COP31 · ARTİSAN CLIMATE HOUSE · 10 KASIM 2026

Cihaz değişti. Peki içindeki gaz nereye gitti?

Eşref Erdinç Uslu
Erdinç Klima Genel Müdürü

Erbaa'dan COP31'e · sahadan bir tanıklık

SAHADAN BİRİ

Benim hikâyem bir laboratuvarda başlamadı

Erbaa

Çıraklık

Ortaokul yıllarında babam beni bir dolap tamircisinin yanına verdi. İlk işim buzdolabı tamiri.

İstanbul

Okul ve chiller

İ.Ü. Teknik Bilimler MYO, İklimlendirme ve Soğutma. 1996–2000 Arduman/Carrier: R-11'li santrifüj chiller bakımı.

Balkanlar

Saha deneyimi

Askerlik sonrası Balkanlar'da çalışarak deneyim kazandım.

2004 → bugün

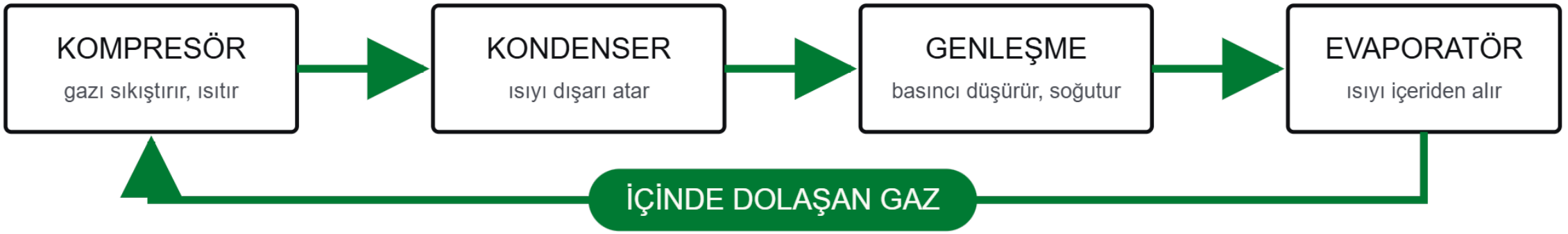
Erdinç Klima

Chiller, endüstriyel soğutma, pano kliması, evaporatif soğutma ve F-Gaz hizmetleri.

Yaklaşık 40 yıl. Hâlâ her sabah sahaya yeniden çırak olarak çıkıyorum.

GÖRÜNMEYEN ALTYAPI

Dıştan farklı, içten aynı: dört parça ve aralarında dolaşan bir gaz



Fabrika: proses chiller'ı	**Bina: klima santrali**	**Çiftlik: süt tankı, sera**	**Market: soğuk oda, dolap**

Gaz kaçmadığı sürece makine çalışır. **Bugünkü konu makine değil; o gaz.**

GAZ NEREDE?

Soğutma lüks değil; gıdanın, ilacın ve sanayinin altyapısı



Chiller: hava soğutmalı ve santrifüj · onlarca–yüzlerce kg





VRF / split klima · 1–30 kg



Soğuk oda · 5–100 kg



Frigorifik araç, konteyner · 5–10 kg



Gemi soğutması · yüzlerce kg



Ev: buzdolabı, klima · 0,1–1,5 kg



Sera ve tarım · ısı pompası

526 milyon ton Soğuk zincir eksikliğiyle her yıl kaybolan gıda: küresel üretimin %12'si

FAO/UNEP, Sustainable Food Cold Chains (2022; 2017 verisi) · Chiller dışındaki görseller temsilîdir; dolum miktarları tipik aralıklardır

SOĞUTMANIN İKİ BEDELİ

Soğutma ısıyı yok etmez, taşır. Bedelini iklim iki yerden öder

1 — Harcanan elektrik

Herkesin konuştuğu bedel

2 — Kaçan gaz

Az kişinin konuştuğu bedel: sızınca ve sökümde havaya karışınca

4,1 milyar ton

2022

→ **7,2** milyar ton

2050 · önlem alınmazsa

→ **2,6** milyar ton

2050 · sürdürülebilir yolla (−%64)

UNEP, Global Cooling Watch 2025 · elektrik kaynaklı ve soğutucu gaz kaynaklı salımın toplamı, CO_2 eşdeğeri

KIRK YILDA DÖRT KUŞAK GAZ

Her gaz bir sorunu çözdü; ardında yeni bir soru bıraktı

Montreal 1987

Kigali 2016

CFC

R-11 · R-12

Santrifüj chiller, buzdolabı, araç kliması

Ozon tabakasını inceltti

›

HCFC

R-22

Klima, soğuk depo, bina soğutması

Ozona zararı az; ama sıfır değil

›

HFC

R-134a · R-407C · R-410A · R-32

Chiller, VRF, split, araç kliması

Ozon sorunu bitti; küresel ısınma kaldı

›

HFO

R-1234yf · R-513A (karışım)

Araç kliması, yeni chiller'lar

Isınma etkisi düştü; geriye ne kalıyor?

