

İÇİNDEKİLER

1	Rehberin Amacı	5
1	Giriş.....	6
1.1	İklim değişikliği ve sera gazları	6
1.2	Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği	8
2	F-Gazlara ilişkin AB ve Türkiye Mevzuatı	9
2.1	F-gaz AB Tüzüğü	9
2.2	RAC&HP ekipmanları operatörlerinin ana gereklilikleri.....	12
2.2.1	Sızıntı Testi	12
2.2.2	Kayıt tutma.....	12
2.2.3	F-gazların geri kazanılması	12
2.2.4	Diğer yükümlülükler.....	13
2.3	Servis şirketleri ve teknisyenlerin yükümlülükleri	13
2.4	F-gaz içeren ve F-gazlara dayalı ekipman ve ürünlerin piyasaya sürülmesine ilişkin yasaklar	13
2.5	Türkiye'deki Ulusal F-gaz Yönetmeliği	13
3	Türkiye'deki Soğutma, iklimlendirme ve Isı pompası (RAC&HP) sektörü	14
3.1	Şuanda kullanımda olan soğutucular& RAC&HP sektöründe düşük KIP alternatifleri	14
3.2	Ekipman türleri, enerji ve maliyet karşılaştırması	16
3.2.1	Ticari Soğutucu.....	18
3.2.2	Endüstriyel soğutma	21
3.2.3	Ev tipi ve küçük ticari soğutucular.....	22
3.2.4	Isı Pompaları.....	22
3.3	Güvenlik	23
3.3.1	Toksisite	23
3.3.2	Yanıcılık	23
3.4	Fiyatlandırma.....	24



3.5	Düşük KIP Alternatifleri	24
3.5.1	Hidrokarbonlar	24
3.5.2	Karbondioksit	25
3.5.3	Amonyak	25
3.5.4	Hidrofloroolefinler – HFOler	25
3.6	AB ve Dünyada düşük KIP uygulama örnekleri.....	26
4	Öneriler	27
5	Kaynakça	30



Kısaltmalar Listesi

AC	İklimlendirme
AHU	Paket Klima Santrali
Tİ	Ticari İklimlendirme
SM	Sermaye Masrafı
CFC	Kloroflorokarbon
CO ₂	Karbondioksit
CO ₂ e	Karbondioksit eşdeğeri
AC	Avrupa Komisyonu
AB	Avrupa Birliği
F-gaz	Florlu gazlar
SG	Sera Gazı
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
HK	Hidro Karbon
HCFC	Hidrokloroflorokarbon
HF	Hidrojen Florür
HFC	Hidroflorokarbon
HFO	Hidroflorolefin
HP	Isı Pompası
ISKID	İklimlendirme Soğutma Klima İmalatçıları Derneği
kW	Kilovat
DS	Düşük Sıcaklık
OS	Ortalama Sıcaklık
NH ₃	Amonyak
SG	Sera Gazı
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
DS	Doğal Soğutucu
OTIP	Ozon Tabakasını İnceltme Potansiyeli



OTİM	Ozon Tabakasını İncelen Maddeler
PFC	Perflorokarbon
RAC	Soğutma & İklimlendirme
ARGE	Araştırma ve Geliştirme
RRR	Geri Kazanım, Islah, Geri dönüşüm
TMM	Toplam Mülkiyet Maliyeti
TFA	Trifloroasetik
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
VRF	Değişken Debili Soğutucu Akış
VRV	Değişken Debili Soğutucu Akışkan Hacmi



1 Rehberin Amacı

Bu rehber, Türkiye'deki soğutma, iklimlendirme ve ısı pompası (RAC) sektörünün, (AB) 517/2015 sayılı AB Yönetmeliği ve Kigali Değişikliği doğrultusunda yakın zamanda oluşacak olan yeni Ulusal F-gazlar Yönetmeliğindeki değişikliklere uyum sağlaması için yol gösterici olmak adına F-gazlara alternatif olarak düşük küresel ısınma potansiyeli (KIP) olan alternatiflere dikkat çekmek adına hazırlanmıştır.

Atmosferdeki sera gazlarının birikmesi nedeniyle, küresel sıcaklıkların sürekli yükseldiği bir dönemde F-Gaz içermeyen alternatiflerine gerekli geçiş yapılması özellikle önemlidir. Sera gazı salımı azaltmada başarı sağlanamaması yıkıcı sonuçlar doğurabilir.

Bu rehber, soğutma sektörü üreticilerinin, son kullanıcılarının ve servis sağlayan şirketlerinin florlu gazlara (F-gazlar) çevre dostu alternatifler konusunda farkındalığını arttırmayı amaçlar. Bu nedenle, aşağıdaki bilgileri içerir:

- Köpük sektöründe F-gazlara karşı düşük küresel ısınma potansiyeli (KIP) olan alternatifleri,
- İşletmeleri potansiyel olarak etkileyen uluslararası ve ulusal F-gaz mevzuatı.

Rehberin bu bölümündeki bilgiler dört gruba ayrılmıştır:

- İklim değişikliği, Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği ile ilgili genel bilgileri içeren giriş.
- AB F-Gaz Tüzüğü ve ulusal "Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik" hakkında bilgi
- Yangından korunma sektörüne özel düşük KIP olan alternatifler ve ekipman türleri, güvenlik, fiyatlandırma, HFC içermeyen düşük KIP olan ürünlerin uygunluk durumu ve kabul edilmesi önündeki engeller ile ilgili bilgiler,
- Düşük KIP alternatiflere başarılı bir geçiş için öneriler.

Daha detaylı bilgi kaynakça kısmında verilen linklerde yer almaktadır.



1 Giriş

Montreal Protokolüne (MP) taraf olan ülke olarak Türkiye, F-gazlara İlişkin Yönetmeliği Kigali Değişikliği (KA) ve 517/2014 Sayılı Tüzük (AB) doğrultusunda güncelleme çalışmaları yürütmektedir. Bu rehber, yangından korunma sektörünün önümüzdeki değişikliklere uyum sağlamasına yol göstermek amacıyla F-gazlarına alternatif olarak düşük küresel ısınma potansiyeli (KIP) olan alternatiflere dikkat çekerek hazırlanmıştır. Bu geçiş, F-gazların kullanımının sonlandırılması, gelişmiş izleme ve raporlama, iyileştirilmiş yasal yapılar ve artan ulusal ve yerel kapasite gerektirir.

HFO ve doğal soğutucular gibi düşük KIP soğutucu teknolojilerini kullanan alternatif teknolojiler, ticari olarak mevcut, pek çok uygulamada maliyet olarak rekabet edebilir ve daha düşük ömür maliyetiyle, yüksek KIP teknolojilere kıyasla daha iyi enerji performansı sağlar. RAC&HP sektörünün bu alternatif teknolojilerle ilgili, potansiyel uygulama ve F-gazlara ilişkin revize edilmekte olan yönetmelik doğrultusunda yapılacak gelecekteki değişikliklerin gerisinde kalmaması için bilgilendirilmektedir.

1.1 İklim değişikliği ve sera gazları

İklim değişikliği, hava durumu modelleri ve yükselen sıcaklıklardaki büyük çaplı ve uzun vadeli değişimlerdir ve hem yükselen sıcaklık hem de iklim değişikliği dünya üzerinde hayata zarar verir. İklim değişikliğine atmosferdeki sera gazları neden olmaktadır. CFC, HCFC, HFC ve PFC gibi insan kaynaklı oluşan gazlar güçlü sera gazlarıdır ve iklim değişikliği üzerinde büyük etkileri vardır. Bu gazlar CO₂'den binlerce kat daha yüksek olabilen yüksek KIP'e sahiptir (Tablo 1).

Tablo 1: Bazı gazların KIP değerleri. (*CO₂ KIP referansı olarak verilmiştir).

Soğutucu	Ozon İnceltme Potansiyeli	Tabakasını Küresel Potansiyeli	Isınma
CFClers & HCFCler			
CFC-12 Diklorodiflorometan - 100% küresel üretim& tüketimin Montreal Protokolü kapsamında bitirilmesi	1.0 (yüksek)		10900
HCFC-22 Klorodiflorometan - Montreal Protokolü kapsamında kullanımının bitirilmesine tabi	0.05 (orta)		1810
HFCler			
HFC-32 (Diflorometan)	0		675
HFC-125 (Pentafloroetan)	0		14900
HFC-134a (Tetrafloroethan)	0		1430
HFC-152a (Difloroetan)	0		120

