

# İKLİM HEDEFLERİNE ULAŞMAK İÇİN ISI POMPALARI VE ISI POMPASI TEKNOLOJİSİNDEKİ SON GELİŞMELER

Andaç Yakut<sup>1</sup>, Arslan Çağlayan Gürel<sup>2</sup>

## 1. GİRİŞ

Avrupa, 2050 yılına kadar dünyanın ilk iklim nötr kıtası olmak istemekte ve AB Komisyonu, emisyonları 2030 yılına kadar en az % 55 azaltmayı hedeflemektedir. Günümüzde AB Yeşil Mutabakatı kapsamında, sınırda karbon vergisi çalışmaları da son aşamaya gelmiş durumdadır.

Bu hedefe ulaşmada önemli bir araç olabilecek ısı pompaları, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullandıklarından, düşük karbonlu bir ısıtma teknolojisidir ve AB Yeşil Mutabakatı ile uyumludur.

Bu yazıda öncelikle, teknolojinin gelişmesiyle düşük küresel ısınma potansiyeline ve yüksek enerji verimliliğine sahip R32 soğutucu akışkanı hakkında bilgi verildikten sonra, R32 kullanan ısı pompaları ve bu cihazlardaki son teknolojik gelişmeler açıklanmıştır. Daha sonra uygula-

maya yönelik olarak ısıtma amaçlı R32 soğutucu akışkan kullanan bir havadan suya ısı pompası ile R410A kullanan bir havadan suya ısı pompasının enerji verimliliği ve CO<sub>2</sub> salımının karşılaştırılmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiş ve Türkiye’de ısı pompası teknolojisinin yaygınlaştırılmasına katkı sağlayabilecek önerilerde bulunulmuştur.

## 2. ISI POMPASI NEDİR?

Termodinamikten bildiğimiz üzere, ısı, yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan düşük sıcaklıktaki bir ortama kendiliğinden geçer. Fakat bunun tam tersi yani düşük sıcaklıktaki bir ortamdan yüksek sıcaklıktaki bir ortama ısı geçişi ise kendiliğinden gerçekleşemez. Bunun gerçekleşmesi ancak çevrim esasına göre çalışan soğutma makinalarıyla olabilmektedir (örneğin buzdolabı).

En yaygın kullanılan soğutma çevrimi, buhar sıkıştırma-

<sup>1</sup> Makine Doktor Müh., Yeşil Enerji ve Çevre Böl. Müdürü - [a.yakut@daikin.com.tr](mailto:a.yakut@daikin.com.tr)

<sup>2</sup> Makine Yük. Müh., - [a.gurel@daikin.com.tr](mailto:a.gurel@daikin.com.tr)

lı soğutma çevrimidir ve içinde soğutucu bir akışkanın aracı akışkan olarak kullanıldığı kompresör, yoğuşturucu, kısma vanası ve buharlaştırıcıdan oluşur.

Aslında ısı pompaları ile soğutma makinaları aynı çevrime göre çalışırlar fakat kullanım amaçları farklıdır. Soğutma makinasının amacı soğutulan ortamdan ısı çekmek iken, ısı pompasının amacı ılık ortama ısı vermek, ortamı ısıtmaktır. Bunun için düşük sıcaklıktaki bir kaynaktan çekilen ısı, daha yüksek sıcaklıktaki ortama dışarıdan iş verilerek aktarılır. Isı çekilen kaynak, hava, su, toprak olabileceği gibi, sıcak ortam ise bir ev veya başka bir ortam olabilir.

### 3. ISI POMPASI ÇEŞİTLERİ NELERDİR?

Isı pompalarını ısı kaynağı bakımından hava kaynaklı, su kaynaklı, toprak kaynaklı olmak üzere üç başlıkta inceleyebiliriz.

**Hava Kaynaklı Isı Pompaları:** Hava doğada bedava ve kolayca ulaşılabilen bir ısı kaynağıdır. Bu pompalar, havadaki doğal enerjiyi çekerek yerden ısıtma, fancoil veya radyatörler aracılığıyla ısıtılacak yere aktaran cihazlardır. Montaj ve servis kolaylığı vardır.

**Su Kaynaklı Isı Pompaları:** Bu tür ısı pompalarında kuyu, göl, nehir veya şehir şebekesinden elde edilen su, ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır. Eğer ısıtılacak veya soğutulacak yerin yakınında ırmak, göl, deniz, yer altı suları vb. varsa, ısı taşıyıcı borular, bu kaynakların içine yerleştirilir.

