

SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN ÇEVRESEL ETKİLERİ İLE İLGİLİ YENİ YASAL DÜZENLEMELER VE HEDEFLER

Hüseyin BULGURCU
Okan KON
Nadir İLTEN

ÖZET

Soğutucu akışkanların (CFC ve HCFC) Montreal 1987 Protokolü ile başlayan kısıtlama sürecinde terk edilmiş takvimini sürekli öne alan bir dizi değişiklikler yapıldı. Bu protokol 1990 yılında Londra, 1992'de Kopenhag, 1995 Viyana, 1997'de tekrar Montreal'de yapılan toplantılarla güncellendi. 1997'deki Montreal protokol metninde Avrupa Birliği HCFC'lerdeki bu oranları %2.8'den %2'ye düşürdü ve tamamen kaldırma yılını 2015'e çekti. Ancak bu konuda ABD aynı görüşte değildi ve katılanların bir kısmı ABD'nin görüşünü benimsedi.

Avrupa Birliğinin ilk yasal düzenlemesi 3094/94 tarihli yönetmelikti. Bu yönetmelik 1 Ekim 2000 tarihinde imzalanan EC 2037/2000 sayılı yönetmelikle değiştirildi. Danimarka gibi bazı Avrupa Birliği ülkeleri bu yönetmelikten daha sıkı yönetmelikler hazırladılar.

Avrupa Topluluğu Haziran 2006'da Kyoto Protokolünün kapsamına uygun olarak F-GAS yönetmeliği hazırladı. Bu yönetmelik; belli miktarda soğutucu akışkan bulunduran sistemlerde periyodik kaçak kontrolleri, geri kazanım ve iyileştirme işlemleri, işletici ve servis elamanlarının eğitimi ve belgelendirilmesi, soğutucu gaz tanklarının etiketlendirmesini ve kullanım kontrolünü kapsamaktadır.

Türkiye Montreal Protokolünü 1991'de, Kopenhag ve Londra kararlarını 1995 yılında onayladı. Çevre ve Orman Bakanlığı "Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına Dair Yönetmelik" hazırlayarak resmi gazetede yayınladı. Özellikle ülkemizde 1999 yılından itibaren CFC ve HCFC'lerin ithal ve ihracına, Dış Ticaret Müsteşarlığının değişik tarihlerdeki tebliğleriyle, çeşitli kısıtlamalar getirildi. Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Kimyasallara İlişkin Tebliğin Eklerinde İthalatçı ve satıcılarla ilgili çok sıkı yaptırımlar içeren taahhütnameler hazırlandı.

Bu çalışmada, soğutucu akışkanlar ile ilgili kısıtlama süreci özetlenmiş, alternatif soğutucu akışkanlar tanıtılmış, onların ozon delme potansiyelleri (ODP) ile küresel ısınma potansiyellerine (GWP) bağlı olarak toplam çevresel ısınma etkilerinin (TEWI) nasıl hesaplandığı açıklanmıştır. Ayrıca evsel, ticari ve endüstriyel soğutma uygulamalarının; tasarımında, üretiminde, servis ve bakımlarında alınacak önlemler üzerinde durulmuştur.

1. GİRİŞ

Ozon, oksijen atomunun üçlü birleşimiyle oluşan molekül türüdür (O_3). Normal olarak atmosfer tabakasında iki atomlu (O_2) olarak bulunan oksijen molekülü insan ve diğer canlıların yaşamlarını sürdürmesi için vazgeçilemez bir ihtiyaçtır. Üç atomlu oksijen formasyonu (O_3) ozon teneffüs edildiğinde zehirleyici hatta aşırı miktarda olursa öldürücüdür. Canlıların yaşadığı atmosfer tabakasında ozon molekülleri doğal etkiyle devamlı oluşmakta ve fakat devamlı yok olmaktadır. Güneşin ultraviyole (morötesi) ışınları oksijen moleküllerini atomlara ayırmakta ve oksijen atomları geride kalan oksijen molekülleri (O_2) ile birleşip ozon (O_3) meydana getirmektedir [1].

Sera etkisi olarak da tanımlanan küresel ısınma olayında, atmosferde bulunan karbondioksit, metan, karbon monoksit, hidrokarbon ve kloroflorokarbon gibi gazlar güneş ışınlarını içinde tutmaya çalışan güneş kolektörü camları gibi işlev yaparak güneşten gelen yüksek sıcaklıktaki güneş ışığının atmosferden geçerek yeryüzüne ulaşmasına imkan verilir [2].

Değişik tür gazlar, kızılötesi ışınları değişik oranlarda absorbe etmekte ve atmosferdeki ömürleri de farklı olmaktadır. Bu atmosferdeki gazların (bilhassa ozon) kimyasal yapısına göre absorbe ettikleri kızılötesi radyasyon miktarı farklı olmaktadır. Örneğin bir molekül CFC 12, 16000 CO₂ molekülü gibi radyasyon etkinliği yapmaktadır.

Ozon tabakasını etkileyen gazlar: Soğutucu Akışkanlar olan; CFC'ler; Hidro kloro florokarbonlar (HCFC); halonlar (yangın söndürme cihazlarında kullanılmaktadırlar)'dır. Ayrıca karbon tetraklorür (CTC), trikloreten, metil bromür, halonlar olan; flor, brom, ve karbon bileşikleri de ozon tabakasını etkileyen gazlara eklenebilir [1].

Soğutucu akışkanlar atmosfer tabakasında küresel ısınma etkisi göstererek dünyanın sıcaklığının artmasına neden olmaktadır. Dünyamızı güneşten gelen zararlı ultraviyole ışıklardan koruyan ozon tabakasının CFC'ler tarafından yok edildiği anlaşılmıştır [2].

Soğutma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanlar genel olarak CFC'ler kloroflorokarbon ve HCFC'ler hidrokloroflorokarbon dır. Bu akışkanlar zehirleyici, yanıcı değildir, elde edilimleri masrafsız ve kolaydır. Ancak ozon tabakasına zararlı etkileri vardır [4].

Soğutucu akışkanları kloroflorokarbon (CFC), hidrokloroflorokarbon (HCFC), hidroflorokarbon (HFC) şeklinde üç kategoride incelenebilir.

1-) Kloroflorokarbon (CFC): CFC'ler ozon tabakası üzerinde en fazla tahribat yapan soğutucu akışkanlardır. Ayrıca küresel ısınma potansiyelleri oldukça yüksektir. Bunlardan dolayı CFC'lerin kullanımı için bazı yasaklar ve önlemler dünya çapında alınmaktadır. CFC'ler için önemli bulgular şunlardır. Atmosferde 75-120 yıl arasında kimyasal yapıları bozulmadan kalabilirler. Ozonu delme potansiyelleri yüksektir. Uygulamada en çok kullanılanları şunlardır: R-11, R-12, R-114.

