

## AB Yeni F Gaz Regülasyonu ve Alternatif Akışkan R32

Dr. Andaç YAKUT

Makina Yüksek Mühendisi

a.yakut@daikin.com.tr

Daikin Türkiye, Kurumsal Planlama Departmanı

\*68. sayımızda yayınlanan makalenin devamıdır.

## 3. KLİMALAR VE ISI POMPALARI İÇİN NEDEN R32?

## 3.1 R32 Nedir?

- R32 = CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> 'diflorometan' olarak adlandırılan, tek bileşenli bir HFC'dir.
- Ozon Tabakasına zarar vermez (ODP=0).
- Karışım halinde olan R410A (%50 R32 + %50 R125) soğutucu akışkanının bir bileşenidir.
- GWP (küresel ısınma potansiyeli) değeri, R410A'nın sahip olduğu GWP değerinin yalnızca üçte biridir.

Tablo 1'de R32 soğutucu akışkanının bazı özellikleri görülmektedir.

Tablo 1. R32 Soğutucu Akışkanının Özellikleri

Soğutucu Akışkan			Özellikler			
			P <sub>kond</sub> (MPa)	Hac. Soğ. Kapasitesi	ODP	GWP (IPCC 4 <sup>th</sup> )
HFC	R22 (baz)	Tek bileşenli	1.73	100%	0.05	1810
	R410A	Azotrop benz.	2.73	141%	0	2088
	R32	Tek bileşenli	2.79	160%	0	675

## 3.2 R32 En Dengeli Çözüm

Alternatif soğutucu akışkan arayışında; akışkanın ozon tüketme potansiyeli (ODP), küresel ısınma potansiyeli (GWP), enerji verimliliği, güvenlik, ekonomiklik gibi birçok faktör etki eder. Bu faktörleri tam anlamıyla karşılayan mükemmel bir akışkan henüz yoktur. Seçim yaparken bütün bu faktörleri en uygun şekilde karşılayacak, en dengeli seçimi yapmak önemlidir.

Kasım 2012'de dünyanın ilk R32 soğutucu akışkanını içeren kliması Japonya pazarına sunulmuştur [4]. Bu tarihten sonra birçok Japon üretici de R32'li ürünlerini duyurmaya başlamışlardır [5]. Ayrıca 2013 Sonbaharında Avrupa'nın ilk R32 soğutucu akışkanını içeren klima modeli tanıtılmıştır. Japonya'da 2014 yılının Mart ayı sonuna kadar 2 milyondan fazla R32'li mini split ünite satılmıştır [6].

R32, HFC grubundan olmasına rağmen günümüzde sıklıkla kullanılan R410A soğutucu akışkanının sahip olduğu küresel ısınma potansiyelinin (GWP) üçte birine sahiptir. Üstelik R32 tek bileşenli bir soğutucu akışkan olduğundan geri dönüşümü de kolaydır. Genel olarak R32;

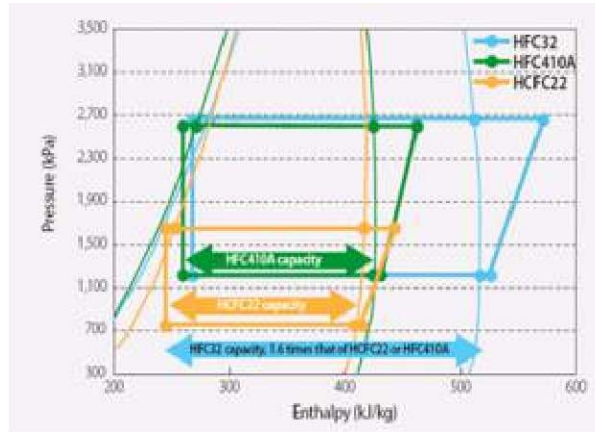
- Ozon Tabakasına zarar vermez (ODP=0).
- GWP değeri, R410A'nın GWP değerinin yalnızca üçte biridir (GWP=675)
- R410A'ya göre daha az soğutucu akışkan kullanımı mümkündür.
- R410A ile kıyaslandığında daha yüksek enerji verimliliği.
- Daha kompakt tasarım mümkündür.
- Kabul edilebilir derecede güvenlidir, çünkü sadece hafif yanıcı (Sınıf A2L).
- R410A'nın bir bileşeni olduğu için R32 üretim kapasitesi mevcuttur.
- Tek bileşenli bir akışkan olduğu için geri dönüşümü ve yeniden kullanımı kolaydır.
- Gelişmekte (A5) olan ülkeler için ekonomiktir.