**Toprak Kaynaklı Isı Pompaları:** Toprakla olan ısı alışverişi, toprağa yatay veya dikey olarak gömülmüş "toprak ısı değiştiricileriyle" gerçekleştirilir. Toprak altına gömülen borulardan, soğutucu akışkan veya daha ucuz olması bakımından genellikle salamura<sup>3</sup> geçirilir.

### 4. ISI POMPALARININ YARARLARI NELERDİR?

Isı pompalarının yararlarını şöyle sıralayabiliriz:

- En önemli yararlarından biri "enerji verimliliği"dir. Gelişen teknoloji sayesinde hava kaynaklı bir ısı pompasıyla bir birim elektrik enerjisiyle beş birim ısıtma enerjisi elde edilebilmektedir (örneğin COP=5)<sup>4</sup>.
- Diğer bir yararı, ısı pompalarının ekonomik olmasıdır. İşletme giderleri düşük, bakım, onarım, servis gerek-

sinimleri ise diğer sistemlere göre daha azdır. Kendini kısa sürede amorti eden kârlı yatırımlardır.

- Isı pompaları güvenlidir. Bünyesinde bir yanma olayı olmadığından patlama, yangın ve zehirlenme gibi riskleri yoktur.
- Isı pompaları teknolojik gelişime açıktır. Örneğin, kompresörlerdeki ve soğutucu akışkanlardaki gelişmeler her geçen gün artmaktadır ve güneş kolektörleri ile birlikte hem sıcak su ısıtmada hem de ortam ısıtma desteği için entegre olarak kullanılabilirler.
- Fosil yakıt kullanmazlar. Bu nedenle, sera gazı emisyonlarının sınırlandırılması için önemli bir araçtır. Kullanıldığı yerde herhangi bir gaz, duman, cüruf, koku vb. atığı yoktur. Sadece elektrik enerjisinin üretildiği santraldeki CO<sub>2</sub> salımı söz konusudur. Eğer yenilenebilir bir kaynak ile direk ilişki içerisinde çalıştırılırsa, CO<sub>2</sub> minimuma hatta sıfıra indirgenebilir.-
- Binalarda görüntü kirliliği oluşturmaz ve farklı kullanım şekilleri ve kompakt dış üniteleri ile tasarlanarak bina kabuğuna uyumlu hale getirilebilir [1].

### 5. AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE POLİTİKALARI VE AVRUPA BİRLİĞİ YEŞİL MUTABAKATI

1990'lı yıllardan beri iklim değişikliğiyle mücadele, sera gazı emisyonlarının azaltılması, yenilenebilir enerji kullanımı gibi başlıklar başta olmak üzere çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik konularında gösterdiği duyarlılık ile bilinen Avrupa Birliği (AB), 2019 yılının Kasım ayında bu duyarlılığını bir adım ileri taşıyarak, Birlik'in çevre ve sürdürülebilirlik konularında kesin ve iddialı adımlar atacağını bir taahhüdü niteliğinde bir inisiyatifler paketi sunmuştur: Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal) [2].

Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan, Avrupa Yeşil Mutabakatı; 2030 yılına kadar %50-55 ve 2050 yılına kadar net sıfır emisyon hedefiyle sera gazı emisyonlarını azaltarak Avrupa'yı ilk iklim nötr kıta haline getirmeyi ve bunu ekonomik büyümenin kaynak kullanımından ayrılmadan ve hiç kimse ve hiçbir yerin bu politikadan ayrı tutulmadan gerçekleşmesini amaçlayan, kapsamlı bir yol haritasıdır. Mutabakat, emisyonları azaltırken iş olanakları yaratacak ve yaşam kalitesini artıracaktır.

<sup>3</sup> Salamura : akışkan

<sup>4</sup> COP - Performans katsayısı : Soğutma yükünün verilen işe oranı

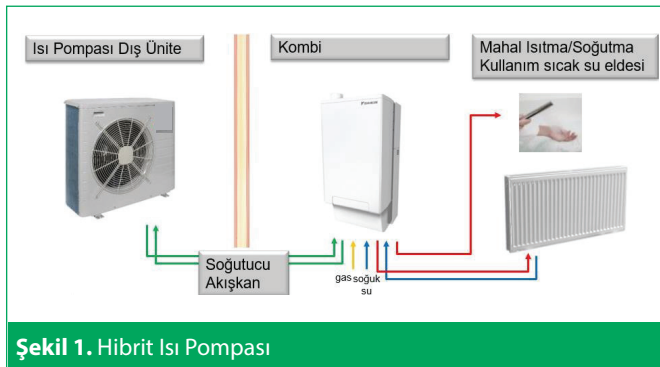
Avrupa Birliği bu hedefine, küresel rekabetçiliği korumak, 2050 yılı itibarıyla karbon nötr kıta olmak, Avrupa'nın dijital geleceğini şekillendirmek olarak belirlediği, üç temel öncelik kapsamında hayata geçirmeyi öngördüğü eylemlerle ulaşmayı amaçlamaktadır.

Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için Avrupa Birliği geçmişte çeşitli düzenleme ve yönetmelikler çıkarmıştır ve bunları, yaşanan gelişmeleri ve değişen şartları göz önüne alarak güncellemeyi sürdürmektedir. Binalarda enerji performansı direktifi, yenilenebilir enerji direktifi, F gaz regülasyonu, ürün gruplarına yönelik eko tasarım ve enerji etiketleri regülasyonları bunlara örnek olarak verilebilir.

Fosil yakıt rezervlerinin azalması ve bu yakıtların çevre kirliliğine yol açması, yenilenebilir enerji kaynağı kullanan, yüksek verimli, düşük salımları nedeniyle çevreci olan ısı pompası sistemleri, çok cazip hale gelmiştir ve nötr kıta hedefinin başarılmasında da kilit rol oynayacaktır.

## 6. ISI POMPASI TEKNOLOJİSİNDEKİ GÜNCEL GELİŞMELER VE SOĞUTUCU AKIŞKAN R32

Isı pompaları ile ilgili güncel gelişme ve eğilimlere bakıldığında son yıllarda hibrit ısıtma sistemleri teknolojilerinin gelişmekte olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda hibrit ısı pompaları kavramı doğmuştur. Bu sistemlerde, ısı pompasının iç ünitesi ile yoğuşmalı kombi tek bir üniteye birleştirilmiş, cihaz içindeki algoritmayla dış hava sıcaklığı ve daha önce girilmiş güncel yakıt fiyatları ile diğer parametreler değerlendirilerek hangisi daha verimli ve ekonomik olursa ona göre karar verilip, gerektiği zaman ısı pompası, gerektiği zaman kombi şeklinde çalışma sağlanabilmektedir. Böylece en yüksek verimlilik değerliklerine ulaşılabilenmektedir. Kombi değişimi yerine bu tür cihazlara geçerek doğalgaza olan bağımlılık da azaltılabilecektir [3].



Şekil 1. Hibrit Isı Pompası

Diğer bir önemli gelişme soğutucu akışkanlarla ilgilidir. R32 soğutucu akışkanı, split klimalardan chiller cihazlara kadar artık birçok cihaz tipinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

### 6.1 Klimalar ve ısı pompaları için neden R32?

R32 akışkanın en önemli özelliği, ozon tabakasına zarar verme katsayısının sıfır olmasıdır (ODP=0). Küresel Isınma Potansiyeli ("Global warming potential" - GWP) değeri, mevcut ısı pompaları ve klimalarda ağırlıklı olarak tercih edilen R410A akışkanın üçte biridir. Ayrıca R410A akışkana göre R32 daha az hacim kaplamaktadır.

Örneklendirmek gerekirse, 4 KW kapasiteli bir ısı pompasında R410A akışkan yerine R32 akışkan kullanıldığında; soğutucu akışkan miktarında %30 oranında bir azalma oluşurken verimlilik değerinde % 6'lık bir artış gerçekleşmektedir.

Bu örnekten anlaşılacağı üzere, R32 akışkan kullanılarak daha kompakt tasarımlar yapılabilirken, daha yüksek bir enerji verimliliği de elde edilebilmektedir.

R32, havadan suya ısı pompalarında 2017-2018 yıllarında kullanılmaya başlanmıştır. R32 sayesinde, 65 °C sıcak su çıkış sıcaklığı ve enerji verimliliğinde A+++ enerji sınıfı elde edilmiştir. (-25 °C'ye kadar çalışabilmektedir.)