2-) Hidrokloroflorokarbon (HCFC): HCFC'ler de klor atomu içerdiği için ozon tabakası ile reaksiyona girerler. Buna rağmen HCFC lerin yapısında hidrojen bulunduğu için kimyasal kararlılıkları çok zayıftır. Atmosferde yapıları bozulmadan uzun süre kalmazlar. HCFC'ler atmosfere doğru yükselirken yapılarındaki hidrojen havadaki su molekülleri ile reaksiyona girerek yapıları bozulur. HCFC'lerin ozonu delme potansiyelleri azdır. HCFC'lerin önemli özellikleri şunlardır: Atmosferde kimyasal yapıları bozulmadan uzun süre kalmazlar (15-20 yıl). Ozonu delme potansiyelleri düşüktür. Uygulamada en çok kullanılan HCFC'ler şunlardır: R-22, R-124, R-123.

3-)Hidroflorokarbon (HFC): HFC'lerin yapısında klor atomu bulunmadığı için ozonu delme potansiyelleri sıfırdır. Yani ozon tabakası üzerine hiçbir olumsuz etkileri yoktur. Buna rağmen küresel ısınmaya bir miktar etki yaparlar [5].

Neredeyse bütün iklimlendirme donanımlarında CFC, HCFC ve HFC gibi soğutucu akışkanlar kullanılır. Devrelerde kaçak olması durumunda, soğutucu akışkan atmosfere sızar ve küresel ısınmaya katkıda bulunur. Bu nedenle, soğutucu akışkanların global ısınmaya doğrudan neden olma potansiyeline sahip oldukları söylenebilir [6].

Bu çalışmada, soğutucu akışkanlar ile ilgili kısıtlama süreci özetlenmiş, alternatif soğutucu akışkanlar tanımlanmış, onların ozon delme potansiyelleri (ODP) ile küresel ısınma potansiyellerine (GWP) bağlı olarak toplam çevresel ısınma etkilerinin (TEWI) nasıl hesaplandığı açıklanmıştır. Ayrıca evsel, ticari ve endüstriyel soğutma uygulamalarının; tasarımında, üretiminde, servis ve bakımlarında alınacak önlemler üzerinde durulmuştur.

2. ALTERNATİF SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN ÖZELLİKLERİ

Üretim ve kullanımı önlenecek olan CFC ve HCFC türü soğutucu akışkanların yerine yeni soğutkanların bulunması ve ikame edilmesi gerekmekte olup bu konuda 10 yıla yakın süreden beri yapılan araştırmalarla önemli bir yol kat edilmiş ve birçok yeni soğutkan madde keşfedilmiş, bir çoğu da kullanılmaya başlanmıştır. Klor içermeyen soğutkan; etan, metan gibi doğal gazlardan sentez yolu ile elde edilmekte olup klor yerine hidrojen ikame edilmekte ve bu nedenle hidroflorokarbonlar (HFC) diye tanımlanmaktadır. Bunlara ilaveten, gerek geçiş dönemi için (HCFC'ler) ve gerekse uzun süreli çözüm için (HFC'ler), mevcut ve yeni keşfedilen soğutucu akışkanların karışımıyla elde edilen soğutucu akışkanlar da halen mevcut olup yenileri de bulunmaya devam etmektedir [7].

Bugün pazarda tasarımcılara karıştırılarak sunulan çok alternatif soğutkanlar mevcuttur. ANSI/ASHRAE Standart 34'de çeşitli soğutma grupları için karışımları gösteren soğutkan numaralama sistemi verilmektedir [8].

- R-10 dan R-50 kadar Metan Serisi Soğutkanlar
- R-110 dan R-170 kadar Etan Serisi Soğutkanlar
- R-216 den R-290 kadar Propan Serisi Soğutkanlar
- RC-316 dan RC-318 kadar Devirli Organik Bileşikli Soğutkanlar
- R-400 den R-411B kadar Zeotropik Karışım Soğutkanlar
- R-500 den R-509 kadar Azotropik Karışım Soğutkanları
- R-600 den R-620 kadar Çeşitli Organik Bileşikli Soğutkanlar
- R-600 ve R-631 Azot Bileşikleri
- R-702 den R-764 kadar İnorganik Bileşikler
- R-1112a dan R-1270 Doymamış Organik Bileşikler.

TABLO 1'de yaygın soğutucu akışkanların mol kütlesi, donma noktası, 1 atm 'de normal kaynama noktası, kritik sıcaklığı ve kritik basıncı gibi tanıttıcı özellikleri verilmiştir.

TABLO 1. Yaygın soğutucu akışkanların termodinamik özellikleri [8]

Soğutkan	Mol Kütlesi (kg/kmol)	Donma Noktası (°C)	1 Atm'de Normal Kaynama Noktası (°C)	Kritik Sıcaklık (°C)	Kritik Basıncı (kPa)
CFC'ler					
R11	137,38	-110,5	23,71	198,0	4.408
R12	120,91	-157,1	-29,75	112,0	4.136
R113	187,38	-36,22	47,59	214,1	3.392
R114	170,92	-94,2	3,6	145,7	3.257
R500	99,30	-159	-33,5	102,1	4.173
R502	111,6	-	-45,4	80,73	4.018
HCFC'ler					
R22	86,48	-160	-40,76	96,0	4.974
R123	152,93	-107,15	27,82	183,68	3.662
R124	136,47	-199,15	-11,96	122,3	3.624
R401A	99,44	-	-34,4	105,3	4.613
R401B	92,84	-	-35,7	103,5	4.682
R401C	101,0	-	-22,9	109,9	4.402
R402A	101,6	-	-49,2	76,03	4.234
R402B	94,71	-	-47,2	83,0	4.525
R403A	91,99	-	-44,0	91,2	4.690
R403B	103,26	-	-43,8	88,7	4.400
R405A	111,9	-	-32,9	106,0	4.292
R406A	89,86	-	-32,7	116,5	4.883
R408A	87,01	-	-45,5	83,3	4.424

TABLO 1. (devam)

Soğutkan	Mol Kütle (kg/kmol)	Donma Noktası (°C)	1 Atm'de Normal Kaynama Noktası (°C)	Kritik Sıcaklık (°C)	Kritik Basınç (kPa)
R409A	97,43	-	-35,4	106,9	4.699
R409B	96,67	-	-36,5	104,4	4.711
R411A	82,36	-	-39,7	99,1	4.954
R411B	83,07	-	-41,6	96,0	4.947
R412A	92,17	-	-36,4	107,5	4.880
R416A	111,9	-	-24,7	111,9	4.015
R509A	123,96	-	-40,4	87,2	4.030
HFC'ler					
R125	120,2	-100,63	-48,14	66,2	3.629
R134a	102,03	-103,3	-26,07	101,1	4.059
R404A	97,60	-	-46,6	72,1	3.735
R407A	90,11	-	-45,2	81,9	4.487
R407B	102,94	-	-46,8	74,4	4.083
R407C	86,20	-	-43,8	86,1	4.634
R410A	72,59	-	-51,6	70,2	4.770
R413A	103,95	-	-29,3	101,4	4.240
R417A	106,70	-	-41,8	89,9	4.096
R507A	98,86	-	-47,1	70,8	3.715

3. SOĞUTKANLARIN EMNİYET YÖNÜNDEN SINIFLANDIRILMASI

Emniyet sınıflandırmasında bir harf ve bir sayı kullanılarak ifade edilir (örnek olarak A2). Alfabetik büyük harf zehirlilik özelliğini, sayı ise yanıcılığı ifade eder.

