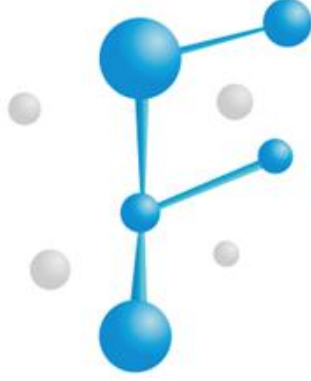




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



F-GASES

F-Gazlara evre Dostu Alternatifler Konusunda Farkındalık Oluřturma
Solvent ve Köpük Sektörü için Endüstri Kılavuzu

Nisan, 2019

F-gazlar Konusunda Kapasite Oluřturma ve Aktarım için
Kapasite Geliştirme Teknik Yardımı

TR2013/0327.05.01-04/001





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

İÇİNDEKİLER

Rehberin Amacı	1
1 Giriş.....	2
1.1 İklim Değişikliği, Sera Gazları ve Düşük KIP Olan Alternatifleri	2
1.2 Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği	4
2 F-Gazlara ilişkin AB ve Türkiye Mevzuatı	5
2.1 AB F-gaz Tüzüğü	5
2.2 Türkiye'deki Ulusal F-gaz Yönetmeliği	8
3 Köpük Sektöründe HFC Alternatifleri.....	9
3.1 Genel Bakış	9
3.2 Köpük sektöründe HFC'lere yeni alternatiflerin tanımları	11
4 Sonuçlar ve Türkiye için Öneriler	14
Kaynakça.....	15





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

KISALTMALAR LISTESİ

AC	İklimlendirme
AHU	Klima Santrali
Tİ	Ticari İklimlendirme
CapEx	Sermaye Masrafı
CFC	Kloroflorakarbon
CO ₂	Karbondioksit
CO ₂ e	Karbondioksit eşleniđi
F-Gaz	Florlu Gaz
SG	Sera Gazı
KIP	Küresel Isınma Potansiyeli
HK	Hidro Karbon
HCFC	Hidrokloroflorokarbon
HF	Hidrojen Florür
HFC	Hidroflorokarbon
HFO	Hidroflorolefin
IP	Isı Pompası
ISKID	İklimlendirme Sođutma Klima İmalatçıları Derneđi
kW	Kilovat
DS	Düşük Sıcaklık
OS	Ortalama Sıcaklık
NH ₃	Amonyak
OTIP	Ozon Tabakasını İnceltme Potansiyeli
OTIM	Ozon Tabakasını İncelen Maddeler
PFCs	Perfluorokarbon
RAC	Sođutma & İklimlendirme
ARGE	Araştırma ve Geliştirme
RRR	Geri Kazanım, İslah, Geri dönüşüm
TFA	Trifloroasetik
TMM	Toplam Mülkiyet Maliyeti





Rehberin Amacı

Bu rehber, Türkiye'deki köpük ve solvent sektörünün, (AB) 517/2015 sayılı AB Yönetmeliği ve Kigali Değişikliği doğrultusunda yakın zamanda oluşacak olan yeni Ulusal F-gazlar Yönetmeliđindeki değişikliklere uyum sağlaması için yol gösterici olmak adına F-gazlarına 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, yangından korunma 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-gazlarına karşı düşük küresel ısınma potansiyeli (KIP) olan alternatifleri,
- İşletmeleri potansiyel olarak etkileyen uluslararası ve milli F-gazlar Yönetmelikleri.

Rehberin bu bölümündeki bilgiler dört gruba ayrılmıştır:

- **İklim değişikliği, Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği ile ilgili** genel bilgileri içeren giriş.
- **AB F-Gaz Yönetmeliği ve Türkiye'deki F-gazlara 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-gazlarına ilişkin Yönetmeliği Kigali Değişikliği (KA) ve 517/2014 Sayılı Yönetmelik (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-gazlarının kullanımının sonlandırılması, gelişmiş izleme ve raporlama, iyileştirilmiş yasal yapılar ve artan ulusal ve yerel kapasite gerektirir.

1.1 İklim Değişikliği, Sera Gazları ve Düşük KIP Olan Alternatifleri

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). HCFC'ler ve CFC'ler gibi bu sera gazlarından bazılarının aynı zamanda ozon tabakasını inceltme potansiyeli vardır.