### 3.3 Tasarım Özellikleri

#### 3.3.1 R32'nin Fiziksel Özellikleri

- R410A ile karşılaştırıldığında R32'nin potansiyel teorik soğutma kapasitesi 1,6 kat daha fazladır (Şekil 6).
- R410A'ya göre daha yüksek ısı transfer katsayısı
- Soğutucu akışkan miktarında (hacimsel) azalma: Sıvı yoğunluğu R410A'nın sıvı yoğunluğunun %90'ı kadar. R410A'ya göre %30'a kadar akışkan miktarında (hacimsel) azalma mümkündür.
- Daha az basınç kaybı: Böylece aynı kapasite için daha ince çaplı borulama mümkündür.



#### 3.3.2 Enerji Verimliliği ve/veya Sistem Boyutlarına Olan Etkiler: Çeşitli Tasarım Olanakları

2012 yılında Japonya'da satışta olan 4 kW'lık bir split klima örnek olarak alındığında R32'li bir klimanın R410A'lı bir klimaya göre %6 daha fazla enerji verimliliğine sahip olduğu görülmüştür [7]. Aynı zamanda yine 4 kW'lık model örnek olarak alındığında enerji verimliliği sabit kalma şartıyla daha küçük boyutlarda bir cihaz elde etmek mümkündür (Sistem hacminde %18 azalma, soğutucu akışkan miktarında %20 azalma).

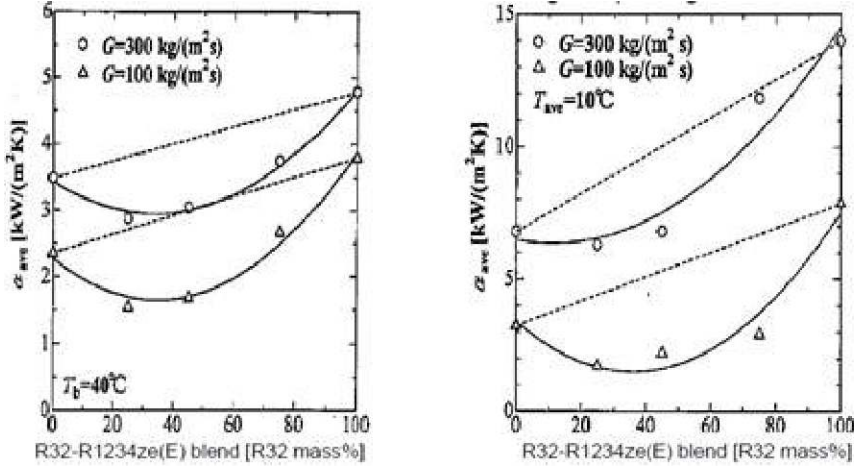


Şekil 7. R32 Kullanımının Enerji Verimliliği ve/veya Sistem Boyutlarına Olan Etkileri



## 3.3.3 Isı transferi Performansı: Karışım Etkisi

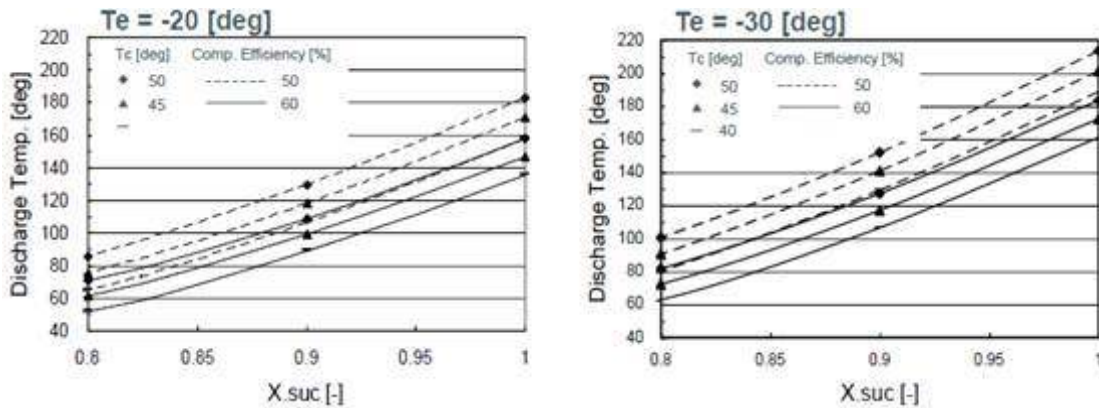
R32'nin HFO grubundan bir akışkan ile karıştırılıp GWP değerinin düşürülmesi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda R32'nin HFO grubundan bir alternatif akışkan olan R1234ze(E) soğutucu akışkanı ile karıştırılması durumunda ortalama ısı transfer katsayısının düştüğü görülmüştür [8]. Düşük kütleli debilerde bu durumun önemi daha da çok ortaya çıktığından sezonsal verimlilik de bu durumdan oldukça etkilenir (Şekil 8). Bu sebepten dolayı birçok cihaz üreticisi R32 soğutucu akışkanını herhangi bir karışım halinde değil saf halde kullanmayı tercih etmiştir.