3.1 Zehirlilik Yönünden Sınıflandırma

Soğutucu akışkanlar zehirlilik yönünden iki gruba ayrılır:

- A sınıfı derişikliği 400 ppm'e eşit veya üzerinde olan soğutkanları gösterir;
- B sınıfı derişikliği 400 ppm'in üzerindeki soğutkanları gösterir.

3.2 Yanıcılık Sınıflandırması

Soğutkanlar yanıcılık yönünden üç sınıfa ayrılır:

- Sınıf 1; 21°C'de ve 101 kPa basınçta alevlenme testinde yanmayan soğutkanları gösterir;
- Sınıf 2; 21°C'de, 101 kPa basınçta 0.10 kg/m³ yoğunlukta düşük yanıcılık gösteren ve 19 kJ/kg'den düşük yanma ısısı üreten soğutkanları ifade eder;
- Sınıf 3; 21°C'de, 101 kPa basınçta 0.10 kg/m³ yoğunlukta yüksek yanıcılık gösteren ve 19 kJ/kg'den büyük veya ona eşit yanma ısısı üreten soğutkanları ifade eder;

TABLO 2'de ise soğutkanların emniyet yönünden sınıflandırılması gösterilmiştir.

TABLO 2. Soğutucu akışkanların emniyet yönünden sınıflandırılması [4]

Yanıcılık sınıfı		Zehirlilik sınıfı	
		Grup A	Grup B
		Düşük zehirlilik	Yüksek zehirlilik
3	Yüksek yanıcılık	A3-Metan, Propan, bütan	B3
2	Düşük yanıcılık	A2-HCFC-142b HFC-152b	B2-amonyak
1	Alevlenme özelliği yok	A1-CFC-11,12, 113,114, R-500, 502,R22,R134a	B1-HCFC-123

4. ÇEVRESEL ETKİNİN İKİ ÖLÇEĞİ OZON TÜKETME POTANSİYELİ (ODP) VE KÜRESEL ISITMA POTANSİYELİ (GWP)

Bir maddenin zarar verme riski, "Ozon Aşındırma Potansiyeli" (ODP) adı verilen sayısal bir terim ile ifade edilir. Değerler, ODP'si 1 olarak kabul edilen R11 molekülü referans alınarak ifade edilir [6].

Küresel Isıtma Potansiyeli yani Global Isınma Potansiyeli (GWP), bir soğutucu akışkanın radyasyon enerjisini tutmadaki bağıl yeteneğini belirten normalize edilmiş bir göstergedir. Küresel ısıtma potansiyeli (GWP) değerleri, karbon dioksit (CO_2) göreceli olarak hesaplanır. Atmosferik modeller geliştirdiğinden küresel ısıtma potansiyeli (GWP) değerleri yıllar içinde değişmiş olmasına karşın genellikle sabit kalır [9].

Başka bir deyişle, Global Isınma Potansiyeli, sera gazı tesiri ile gezegen ısınma etkisinin göstergesidir. GWP değeri, ortalama kütle ağırlığı karışımını gösterir [8].

Araştırmacılar, bir soğutucu akışkanın küresel ısınma üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkilerini göz önüne alan ve "Toplam Eşdeğer Isıtma Etkisi" (TEWI) olarak adlandırılan bir endeks geliştirmişlerdir [9].

TEWI tanımı (Toplam Eşdeğer Isınma Etkisi) direkt ve indirekt emisyon ile sistemden atmosferin eşdeğer CO_2 emisyonunun tahmininde etkisinin en büyük parçası, gerekli enerji üretiminden dolayı CO_2 emisyonunun özellikleridir.

Toplam Eşdeğer Isınma Etkisi tahmininde kullanılan kriter aşağıdaki gibi özetlenebilir [8].

$$TEWI = \text{Direkt} + \text{İndirekt Emisyon}$$

ya da

$$TEWI = \text{Sızıntı} + \text{Enerji Tüketimi}$$

ya da

$$TEWI = (GWP \cdot L_{\text{yıllık}} \cdot n) + (E_{\text{yıllık}} \cdot B \cdot n)$$

Burada,

GWP= Soğutkanın Global Isınma Potansiyeli, CO₂ 'e bağlı (GWP CO₂=1.0)

L_{yıllık}= Yıl başına Sızıntı oranı

n= Yıl Sayısı

E_{yıllık}= Enerji Tüketimi (kwh)

B= kwh başına CO₂ emisyonu

TEWI= CO₂ (kg)

Bir soğutma sistemini içindeki soğutucu gaz ile birlikte Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) yönünden değerlendirmek gerekir. Yani, değişik türden soğutucu gazların yalnız kendi başlarına yaptığı GWP etkisine ilaveten soğutma sisteminde kullanılan enerjinin üretimi sırasında meydana gelen CO₂ emisyonun da dikkate alınması gerekir ki bunun miktarı çok fazladır. Örneğin ev tipi bir soğutucuda kullanılan enerjinin üretimi sırasında meydana gelen CO₂ emisyonu bu cihazın meydana getirdiği GWP'in %80 'ini oluştururken CFC emisyonunda dolayı olan ise % 20 'sini teşkil etmektedir. Bu iki emisyonun birlikte ortaya koyduğu GWP etkisine Toplam Eşdeğer Isınma Etkisi (Total Equivalent Warming Impact –TEWI) denilmektedir [1].

TABLO 3'de alternatif soğutucu akışkanların kimyasal formülleri, Ozon Delme Potansiyelleri (ODP) ve 20,100 ve 500 yıllık periyottaki Küresel Isınma Potansiyelleri (GWP) verilmiştir.