Düşük KIP kullanan köpük üfleme teknolojileri vardır. Yüksek KIP teknolojilerine nispeten fiyat rekabetçidir ve pek çok uygulama için ticari olarak erişilebilirler. Gözden geçirilen F-Gazlara ilişkin yönetmelik, uygulamalarına bağlı olarak getirilecek değişimler ve potansiyel etkilerin önüne geçmek için bu alternatifler hakkında köpük sektörünün bilgilendirilmesi önemlidir. Atmosferdeki sera gazlarının birikmesi nedeniyle, küresel sıcaklıkların sürekli yükseldiği bir dönemde F-gaz içermeyen alternatiflerine gerekli geçişin aşamalı olarak yapılması özellikle önemlidir. Sera gazları salımı azaltmada başarısızlık, yıkıcı sonuçlar doğurabilir.

Tablo 1: Seçili bazı gazların KIP değerleri. (*CO₂ KIP kaynağı olarak gösterilmiştir)

Köpük üfleme ajanları	Ozon Tabakasını İnceltme Potansiyeli	Küresel Isınma Potansiyeli
CFClers & HCFCler		
CFC-11 Trikloroflorometan - 100% evrensel üretim& tüketimin Montreal Protokolü kapsamında bitirilmesi	1.0	4660
HCFC-22 Klorodiflorometan - Montreal Protokolü kapsamında kullanımının bitirilmesine tabi	0.05	1810
HFCler		
HFC-125 (Pentafloroüretan)	0	14900
HFC-134a (Tetrafloroüretan)	0	1430
HFC-152a	0	
HFC-227ea	0	
HFC-245 fa	0	
HFC-365mfc	0	



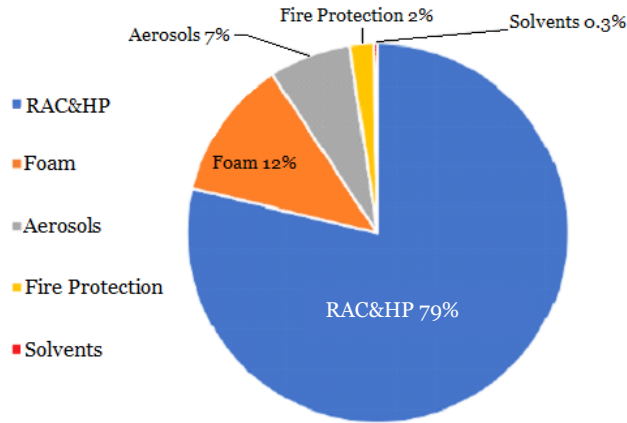


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

Köpük üfleme ajanları	Ozon Tabakasını İnceltme Potansiyeli	Küresel Isınma Potansiyeli
HCOler		
Trans-1,2-DCE	0	0
Metilal	0	<25
Metil format	0	<25
HFOler ve HCFOler		
HFO-1234ze	0	6
HFO-1336mzz	0	9
HCFO-1233zd	0	4.5
Doğal köpük üfleme maddeleri		
İzobütan	0	3
Siklopentan	0	3
n-pentan	0	3
Karbondiyoksit (CO ₂)	0	1*

F-gazları genelde CFC ve HCFC yerine kullanılmaktadır. Ozon tabakasını inceltmemelerine rağmen sera gazları kadar güçlüdürler. HFCl'ler geniş çaplı kullanım alanları ve KIP anlamında en önemli F-gaz maddesi sınıfıdır. Şekil 1, UNEP Nisan 2015 raporuna göre, HFCl'lerin 5 sektörde küresel kullanımını göstermektedir.

'de gösterildiği gibi köpük sektörü HFC'lerin t-ağırlıklı kullanımının %12'sine sahiptir.



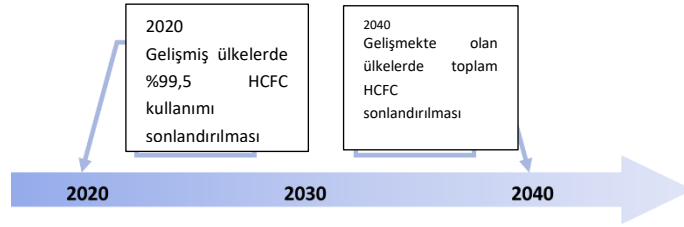
Şekil 1: HFCl'lerin en yaygın beş sektördeki kullanımı (UNEP 2015 raporundan)



1.2 Montreal Protokolü ve Kigali Değişikliği

Montreal Protokolü:

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 HCFC kullanımının aşamalı olarak kaldırılmasını gösteren zaman çizelgesi

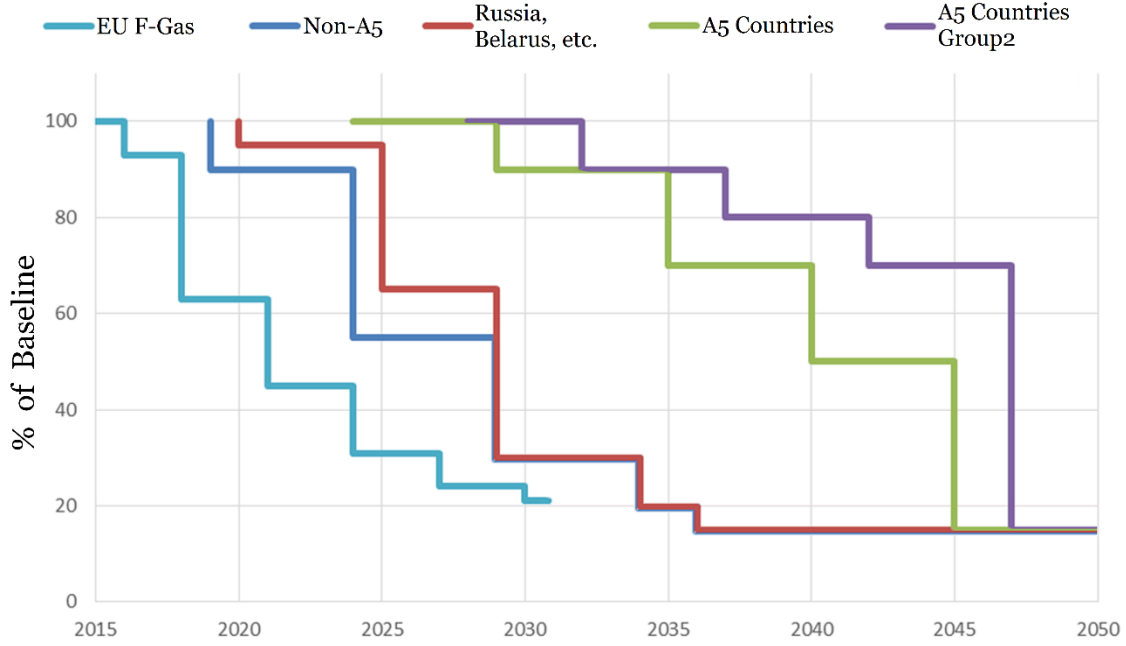
Türkiye 19 Aralık 1991'de Protokole taraf olmuştur ve o zamandan beri tüm değişiklikleri benimsemektedir. MP kapsamında yapılan Ulusal ve uluslararası çabalar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından incelenerek uygulanmaktadır ve denetlenmektedir.

Kigali Değişikliği:

Montreal Protokolü'ne yapılan Kigali Değişikliği (KA), MP altındaki OTİM 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.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



Şekil 3. Kigali Değişikliği kapsamında HFC'lerin kademeli azaltımı

2 F-Gazlara ilişkin AB ve Türkiye Mevzuatı

2.1 AB F-gaz 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 Yönetmelik ile değiştirilmiştir. AB F-Gaz salımını 2030'a kadar %79 oranında azaltmayı hedeflemektedir. Gözden geçirilmiş yönetmeliğin kapsamı aşağıdakileri içermek üzere genişletilmiştir:

- Yeni Yönetmelik kapsamında tüm hükümler artık metrik miktar yerine CO₂eşleniğine odaklanmaktadır.
- Mevcut durumda florlu maddelerle desteklenmiş F-gazlarının 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 şarj yapılan RAC&HP ekipmanlarının ithalatçıları tarafından kotanı kullanılması için yetkilendirme
- Taahhütleri kayıt altına alma sistemi