## 3.3.4 Kompresör Çıkış Sıcaklığı

Genel olarak R32 kompresör çıkış sıcaklığı, R32/HFO karışımlarının kompresör çıkış sıcaklığından daha fazladır. Fakat bu durum uygun tasarımla, hatta yüksek sıcaklık soğutma koşullarında bile, kompresör performansı ve dayanıklılığı için bir sorun teşkil etmemektedir.

Çok düşük sıcaklık ısıtma koşullarında ise kompresör çıkış sıcaklığının kontrol edilmesi gerekebilir. Örneğin ıslak emme kontrolü ile (Şekil 9). Şekil 10'daki grafiklerde ıslak emme kontrolü kullanılarak kompresör çıkış sıcaklığının düşürülebileceği görülmüştür [7].



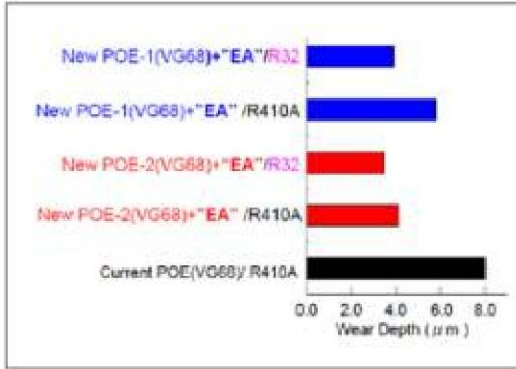
Şekil 9. Islak Emme kontrolünün R32 kompresör çıkış sıcaklığına etkisi



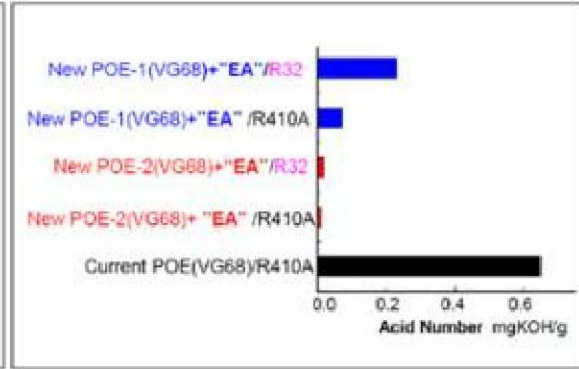
## 3.3.5 R32 İçin Yağ Seçimi

Günümüzde R410A için kullanılan POE (poliol ester) veya PVE(polivinil eter) yağları R32 ile birlikte kötü çözünme özelliği gösterirler. Bununla birlikte yeni geliştirilen yağlar hem R410A ile hem de R32 ile iyi çözünme özelliklerine sahiptirler.

Ayrıca bu yağlar yüksek dayanıklılık karakterine sahiptirler. Şekil 10 ve Şekil 11'de geliştirilmiş olan bu yağlara ait aşınma ve kararlılık test sonuçları görülmektedir [9]. Grafiklerden görüldüğü üzere Yeni POE-1(VG68)+“EA” ve Yeni POE-2(VG68)+“EA” oldukça iyi aşınma önleyici ve kararlılık özellikleri göstermektedir.



Şekil 10. Yeni Yağlar için Aşınma Testi



Şekil 11. Yeni Yağlar için Kararlılık Testi

## 3.4 R32 KULLANIMININ KURULUM/SERVİS YÖNÜNDEN ETKİLERİ

R32 tek bileşenli bir soğutucu akışkan olduğundan (karışım değil):

1. Kullanımı daha kolaydır:
  - Hem gaz hem de sıvı fazda şarj edilebilir.
  - Kaçak olması durumunda bileşim oranının değişimi konusunda endişelenmeye gerek yoktur.
2. Geri dönüşümü ve yeniden kullanımı daha kolaydır.