TABLO 3. Soğutucu Akışkanların Kimyasal Formülleri, O.D.P ve G.W.P Değerleri [8]

No	Kimyasal Formülü Ya da % Kütle Karışımı	ODP	GWP 20, 100, 500 yıl	Emniyet Sınıflandırılma Sı
CFC 'ler				
R11	C.Cl ₃ .F	1,00	6.300; 4.600 ;1.600	A1
R12	C.Cl ₂ .F ₂	0,95	10.200; 10.600 ; 5.200	A1
R113	C.Cl ₂ .F.C.Cl.F ₂	0,85	6.100; 6.000 ; 2.700	A1
R114	C.Cl.F ₂ .C.Cl.F ₂	0,70	7.500; 9.800 ; 8.700	A1
R500	CFC-12 (%74), HFC-152a (%26)	0,70	7.700; 7.900 ; 3.900	A1
R502	CFC-115 (%51), HCFC-22 (%49)	0,23	4.900; 4.500 ; 5.300	A1
HCFC'ler				
R22	C.H.Cl.F ₂	0,055	4.800; 1.700 ; 540	A1
R123	C.H.Cl ₂ .C.F ₃	0,020	390; 120 ; 36	A1
R124	CH.F.Cl.C.F ₃	0,022	2.000; 620 ; 190	A1
R401A	HCFC-22 (%53), HCFC-124 (%34) HFC-152a (%13)	0,037	3.300; 1.100 ; 400	A1/A1
R401B	HCFC-22 (%61), HFC-124 (%28) HFC-152a (%11)	0,040	3.500; 1.200 ; 400	A1/A1
R401C	HCFC-22 (%33), HFC-124 (%52) HFC-152a (%15)	0,030	2.700; 900 ; 300	A1/A1
R402A	HCFC-22 (%38), HFC-125 (%60) HC-290 (Propan) (%2)	0,021	5.400; 2.700 ; 900	A1/A1
R402B	HCFC-22 (%60), HFC-125 (%38) HC-290 (Propan) (%2)	0,033	5.100; 2.300 ; 700	A1/A1
R403A	HCFC-22 (%75), HFC-218 (%20) HC-290 (Propan) (%5)	0,041	4.800; 3.000 ; 3.000	A1/A1
R403B	HCFC-22 (%56), HFC-218 (%39) HC-290 (Propan) (%5)	0,030	5.000; 4.300 ; 5.100	A1/A1

R405A	HCFC-22 (%45), HFC-142b (%5.5) HFC-152a(%7), HFC-318 (%42.5)	0,028	5.200; 5.000 ; 6.400	A1/A1
R406A	HCFC-22 (%55), HCFC-142b (%41) HC-600a (İzobütan) (%4)	0,057	3.500; 1.200 ; 400	A1/A2
R408A	HCFC-22 (%47), HFC-125 (%7) HFC-143a (%46)	0,026	4.900; 2.800 ; 1.000	A1/A1
R409A	HCFC-22 (%60), HCFC-124 (%25) HCFC-142b (%15)	0,048	4.200; 1.500 ; 500	A1/A1
R409B	HCFC-22 (%65), HCFC-124 (%25) HCFC-142b (%10)	0,039	4.100; 1.500 ; 500	A1/A1
R411A	HCFC-22 (%87.5), HCFC-152a (%11) HCFC-1270 (%1.5)	0,048	4.200; 1.500 ; 500	A1/A2
R411B	HCFC-22 (%94), HCFC-152a (%3) HCFC-1270 (%3)	0,052	4.500; 1.600 ; 500	A1/A2
R412A	HCFC-22 (%70), HCFC-142b (%25) HFC-218 (%5)	0,055	5.000; 2.200 ; 1.200	A1/A2
R416A	HCFC-124 (%39.5), HCFC-134a (%59) HFC-600 (%1.5)	0,009	2.700; 1.000 ; 300	A1/A1
R509A	HCFC-22 (%44), HFC-218 (%56)	0,024	5.400; 5.600 ; 7.200	A1
HFC'ler				
R125	C ₂ .H.F ₅	0,0	5.900; 3.400 ; 1.100	A1
R134a	C.F ₃ .C.H ₂ .F	0,0	3.300; 1.300 ; 400	A1
R404A	HFC-125 (%44), HFC-134a (%4) HFC-143a (%52)	0,0	5.600; 3.800 ; 1.300	A1/A1
R407A	HFC-32 (%20), HFC-125 (%40) HFC-134a (%40)	0,0	4.000; 2.000 ; 600	A1/A1
R407B	HFC-32 (%10), HFC-125 (%70) HFC-134a (%20)	0,0	5.000; 2.700 ; 900	A1/A1
R407C	HFC-32 (%23), HFC-125 (%25) HFC-134a (%52)	0,0	3.600; 1.700 ; 500	A1/A1
R410A	HFC-32 (%50), HFC-125 (%50)	0,0	3.900; 2.000 ; 600	A1/A1
R413A	HFC-134a (%88), HFC-218 (%9) HC-600a (%3)	0,0	3.400; 1.900 ; 1.500	A1/A2
R417A	HFC-125 (%46.6), HFC-134a (%50) HC-600 (%3.4)	0,0	4.400; 2.200 ; 700	A1/A2
R507A	HFC-125 (%50), HFC-143a (%50)	0,0	5.700; 3.900 ; 1.400	A1

5. SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN ÇEVRESEL ETKİLERİ İLE İLGİLİ YASAL DÜZENLEMELER

5.1. Dünyadaki Yasal Düzenlemeler

100 kadar ülke, 1987 yılında Kanada'nın Montreal kentinde, Soğutucu akışkanların üretimi ve kullanımı, Ozon tabakasının korunması, sera etkisinin azaltılması gibi konularda kontrol altına alınması amacıyla ilk defa toplanarak (UNEP 1987) Montreal Protokolü olarak adlandırılan sözleşmeyi hazırlayıp imzalamışlardır. Daha sonrada 1990 yılında Londra'da ve 1992 yılında Kopenhag'da yapılan toplantılarda CFC türü akışkanların üretim ve kullanımıyla ilgili daha sıkı yani önlemler alınmasını gerekli görerek yeni bir takvim üzerinde anlaşmaya varılmıştır. Ülkemizde her iki protokolü imzalamış ve resmi gazetede ilan ederek kanunlaştırılmış bulunmaktadır. Montreal protokolünde 2000 yılı konulmuş olmasına rağmen ABD kongresi aldığı kararla CFC türü soğutucuların üretim ve kullanımını 1.1.1996'dan itibaren sona erdirmiş bulunmaktadır. Bu, Kopenhag 1992 protokolünde de yer almıştır.

Diğer kalkınmış ülkeler de buna uymuşlardır. Ülkemiz kalkınmakta olan ülke statüsünde bulunduğundan belirlenen takvim 10 yıl ertelemeye uygulanacaktır. Bu tarih Montreal protokolüne göre 2010 yılıdır ve Kopenhag protokolü revizyonu ile 2005 yılı sonu şeklinde olmak durumundadır [7].