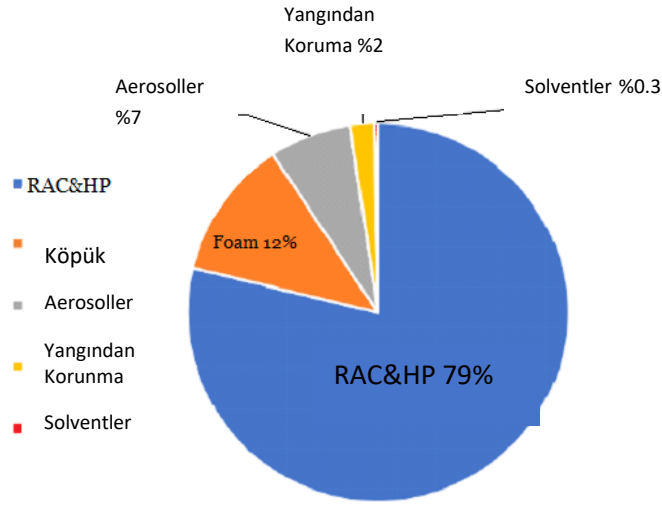


HFC-410A (50% HFC-32, 50% HFC-125)	0	2088
HFC-404A (44% HFC-125, 52% HFC-143a, 4% HFC-134a)	0	3922
HFC-407A (20% HFC-32, 40% HFC-125, 40% HFC-134a)	0	2107
HFC-407C (23% HFC-32, 25% HFC-125, 52% HFC-134a)	0	1774
HFC-407F (30% HFC-32, 30% HFC-125, 40% HFC-134a)	0	2088
HFC-407H (32% HFC-32, 15% HFC-125, 53% HFC-134a)	0	1495
HFOler ve HCFOler		
HFO-1234yf	0	4
HFO-1234ze	0	6
HCFO-1233zd	0	4.5
Doğal soğutucular		
Amonyak (R717, NH ₃)	0	0
HC-600a (Izobütan)	0	3
HC-290 (Propan)	0	3
Karbondioksit (R744, CO ₂)	0	1*

F-gazlar genelde CFC ve HCFC yerine kullanılmaktadır. Ozon tabakasını inceltmemelerine rağmen sera gazları kadar güçlüdürler. HFCl'er geniş çaplı kullanım alanları ve KIP anlamında en önemli F-Gaz maddesi sınıfıdır.

Şekil 1 UNEP'in Nisan 2015 raporuna göre HFC'lerin ilk beş sektörde küresel kullanımını göstermektedir ve RAC & HP sektörünün en büyük paya sahiptir. Soğutucuların kullanımından kaynaklanan doğrudan salımlar dışında RAC & HP sektörü, aynı zamanda güç RAC & HP cihazları için fosil yakıt kullanımından kaynaklanan salımlar (dolaylı emisyonlar) yoluyla iklim değişikliğini tetiklemektedir. RAC & HP cihazları, küresel enerji kaynaklı salımların yaklaşık %10'una sahiptir (GIZ Proklima, 2017).

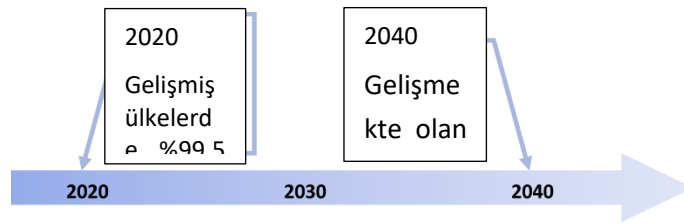




Şekil 1: İlk beş sektörde HFClerin kullanımı (UNEP 2015 raporundan).

1.2 Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği

Montreal Protokolü (MP), gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için farklı zaman çizelgeleriyle önceden belirlenmiş ve kararlaştırılmış hedefleri karşılayarak OTİM'lerin tüketim ve üretimini aşamalı olarak kaldırır (Şekil 1). MP kapsamında, tüm taraflar farklı OTİM gruplarının kullanımdan kaldırılması, OTİM ticaretinin kontrolü, yıllık veri raporlaması, OTİM ithalat ve ihracatını kontrol eden ulusal lisans sistemleri ve diğer hususlarda belirli sorumluluklara sahiptirler.



Şekil 2. Montreal Protokolü kapsamında HFCl kullanımının aşamalı olarak kaldırılmasını gösteren zaman çizelgesi

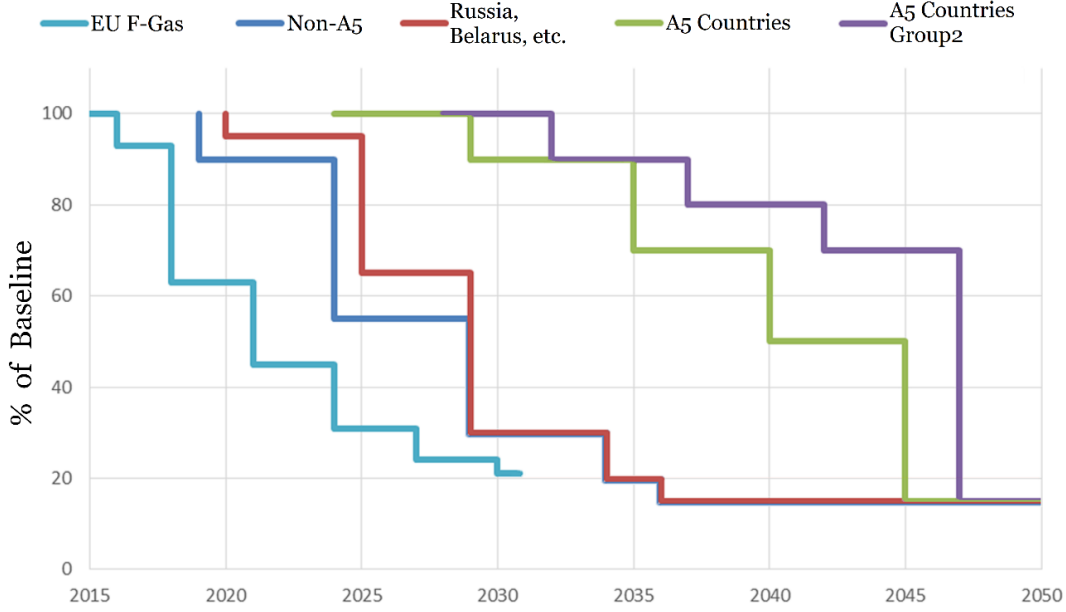
Türkiye 19 Aralık 1991'de Protokole taraf oldu ve o zamandan beri tüm değişiklikleri benimsemektedir. MP kapsamında yapılan Ulusal ve uluslararası çabalar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından incelenerek uygulanmaktadır ve denetlenmektedir.





Kigali Değişikliği:

Montreal Protokolü'ne yapılan Kigali Değişikliği (KA), MP altındaki OTIM kontrollerine ek, HFC'lerin üretim ve tüketiminin kademeli olarak azaltılmasını sağlar. 2016 yılında 197 ülke tarafından kabul edilmiş, 1 Ocak 2019'da yürürlüğe girmiştir. Bu önemli dönüm noktası olan uluslararası anlaşma, Şekil 2'de yeşil çizgiyle gösterildiği gibi, gelişmekte olan ülkelerin (Türkiye gibi A5 ülkeleri) gecikmeli olarak başlarken gelişmiş ülkelerin HFC'lerin kademeli azaltımına öncülük ettiğini göstermektedir.



Şekil 3. Kigali Değişikliği kapsamında HFC'lerin kademeli azaltımı

2 F-Gazlara ilişkin AB ve Türkiye Mevzuatı

2.1 F-gaz AB Tüzüğü

AB'nin F-gaz mevzuatı, HFC'lerin düşük KIP alternatifleri adına kademeli azaltımı için atılan ilk adımlardan biridir. 2014 yılında, 842/2006 sayılı (EC) Yönetmeliği, florlu sera gazları hakkındaki (AB) 517/2014 sayılı yeni Tüzük ile değiştirilmiştir. AB F-Gaz salımını 2030'a kadar %79 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Gözden geçirilmiş yönetmeliğin kapsamı aşağıdakileri içermek üzere genişletilmiştir:

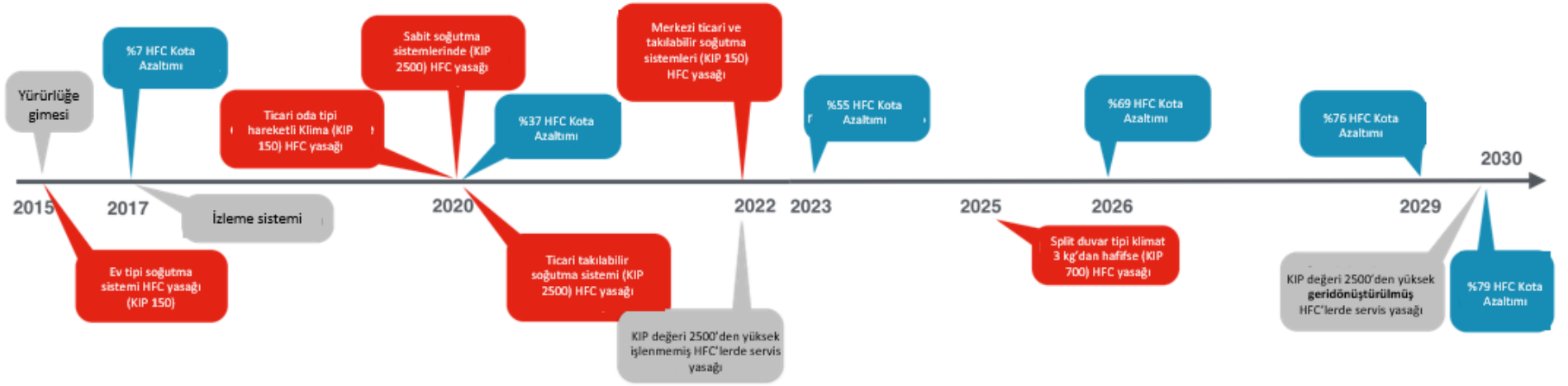
- Yeni Tüzük kapsamında tüm hükümler artık metrik miktar yerine CO₂'ye odaklanmaktadır.
- Mevcut durumda florlu maddelerle desteklenmiş F-gazların bir listesi aşağıdakileri içermektedir: 19 HFC, 7 PFC, SF₆, 5 doymamış HFC, 33 florlu eter ve florlu alkol ve 4 diğer perflorlu bileşikler