Ben mesleğe R-11'le başladım. Tulumlarımızı onunla yıkardık; zararını yıllar sonra öğrendik.

Montreal Protokolü (1987) · Kigali Değişikliği (2016) · R-11 anlatımı kişisel tanıklıktır

AYNI ÖLÇEKLE DOKUZ GAZ

Tek bir rakam, bir gazın karnesi olamaz

Gaz	Kuşak	Ozon (ODP)	Isınma (GWP)	Atmosferde ömür	Güvenlik
R-11	CFC	1,0	**4.750**	≈ 45 yıl	A1
R-12	CFC	1,0	**10.900**	≈ 100 yıl	A1
R-22	HCFC	0,055	**1.810**	≈ 12 yıl	A1
R-134a	HFC	0	**1.430**	≈ 14 yıl	A1
R-407C	HFC karışım	0	**1.774**	karışım	A1
R-410A	HFC karışım	0	**2.088**	karışım	A1
R-32	HFC	0	**675**	≈ 5 yıl	A2L · hafif yanıcı
R-1234yf	HFO	0	**≈ 4**	≈ 11 gün	A2L · hafif yanıcı
R-513A	HFO + HFC karışım	0	**631**	karışım	A1

GWP: IPCC AR4, 100 yıl · ODP ve ömür: WMO/UNEP 2022 · Güvenlik sınıfı: ASHRAE 34 · Karışımların tek bir atmosferik ömrü yoktur

YENİ NESİL GAZLAR · TFA

Gaz kısa sürede kaybolur. Peki ondan geriye ne kalır?

R-134a HFC

≈ 14 yıl	1.430	%7–20
atmosferde ömür	GWP	TFA'ya dönüşen pay

R-1234yf HFO

≈ 11 gün	≈ 4	≈ %100
atmosferde ömür	GWP	TFA'ya dönüşen pay

Gaz salımı → **Atmosferde parçalanma** → **TFA oluşumu (CF_3COOH)** → **Yağışla çökelme** → **Su kaynakları**

Atmosferde kısa ömür, çevrede kısa etki demek değildir.

UNEP EEAP 2022, Bölüm 6 (TFA molar verimi) · WMO/UNEP Scientific Assessment of Ozone Depletion 2022 · GWP: IPCC AR4

BİLİM NE DİYOR, NE DEMİYOR?

TFA: kalıcılığı biliniyor, riski tartışılıyor

Biliniyor ölçüm

- Suda çok iyi çözünür; çevrede çok kalıcıdır.
- Yağmurda ve yüzey sularında düzeyi yıllar içinde artıyor.
- Klasik arıtmayla giderilmesi zor olabilir.

Modelleniyor hesap, ölçüm değil

- R-1234yf kaynaklı TFA'nın yaklaşık yarısı salım bölgesine yakın çöker.
- 2000'den beri ≈ 335 bin ton TFA çökelmesi; bugün en büyük kaynak R-134a.

Tartışılıyor zarar

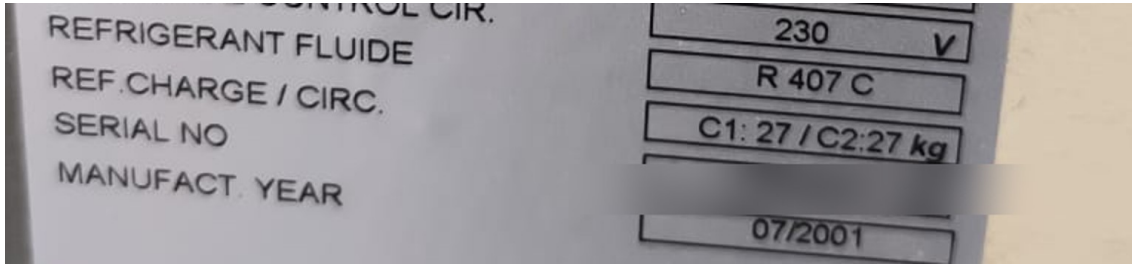
- UNEP paneli (2024): bugünkü düzeylerde insan ve su canlıları için risk çok düşük.
- Almanya üreme toksisitesi sınıflandırması önerdi; AB ve Norveç ihtiyat istiyor.

Karışım örneği · R-513A ≈ %56 R-1234yf + %44 R-134a · GWP 631 · A1. Etiketteki rakam düşer; iki bileşen kendi kimyasıyla bozunmayı sürdürür.