Geçiş dönemi diye tanımlanan ve HCFC türü soğutkanların ki, bunlardan en yaygın şekilde kullanılanı HCFC-22 (R-12)'dir, 2030 yılına kadar kullanımını mümkün kılan dönemde Ekipman ve Soğutkan üretiminin gitgide azalan miktarlarda yapılması bir takvime bağlanmıştır. Buna göre;

Kalkınmış ülkeler için:

2004 yılına kadar; o ülke için tespit edilen kapasitenin %65'i
2010 yılına kadar; o ülke için tespit edilen kapasitenin %35'i
2015 yılına kadar; o ülke için tespit edilen kapasitenin %10'u
2020 yılına kadar; o ülke için tespit edilen kapasitenin % 5'i
2030 yılına kadar; o ülke için tespit edilen kapasitenin sıfır seviyesine düşürülmesi gerekmektedir.

Ayrıca, 2010 yılından itibaren yeni HCFC soğutkan üretimi gerektiren hiçbir yeni soğutma ekipmanı imal edilmeyecektir. Ancak, HCFC ile çalışan mevcut soğutma sistemlerinin servis bakımı ihtiyacı için kullanılmak üzere HCFC-22 soğutkan üretimi 2020 yılına kadar sürdürülecektir [7].

Kalkınmakta olan ülkeler için:

2016 yılında HCFC soğutkan üretiminin, tespit edilen üretim seviyesinde dondurulması, 2040 yılında HCFC soğutkan üretiminin tümüyle durdurulması, 2016-2040 yılları arası dönemi için üretimin kısılması oranlarının daha sonra saptanmak üzere açık bırakılması kararlaştırılmıştır [7].

Montreal Protokolü'ne imza atan ülkeler protokolün öngördüğü yaptırımlara ilave olarak kendi ulusal politikaları doğrultusunda yeni programlar geliştirmekte ve uygulamaktadırlar. Bu yüzden her ülkede CFC tüketim miktarlarındaki azalma oranı farklılıklar göstermektedir. Gelişmiş ülkeler grubunda yer alan ABD, Japonya ve AB ülkelerinin 1986-1993 yılları arasındaki CFC içeren soğutucu madde tüketim oranları bu konuya ışık tutacak niteliktedir. 1993-1996 yılları arasında tüketim miktarlarında ABD'de 132 kt'dan 65 kt'ya düşerek %50 azalma, Japonya'da 24.3 kt'dan 17 kt'a düşerek %33 azalma, görülmüştür. Buna karşılık AB ülkelerinde ise bu maddelerin 29.9 kt'dan 35.6 kt'a yükselerek % 20 artma gözlenmiştir. Bu farklılığın başlıca sebebi hükümet programlarındaki büyük farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Bazı hükümetler en sert tedbirleri alarak yüksek vergiler koymuşlar, boşluk yaratmayacak yasal düzenlemeler getirmişler, Montreal Protokolü'nün öngördüğü miktarlarında altında bir temin kısıtlaması öngörmüşler ve daha güvenli alternatiflerin kullanımını teşvik etmişlerdir [5].

5.1.1. Avrupa Birliğinin Düzenlemeleri

Avrupa Birliği, topluluğa üye ülkelerde yasa hükmünde bir seri düzenleme ile Montreal Protokolü'nü yürürlüğe koydu. Orijinal Montreal protokolü Eylül 1988 tarihinde 3322/88 no'lu Avrupa Topluluğu Yasası ile yürürlüğe girdi. Ancak, topluluğa üye ülkeler Protokol'den daha hızlı hareket ettiklerinden, yasalar o günden bu yana bir çok kez güncelleştirildi.

Halen yürürlükte olan 2037/2000 no'lu yasa çerçevesinde, geri kazanılmış ve temizlenmiş CFC'nin mevcut cihazlarda yeniden kullanılması Temmuz 2001'de yasaklandı.

HCFC üretiminin aşamalı olarak bırakılması kararı 2001 yılında alındı ve son tarih 2010 olarak belirlendi. 2010 yılından itibaren tesislerde yalnızca geri kazanılmış ve temizlenmiş olan HCFC kullanılabilir ve 2015 yılında HCFC kullanımı tamamen yasaklanacaktır [6].

2037/2000 no'lu yasa ile HCFC'li yeni sistem ve ürünlerin satışına da belirli sınırlamalar getirildi. Bu sınırlamalar [6];

- Soğutma kapasitesi 100 kW'dan büyük olan yalnızca soğutma yapan iklimlendirme santrallerinde HCFC kullanılmasının yasaklanması, yürürlük 1 Ocak 2001.
- Soğutma kapasitesi 100 kW'dan küçük olan yalnızca soğutma yapan iklimlendirme santrallerinde HCFC kullanılmasının yasaklanması, yürürlük 1 Temmuz 2002.
- Ters çevrimli ısı pompalı iklimlendirme santrallerinde HCFC kullanımının yasaklanması, yürürlük 1 Ocak 2004.

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi (EC) 842/2006 No'lu Yönetmeliği (F-Gaz) [12]

Bu yönetmeliğin hedefi Kyoto Protokolüne uygun olarak florlu gazların sera emisyonlarını azaltarak düşürmeyi hedeflemektedir.

14 Haziran 2006'da Avrupa Birliği tarafından F-Gaz Yönetmeliği ve MAC (**M**obile **A**ir **C**onditioning for passengers) yönergesi yayınlandı.

Yönetmelik HFC'leri, PFC'leri, SF₆ ve onların Mobil İklimlendirme Cihazları dışındaki tüm uygulamalarını ve yönerge vasıtasıyla Ev Tipi Soğutucuları da kapsamaktadır.

F-Gaz Yönetmeliği ve MAC Yönergesi 14 Haziran 2006'de Avrupa Birliği resmi dergisinde yayınlandı. Yönetmelik 4 Temmuz 2006'da yürürlüğe girdi ve 4 Temmuz 2007'den itibaren çok sayıda ölçümler uygulanacaktır. Buna ilave olarak yasal düzenleme, diğerleri arasında tamamlama için gereken ilave ulusal ölçümleri, uymayanlar hakkında uygulanacak cezai yaptırımları 4 Temmuz 2008'de tebliğ haline getirecektir.

Kapsam (Madde 3): Bu madde soğutmayı, iklimlendirmeyi (ısı pompaları dahil) ve yangın söndürme cihazlarını kapsar.

Komisyon (Madde 3.7) 4 Temmuz 2007'de kaçakları önlemek üzere kaçak kontrol standartlarını oluşturmuştur.

Miktara bağlı olarak belli aralıklarla sertifikalı personel tarafından aşağıdaki kontroller yapılacaktır:

- a. 3 kg veya daha fazla: 6 kg'dan daha az soğutkan içeren hermetik sızdırmaz sistemler hariç olmak üzere en az 12 ayda bir.
- b. 30 kg veya daha fazla: 6 ayda bir kez (uygun kaçak kontrol sistemi olması halinde 12 ayda bir)
- c. 300 kg veya daha fazla: En az üç ayda bir kez (uygun kaçak kontrol sistemi bulunanlar için 6 ayda bir kontrol zorunluluğu).