- HFC'lerin kademeli azaltımı planı ve HFC üreticileri ve ithalatçıları tarafından piyasaya arzına yıllık kota, kota transferi ve HFC'ler ön dolum yapılan RAC&HP ekipmanlarının ithalatçıları tarafından kotanı kullanılması için yetkilendirme
- Taahhütleri kayıt altına alma sistemi
- Sızıntı testi, kayıt tutma ve F-gazlarının raporlanması, F-gazları içeren ekipman ve ürünlerin yanı sıra F-gaz konteynerlerinin etiketlenmesi ve F-gazları içeren faaliyetleri yürüten teknisyen ve şirketlerin belgelendirilmesi
- Belirli F-gazlarının kullanımının yasaklanması
- F-gaz içeren da F-gazlarına dayalı faaliyet gösteren pazar ürünleri ve ekipmanlarının ya piyasaya sürülmesinin yasaklanması.

F-gazları yönetmeliğinin yapıtaşları, ekipmanlarda HFC yasakları (örn. Ev tipi soğutucularda HFC yasağı) söz konusu HFC ekipmanının piyasaya sürülme yasağını (örn. Ev tipi soğutucuların piyasaya sürülmesi yasağı) gösteren Şekil 4'teki zaman çizelgesinde özetlenmektedir.





Şekil 4. Hükümler, yasaklar, kotalar ve (EU) 517/2014 sayılı Tüzük kapsamında aşamalı olarak kullanımdan kaldırılma süreci.

2.2 RAC&HP ekipmanları operatörlerinin ana gereklilikleri

“Operatör” sahibi olduğu ya da olmadığı bir ekipmanı kullanan (örneğin kendi çıkarı için kullanan) gerçek ya da tüzel kişiliktir. (AB) No 517/2014 sayılı Tüzük kapsamında operatörler Sera Gazı salımını aşağıdaki aşamaları takip ederek engellemekle yasal olarak yükümlüdür.

2.2.1 Sızıntı Testi

Operatörler ekipmanlara eğitimli ve sertifika sahibi servis sağlayıcılara sızıntı testi yaptırmakla yükümlüdürler. Salımı engellemek için tüm sızıntılar en kısa sürede engellenmelidir. Tüm yangından korunma sistemleri sıklıkla kontrol edilmelidir. Sızıntı testlerinin sıklığı kaç ton CO₂ olduğuna bağlıdır. (Tablo 2):

Tablo 2. Geçerli F-gaz mevzuatı kapsamında sızın testi sıklıkları

Sızıntı testi sıklığı*	CO ₂ eşdeğeri**
1 ya da 2 yıl	≤ 5
6 ay ya da 1 yıl	≤ 50
3 ay ya da 6 ay	≤ 500
* duman detektörü kurulu olmasına bağlı olarak	
**CO ₂ e tonu = F-gaz kütlesi (ton olarak) × söz konusu F gazının KIP değeri.	

2.2.2 Kayıt tutma

Operatörler aşağıda belirtilenlerin kaydını tutmakla yükümlüdürler:

- Kurulu, ekli ya da geri kazanılmış F-gazların miktarı ve türü,
- Servis sağlayan teknisyen ve/veya şirketin kimlik bilgileri
- 5 ton ve daha fazla CO₂eşdeğer ve F-gazlar içeren sabit sistemlerin sızıntı testlerinin tarih ve sonuçları

2.2.3 F-gazların geri kazanılması

Ekipman ömrü sonunda ya da bakımı sırasında operatörler F-gazların geri kazanılması, geri dönüşümü, ıslahı ve/veya imhasını gerçekleştirmelidir.



2.2.4 Diğer yükümlülükler

Operatör F-Gaz ekipmanlarının hizmet, bakım ve onarımının yetkili servis sağlayıcılar tarafından yapıldığından emin olmalıdır. AB F-gazlar yönetmeliği tarafından zorunlu kılınan yeni ekipmanları türünü, içerik miktarını ve CO₂ eşdeğeri ton cinsinden belirterek etiketlenmesi de operatörün sorumluluğundadır.

2.3 Servis şirketleri ve teknisyenlerin yükümlülükleri

Servis şirketleri ve teknisyenleri, ekipmanların kurulumu, servisi, bakımı ve onarımının yanı sıra sızıntı testi yapmak ve ekipmanların kullanım ömrünün sonunda F-gazların geri kazanılması / geri dönüşümü / ıslahı için yetkili olmalıdır. Operatörler gibi, servis şirketleri ve teknisyenler de bu veriler merkezi veri tabanında kayıt altında tutulmadıkça, kurulumu yapılan, eklenen veya geri kazanılan F-gazların miktarını ve türünü, hizmet sağlayan şirketin detaylarını ve sızıntı testlerini tarihlerini ve sonuçlarını kayıt altına almakla yükümlüdürler.

2.4 F-gaz içeren ve F-gazlara dayalı ekipman ve ürünlerin piyasaya sürülmesine ilişkin yasaklar

(EU) 517/2014 sayılı Yönetmeliğin getirdiği ana değişikliklerden biri, belirli ekipmanlarda HFC kullanımının yasaklanması ve HFC içeren pazar ekipmanlarının piyasaya sürülmesinin yasaklanmasıdır. Zaman içinde getirilmiş kısıtlamalar ve yasaklar (Şekil 3) iki kategoriden oluşmaktadır:

- Ürünlerin ve ekipmanların piyasaya sürülmesinin yasaklanması,
- Mevcut ekipmanların servis ve bakım yasakları.

2.5 Türkiye'deki Ulusal F-gaz Yönetmeliği

Türkiye'de 4 Ocak 2018'de yürürlüğe giren ulusal F-Gaz Yönetmeliği, (EC) 842/2006 sayılı Tüzük hükümlerinin çoğunu içermektedir. Mevcut Yönetmelik 2014 yılında tamamlanan AB destekli "Türkiye'deki F-gaz kullanımına ilişkin teknik yardım ve ilgili mevzuatın uyumlaştırılması" Projesi çerçevesinde geliştirilmiştir. Yönetmelik temelde aşağıdaki konuları kapsamaktadır:

- F-gazların atmosfere salınması, F-gaz içeren ürün ve ekipmanın piyasaya sürülmesi ve geri kazanım işlemi yapılmadan bertaraf tesislerine kabul edilmesi ile ilgili yasaklar;
- Merkezi veri tabanına veri girişiyle ilgili yükümlülükler;
- F-gaz içeren ürün ve ekipmanın etiketlenmesiyle ilgili gereklilikler;
- İşletmecilerin sızıntı kontrolleri konusunda yükümlülükleri;
- F-gaz içeren ekipmana müdahale (kurulum, bakım, teknik servis, onarım, sızıntı kontrolü ve kullanımdan çıkarılması) edenlerin belgelendirilmesi.

2020'de (AB) 17/2014 sayılı Tüzük doğrultusunda yeni bir versiyon ile güncellenerek, diğerlerine ilaveten aşağıdakileri içerektir:



- HFC kademeli azaltım planı,
- HFC ithalatçılara kota tahsisi
- Yıllık ülke kotalarının hesaplanması ve HFC ithalatçılara kota tahsisi, ithalatçılar arasında yıllık kota devri
- Sevkiyat öncesi ithalat lisansına ilişkin ilkeler ve prosedürler.

3 Türkiye'deki Soğutma, iklimlendirme ve Isı pompası (RAC&HP) sektörü

RAC & HP, ekipman üretimi, ithalatı ve ihracatı konusunda Türkiye'de çok aktif bir sektördür. Aşağıdaki iki farklı tüketim alanını kapsayan HFC'lerin ana kullanıcısıdır:

- Yeni ekipmanın ilk dolumu
- Mevcut ekipmanın bakımı ve servisi

3.1 Şuanda kullanımda olan soğutucular& RAC&HP sektöründe düşük KIP alternatifleri

2017 ortalama soğutucu kullanımı aşağıdaki şekilde ayrılmaktadır:

Yüksek/Orta KIP KIP > 150	KIP	OTİM'ler (HCFC-22): 3.26% - eski ünitelerin servisi (yeni kurulum yok)
		HFCler: 92.14% - Tüm tipte uygulamalar
Düşük KIP < 150	KIP	Hidrokarbonlar: 1.34% -Ev tipi/Küçük ticari
		HFOler: 4.28% - Otomotiv/ ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC)

Karbondiyoksit-R744 (CO₂) ve Amonyak-R717 (NH₃) hacimlerine ilişkin TUIK verileri, tüm sektörlerin için toplam hacmini belirttiği için yukarıdaki sayılar dahil edilemez.