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

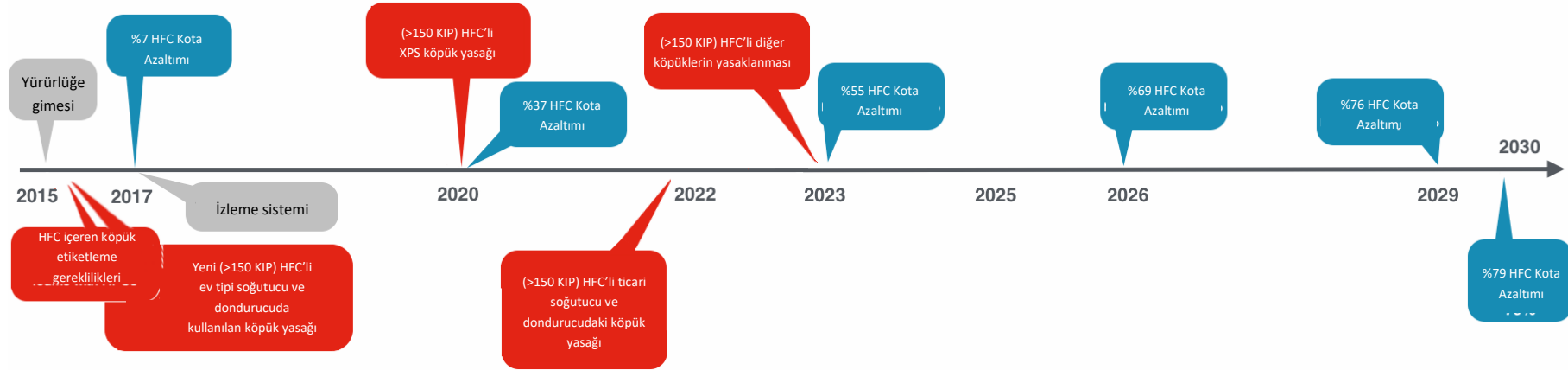
- Sızıntı testi, kayıt tutma ve F-gazlarının raporlanması, F-gazları içeren ekipman ve ürünlerin yanı sıra F-gaz konteynerlerinin etiketlenmesi ve F-gazları içeren faaliyetleri yürüten teknisyen ve şirketlerin belgelendirilmesi
- Belirli F-gazların kullanımının yasaklanması
- F-gaz içeren ve F-gazlara dayalı faaliyet gösteren pazar ürünleri ve ekipmanlarının ya piyasaya sürülmesinin yasaklanması

F-gaz Tüzüğü'nün yapı taşları Şekil 4'te zaman çizelgesinde gösterilmektedir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



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



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

Tablo 2 köpük üfleyen maddeler için AB F-gaz Yönetmeliği kapsamında izin verilen KIP sınırlarını göstermektedir. 150'den yüksek KIP oranına sahip köpük üfleme maddeleriyle yapılan köpük üfleme uygulamalarının neredeyse hepsi 2023 yılına kadar farklı uygulamalar için kademeli olarak yasaklanacaktır.

Tablo 2: Avrupa Birliği'nde HFC esaslı köpük üfleme gazlarının KIP kullanım kısıtlamaları KIP (TEAP'tan elde edilmiştir., 2016)

Uygulamalar ve Ürünler	Örneksel tarihsel HFC seçenekleri	KIP Mak. Sınırı, yasaklanan F-gaz	Yasağın yürürlüğe girme tarihi
Tek bileşen köpükler	HFC-134a	150	7/2008
HFC içeren XPS köpükleri	HFC-134a, HFC-245 fa, HFC-365mfc	150	2020
HFC içeren diğer köpükler	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc	150	2015 (yurtiçi soğutucuları) 2022 (ticari soğutucular ve dondurucular)
Diğer köpükler (katı PU sprey köpükleri)	HFC-134a, HFC-245fa, HFC-365mfc	150	2023

2.2 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 Yönetmelik 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 Köpük Sektöründe HFC Alternatifleri