300 kg veya daha büyük cihazlar için kaçak kontrol sistemi en az 12 ayda bir denetlenecektir. Bu durumda yangın söndürme sistemleri 4 Temmuz 2007'den önce, kaçak denetleme sistemlerinin ise 4 Temmuz 2010 yılına kadar tesis edilmesi gerekmektedir.

3 kg'dan fazla soğutkan içeren tüm sistemlerde ürün tipi ve miktarını, gerektiğinde ilave miktarı gösteren ve servis-tamir esnasında geri kazanılan miktarları gösteren bir F-Gaz kitapçığı bulundurulmalıdır. Diğer gerekli olan ilgili bilgiler bir servis firması teknisyeni tarafından periyodik kontroller sonucunda kaydedilecektir.

Geri kazanım (Madde 4): Soğutma, iklimlendirme, ısı pompaları, çözücü maddeler, yangın söndürme ve yüksek voltaj anahtarlama sistemleri geri kazanım sertifikalı personel bulundurmalı, böylece tekrar kullanım, iyileştirme ve imha işlemleri yapılabilir.

Diğer uygulamalar için teknik olarak mümkün olduğunca ve fiyat yönünden oransız olmadığı sürece F-gazlar geri kazanılacaktır.

Eğitim ve sertifikalandırma (Madde 5): Kapsamın gerektirdiği ilgili uygulamalar için Danışma Komitesi (Madde 12.2) 4 Temmuz 2007'de imalatçı, bakımçı ve tamirci personel ve şirketler için karşılıklı mutabakat ile sertifika ve eğitim programları için asgari gerekleri ve şartları hazırlayacaklardır.

Sertifika programları standartlar ve yönetmelikler hakkındaki bilgileri kapsadığı gibi gerektiğinde emisyon önleme ve F-gazların geri kazanımı becerisini de kapsayacaktır.

4 Temmuz 2008 tarihi esas olmak üzere, üye ülkeler kendi eğitim ve sertifika gereklerini kuracaklar ve adapte edecekler ve sertifika konusunda üye diğer ülkelere tavsiyelerde bulunacaklardır.

4 Temmuz 2009 da üye ülkeler, F-gazların dağıtımını üstlenen firmaların ilgili personelini sertifikalandırılmış olacaklardır.

Raporlama (Madde 6): Raporlama ozon tabakasını incelten maddelerin raporlamasına benzerdir. Yılda bir kez yapılabilir ve üreticileri, ihracat ve ithalatçıları kapsar.

Etiketleme (Madde 7): Soğutma, iklimlendirme (ısı pompaları dahil) ve yangın söndürme cihazları, yüksek voltaj anahtarları ve tüm F-gaz tankları etiketlenecektir. Hermetik sızdırmaz sistemler işaretlenecektir.

Kullanım kontrolü (Madde 8):

1 Ocak 2008: Magnezyum kalıp dökümlerde yıllık 850 kg'dan daha fazla miktar SF₆ yasaklanacaktır.

4 Temmuz 2007: SF₆'nin araç lastiklerinin şişirilmesinde kullanımı yasaklanacaktır.

Satış yasaklamalarının yeri (Madde 9 ve Annex II):

4 Temmuz 2006: Ayakkabılar

4 Temmuz 2007: Ayakkabılar; doldurulamayan tanklar; doğrudan genişlemeli sistemlerin içerdiği soğutkanlar; yangın söndürme sistemlerinde ve söndürücülerde kullanılan PFCS'ler; evsel pencereler; lastik tekerler.

4 Temmuz 2008: Tek elemanlı köpükler (ulusal güvenlik standardına uygun olanlar hariç); evler haricindeki yerlerdeki pencereler.

4 Temmuz 2009: Yeni aerosoller (dekoratif ve eğlence amaçlı kullanılan)

Yönerge 2006/40/EC: Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin 17 Mayıs 2006'daki Motorlu Taşıtlardaki İklimlendirme sistemlerinden kaynaklanan emisyonlarla ilgili ve 70/156/EEC Yönergesinde değişiklik yapan yönerge

Yönerge sadece HFC kullanılan Mobil İklimlendirme sistemlerindeki yolcuları kapsar.

Yürürlüğe Girme (Madde 11): Yönerge 4 Temmuz 2006'da (yayınlandıktan 20 gün sonra) yürürlüğe girmiştir. 4 Temmuz 2008'de (Madde 10) ulusal kanun halinde değiştirilecektir.

Yasal temeli: Avrupa antlaşmasınının 95. maddesi

Küresel Isınma Etkisi (Madde 3.8): IPCC'nin üçüncü değerlendirme raporunda [13] yayınlanan küresel ısınma etkisi verileri kullanılacaktır.

Yönerge her zaman "iklimlendirme sistemlerinden kaynaklanan florlu sera etkisi yapan gazların küresel ısınma etkisinin 150'den büyük olmasını (HFC-134a olarak yazılabilir) ifade etmektedir.

Uygulama (Madde 7): 4 Temmuz 2007'de komisyon Avrupa Birliği için uygun taşıtlar ve HFC-134'lı iklimlendirme sistemlerine onaylanmış kaçak kontrol testleri için yönetimsel hükümler tanımlamıştır.

Onaylanmış Yöntem Tipleri (Madde 5): Bir yıl sonra tanımlanan yeni taşıt modelleri için onaylanmış kaçak testi tipi, sadece HFC-134a kullanılması kabulü ile 40 g/yıl'dan, çift evaporatör olması halinde 60 g/yıl'dan daha az olmalıdır (Madde 5).

İki yıl sonra aynı kaçak sınırları tüm yeni taşıtlar için geçerli olacaktır.

1 Ocak 2011'de HFC-134a tüm yeni taşıt modellerinin iklimlendirme sistemlerinde yasaklanacaktır.

1 Ocak 2017'de HFC-134a tüm yeni taşıtlarda yasaklanacaktır.

5.1.2. Küresel Isınma ve İklim Değişimi ile İlgili Kyoto Protokolü

1980'lerin sonlarındaki kaotik ortam iklim değişikliği ile ilgili uluslararası bilinci harekete geçirerek 1992 yılında Brezilya Rio De Janeiro'da Dünya Zirvesi olarak da anılan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED)'nin toplanmasını sağladı. Dünya Zirvesi'nde 154 ülke, Rio Anlaşması olarak bilinen iklim Değişimi ile ilgili Birleşmiş Milletler Çerçeve Anlaşması (UNFCCC) onayladı.