OTİM'ler: Eski birimlerin servisi için ithal edilen hala oldukça yüksek miktarda HCFC-22 (2017'de 370 ton) bulunmaktadır. Türkiye'de HCFC-22'nin 2022 yılına kadar kullanımdan kalkması beklenmektedir.

HFC'ler: F-gaz bazlı teknolojiler Türkiye'de hala RAC&HP sektörüne hâkimdir. (TÜİK verilerine göre 2017 yılında ithal edilen soğutucu maddelerin %91,16'sıdır). HFC-134a / HFC-410A / HFC-404A / HFC-152A, kullanılan soğutucuların yaklaşık % 86'sını kapsasa da bu hacimler son yıllarda HFO'lar, HFC-32 ve doğal soğutucular (HC, CO₂, NH₃) gibi düşük KIP'ye sahip soğutucular yararına azalmaktadır. Yüksek hacimli HFC yüzdelerinin sebebi, henüz yeni cihazlarda HFC kullanımını kısıtlayan bir düzenleme olmayışından ve işletmelerde ekipman için sızıntı kontrollerinin sistematik olarak başlamamış olmasından kaynaklanmaktadır.



“Orta” Küresel Isınma Potansiyeline Sahip F gazlar: 675 KIP’e sahip HFC-32, 2018'in ilk 9 ayında 522 tona kadar önemli bir artış gösterirken 2017'deki hacmi yalnızca toplam 21 tondur. Başlıca uygulamaları split, konut ve ticari klima üniteleri ve ısı pompalarıdır.

“Düşük” KIP’lı F gazlar: HFO'lar sürekli artıştı ve otomotiv mobil iklimlendirme (MAC) (HFO-1234yf), soğutucular (HFO-1234ze) vb. gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır. (daha fazla bilgi için bkz. bölüm 3.5.).

Doğal soğutucular: Bu soğutucular doğada bulunur (bu sebeple “doğal” olarak adlandırılır), yine de, gerekli kaliteyi elde etmek için hala işleme ve üretim gerekir. Bu, kullanım ömrü sonunda yapılacak iyileştirme için çevresel etkilerini azaltmaktadır ve dolayısıyla maliyetini düşürmektedir. Aynı zamanda patentsiz gazlardır. Doğal soğutucular 10'un oldukça altında KIP’e sahiptir. Aşağıda, ana doğal soğutucular açıklanmaktadır (daha fazla bilgi için bkz. bölüm 3.5)

Hidrokarbonlar (R600a, R290): 2017 yılında 120 ton HC-600a ve 32 ton HC-290 ithal edildi ve bu da Türkiye'deki toplam soğutucu arzının talep edilen yaklaşık% 1.34'üne tekabül etmektedir. Hidrokarbonlar çoğunlukla ev tipi soğutucularda, dondurucularda ve küçük bağımsız ticari cihazlarda kullanılır. Hem ev tipi hem de ticari tip split klima ekipmanlarında da önemli bir hidrokarbon kullanım potansiyel vardır (bkz. bölüm 3.5.1).

Karbondiyoksit (R744): Ana uygulama hafif ticari ekipman, kademeli sistemler, soğutucular vb. gibi soğutma sektöründedir. (bkz. bölüm 3.5.2).

Amonyak (R717): Yiyecek ve içecek sektöründeki soğutucular gibi endüstriyel uygulamalar için kullanılır (bkz. bölüm 3.5.3).

En uygun alternatif uygulama ve sistem tasarımıyla uyumlu şekilde seçilmelidir. Tablo 3 özellikleriyle birlikte bazı alternatif olabilecek sıvılara genel bakışı göstermektedir.

Tablo 3: Bazı seçili alternatif sıvıların özellikleri - HFC-134a kaynak olması amacıyla eklenmiştir.

	Atmosferik basınçta kaynama sıcaklığı (°C)	Önemli derece (°C)	Yanıcı	Toksik	KIP*
HFC-134a	-26.1	101.1	mevcut	mevcut	1430
Izobütan (R660a)	-11.7	134.7	evet	hayır	3.3
Propan(R290)	-42.1	96.7	evet	hayır	3.3
Propilen	-47.6	91.1	evet	hayır	1.8
Pentan	36.1	196.6	evet	hayır	3.3
Amonyak(R717)	-33.3	132.3	(evet)	evet	0
Su	100	373.9	hayır	hayır	0
CO₂ (R744)	(-78.4) **	31.0	hayır	<10% hayır	1
HFC-32	-51.7	78.35	(evet)	hayır	675
HFO-1234yf	-29.45	94.70	(evet)	(hayır)	4



	Atmosferik basınçta kaynama sıcaklığı (°C)	Önemli derece (°C)	Yanıcı	Toksik	KIP*
HFO-1234ze	-18.95	109.4	(evet)	(hayır)	6

* 100 yıllık zaman tercihi ile CO₂ bağlı

** 5.18 bar ve -56°C'de CO₂ üçlü buluşma noktası

3.2 Ekipman türleri, enerji ve maliyet karşılaştırması

Bu bölümün amacı, uygulama türüne ve düşük olası KIP alternatiflerine ve türlerine göre RAC&HP sanayii anlaşılır ve kapsamlı şekilde göstermektir. Değişik RAC ve HP ekipmanlarını daha kolay göstermek için sektör altı ana kategoriye ayrılmıştır.

Sabit iklimlendirme: Sabit iklimlendirme ekipmanı aşağıdaki gibi altı farklı sınıfa ayrılmıştır (Tablo 4):

Tablo 4: Sabit iklimlendirme sistemlerin özeti

Ekipman	Uygulama	Güncel HFC soğutucular	Azaltım seçenekleri	Isı aralığı	Soğutma kapasitesi (kW)	HFC soğutucu yükü (kg)
Fabrika mühürlü	Ev tipi ve ticari	HFC-410A, HFC-152a, HFC-R134a, HFC-32	HC-290, HC-1270, HFO-1234yf, HFO-1234ze,	+16°C'den +26°C'ye kadar	1 – 10	0.3 – 3
Split Klima	Ev tipi ve ticari	HFC-410A, HFC-152a, HFC-R134a, HFC-32	HC-290, HC-1270, HFO-1234yf, HFO-1234ze,	+16°C'den +26°C'ye kadar	2 – 12	0.5 – 5
çoklu-split Klima	Genellikle ticari	HFC-410A	HC-290, HC-1270, CO ₂ , HFO-1234yf, HFO-1234ze, HFC-32	+16°C'den +26°C'ye kadar	10 - 200	5 - 100
Kanallı AC	Ticari	HFC-410A	Amonyak, HFO-1234yf, HFC-32	+16°C'den +26°C'ye kadar	10 - 300	5 - 150
Soğutucular	Ev tipi ve ticari	HFC-407C, HFC-134a, HFC-410A	Amonyak, HCler, HFOs, CO ₂ & su	+5°C'den +15°C'e kadar	10KW– 20MW	80 tona kadar

Fabrika mühürlü: Toplam küresel üretim 16 milyon ünite civarındadır. Türkiye'de bu türe dair üretim verileri mevcut değildir.



Split türleri: Yıllık küresel toplam 10 milyon üniteden fazla üretilmektedir. ISKID'den sağlanan veriye göre Türkiye'de yıllık 471.000 iç mekan ünitesi üretilmektedir ve 338.000 tane ithal edilmektedir. Benzer şekilde, Türkiye'de 460,000 dış mekan ünitesi üretilmektedir ve yaklaşık 313.000 ünite ithal edilmektedir. Bunların %80'i yurtiçi iken, %20'si öncelikle Avrupa, Orta Doğu ve Afrika'ya ihraç edilir.

Fabrika mühürlü ve split sistemler için azaltım seçenekleri:

- a. **Hidrokarbonlar HC-290, HC-1270** Yanıcı olduklarından konulduğu odanın boyutuna bağlı olarak yük sınırı vardır. Yanıcı soğutucuların yerleştirilmesinde, ya sınır yoktur ya da pek çok taşınabilir sistem için 500 gr'dan az yük sınırı var. (HC-290).
- b. **HFO-1234yf, HFO-1243ze veya HFC-32 veya bunların karışımı:** kullanılabilir. Yük sınırları HClerin yaklaşık 6 katı kadardır, bu nedenle yüksek oranlarda kullanılması beklenmektedir. RAC sistemlerde HFO'ların enerji verimlilik performansları HC sistemlere nispeten düşüktür.

Multi-Split / VRF: dünya çapında yaklaşık 3.3 milyon sistem üretilmektedir. Yıllık Türkiye'deki üretim ve VRF iç mekan üniteleri ihracatı, yaklaşık %6'sı ihracat ve %94'ü yurtiçinde satılmak üzere, toplamı 216.000 civarındadır. Dış mekan üniteler için toplam (üretim+ihracat) 31.000 civarındadır ve %10'u ihraç edilmektedir. Düşük KIP azaltım seçenekleri:

HCl'er: HC-290 ya da HC-1270 ikincil döngüyle örn. glikol/su.