3.1 Genel Bakış

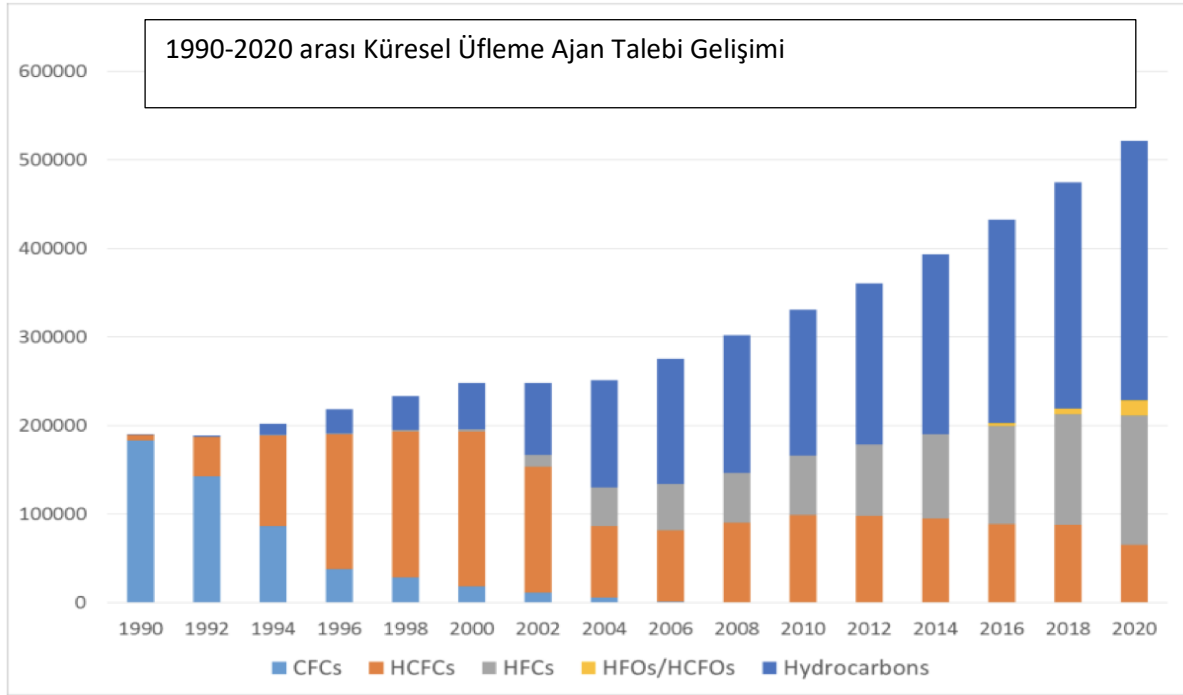
Köpük üfleyen maddeler evre geçişi ya da sertleşme geçiren çeşitli türlerdeki materyallerde köpürtücü süreç yardımıyla hücreli yapılar oluşturan maddelerdir. F-gazları özellikle PU panoları, paneller, spreyleyler, bloklar, yüzeyler ve genişletilmiş polistren (XPS) panolarda köpük üfleyen ajan olarak kullanılır. Matriste hücreli yapılar yoğunluğu düşürür, orijinal polimere göre katılığı arttırırken termal ve akustik yalıtımı arttırır.

Binalarda daha yüksek enerji verimliliği sağlama ve buna bağlı hem yeni yapılarda hem de onarımlarda daha iyi yalıtım ihtiyacı, ısı yalıtımı için artan talebin ana sebebidir. Geçmişten günümüze HFC'lerin kullanıldığı ana köpük yalıtım malzemeleri poliüretan (PU) ve genişletilmiş polistiren (XPS) lerdir.

Şekil 4, köpük üfleyen maddelerinin türüne göre gelişimini göstermektedir. Montreal Protokolü'ndeki CFC ve HCFC'lerin aşamalı olarak kullanımdan kalkmasıyla birlikte, F-gazları yüksek KIP sahip köpük üfleyen maddeler gibi kademeli olarak uygulanmaktadır. 1990'dan önce, genellikle CFC'ler köpük üfleyen maddeleri olarak kullanılmaktaydı. 2000 yılına kadar CFC'ler neredeyse tamamen kullanımdan kalktı ve yerine HCFC'ler geçti. 1994'ten itibaren, doğal köpük üfleyen maddeler olarak kullanılmaya başlanmış ve 2000'den itibaren HFC'ler kullanılmaya başlanmıştır. 2015 itibariyle, hidrokarbonlar, %50'lik bir pay ile köpük üfleyen maddelerde en çok kullanılan madde haline geldi. 2015 yılında köpük üfleyen maddelerinin kalan payları yüzde 25 ile HFC'lerdi ve yüzde 25 ile hala HFC'lerdir. HCFC'lerin, 2030 yılına kadar köpük üfleyen madde olarak neredeyse tamamen kullanımdan kalkmış olacaktır. HFC'lerin yaklaşık yüzde 25'lik bir sabit payı koruması beklenmektedir. HCFC'nin payını, HFO'lar ve diğer doğal köpük üfleyen maddeler, özellikle CO₂, su ve metilformat ve metilal, bir ester ve asetal olan ve bu bölümde HCOlar olarak kısaltılmış maddeler alacaktır.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



Şekil 5: Türlerine göre köpük üfleyen maddelerin kullanımının gelişimi (FTOC, 2014)



