıma ve depolama uygulamaları,
- **Kişisel koruyucu donanım (KKD)** kullanımı,
- Acil durum prosedürleri.

8.3 Uygunluk ve Sertifikasyon

Eğitimler, aşağıdaki yasal düzenlemeler doğrultusunda hazırlanmalı ve uygulanmalıdır:

- **F-Gaz Yönetmeliği**
- **Ulusal mesleki yeterlilik çerçeveleri,**

Sertifikalı personel olmak için adaylar yapılan sınavda **teorik ve pratik yeterliliğini** kanıtlamalıdır.

9. BAKIM VE SERVİS SIRASINDA DİKKAT EDİLECEK NOKTALAR

- Bakım işlemi başlamadan önce cihazın **elektrik bağlantısı kesilmeli** ve soğutucu sızıntısı olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- **Kıvılcım yaratabilecek ekipman** kullanılmamalıdır.
- Ortamda yeterli **havalandırma** sağlanmalıdır; tercihen hem üstten hem alttan hava akışı olmalıdır.
- **Kişisel koruyucu donanım (KKD)** kullanılmalıdır: eldiven, koruyucu gözlük, antistatik giysi.

- Servis portları açıldığında gaz salınımı olabileceği unutulmamalıdır.
 - Gaz buharları **zemin seviyesinde birikebilir** ve **patlayıcı atmosfer** oluşturabilir.
- Gerekirse, ortamda **taşınabilir gaz dedektörü** bulundurulmalı ve servis öncesi ölçüm yapılmalıdır.

9.1 Acil Durum Prosedürleri

Soğutucu sızıntısı veya yangın durumunda aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

1. **İlk olarak ortam boşaltılmalıdır.**
2. **Tüm kıvılcım ve ateş kaynakları kapatılmalı veya ortamdaki uzaklaştırılmalıdır.**
3. Gerekirse **itfaiyeye haber verilmeli** ve olayın niteliği (örneğin: "yanıcı soğutucu sızıntısı") açıkça belirtilmelidir.
4. Olası patlayıcı ortamda müdahale yalnızca **eğitimli ve sertifikalı uzmanlar** tarafından yapılmalıdır.
5. Olay sonrası sistem yeniden devreye alınmadan önce **sızdırmazlık ve güvenlik kontrolleri** tekrarlanmalıdır.

Mevzuatlar:

Uygulanan Standartlar ve Teknik Belgeler:

- **F-Gaz Yönetmeliği**
- **EN 378** – Soğutma sistemleri ve ısı pompaları için güvenlik ve çevresel hususlar
- **EN ISO 5149** – Soğutma sistemlerinin güvenlik gereklilikleri
- **IEC 60335-2-40** – Ev tipi ve benzeri elektrikli cihazlar – Bölüm 2-40: Elektrikli ısı pompaları, klima ve nem alma cihazları için özel kurallar
- **ISO 817** – Soğutucu gazların güvenlik sınıflandırması
- **ISO 7010** – Güvenlik işaretleri için grafik semboller

Kaynaklar;

SKILLSAFE-EU projesi