- a. **HFO'lar ve HFC-32** düşük yanıcılıklarından dolayı doğrudan sistemlerde kullanılabilir.
- b. Transkritik CO₂

Kanallı sabit iklimlendirme tavanda kanallı sistemleri, merkezi kanallı sistemleri ve kapama kontrollü sistemleri kapsar. Genellikle ticari kullanım içindir. Dünyada yıllık 2.1 milyon ünite üretilmektedir. ISKID'e göre Türkiye'de 15.000 ünite üretilmektedir ve 1.800 ünite ithal edilmektedir. Yaklaşık %76'sı Türkiye'de kurulur.

- HFC-410A ve HFC-32 and HFO-1234yf sıklıkla kullanılır.
- Ammonia-R717 su döngüsüyle paket klima santrali için kullanılmaktadır.
- **Soğutucular** soğuk suyu iklimlendirme kurulumu ya da endüstri sürecine soğutma sağlamak için pompalar. Dünya çapında yaklaşık 1.8 milyon soğutucu kurulur.





Şekil 5: İşlenmiş su için amonyak soğutucu.

Binadaki dağılım su döngüleri yoluyla yapıldığı için herhangi bir düşük KIP alternatif soğutucu teknik olarak muhtemeldir. Amonyak soğutucular, Türkiye'de olduğu gibi dünyada da de yaygın olarak kullanılmaktadır örn. yiyecek ve içecek endüstrisinde. Hidrokarbon soğutucular birçok ülkede kurulmuştur. Bu NH₃ ve HC soğutucuları, HFC sistemlerine kıyasla yüzde 10 civarında daha yüksek enerji verimliliği sağlar (Shwarz et al. 2011, Ek 6).

3.2.1 Ticari Soğutucu

Bu bölümde küresel ve Avrupa verileri paylaşılmıştır (Türkiye pazarıyla ilgili veri bulunmamaktadır). Ekipmanlar iki farklı kategoriye ayrılmıştır (Tablo 5):

Tablo 5: Ticari soğutucu sistemlerin özeti

Ekipman	Uygulama	Güncel HFC soğutucular	Azaltım seçenekleri	Soğutucu kapasitesi	HFC soğutucu yükü (kg)
Merkezi ekipman	Genellikle süpermarketler için	HCFC-22, HFC-404A, HFC-R134a	HC-290, HC-1270, CO ₂ , Su döngüsüyle amonyak, HFOs	20kW – 1MW	40 – 3000
Dondurucu üniteler	Ticari	HFC-404A, HFC-R134a	HC-290, HC-1270, HFOs	2kW – 20KW	1.5 – 25



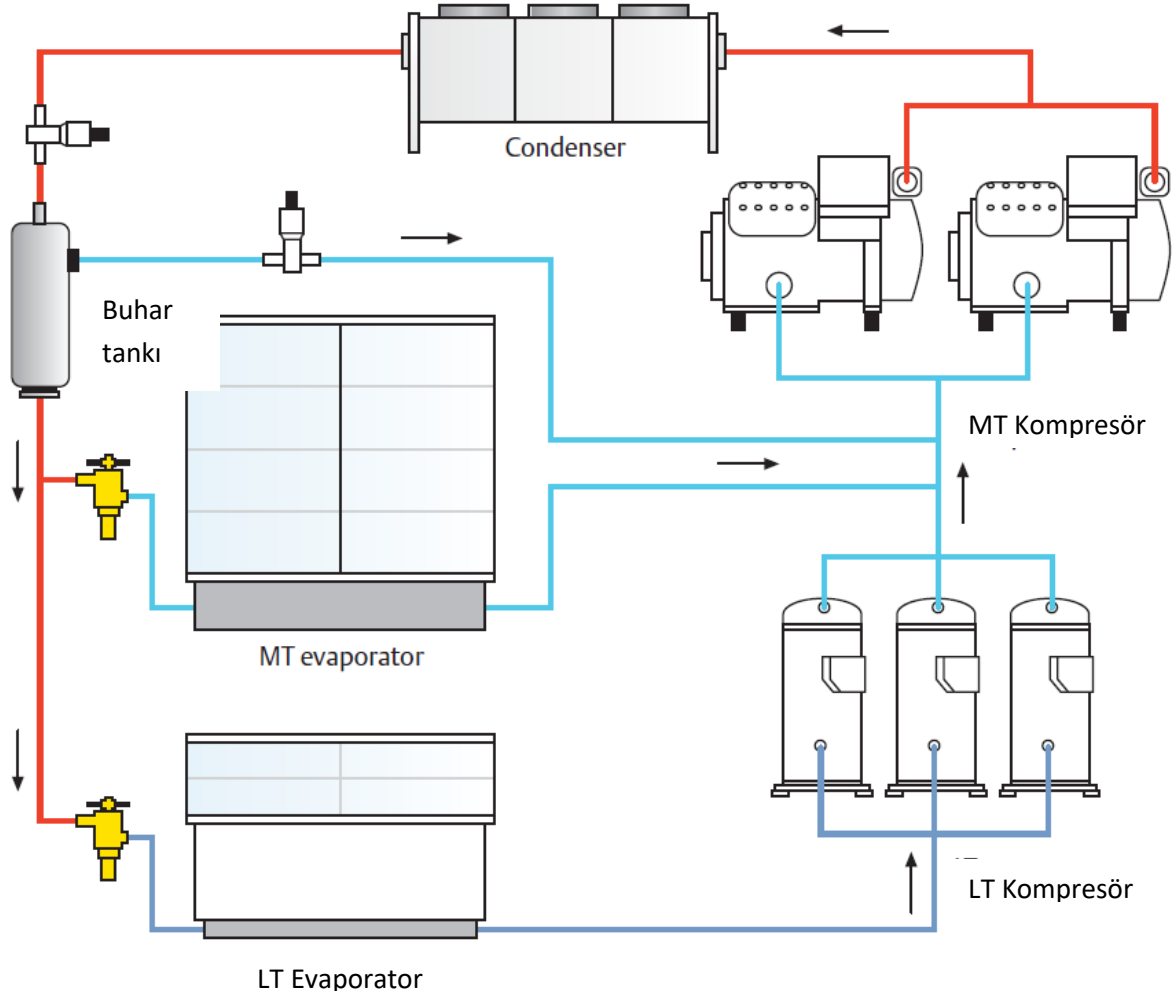
Merkezi ekipmanlarda bazı kompresörler raf üzerine monte edilir ve paralel olarak çalışır. Merkezi sistemler süpermarketlerde genelde kullanılan soğutmalardır. Günümüzde küresel olarak kullanılan soğutucular:

- HCFC-22 (Türkiye’de kullanımdan kaldırılma sürecindedir ve yeni sistemler kurulmamaktadır),
- HFC-404A Orta ve düşük sıcaklık sistemleri için kullanılmaktadır,
- HFC-134a orta sıcaklık uygulamalar için kullanılmaktadır,
- CO₂ (R744) LT-kaskad sistemlerin yanı sıra iki aşamalı yardımcı sistemlerde orta ve düşük sıcaklık için,
- HC-290, HC-R1270 ikincil döngü sistemiyle
- Amonyak-R717 ikincil döngü sistemiyle.

Merkezi ekipmanların azaltımı için teknik olarak en uygulanabilir seçenekler:

Transkritik CO₂-R744 sistem. CO₂ kullanan iki aşamalı (destekleyici) sistem, birçok Avrupalı üreticinin raf çözümlerinde yaygın olarak kabul edilir. Birçok Avrupa süpermarket zinciri, tüm yeni kurulumlar için bu tip bir sistemi seçmiştir. Yatırım maliyetlerinin doğrudan HFC-404A sistemlerine kıyasla % 20 daha yüksek olduğu tahmin edilmektedir. Çoklu ejektör sisteminin kullanımı, bu teknolojinin yüksek ortam sıcaklığına sahip ülkelerde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.





Şekil 6: Destekleyici CO2 transkritik sistemi (kaynak: Emerson)



Şekil 7: Destekleyici CO2 transkritik sistemi.

- a. **HC'ler veya HFO'lar ve orta sıcaklık (MT) için pompa sirkülasyonu ve düşük sıcaklık (LT) için CO₂-kaskad.** CO₂ kaskad soğutma sistemleri en iyi iklim ve enerji performansını göstermektedir. Dünyada kurulu 1000'den fazla CO₂-R744 kaskad LT- sistemi bulunmaktadır. Daha büyük süpermarketler için, CO₂-R744 kaskad LT sistemi, daha küçük borular ve bileşenler nedeniyle standart bir HFC-404A sisteminden daha uygun maliyetli olabilmektedir. Ortam ve sistem koşullarına bağlı olarak enerji verimliliği doğal soğutucuları kurarken daha yüksek olabilir.