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

Tablo 3, farklı uygulamalar için düşük KIP'ye sahip mevcut köpük üfleme maddelerini göstermektedir. Tüm uygulamalar için düşük KIP'ye sahip mevcut alternatifler vardır. Pek çok sanayi uygulaması için köpük üfleyen maddelerde en çok HC'ler kullanılmaktadır. CO₂ ve HC'ler, köpük üfleyen doğal maddeler olarak en düşük çevresel etkiye (yeşil renkte gösterilen) sahiptirler. HCO ve HFO'ların ürün ömürlerinin sonunda çevresel sonuçları vardır. HFO'ların geçerli çevresel iyileştirmeleri pek çok ülkede yapılmamaktadır.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey

Tablo 3: Köpük üfleyen maddeler ve uygulamalarına genel bakış (FTOC, 2014)

Uygulamalar	CFC	HCFCler	HFCler	HColar	HFOlar	CO2	HC
	Değiştirilen OTİM'ler		F-gaz Yönetmeliğine tabi ve Kigali Değişikliği kapsamında kullanımı azaltılan				
PU aletleri	CFC-11	HCFC-141b HCFC-22	HFC-245fa HFC-365mfc/227ea	Metil Format	HFO-1233zd(E) HFO-1233zd(E) HFO-1336mzzm(Z)	CO ₂ (+su)	Siklopentan İzobütan
PU panosu	CFC-11	HCFC-141b	HFC-245fa HFC-365mfc/227ea		HFO-1233zd(E) HFO-1336mzzm(Z)		n-pentan İzobütan
PU panosu	CFC-11	HCFC-141b	HFC-245fa HFC-365mfc/227ea		HFO-1233zd(E) HFO1233zd(E) HFO-1336mzzm(Z)	CO ₂ (su)	n-pentan İzobütan
PU spreyi	CFC-11	HCFC-141b	HFC-245fa HFC-365mfc/227ea		HFO-1233zd(E) HFO-1336mzzm(Z)	CO ₂ (su) Çok-önemli CO ₂	
PU yerinde/blok	CFC-11	HCFC-141b	HFC-245fa HFC-365mfc/227ea		HFO-1233zd(E) HFO1233zd(E) HFO-1336mzzm(Z)	CO ₂ (su)	n-pentan İzobütan
PU integral yüzey	CFC-11	HCFC-141b HCFC-22	HFC-245fa HFC-134a	Metil Format Metilal		CO ₂ (su)	
XPS panosu	CFC-12	HCFC-141b HCFC-22	HFC-134a HFC-152a	DME	HFO-1234ze(E)	CO ₂ CO ₂ CO ₂ / Etanol	İzobütan

3.2 Köpük sektöründe HFC'lere yeni alternatiflerin tanımları

Siklopentan ya da n-, l- ya da n/l-pentan, önceden karıştırılmış polioller (hidrokarbonlar)

Hidrokarbonlar, pek çok düşük KIP'ye sahip köpük üfleyen uygulamalar ve ürünler için bir endüstriyel standarttır. Uzun yıllardır pek çok ülkede kullanılmaktadır. Öte yandan, hidrokarbon esaslı köpükler fiyat rekabetiyle ısı yalıtımı ve yüksek faaliyet performansı sağlar. Hidrokarbon köpük üfleyen üretim tesislerinin kurulması, yanıcı materyallere karşı emniyet kurulumları olması nedeniyle daha masraflıdır. Köpük imalat hattı HCFC-141b ya da HFCler içeren önceden karıştırılmış polioller için tasarlanmışsa güvenlik için daha iyi ayarlanmış olmalıdır. Daha yüksek belirgin üretim maliyetleri, yeterli ölçek ekonomisine sahip orta veya büyük ölçekli üretim tesisleriyle kısa sürede itfa edilir.

Siklopentan içeren (genelde ev tipi buzdolapları için PUR köpük yalıtım cihazlarında kullanım için) önceden karıştırılmış polioller ve n-, l- veya n / l-pentan (genellikle diğer PUR köpüklerinde kullanım için) günümüzde PUR üreticileri tarafından sunulmaktadır. Tüm bu karışımlar, içindeki basınca



dayanabilmek için uygun bir yüksek duvar kalınlığına sahip konteynırlarda (en az 1,2 mm) tedarik edilmelidir. Bu tür bir teknolojinin en büyük avantajı, yerinde poliöl-hidrokarbon karıştırmaktan kaçınmaktır, bu sebeple daha maliyetli olan n-pentan veya siklopentan depolama tankları ve taşıma hatlarını inşası gerekli değildir.