Teknik olarak R32 kullanan bir cihazın kurulumu ve servisi ile R410A kullanan bir cihazın kurulumu ve servisi aynıdır. Kullanılan aletlerden bazılarında farklılıklar olmasına rağmen bu aletlerin çift kullanımlı tipleri mevcuttur (Şekil 12).

Alet	R410A	R32
Manifold	Normal	Farklı (çift kullanımlı tipler mümkündür)
Ölçek	Normal	Normal
Vakum Pompası	Normal	Normal
Kaçak Dedektörü	Normal	Farklı (çift kullanımlı tipler mümkündür)
Geril Kazanma Ünitesi	Normal	Farklı (çift kullanımlı tipler mümkündür)
Havalandırma	Önerilir	Gerekli

Şekil 12. R410A ve R32 için kullanılan aletlerin karşılaştırılması



## 3.5 YANICILIK VE STANDARDİZASYONDAKİ SON GELİŞMELER

Uzmanlar, yanıcılık özelliğine sahip soğutucu akışkanların kullanılabilirliğini uzun süredir araştırmaktadırlar. Yapılan araştırmalar sonucunda, uygun şekilde kullanıldıklarında birçok uygulamada kullanılabilecek oldukça düşük yanıcılık özelliğine sahip soğutucu akışkanların da olduğuna karar verilmiştir.

Bu kapsamda; 2014 yılı içerisinde uluslararası bir standart olan ve akışkanları yanıcılık özelliklerine göre sınıflandıran ISO 817 standardının revize çalışmaları tamamlanmış ve daha önce yanıcılık özellikleri bakımından 3 ana sınıfa ayrılan (Sınıf 1: Yanıcı Olmayan, Sınıf 2: Yanıcı, Sınıf 3: Yüksek Yanıcı) akışkanlar için 'Sınıf 2L' denilen yeni bir yanıcılık sınıfı oluşturulmuştur. Bu yeni sınıf yanma hızı 10 cm/s'den daha düşük olan ve daha önce Sınıf 2'de yer alan akışkanları içerir ve 'Düşük Yanıcılık Sınıfı' olarak adlandırılır. Bundan sonra soğutucu akışkanlar yanıcılık sınıfına göre bu 4 temel sınıfa göre gruplandırılacaktır. İlgili standartta akışkanlar zehirlilik özelliği bakımından da 2 sınıfa ayrılmıştır. Bunlar, Sınıf A: Düşük Zehirli ve Sınıf B: Yüksek Zehirli sınıflarıdır. Bu tür sınıflandırma bir Amerikan standardı olan ASHRAE 34 standardında da bu şekildedir (Şekil 13).

	Sınıf 1	Sınıf 2L	Sınıf 2	Sınıf 3
	Yanıcı Olmayan	Düşük Yanıcılık LFL* > %3,5 hacimsel Yanma ısısı < 19 000 kJ/kg Yanma hızı ≤ 10 cm/s	Yanıcı LFL* > %3,5 hacimsel Yanma ısısı < 19 000 kJ/kg Yanma hızı > 10 cm/s	Yüksek Yanıcılık LFL* ≤ %3,5 hacimsel Yanma ısısı ≥ 19 000 kJ/kg
Sınıf A: Düşük zehirli	R744 (CO <sub>2</sub> ) R410A	R1234yf / ze <b>R32</b>	R152a	R290 (Propan)
Sınıf B: Yüksek zehirli		R717 (Amonyak)		

Şekil 13. ISO 817 ve ASHRAE 34'e göre Yanıcılık sınıfları

R32 soğutucu akışkanının yanma hızı 6,7 cm/s, LFL (alt yanıcılık sınırı) %14 ve Yanma ısısı 9500 kJ/kg olduğundan bu akışkan 'Düşük Yanıcılık' sınıfına girer ve 'Sınıf 2L' kategorisinde yer alır. Bu sınıftaki soğutucu akışkanlar oldukça düşük yanıcılık özelliğine sahiptirler. Bu kategorideki akışkanların yanma hızları (<10cm/s) yatay alev yayılımı veya patlamaya neden olmayacak kadar düşüktür.