Dondurucu üniteleri, küçük ticari soğutma sektöründe sıklıkla kullanılan ekipmanlardır. Günümüzde kullanılan soğutucular öncelikle HFC-404A, HFC-134a, CO₂ ve HFO'lardır. Dondurucu ünitelere alternatif olarak, su döngüsü devresi olan daha büyük bağımsız ünitelerin bataryasıdır. Dondurucu üniteler için teknik olarak en uygulanabilir azaltım seçenekleri:

- a. **Doğrudan HC-290 ve HC-1270** büyük miktarda dondurucu ünite uygulamalarını kapsar. Güvenlik standartları uyarlanabilirse, HC'ler neredeyse tüm dondurucu üniteleri kapsayabilir. Enerji tüketimi, geleneksel HFC ekipmanına göre% 10 daha düşük olabilir. Yatırım maliyeti, güvenlik gereklilikleri nedeniyle% 25 daha yüksek olabilir fakat daha yüksek enerji verimliliği ile telafi edilebilir.
- b. **Transkritik CO₂.** Daha yüksek yatırım maliyeti ve daha düşük enerji tüketimine sahiptir.
- c. HC ve HFO'li doğrudan olmayan sistem, ikinci sıvı soğutuculu.



Şekil 8: HC soğutucusu kullanan doğrudan olmayan sistem.

3.2.2 Endüstriyel soğutma

Endüstriyel soğutma sistemleri yerinde inşa edilmiş ve gıda ve içecek işleme, depolama ve dağıtım, endüstriyel işleme alanlarında kullanılmaktadır. Soğutma kapasiteleri 10kW ile 10MW arasında değişmektedir. Soğutucu yükleri ise birkaç kilogram ve 80 ton arasında değişebilir. Genellikle bu sistemler -50°C ila + 20°C arası buharlaşma sıcaklıklarında çalışırlar. Tüm endüstriyel soğutma kapasitesinin yaklaşık %75'i yiyecek ve içecek endüstrisinde, geri kalanı ise endüstriyel proseslerde ve



eğlence uygulamalarında kullanılır (Schwarz et al, 2011). Büyük endüstriyel soğutma tesislerinin % 90'ından fazlası amonyak kullanmaktadır (RTOC 2010 değerlendirmesine göre). Endüstriyel amonyak sistemleri genellikle HFC benzerlerine kıyasla % 15 enerji verimliliği sağlarlar. Avrupa'daki endüstriyel soğutma sistemlerinin %40'ı amonyak kullanmaktadır. HFC-404A için en yaygın alternatiftir. CO₂ ve amonnia-R717 kullanan sayısı artmakta olan kaskad sistemlerin çoğu özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da yiyecek ve içecek endüstrisinde kullanılmaktadır. Başka bir düşük KIP alternatif ise HFO-1234zedir.

3.2.3 Ev tipi ve küçük ticari soğutucular

Bu cihazlar soğutucu, dondurucular ve bağımsız ticari ünitelerdir (Tablo 6). Dünya çapında yılda yaklaşık 100 milyon ev aleti ve 3 milyon küçük ticari ünite üretilmektedir.

Tablo 6: Küçük bağımsız soğutucu ekipmanların özeti

Ekipman	Uygulama	Güncel HFC soğutucular	Azaltma seçenekleri	Isı aralığı	Soğutma kapasitesi	HFC soğutucu yükü (gr)
Buzdolapları ve dondurucular	Ev tipi	HFC-134a	HC-600a	-20°C ila +10°C	50W – 250W	100 – 300
Soğutucular, otomat makineleri	Ticari	HFC-404A, HFC-134a	HC-290, CO ₂ , HFO-1234yf	-2°C ila +10°C	100 – 1500	200 – 1500

Ev aletleri açısından, dünyada olarak kullanılan ana soğutucular HFC-134a ve HC-600a arasında yaklaşık yarı yarıya olacak şekildedir. Tüm Avrupa buzdolapları ve derin dondurucular HC-600a ile üretilirken, diğer bölgelerde HC-600a daha az kullanılmaktadır. Türkiye'de HC-600a yurtiçi satışların yaklaşık% 20'sini kapsar. Önümüzdeki birkaç yılda bu oranın% 50'ye çıkması beklenmektedir. Ayrıca, uluslararası dört büyük yiyecek ve içecek şirketi, soğutucular, ev tipi üniteler, otomatik dağıtıcılar, dondurma dondurucuları gibi ticari ekipmanlar için hidrokarbon (HC-600a veya HC-290) ve / veya CO₂ soğutucu soğutucuyu zorunlu kılar.

3.2.4 Isı Pompaları

Bazı ev tipi uygulamalarda alanı, suyu ısıtma veya kurutucu olarak kullanılır. Bu sistemler için hidrokarbonlar mükemmel enerji verimliliğiyle teknik olarak uygulanabilir bir seçenektir ve genellikle 20 kW 'nin altındaki kapasiteler için kullanılır. CO₂ ısı pompaları özellikle Japonya'da su ısıtıcı olarak pazarlanmaktadır. CO₂'nin termodinamik özellikleri, daha da yüksek ısı kapasitesiyle transkritik süreçte gaz soğutması esnasında onu ideal bir soğutucu yapmaktadır.



3.3 Güvenlik

En iyi sonuçları veren tüm uygulamalara uyan “tek bir” soğutucu yoktur. Düşük KIP soğutucular HFC'lere kıyasla büyük avantajlara sahip olsalar da Tablo 7'de gösterilen bazı dezavantajları da vardır.

Tablo 7: Düşük KIP soğutucular: avantaj ve dezavantajları

Soğutucu	Avantajları	Dezavantajları
Amonyak (R717)	Doğal soğutucu KIP<1, Sıfır OTIP, düşük maliyet, kolay erişilebilir, yüksek enerji verimliliği, yüksek soğutma kapasitesi	Toksik, düşük yanıcılık
Hidrokarbonlar (R290, R600a, R1270)	Doğal soğutucu, toksik değil, KIP<3, Sıfır OTIP, düşük maliyet, kolay erişilebilir, yüksek enerji verimliliği, yüksek soğutma kapasitesi	Yüksek yanıcılık
Karbondioksit (R744)	Doğal soğutucu, toksik değil, yanıcı değil, KIP=1, Sıfır OTIP, düşük maliyet, kolay erişilebilir, yüksek enerji verimliliği, yüksek soğutma kapasitesi	Yüksek çalışma basıncı, >31°C ortamda düşük verimlilik
HFOlar	KIP<10, sıfır OTIP, HFC'lere benzer enerji verimliliği ve soğutma kapasitesi	Kimyasal, yüksek maliyet, çevre ve sağlık dostu olmaması, (TFA & HF) yan ürünler, düşük yanıcılık

Soğutucuların güvenliği için önemli olan başlıca iki sebep, aşağıda özetlenen toksisite ve yanıcılık olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalarla tasarımcılara ve üreticilere, soğutucu yükü, havalandırma, gaz detektörleri gibi çeşitli parametrelerle ilgili ekipman tasarımını ilgili standartlara uyarlamalarında yardımcı olmak amaçlanmıştır.

3.3.1 Toksikite

- A Sınıfı: toksisite oranının 400 ppm ya da daha düşük konsantrasyonda belirlendiği soğutucular,
- B Sınıfı: toksisite oranının 400 ppm altında konsantrasyonda olduğunu gösteren kanıt bulunan soğutucular.

3.3.2 Yanıcılık

- Sınıf 1: 21°C'de ve 101 kPa'da test edildiğinde yanıcılık göstermeyen soğutucular ,
- Sınıf 2: 0.10 kg/m³'den daha yüksek sınıra oranda düşük yanıcılığı olan soğutucular ,
- Sınıf 3: yüksek derece yanıcı olan soğutucular.



3.4 Fiyatlandırma

Türkiye'de son zamanlarda düşük KIP soğutucularla ile pazarlanan sınırlı sayıda ekipman olması nedeniyle, kapsamlı bir karşılaştırma tablosu yapmak zordur. Düşük KIP soğutucu çözümleri, önemli bir pazara girme ve üretim ölçeğine ulaştıklarında geleneksel sistemler ile rekabet edebilirler. Yüksek enerji verimliliği sayesinde düşük KIP alternatifler daha düşük toplam işletme maliyetlerine sahip olabilir (düşük yaşam maliyeti).

Ayrıca ev tipi ve ticari split klima sektöründe (2017'de Türkiye'de yaklaşık bir milyon ünite satıldı), büyük Türk üreticilere göre HFC-410A'dan HFC-32'ye geçişte ortalama fiyat artışı sıfır ila %5 arasında değişiklik göstermektedir. (EU) 517/2014 sayılı Tüzük yürürlüğe girdiğinden beri, HFC soğutucuların fiyatları hızlı bir şekilde artmaktadır ve ilgili soğutucunun fiyatı ile KIP arasında açık bir ilişki gözlemlenebilir. Endüstriyel sektörlerde, yüksek KIP'li soğutucu sistemlerden amonyak veya kaskad amonyak / CO2'ye geçiş daha yüksek önden maliyetle olsa da daha yüksek enerji verimliliği ve düşük soğutma maliyeti nedeniyle daha düşük ömürlük maliyeti vardır.