Şekil 6: Sikloentan içeren önceden karıştırılmış poliöl ve IBC tankları

CO₂: CO₂, köpük üfleyen madde olarak daha küçük üreticiler tarafından kullanılmaktadır. Hidrokarbonlara nispeten daha düşük termodinamik performansı nedeniyle, CO₂ esaslı yalıtımların kalınlıkları arttırılmalıdır. CO₂ esaslı köpük maddelerinin en büyük kullanım avantajı, düşük yanıcılık ve ürün ömrü sonunda yapılan iyileştirmeler göz önüne alındığında düşük çevresel etkilere sahip olmasıdır.

Metilal: Metilal (metilformal, dimetoksietan) pek çok üretici tarafından (en çok bilineni köpüklerde kullanımını destekleyen Lambiotte&Ciedir) satışa sunulan bir kimyasaldır ve su ısıtıcılarda yalıtımı sağlama, bloklar, paneller ve sprey köpüklerin yanı sıra mikro-gözenekli ayakkabı tabanları, integral yüzeyler gibi yalıtımsal olmayan uygulamalarda kullanılan PUR sistemleri için önerilen üfleme maddesidir. Düşük işletim maliyeti, uzun raf ömrü ve sistemdeki polioller ile iyi uyumluluk göstermesi gibi avantajları olsa da yalıtım özelliği anlamında diğer üfleme maddeleri kadar iyi değildir.

Metilformat: Metil format, patentlerle korunmaktadır ve Ecomate™ ticari unvanı ile Foam Supplies A.Ş. tarafından satışa sunulmaktadır. Üreticiler tarafından özellikle köpük yalıtımlı su ısıtıcıları veya soğutucuları ve diğer cihaz türleri için üfleme maddesi olarak önerilmektedir. Sprey köpükleri dahil her türlü PUR sert köpüğünde de uygulanabilir ve köpük özellikleri %10 sapma aralığındaki HCFC-141b ile şişirilmiş köpüklerin özellikleriyle uyudur. Fakat uygulamaları, yanıcı üfleme maddelerinin kullanılabilmesi ve güçlü solvent karakterinin dayanabileceği durumlar ile sınırlandırılmıştır. Ecomate™ köpüğü ile yalıtılmış "Grizzly Cooler" ve su ısıtıcı örneği Şekil 7'de gösterilmektedir.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



Şekil 7 (a) su ısıtıcı ve Ecomate™ ile doldurulmuş PUR köpüğüyle yalıtılmış (b) “Grizzly Cooler”

Trans-1,2-DCE: Trans-1,2-DCE (Trans-1,2-dikloretilen) Arkema tarafından PUR ve fenolik köpükler için üfleme maddesi olarak Transcend™ ticari unvanı ile satışa sunulmaktadır. Köpüğün yanma özelliklerini iyileştirmek için n-pentan bazlı önceden karıştırılmış poliollere de eklenebilir. Yanıcı olmaması, poliollerle iyi uyumluluk göstermesi (önceden karıştırılmış poliollerin akma direncini etkili bir şekilde azaltabilir) ve nispeten yüksek kaynama noktasına (48°C) sahip olması gibi avantajları olsa da toksik kabul edilmektedir.

HFOs: HFO bazlı ürünler yüksek ısı yalıtımına sahip olabilir ve ürünler hidrokarbonlara nispeten daha az yanıcıdır. HFO'lar genellikle iyi püskürtülebilirlik özelliklerine sahiptirler. Dezavantajları, yüksek ham madde maliyetleri, ürünlerin alev alması durumunda HF asitleri içeren kirli alevler oluşturması ve ürün ömrünün sonunda geçerli çevresel iyileştirmelerin yapılmasındaki çevresel etkileri gibi dezavantajları vardır. HFO ürünleri farklı köpük üfleme uygulamalarında özellikle sprey köpüklerde yaygın olarak kullanılabilir. Şekil 8, duvarların Forane™ FBA 1233zd ile doldurulmuş PUR köpüğü ile yalıtılmasını göstermektedir.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir
This project is co-financed by the European Union and the Republic of Turkey



Şekil 8 Duvarların Forane™ FBA 1233zd ile doldurulmuş PUR köpüğü ile yalıtılması süreci

4 Sonuçlar ve Türkiye için Öneriler

Yukarıda verilen bilgilere göre köpük sektöründe HFC'lere alternatif olan teknolojilerin mevcut olduğu ve dünya çapında uygulamaların HFC maddelerin salımı önemli ölçüde düşüreceği sonucuna varılabilir, bu da küresel ısınmanın önlenmesine yardımcı olacaktır. Tablo 4 en yaygın köpük kullanım ve uygulamalarını göstermektedir.