Günümüzde soğutucu akışkanların güvenli kullanım şartlarını belirlemek amacıyla Uluslararası ve Avrupa Standartlarının revizyon çalışmaları devam etmektedir. Bu konuda uluslararası bir standart olan ISO 5149'un (soğutma sistemleri ve ısı pompaları- güvenlik ve çevre gereksinimleri) 2014 yılı içerisinde revizyon çalışmaları tamamlanmıştır (Şekil 14).

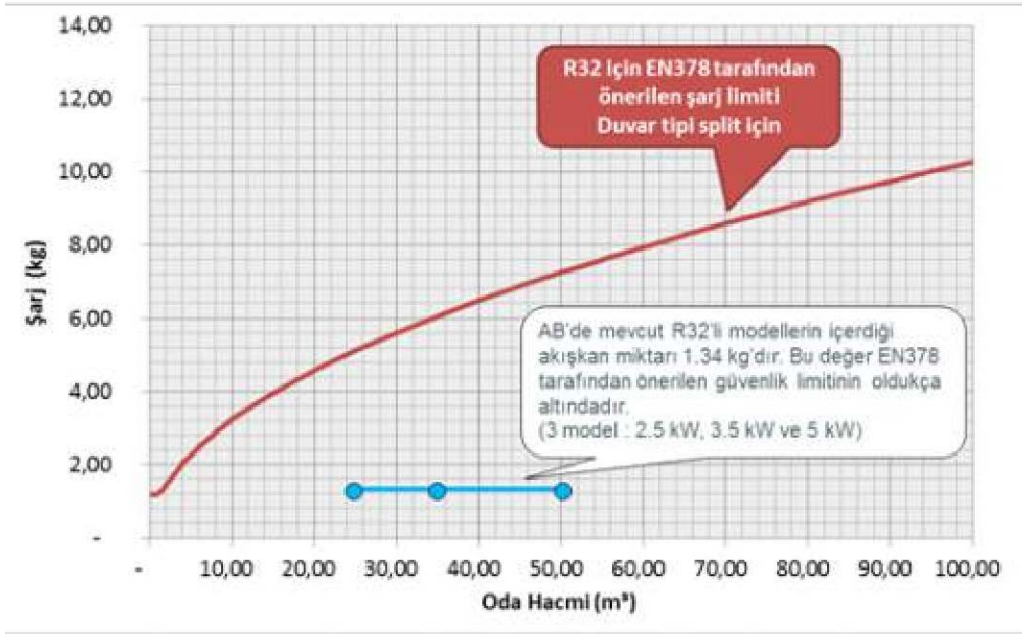
Alan	Uluslararası	Avrupa	Amerika
Soğutucu Akışkanların Sınıflandırması	ISO817 2014 (revize edildi)	-NA- (ISO'ya göre)	ASHRAE 34 UL 2182
Güvenlik için Kullanım Sınırlaması	ISO5149 2014(revize edildi)	EN378 (revize ediliyor)	ASHRAE 15
	IEC60335-2-40 (revize ediliyor)	EN60335-2-40 (IEC'ye göre)	UL 207 UL 250 UL 471 UL 474 UL 484 UL 984 UL 1995 UL 60335-2-40

Şekil 14. Standardizasyondaki Son Gelişmeler



Bir Avrupa standardı olan EN 378 (soğutma sistemleri ve ısı pompaları – güvenlik ve çevre gereksinimleri) standardının ise revizyon çalışmaları devam etmektedir. Mevcut EN 378 standardında R32, 'Sınıf 2" kategorisi altında bulunmaktadır. Fakat bu, R32 soğutucu akışkanının bugün kullanılmayacağı anlamına gelmez. Sadece güvenlik gereksinimlerinin daha kısıtlayıcı olduğu anlamına gelir. R32 soğutucu akışkanının kullanımını daha genel ve kolay kılmak adına EN 378 standardının revizyon çalışmaları kapsamında bu standardın içine A2L hafif yanıcılık sınıfı dahil edilmelidir.

Şu an Avrupa'da piyasaya sürülmüş R32'li duvar tipi split klimaların içerdiği akışkan miktarı mevcut EN 378 standardı tarafından önerilen güvenlik limitinin oldukça altındadır (Şekil 15). Dolayısıyla R32 bu tip cihazlarda güvenli bir şekilde kullanılabilir.



Koşullar: Oda yüksekliği 2,5 m.  
İç ünite kurulum yüksekliği 1,8m. (eğer ünite daha yükseğe kurularsa daha fazlasına izin verilir).