Bu anlaşma ile gelişmiş ülkeler CO₂ ve diğer sera gazı emisyon oranlarını 2000 yılına kadar 1990 seviyesine çekecekleri konusunda gönüllü olarak taahhütte bulundular. Ancak, bu anlaşma gönüllü olduğu için başarısızlığa uğradı.

Aralık 1997'de 161 ülkeden 2200 delegenin katılımı ile Japonya, Kyoto'da daha başarılı bir anlaşma yapılması için bir girişimde daha bulunuldu. Kyoto Protokolü'nde, 38 gelişmiş ülkeden sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında ortalama olarak 1990 seviyesinin %5,2 altına indirmeleri istendi. Protokolde gelişmekte olan ülkelere azaltma beklenmiyor, ancak emisyon alışverişine izin veriliyordu. Örneğin, bir ülke sera gazı emisyon limitinin altında ise ekstra emisyon limitini kendi limitini aşmış olan bir ülkeye satabilir. Sera gazı emisyonuna en fazla katkısı olan Amerika Birleşik Devletleri'nin, Kyoto anlaşmasını reddetmesi nedeniyle başarılı olacağı şüphelidir [6].

5.2. Türkiye'deki Yasal Düzenlemeler:

Türkiye'deki yasal düzenlemeler kapsamında; Çevre ve Orman Bakanlığı, Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik hazırlamıştır. Bu Yönetmelik, ülkemizin taraf olduğu Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü ve değişiklikleri ile kontrol altına alınan maddelerin kullanılmasına ve bazılarının tüketiminin bir takvim çerçevesinde azaltılarak kullanımdan kaldırılmasına ilişkin usul ve esasları belirtir. Bu yönetmelik, kontrol altına alınan maddelerin dış ticaretini, kullanımını, bu maddelerin ve bu maddeleri içeren ürünlerin piyasaya sunulmasını, 2006 yılı ve sonrası ithalat ve kullanımları ile kamuoyunun bilgilendirilmesini kapsar.

Yönetmelik 20.06.1990 tarihli Ozon Tabakasının Dair Viyana Sözleşmesi hükümleri ile 19.12.1991 tarihli Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü hükümlerine paralel hazırlanmıştır.

Montreal Protokolü ve değişiklikleri uyarınca üretim, tüketimi ve ticareti kontrol altına alınan maddelerden, kloroflorokarbonlar, triklorflormetan (CFC-11), diklorodiflormetan (CFC-12), triklorflormetan (CFC-113), diklortetrafloretan (CFC-114), klorpentafloretan (CFC-115) servis amaçlı ithalatı 1.1.2006 tarihinden itibaren tamamen yasaktır.

Yönetmelikle, Ozon Tabakasını incelten maddeleri ithal eden kurum, kuruluş ve ithalatçı firmalar, Çevre Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Kimyasallara İlişkin Dış Ticaret Müsteşarlığınca düzenli olarak Resmi Gazetede yayımlanan Dış Ticaret Standardizasyon Tebliği çerçevesinde Bakanlıktan kontrol belgesi almak zorundadır.

Yönetmeliğe göre, Ozon Tabakasını incelten kontrol altına alınmış herhangi bir maddeyi saf veya karışım halinde ithal edenler, yönetmelikte verilen form doldurularak her yıl Şubat ayı sonuna kadar bir önceki yıla ait bilgilerini Bakanlığa göndermeleri gerekir. İthalatçı Firmalar ithal ettikleri maddenin miktarını, menşei, alıcısını ve her alıcıya verilen miktarı, alıcının adı ve adresi, son kullanım alanları ve temin edilen ozon tabakasını incelten maddenin satılan miktarı, stok miktarını ve fiyatını da içerecek şekilde kayıt altına alarak her an denetime hazır tutmakla yükümlüdürler. Ozon tabakasını incelten maddelerin dağıtıcıları da aynı dönemler için satışların kayıtlarını tutmak, bunları beş yıl süreyle muhafaza etmek ve her an denetime hazır bulundurmaları zorundadır.

Yönetmelik yürürlüğe girdiği tarihten itibaren ozon tabakasını incelten Montreal Protokolü ve Değişiklik ile kontrol altına alınan maddelerden herhangi birine üretmek veya bunları üretim yapan yeni tesis kurmak yasaktır.

Ozon tabakasını incelten maddeler ve karbon tetra klorür kullanımı bu yönetmelik yayımından sonra sadece laboratuvar ve zorunlu kullanım alanlarının ihtiyaçlarıyla sınırlıdır.

İlgili kurum ve kuruluşlar, yukarıda belirtilen maddelere duyulan bir sonraki yıla ilişkin ihtiyaç miktarları her yıl Ağustos ayı sonuna kadar bakanlığa bildirmek zorundadır. İhtiyaç miktarı Türkiye’de geri kazanılmış madde miktarı dahil edilmeksizin tespit edilir.

Zorunlu kullanım alanları hariç olmak üzere, 1.1.2015 tarihinden itibaren bu Yönetmelikte belirtilen maddelerin yani ozon tabakasını incelten maddelerin Türkiye sınırları içinde servis amaçlı kullanımı yasaktır.

Gümrük Müsteşarlığınca belirlenecek üniversiteler veya kamu kuruluşlarına ait laboratuarda ithalatçı tarafından tüm masrafları ödenerek yaptırılacak, analizlerde ürünlerin bu Yönetmelikteki maddelerde belirtilen ozon tabakasını incelten madde içermediğinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Saflık derecesi %99.5 , kaynama noktası 20 °C’nin altında olan ve Montreal Protokolü ve değişiklikleri ile kontrol altına alınan kloroflorokarbonların, Montreal Protokolü ve değişiklikleri ile kontrol altına alınan veya alınmayan diğer kimyasal maddeler ile iç piyasada laboratuvar amaçlı zorunlu kullanılmalarında herhangi bir kısıtlama uygulanmaz.

Soğutucu gazların geri kazanım ve rehabilitasyon cihazlarından geçilerek, yeniden kullanıma sunulan maddelerin saflık özelliklerinin, üretildikleri ve ilk kullanıma sunuldukları andaki fiziksel ve kimyasal özellikleri ile aynı olması zorunludur [10].

Yine, Türkiye’deki yasal düzenlemeler kapsamında; Dış Ticaret Müsteşarlığı, Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin İthaline İlişkin Tebliğ hazırlamıştır. Bu Tebliğin amacı, Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin ithaline ilişkin usul ve esasları düzenler. Tebliğ, Montreal Protokolü’nün Kopenhag değişiklikleri uyarınca, Kopenhag değişikliklerine taraf olmayan ülkelerden ve Montreal Protokolü’nün Pekin değişiklikleri uyarınca, Pekin değişikliklerine taraf olmayan ülkelerden bazı eşyaların (Freon-11, Freon-12, karbon tetra klorür, metil kloroform, bromometan, HCFC-21,HCFC-22, HCFC-123, HCFC-124 v.b.) ithalatının yapılamayacağını belirtir. Ancak bu eşyaların zorunlu kullanım alanlarının ihtiyaçları için belirli ülkelerden (aynı tebliğde bildirilen ülkelerden) ithali Çevre ve Orman Bakanlığı iznine göre yapılacağını anlatır. Ek olarak Metil bromür gibi maddelerin, zirai karantina, taşıma öncesi kullanımı ve laboratuvar amaçlı ithalatı Tarım ve Köy işleri Bakanlığı iznine göre yapılacağını da söyler [11].