UNEP EEAP 2022 ve 2024 güncellemesi · Hart ve ark., GRL 2026 · Henne ve ark., ACP 2026 · Environ. Sci.: Atmos. 6, 195 (2026) · ECHA'ya sınıflandırma önerisi (Almanya, 2024)

SAHADAN İKİ ETİKET

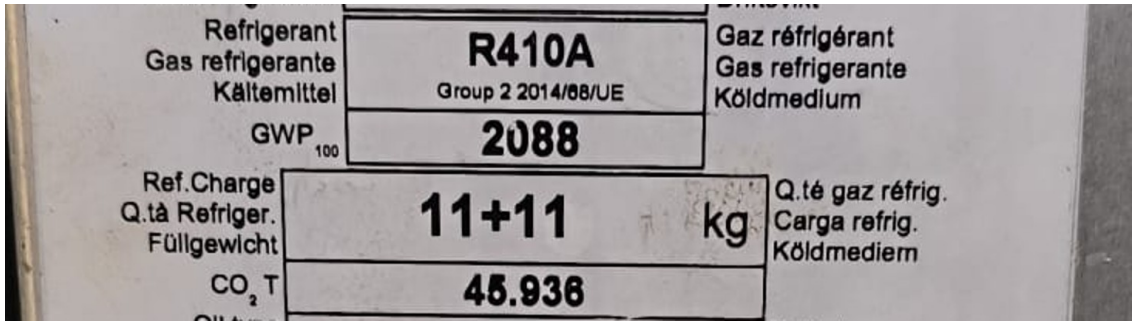
Bir chiller etiketi ne anlatır?



2001 yapımı · R-407C · 54 kg

≈ 96 ton CO_2e

27 + 27 kg, iki devre · GWP 1.774 · 25 yıldır çalışıyor



2019 yapımı · R-410A · 22 kg

45,9 ton CO_2e

11 + 11 kg · GWP 2.088 · eşdeğeri etiket kendisi yazıyor

Bu cihazlar söküldüğünde, gazın kaç kilogramı tartılarak geri kazanılacak?

Erdinç Klima saha fotoğrafları; marka ve seri numaraları gizlendi · GWP: IPCC AR4 · Örnekler kaçak iddiası değildir; envanterin büyüklüğünü gösterir

Çalışan makinenin bakım defteri var.
Sökülen makinenin kimsesi yok

> **Yeni gazın kilogramı servis fişinde yazıyor.**
> **Çıkan gazın kilogramı yazmıyor.**

Eşref Erdinç Uslu, “O gaz toplandı mı?”

Toplanmayan gaz mevzuatta değil, atmosferdedir.

SOMUT KARŞILIĞI

Bir cihazın gazı havaya karışırsa ne olur?

30 kg R-404A · soğuk oda

118 t

CO_2 eşdeğeri

=

Binek otomobil

26 araç

bir yıl boyunca

100 kg R-134a · orta boy chiller

143 t

CO_2 eşdeğeri

Tek bir vananın açılması, bir tesisin bir yıllık tasarruf çabasını silebilir.

GWP: IPCC AR4 (R-404A 3.922 · R-134a 1.430) · Ortalama binek otomobil: US EPA, yılda 4,6 t CO_2

KURAL VAR

Eksik olan kural değil; sökümde çıkan kilogramın kaydı

	Türkiye	AB	ABD
Kapsam eşiği	5 t CO_2e · EKOMVET kaydı	5 t CO_2e	15 lb (≈ 6,8 kg)
Sızıntı kontrolü	12 / 6 ay · 500 t ve üzeri: tespit sistemi zorunlu	12 / 6 / 3 ay	Takvim yok; yıllık kaçak oranı sınırı aşılınca onarım
HFC azaltımı	2024 dondurma → 2045'e kadar %80	2050'de tam çıkış	2036'ya kadar %85
Sökümde	**Geri kazanım zorunlu**	**Geri kazanım zorunlu**	**Geri kazanım zorunlu**

F-Gaz Dünya Rehberi

25 ülke, AB ve 4 eyalet tek sayfada

eeu.com.tr/fgaz-dunya

Kural iyi. Sorun, kuralın sahaya inişi.

TR: RG 15.10.2024/32693 · AB: 2024/573 · ABD: EPA, 40 CFR 84 · Durum Kasım 2026; EPA bazı HFC kurallarını yeniden değerlendiriyor

NEDEN KOPUYOR?

Kötü niyet değil; düzen eksikliği

1

Maliyet

Geri kazanım bugün maliyet; salım ise bedava. Tartmak zaman, cihaz ve tüp ister.

2

Sezon ve ekipman

Yoğun sezonda araçta geri kazanım cihazı ya da boş tüp bulunmayabiliyor.

3

“Sonra yazarız”

Kayıt ertelenir; denetimden önce geriye dönük defter doldurulur.