3.5 Düşük KIP Alternatifleri

3.5.1 Hidrokarbonlar

RAC&HP sektöründe en çok kullanılan hidrokarbon soğutucular izobütan (HC-600a) ve propandır. (HC-290). Bunlar :

- Sentetik soğutuculara göre daha ucuzdurlar,
- 3'ten daha düşük KIP ve sıfır OTIP sahiptirler,
- toksik değil ve neredeyse kokusuzdurlar,
- soğutucular için gerekliliklerin çoğunu sağlarlar,
- HFC-134a ünitelere kıyasla 10 ila 15% daha yüksek enerji verimliliği sağlarlar.

Ancak, A3 alev alabilen soğutucular olarak sınıflandırılırlar. Bu nedenle, HC gazları içeren ekipmanın tasarımında özel önlemler ve sistem gereklilikleri takip edilmelidir. Avrupa ve Asya ev tipi soğutucularda ve ticari bağımsız dolaplarda yaygındır. Daha büyük yükler için yanıcılığa ilişkin özel şartlar koşulmaktadır. Genellikle, başlangıçta HFC için tasarlanmış bir soğutma sistemi, hidrokarbonlarda çalışırken bu yükün yalnızca% 40 ila% 50'sine ihtiyaç duyacaktır. fişli soğutucu üniteleri 150 gr'ın altında soğutma yükleriyle yaklaşık 1.000 Watt'a kadar soğutma kapasitesine erişebilir.



3.5.2 Karbondioksit

Carbondioxide-R744, endüstriyel soğutma, ısı pompaları, ticari soğutma, soğutucular ve soğuk odalar için HFC'lerin ana doğal soğutucu alternatiflerinden biridir. CO₂,

- Renksiz, kokusuz, toksik değildir ve havadan ağırdır,
- Yanıcı değildir,
- Sistem tasarımlarına ve daha küçük hacimli bileşenlere izin veren geleneksel soğutuculardan çok daha yüksek hacimsel verime sahiptir
- Daha iyi enerji verimliliğine sahiptir (küçük basınç düşüşleri önemli daha küçük ısı kayıplarına yol açar)
- Özel tasarım ve daha güçlü malzemeler gerektiren diğer soğutuculardan daha yüksek basınçta çalışır.

3.5.3 Amonyak

Ammonia-R717, NH₃, 125 yıldan uzun süredir endüstriyel soğutma sistemleri için yaygın soğutucu olmuştur. Dünya genelinde halihazırda yiyecek içecek endüstrisinde ve diğer işleme endüstrilerinde kullanılmaktadır. Amonyak soğutma sistemleri

- Tüm soğutucu akışkanların en düşük KIP (sıfır) değerine sahiptir.
- HFC'den daha yüksek enerji verimliliğe ulaşırlar.
- Kaskad sistemleri (örneğin CO₂ ile), soğutucular, endüstriyel uygulamalar, düşük sıcaklık uygulamaları, soğuk odalar gibi genellikle daha büyük kapasiteli uygulamalarda uygulanır.

3.5.4 Hidrofloroolefinler – HFO'ler

HFO-1234yf ve HFO-1234ze, son yıllarda piyasadaki en yaygın HFO'lerdir ve 10'un altında KIP değeri vardır. A2L, düşük yanıcı gazlar olarak sınıflandırılırlar. MAC uygulamalarında, özellikle HFO-1234yf'de, HFC-134a'nın yerini almak üzere geliştirilmiştir. HFO'ler, tek bir madde olarak ör. HFC-1234yf veya karışımın KIP'ni düşürdüğü HFC'li karışımlarda kullanılır. Yüksek tepkiselliğe sahiptirler ve bu nedenle troposferde daha kısa ömür, düşük KIP ile sonuçlanır.

Ancak, HFO'ların büyük ölçekli kullanımının çevreye potansiyel etkisi konusunda büyük endişeler vardır. HFO-1234yf, % 90'dan fazla Trifloroasetik asit (TFA) (HFC-134a'nın 4-5 katına kadar) verimi sağlar. Bu nedenle, HFO'lar küresel ısınma için mevcut bir tehdit olmasa bile, büyük çapta salım atmosferden çok su ortamları ve bitkiler için bir tehdit teşkil edebilir. Doymamış HFC'lerin imalatında yer alan süreçler ve yan ürünler çok iyi bilinmemektedir.

Bir başka endişe, bir yangın sırasında HFO'ların ayrışması ile ilgilidir ve takip eden birleşme, örneğin; insanlar için toksik olan hidrojen florür (HF) - başka herhangi bir HFC'nin ayrıştırma ürünleri gibi, ayrıştırma ürünleri oluşturabilir.



3.6 AB ve Dünyada düşük KIP uygulama örnekleri

F-gaz sektöründeki başlıca uluslararası operatör ve üreticilerden bazıları, kurumsal sosyal sorumluluk planları ve pazarlama çabaları doğrultusunda, Kigali değişikliği öncesinde karbon ayak izi ve salımını azaltmayı taahhüt etti.

2000 yılında, dünyanın en büyük dondurma üreticisi Unilever, ticari olarak uygulanabilir alternatiflerin yasal olarak kullanılabilirdiği tüm ülkelerde, 2005 yılına kadar HFCsiz dondurma dondurucu dolapları için satın alma politikasını uygulama taahhüdü verdi. Unilever, bu uygulamada HFC'lerin yerine propan HC-R290 kullanmayı seçti. 2003 yılından bu yana, propan dolapları, 2016 yılında 1 milyon üniteyi aşarak, (Türkiye dahil) dünyaya açıldı ve HC-R290 dolaplarının benzer HFC-R134a versiyonlarına oranla daha fazla enerji verimliliği sağlandı.

Nestlé, endüstriyel faaliyetlerinde küresel ısınma potansiyeli yüksek soğutucuların % 90'ından fazlasını kullanmayı durdurduğunu ve şimdi dondurma dondurucuları gibi daha küçük soğutma sistemlerine odaklandığını belirtti. 3.2 MW HCFC-R22 soğutma sisteminin amonyak kullanan bir sistemle değiştirilmesi, enerji tüketiminde% 40'lık bir azalma sağladı. Yeni bir tesis, destekleyici ısı pompası ile ısı geri kazanımı ve su ısıtma sağladığından, toplam yıllık maliyet tasarrufu, 2,7 yıl geri ödeme süresine eşdeğer 1,4 milyon CH 'den (yaklaşık 1,2 milyon Euro) daha fazladır.

Alman gıda indirim zinciri **Aldi Süd**, Aralık 2009'da yaptığı açıklamada, Ocak 2010 itibariyle şirketin yalnızca Almanya'daki tüm yeni mağazalara CO₂ soğutma sistemleri kuracağını açıkladı. Şirket her yıl yaklaşık 150 yeni mağaza açmaktadır.

Marks ve Spencers' "tüm yeni kurulumların mümkün olan her yerde CO₂ ikincil sistemlerini kullanacağını" duyurdu. 2030 yılına kadar şirket, alternatif olarak CO₂ ve hidrokarbon soğutucuları kullanarak tamamen HFCsiz yönetim planlıyor. Şirket gelişmekte olan ülkelerde doğal soğutucuların kullanımı konusunda teknisyenler yetiştirmektedir.

GEA Grasso, karşılaştırılabilir HFC soğutucuya kıyasla daha az yer kaplayan, daha az gürültü yapan ve daha az enerji tüketen bir amonyak soğutucu geliştirdi. Özellikle kısmi yük verimliliği, çoğu soğutucunun kısmi yük koşulu altında %90'dan fazla zamanda çalışması nedeniyle önemli olması nedeniyle oldukça geliştirilmiştir. %25 kapasitede enerji tüketiminin karşılaştırılabilir HFC soğutucuların yarısından daha az olduğu tahmin edilmektedir. Amonyak soğutucu aynı zamanda, karşılaştırılabilir enerji verimliliğine sahip HFC ünitesinden daha ucuzdur. Amonyak soğutucular, Kopenhag havaalanı, Aarhus ve Kopenhag'daki alışveriş merkezleri ve Düsseldorf, Almanya'daki devlet hükümet binası dahil olmak üzere birçok kamu binalarında kullanılmaktadır.

2010 yılının sonunda **GIZ / GTZ**, üretim hattını, Çin fabrikasında bulunan dünyanın en büyük hidrokarbon split klima üreticilerinden birine dönüştürdü. Propan-R290 üniteleri %10 ila %15 daha yüksek enerji verimliliği sağlamaktadır. Üretici, yıllık 3.5 kW'lık bir soğutma kapasitesi ünitesi için 330 g'a kadar hidrokarbon yüklü, 100.000 tane hidrokarbon split klima satmayı beklemektedir.



Çin ve Hindistan'da şu anda, en az beş büyük üretici HC-290 üretim hatları piyasaya sürmekte ya da halihazırda HC-290 split klima üretip ve satmaktadır. Hindistan'da şu ana kadar 600.000'den fazla HC-290 klima satılmıştır. **İki İngiliz, bir Avustralyalı ve bir İtalyan üretici** bir süredir bu üniteleri üretmektedir. Diğer bazı örnek olay incelemelerinin yanı sıra ilgili sunumlar ve teknoloji gelişmeleri de Green Cooling Initiative (Yeşil Soğutma Girişimi) web sitesinde (www.greencooling-initiative.org) bulunabilir.

4 Öneriler

Türkiye'deki düşük KIP RAC&HP uygulamalarının kabul edilmesi umut verici başlangıç eylemleridir.