SONUÇLAR

Montreal Protokolünü (1987) takip eden süreçte klorlu soğutucu akışkanları ozon delme potansiyeli dikkate alınarak gerekli önlemler bir takvime bağlanmıştır. Bu takvim daha sonraki süreçte sürekli öne alındı. Ancak bazı gelişmiş ülkeler tarafından henüz onaylanmayan Kyoto Protokolüne bağlı olarak Avrupa Birliği çok hassas şekilde davranarak F-gaz yönetmeliğini devreye sokmuştur.

Bu süreç İklimlendirme ve soğutma (İKS) sektörünü oldukça ciddi şekilde etkileyecektir. Buna göre İKS sistemlerinin üretiminde, kullanımında, servis ve bakımında yeni önlemler alınmak zorunda kalınacaktır. Bu önlemlere örnek olarak üretim, servis ve bakım işlemlerinde istihdam edilecek personelin belli bir sertifika eğitiminden geçmesi, İKS sistemlerinin tasarımında soğutkanların sıvı depolarına toplanabilir (pump down) olması, soğutkanı boşaltmadan bakım ve servis yapılabilir olması, kaçak testleri için soğutkan yerine azot kullanılması gibi kurallar verilebilir.

Bu konuda İKS sektörünü temsil eden İSKİD, ESSİAD, SOSİAD, İSKAV, İSEDA gibi dernek ve vakıflara görev düşmektedir. Bu sektör eğitimleri AB fonlarından yararlanılarak AB Projeleri kapsamında düzenlenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZKOL, N., "Soğutucu Gazların Kullanımı", KOSGEB-MEB Soğutma Sektöründe Meslek Geliştirme Eğitimleri Projesi, Sayfa: 1-5, Ankara, 2004.
- [2] Onat, A.; İmal, M.; İnan, A.T.; "Soğutucu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkilerinin Araştırılması ve Alternatif Soğutucu Akışkanlar", KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 7 (1)-2004, s:32-37.
- [3] Kaya, M.; Atik, K.; "R-22, R-500 ve R-13.B.1 Soğutucu Akışkan Etkinliklerinin Karşılaştırılması", 5. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, 2-3 Nisan 1998, Çukurova Üniversitesi, Adana, s:169-178.
- [4] www.dupont.com/suva (adresine 2002 yılında erişildi)
- [5] <http://www.mmoistanbul.org/yayin/tesisat/88/7/> (Erişim Tarihi: Temmuz-2007) Koyun, T., Koyun, A., Acar, M. "Soğutma Sistemlerinde Kullanılan Soğutucu Akışkanlar ve Bu Akışkanların Ozon Tabakası Üzerine Etkileri", Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı:88, s:46-53, 2005.
- [6] http://www.alarko-carrier.com.tr/eBulten/TekBulten/images_4/e_tekbulten4_print.pdf (Erişim Tarihi: Mart-2007) Keogh, A.; "Soğutucu Akışkan Seçimi ve Su Soğutma Grubu Tasarımı", "Paket Tip Su Soğutma Gruplarında R-410A Kullanımı", Teknik Bülten, Nisan-2005, Sayı:4.
- [7] Özkol, N.; "Uygulamalı Soğutma Tekniği", TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 115, Nisan-1999, Ankara.
- [8] http://www.airah.org.au/downloads/AIRAH_RSG2003.pdf (Erişim Tarihi: Temmuz-2007) (Air Conditioning And Refrigeration Industry Refrigerant Selection Guide)
- [9] http://www.alarko-carrier.com.tr/eBulten/TekBulten/images_5/e_tekbulten5_print.pdf (Erişim Tarihi: Temmuz-2007) Carrier Corporation "Soğutucu Akışkan R-410A, Yeni Ticari İklimlendirme Cihazlarında R-22'nin Yerine Kullanılabilecek Çevre Koruma Açısından Güvenilir Yüksek Verimli Bir Soğutucu Akışkan", Teknik Bülten, Mayıs 2005, Sayı:5.
- [10] Resmi Gazete, "Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik". Çevre ve Orman Bakanlığından; Yönetmelik, Sayı: 26176, Tarih: 23.05.2006.
- [11] Resmi Gazete, "Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin İthaline İlişkin Tebliğ", Dış Ticaret Müsteşarlığından, İthalat: 2007/14, Sayı: 26392, Tarih: 30.12.2006.
- [12] İsa, Kadir., "F-gaz yönetmeliği" 4. Uygulamalı İklimlendirme ve Soğutma Semineri, YTU Maslak Yerleşkesi, 3-7 Temmuz 2006 İstanbul.
- [13] http://www.fluorocarbons.org/en/info/brochures/fact_09.html

ÖZGEÇMİŞLER

Hüseyin BULGURCU

1962 yılında İzmir Kınık'ta doğdu. 1984 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makine Enerji dalından lisans, 1989 yılında MÜ Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans, 1994 yılında aynı Enstitüden Doktora dereceleri aldı. 1986-1989 yılları arasında Kartal Teknik Lisesinde, 1989-1995 yılları arasında Çankırı Meslek Yüksekokulunda öğretim elemanı olarak çalıştı. 1994 yılından İngiltere'de mesleki araştırmalarda bulundu. 1995 yılından bu yana Balıkesir Meslek Yüksekokulu İklimlendirme ve Soğutma Programında öğretim üyesi olarak çalışmalarına devam etmekte ve eğitim cihazları üreten bir firmada danışmanlık yapmaktadır.

Okan KON

1976 yılında Kırklareli'nde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini çeşitli illerde tamamladı. 2000 yılında Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirdi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalında, 2004 yılında Yüksek Lisansını tamamladı. Halen aynı Anabilim Dalında Doktora eğitimini sürdürmektedir 2001 yılından beri Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

Nadir İLTEN

1961'de Balıkesir'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Balıkesir'deki okullarda tamamladı. 1983 yılında U.Ü Balıkesir Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliğini bitirdi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde 1986 yılında Yüksek Lisansını, 1992 yılında Doktora programını tamamladı. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Bölümünde 1984-1994 yılları arasında Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. Halen aynı bölümde 1994'ten beri Yardımcı Doçent Doktor olarak görev yapmaktadır. Evli ve 2 oğlu vardır.