Tablo 4: Düşük KIP'ye sahip köpük üfleme ekipmanlarının kullanımı, X kullanılabilirliği göstermektedir.

Ürünler	Düşük KIP'ye sahip üfleme maddeleri alternatifleri			
	Sentetik köpük üfleme maddeleri		Doğal köpük üfleme maddeleri	
	HCOler	HFOler	CO ₂	HC
Yerli soğutucular/dondurucular	X	XX	X	XXX
Ticari buzdolapları/dondurucular (satış eş. Dahil)	X	XX	X	XXX
Soğutucu kamyonlar & buzdolapları		XX	X	XXX
PU panelleri	X	X	X	XXX
PU spreyi		XX	X	
PU yerinde/blok	X	X	X	XXX
PU integral yüzey	X	X	X	XXX
XPS pano			XX	XXX

Türkiye'deki önceden karıştırılmış polioli ve köpük üreticilerinin, yeni imalat hattı kurarken bu rehberlerde listelenen HFC'lere alternatif bulunan teknolojileri kullanmalarını dikkate almaları önerilir.



Kaynakça

1. TEAP XXVII/4 Çalışma Kolu Raporu, Eylül 2016; http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-28/presession/Background Documents are available in English only/TEAP_TFXX
2. GIZ Natural Foam Blowing Agents - Sustainable Ozone & Climate-Friendly Alternatives to HCFCs, 2009; <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2009-en-natural-foam-blowing-agents.pdf>
3. S. Carvalho, S.O. Andersen et al: Alternatives to high GWP hydrofluorocarbons, <http://www.igsd.org/documents/HFCSharpeningReport.pdf>
4. M. Jeffs : HCFC replacements in foams – OORG recommendations; <http://siteresources.worldbank.org/EXTTMP/Resources/9JeffsFoamDecisionTree.pdf>
5. BASF_HFC Blowing Agent Regulation Presentation_ Apr 2015, https://conf.montreal-protocol.org/meeting/workshops/hfc_management-02/presentations_panelists/English/BASF_HFC Blowing Agent Regulation Presentation_ Apr 2015.pdf
6. Transitioning to low GWP alternatives in building/construction foams, USEPA factsheet, 2011; https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/transitioning_to_low-gwp_alternatives_in_building_and_construction_foams.pdf
7. MLF publication: Methylal as blowing agent in the manufacture of polyurethane foam systems; <http://www.multilateralfund.org/66/english/1/6617p5.pdf>
8. MLF publication: Methyl formate as blowing agent in the manufacture of polyurethane foam systems; <http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/ozone/Demo%20projects/UNDP%20Methyl%20Formate%20Project.pdf>
9. MLF publication : Low cost options for the use of hydrocarbons in the manufacture of polyurethane foams; <http://www.multilateralfund.org/Our%20Work/DemonProject/Document%20Library/6617p6%20low%20cost%20PU%20foam.pdf>
10. J. Wu, C. Bertelo et al: Trans-1,2-dichloroethylene as an additive for HFC-134a foam systems; <https://doi.org/10.1177/0021955X05055116>
11. HFO-1234ze kitapçığı: <https://www.fluorineproducts-honeywell.com/blowingagents/product/solstice-gas-blowing-agent/>
12. HCFO-1233zd kitapçığı: <https://www.fluorineproducts-honeywell.com/blowingagents/product/solstice-liquid-blowing-agent/> ya da https://www.forane.com/en/forane-foams-solvents-and-aerosols/our-products/forane-fba-1233zd-blowing-agent/?gclid=EAlaIqobChMIrseayfLR3wIVy5AYCh3IswV6EAAAYASAAEgJcOfD_BwE
13. HFO-1336 kitapçığı: https://www.chemours.com/Formacel/en_US/assets/downloads/opteon-1100-product-information.pdf
http://www.undp.org/content/dam/aplaws/publication/en/publications/environment-energy/www-ee-library/ozone/Low-carbon%20alternatives%20in%20foam%20sector/HFO_WEB.pdf