RAC&HP sektörünün büyük bölümünün en fazla 4 ila 6 yılda düşük KIP teknolojilerine zamanında geçil yapmasının önündeki hiçbir önemli engel yoktur.

Tablo 8 , farklı uygulamaların kısmen veya tamamen düşük KIP teknolojilerine geçişi için gerekli tahmini zaman aralıklarını göstermektedir. Bu tahminler üç nedene dayalıdır,

1) bu teknolojilerin bazıları halihazırda Türkiye'de vardır (imal edilmiş ve / veya kurulu olarak). Örn. amonyak soğutucular, R32 split Klima, HC ev tipi buzdolapları, HC ticari buzdolapları, vb.

2) başka bölgelerde geçişler (bazen yavaş) gerçekleşen / gerçekleşmekte olan, örneğin; AB, Tayland, Şili, Ürdün, vb. ve

3) uzmanların tecrübeleri üzerinedir. Yeşil renkle vurgulananlar en kolay olanlardır.

Bu zaman dilimleri (Kısa, orta ve uzun) için gereklidir:

- Ekipman geliştirme ve test etme
- Tedarik zinciri geliştirme
- Ürün hattı dönüşümü ve eğitimler
- Teknisyen eğitimleri alan servisi
- Ticaret ve piyasaya giriş

Tablo 8: Düşük KIP teknolojilere endüstri geçişi için planlanmış potansiyel zaman çizelgesi

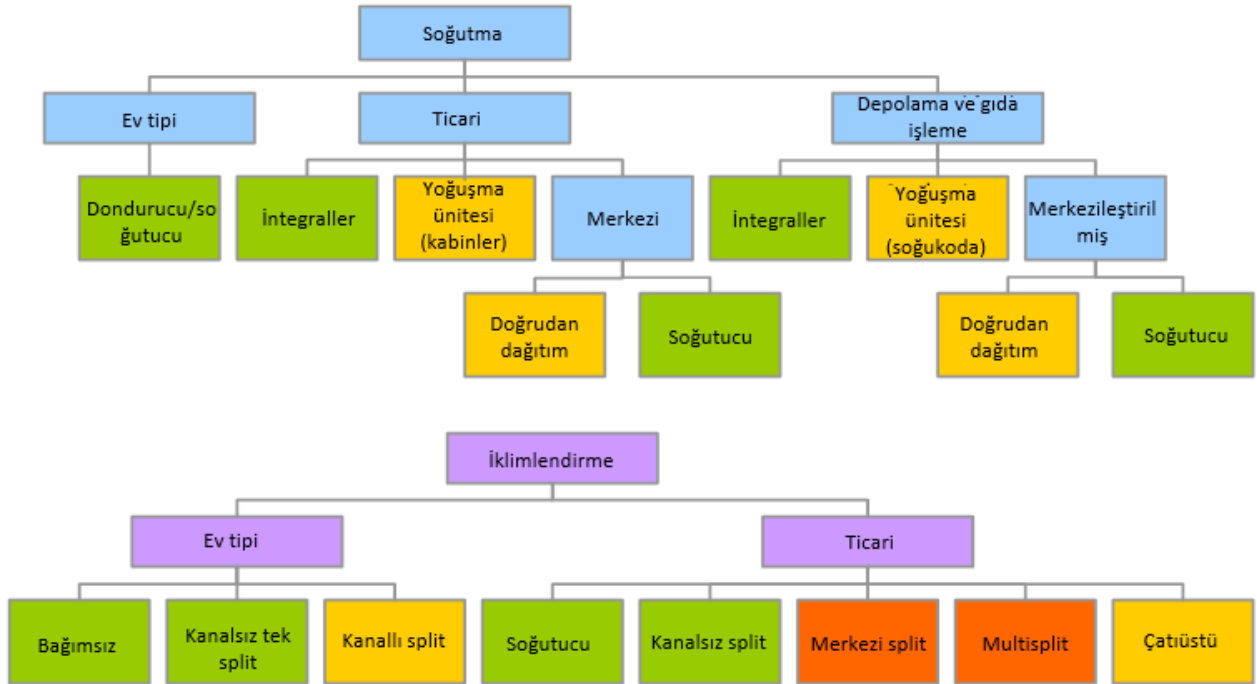
	Kısa dönem 2 ila 3 yıl	Orta dönem 3 ila 4 yıl	Uzun dönem 4 ila 6 yıl
Ev tipi Klima	X (her HC yükü için maks. izin verilen için)		
Ticari Klima	X her HC yükü için maks. izin verilen için)		
Merkezi Klima			X
VRF/VRV			X (veya daha uzun)
Tavan		X	
Soğutucu	X		
Dondurucu üniteler		X	



	Kısa dönem 2 ila 3 yıl	Orta dönem 3 ila 4 yıl	Uzun dönem 4 ila 6 yıl
Paket Klima santrali (PLS)	X		
Soğuk oda		X	
Isı pompaları		X	
Endüstriyel soğutucular	X		
Ev tipi & Hafif ticari	X		
Mobil soğutucular		X	
Mobil Klima (otomotiv)		X	

Teknik ve ticari olarak mümkün olan yerlerde, ev tipi ve hafif ticari (hidrokarbonlar), soğutucular (NH₃), endüstriyel soğutma (CO₂ / NH₃), PKS (NH₃, HC), soğuk odalar (CO₂) ve ısı pompaları (CO₂ ve HC'ler) gibi, HFO'lardan doğal soğutuculara geçişe öncelik verilmesi önerilir. Bu uygulamalar için, doğal soğutucu alternatifleri ticari olarak temin edilebilir ve eşdeğer HFC versiyonlara kıyasla daha fazla enerji verimliliği sağladıkları teknik olarak kanıtlanmıştır, marjinal azaltma maliyeti ve düşük ömür maliyeti ile güvenilirlerdir.

Şekil 9, RAC alt-sektörlerinin geniş aralığını göstermektedir. Yeşil renkli kutucuklarda, NR alternatiflerine kolay dönüşüm açısından “en kolay olanlar” vardır. Turuncu renkle belirtilenler, mevcut standartlar nedeniyle dönüşümün sınırlı olduğu, esas olarak HC soğutucuların yükünü sınırlayan alt sektörlerdir. Kırmızı renkle NR'ye geçişi en zor olan alt sektörler belirtilmiştir.



Şekil 9: RAC alt sektörler



Özetle:

- AB F-gaz düzenlemesinden çıkarılan ders ile, gözden geçirilen ulusal yönetmelik gelecekteki gidişatı netleştirecektir. Üreticilere ve tedarikçilere, üretim hatlarının dönüştürülmesi, ürün gelişimine öncelik vermek ve son kullanıcılar ile piyasaya giriş ve iletişim planlarını hazırlamak için ilgili yatırımları zamanında planlamalarına yardımcı olacaktır.
- İyileştirilmiş HFC raporlama sistemi,
- Mevcut HFC üniteleri için, sızıntıları azaltmak set içeriği gerekliliği,
- Teknik ve yasal olarak uygulanabilir yerlerde düşük KIP soğutuculara planlı geçiş,
- HFC vergi planının uygulanması, çevre dostu teknolojiler için teşvikler, etkili bir bilinçlendirme kampanyası sayesinde tüketici baskısı,
- Son kullanıcıların yeni düşük KIP teknolojilerini tanıması için pazarlama kampanyası,
- Teknisyenler için teknik eğitimler ve ilgili satış sonrası hizmetlerin geliştirilmesi,
- Yüksek KIP gazlarının geri dönüşümü / geri kazanımı / imhası için yeterli ve elverişli olanakların sağlanması.



5 Kaynakça

1. GIZ Proklima (2018), Cool Contributions fighting Climate Change: Coordinating finance for sustainable refrigeration and air conditioning.
2. UNEP (2015), *The Emissions Gap Report 2015: A UNEP Synthesis Report*. Nairobi: UNEP. <http://www.unep.org/emissionsgapreport2015/>.
3. Schwarz, W., Gschrey, B., Leisewitz, A., Herold, A., Gores, S., Papst, I., Usinger, J., Oppelt, D., Croiset, I., Pedersen, H. P., Colbourne, D., Kauffeld, M., Kaar, K., Lindborg, A. (2011), *Preparatory study for a review of Regulation (EC) No 842/2006 on certain fluorinated greenhouse gases Prepared for the European Commission in the context of Service*. https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/f-gas/docs/2011_study_en.pdf
4. UNEP (2010), *Report of the Refrigeration, Air Conditioning, and Heat Pumps Technical Operations Committee: 2010 Assessment*, UNEP, http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/TEAP/Reports/RTOC/RTOC-Assessment-report-2010.pdf
5. TEAP (2016), *Report of the Technology and Economic Assessment Panel*. <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/oewg/oewg-38/presession/Background>.
6. Luecken L., Waterland R., Papasava S., Taddonio K. N., Hutzell W. T., Rugh J. P., Andersen S. O. (2010), *Ozone and TFA Impacts in North America from Degradation of (HFO-1234yf), A Potential Greenhouse Gas Replacement*. Environ Sci Technol. 1;44(1):343-8.