4

Dağınık kayıt

Bir klasör, bir Excel, bir telefon fotoğrafı. Veri zinciri burada kopar.

Sorulmadığı için yapılmıyor. Sorulmaya başlarsa yapılır.

VERİ ZİNCİRİ

Ustanın defterinden Bakanlık kaydına: bir veri kaç elden geçiyor?

Teknisyen
Bakar, ölçer, yazar

→

Teknik müdür
Toplar, kontrol eder

→

Tesis yöneticisi
Onaylar, bütçeler

→

Çevre danışmanı
Mevzuata uygun hâle getirir

→

EKOMVET
Bakanlık kaydı

Veri her elde yeniden yazılıyor; her yeniden yazım bir hata ihtimali.

En uçtaki ustanın girdiği doğru veri, değişmeden kayda ulaşsın.

Bu ihtiyaçtan kendi işimiz için bir kayıt ve takip yazılımı geliştirdik: **getfgas**

BİR ÖLÇÜ ÖNERİSİ

Kaç cihaz değil, kaç kilogram

BUGÜN ÖLÇÜLEN

Enerji verimliliği (EER, COP), etiket sınıfı, yeni gazın GWP değeri. Hepsi makine yeniyken, fabrikada.

GÖRÜNMEYEN

Makinenin ömrü boyunca ve sökümünde kaç kilogram gaz tartılarak geri kazanıldı? Sahada ölçülür.

ÖNERI

Sürdürülebilirlik raporlarında, karbon piyasalarında ve çevre ödüllerinde bir rakam daha istensin.

geri kazanılan gaz, kg

O rakam sorulmaya başlarsa, gerçek çevreci tesisler kendiliğinden ortaya çıkar.

ÜÇ ÖNERİ

Kuralı sahaya indirmek için

1

Sahaya inin

Kuralı yazmadan önce bir günü teknisyenle geçirin.

2

Kaydı işin parçası yapın

Söküm iş emri, gaz tartılıp geri kazanılmadan kapanmasın.

3

İnsanı tanıyın

Teknisyenin cihazı, tüpü, zamanı ve eğitimi var mı?

Teknoloji değişti. Gazlar değişti. Kurallar değişti.

Sorumluluğumuz değişmemeli.

Kural kâğıtta yazılır; iklim sahada korunur.

Çok teşekkür ederim

SORU · CEVAP

CİHAZ DEĞİŞTİ. PEKİ İÇİNDEKİ GAZ NEREYE GİTTİ?

Eşref Erdinç Uslu
Erdinç Klima Genel Müdürü

Yazılar ve konuşma
eeu.com.tr

F-Gaz kayıt ve takip
getfgas.com

Erdinç Klima
erdincklima.com · info@eeu.com.tr

Bu konuşma bağımsızdır; COP31 Başkanlığı, UNFCCC ya da Artisan Grup adına görüş bildirmez.

YEDEK · VİDEO · 52 SN

F-Gaz Dünya Rehberi



25 ülke, AB ve ABD'de 4 eyaletin F-Gaz kuralları tek sayfada.

eeu.com.tr/fgaz-dunya

eeu.com.tr/fgaz-dunya.html · video dosyaya gömülüdür, internet gerekmez

KAYNAKÇA

Kaynaklar ve referans yılları

İklim ve soğutma

UNEP, Global Cooling Watch 2025 (Kasım 2025) · FAO/UNEP, Sustainable Food Cold Chains (2022; 2017 verisi) · US EPA, ortalama binek otomobil: 4,6 t CO_2/yıl

Gazlar

IPCC 4. Değerlendirme Raporu (AR4, 2007) · WMO/UNEP, Scientific Assessment of Ozone Depletion 2022 · ASHRAE Standard 34 · Montreal Protokolü (1987) · Kigali Değişikliği (2016)

Saha

Erdinç Klima saha fotoğrafları ve kayıtları · E. E. Uslu, “O gaz toplandı mı?”, eeu.com.tr

TFA

UNEP EEAP, 2022 Değerlendirme Raporu (Bölüm 6) ve 2024 Güncellemesi · Hart ve ark., Geophysical Research Letters (2026), doi 10.1029/2025GL119216 · Henne ve ark. (Empa), Atmospheric Chemistry and Physics (2026) · Environ. Sci.: Atmos. 6(2), 195–212 (2026), doi 10.1039/D5EA00108K

Mevzuat

Türkiye: Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik, RG 15.10.2024/32693; ÇŞİDB EKOMVET ve FARAVET · AB: (AB) 2024/573 sayılı Tüzük · ABD: AIM Yasası, 40 CFR Part 84 Subpart C; Federal Register 26.05.2026 (2026–10388)

Tüm GWP değerleri: IPCC AR4 (100 yıl) · Mevzuat durumu: 10 Kasım 2026