Şekil 15. AB'de mevcut R32'li split modeller için soğutucu akışkan miktarının EN 378 tarafından önerilen güvenlik limitlerine göre karşılaştırılması

### 3.6 HER TÜRLÜ İHTİYACA CEVAP VEREN MÜKEMMEL BİR SOĞUTUCU AKIŞKAN YOKTUR

Her üretici uygulamaya ve pazarın ihtiyacına göre enerji verimliliği, güvenlik, ekonomiklik, yerel mevzuat ve standartları da dikkate alarak seçimler yapmalıdır.

R32 aşağıda gösterilen uygulamalarda kullanılabilir (Şekil 16).



## 4. SONUÇLAR

Alternatif soğutucu akışkan arayışında; akışkanın ozon tüketme potansiyeli (ODP), küresel ısınma potansiyeli (GWP), enerji verimliliği, güvenlik, ekonomiklik gibi birçok faktör etki eder. Bu faktörleri tam anlamıyla karşılayan mükemmel bir akışkan henüz yoktur.

Klima ve ısı pompaları için alternatif akışkanlardan biri olan R32'nin özelliklerini özetleyecek olursak;

- R32, klimalar ve ısı pompaları için mükemmel enerji performansına sahiptir.
- R32 enerji verimliliğini korurken veya artırırken aynı zamanda sistemde daha az soğutucu akışkan miktarına ve sistem boyutlarında küçülmeye olanak sağlar.
- R32, AB Yeni F Gaz Regülasyonu için uygun bir alternatif akışkandır.
- R32, ozon tabakasına zarar vermez, düşük küresel ısınma potansiyeline sahiptir (GWP=675)
- R32 için uygun yağlar mevcuttur.
- R32'nin tek bileşenli soğutucu akışkan olma avantajı vardır.

Yukarıdaki özelliklerinden dolayı R32 soğutucu akışkanı klima ve ısı pompaları için cazip bir çözümdür.

### EK TANIMLAR:

ODP: Ozon Tüketme Potansiyeli (ODP), bir soğutucu akışkanın ozon tabakasına zarar verme riski olarak tanımlanır. Bu değer, ODP'si 1 olarak kabul edilen R11 soğutucu akışkanı referans alınarak ifade edilir. Örnek vermek gerekirse R22'nin ODP değeri 0,05 iken, R32 ve R410A klor ve brom içermediğinden dolayı bu soğutucu akışkanların ODP değeri 0'dır.

GWP: Küresel Isınma Potansiyeli (GWP), akışkanın atmosfere salınması halinde küresel ısınmaya (sera etkisine) olan etkisini gösterir. Bu değer CO2 referans alınarak 100 yıllık bir süreye göre belirlenmektedir. CO2 için bu değer 1.0'dır. Örneğin R410A için GWP değeri 20881 iken, R32 için GWP değeri 6751'dir.

### KAYNAKLAR

1. [http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm) (erişim: 29.12.2014)
2. [http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm) (erişim: 29.12.2014)
3. [http://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/f-gas/index_en.htm) (erişim: 29.12.2014)
4. [http://www.daikin.com/csr/report/2014/05\\_feature01.pdf](http://www.daikin.com/csr/report/2014/05_feature01.pdf) (erişim: 29.12.2014)
5. JARN (Japan Air Conditioning, Heating & Refrigeration News) Dergisinin 25 Ekim 2013 tarihli sayısı
6. Japanese Policy and HVAC&R Industry Evolutions, Osami Kataoka Daikin Industries, Ltd.for JR A I A , OEWG side event July 15, 2014 Paris France
7. Refrigerant R32 for Air Conditioners and Heat Pumps, Hilde Dhont, Environmen Research C e n t e r DAIKIN Europe N.V. XI. International HVAC+R Technology Symposium, Istanbul, 08-10 May, 2014, Turkish Society of Hvac & Sanitary Engineers
8. Akio Miyara, et.al. 2012. Proceedings from 46th The society of Heating, Air-Conditioning Sanitary Engineers of Japan (2012)
9. JX Nippon Oil & Energy Corporation Sunumu (25 Haziran, 2013)

### ÖZGEÇMİŞ

Dr. Andaç YAKUT

Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora derecesini Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim dalında tamamlamıştır. 2003-2012 tarihleri arasında aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmıştır. 2012 yılından beri Daikin Türkiye Yeşil Enerji ve Çevre Bölüm Koordinatörü olarak görev yapmaktadır.