Teknolojideki son gelişmelerle birlikte, tek kompresörlü R32'li sistemlerde R410A'ya göre %30 daha az soğutucu akışkan kullanılarak, yüksek kapasitelerde 70 °C'de sıcak su ve enerji verimliliğinde A+++ enerji sınıfı elde edilebilmektedir (COP olarak 5'in üzerine çıkmıştır). Çalışma sıcaklık aralığı -28 °C'ye kadar (dış hava sıcaklığı) düşürülmüştür [4]. Sağladığı tasarrufla kısa sürede kendini amorti eden bu tür cihazlar, online kontrol özelliği sayesinde cep telefonlarından kolaylıkla izlenebilmekte ve kontrol edilebilmektedir.

## 7. ISI POMPASININ İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNE KATKISI

Uluslararası piyasalarda, savaş, ülkelerarası problemler ve siyasi nedenlerden kaynaklı olarak fosil yakıt maliyetleri her geçen gün artmaktadır (örneğin 08.03.2022 tarihinde, Brent Petrol varil fiyatı 128 \$' a çıkmıştır).

Fosil yakıt kaynaklı iklimlendirme sistemlerinin, Avrupa

Birliği bölgesinde 2050 yılına kadar bitirilme hedefi, yeşil mutabakat ve karbon salımı kısıtlaması gibi konu başlıkları, elektrik ile çalışan iklimlendirme sistemlerinin hızla artmasına neden olmuştur.

Özellikle yaklaşık sıfır enerjili ve sıfır enerjili binalar gibi kavramların öne çıkması ile termal güneş enerjisi ve fotovoltaik sistemleri entegre eden ısı pompaları sistemlerinin kullanım alanları giderek yayılmaktadır.

Elektrik enerjisini kendisi elde eden bir binanın iklimlendirme sisteminin hem ısıtma hem soğutma hem de kullanım sıcak su gereksinimini tek bir ısı pompası ile çözebilir teknolojik alt yapı artık oluşmuştur. Bu tarz uygulamaları Avrupa Birliği bölgesinde sıkça görmekle beraber ülkemizde de yavaş yavaş uygulamalar yapılmaya başlanmıştır.

Kentlerin tasarımı aşamasında, mimarlık, mühendislik ve şehir planlama disiplinlerinin beraber çalıştığı bütünleşik tasarım esasına göre planlanmış binalar yapılarak, elektrik enerjisini kendisi üreten, iklimlendirme çözümünü termal güneş enerjisi takviyeli ısı pompası ile elde etmiş sistemler, iklimlendirme tasarımının kısa ve orta vadede geleceğini oluşturacaktır.

## 8. UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### 8.1 R32 ve R410A Kullanım Karşılaştırılması

Örnek olması açısından Ankara ilinde 120 m<sup>2</sup>'lik uygun olarak yalıtılmış bir ortamın R410A ve R32 soğutucu akışkan kullanan havadan suya ısı pompası (duvar tipi) ile

yalnız ısıtma yapılması durumu, simülasyon programında değerlendirilmiş ve Tablo 1'de verilmiş olan değerler elde edilmiştir [5].

Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, R32 soğutucu akışkan kullanan ısı pompası sistemi, R410A kullanan sisteme göre ısıtmada yıllık 421,7 kWh daha az enerji tüketerek, daha yüksek sezonsal verimlilik elde edilmiştir. Ayrıca bu sayede R410A kullanan sistem, mahal ısıtmada A+ enerji etiketine sahipken, R32 kullanan sistem A++ enerji sınıfına geçmiştir. Mahal ısıtma nedeniyle ortaya çıkan CO<sub>2</sub> emisyonlarına bakıldığında ise yine R32 kullanan sistemin R410A'lı sisteme göre daha az CO<sub>2</sub> salımı yaptığı görülmektedir.

### 8.2 Farklı Coğrafyada R32-R410A Kullanım Farkları

Bu örnekte, kuş uçuşu mesafesi 175 km olan Antalya ve Denizli illerinde, 120 m<sup>2</sup> kullanım alanı olan bağımsız ortamların, simülasyon programı üzerinden hesaplanan ısı kaybı için, R32 ve R410A akışkanı kullanılan düşük sıcaklıkta ısıtma yapacak hava kaynaklı ısı pompaları seçimi yapılmıştır [5].

Simülasyon programı çıktıları incelendiğinde, öncelikle tasarımın ve kullanılacak hava kaynaklı ısı pompasının coğrafi şartlar ve dış ortam sıcaklığı ile doğrudan ilintili olduğu görülmektedir.

Her iki bölgede ortak çıkarım, R32 akışkanının R410A akışkanına göre %11 - %14 arasında daha az CO<sub>2</sub> salımı yaptığıdır. Performans analizine göre, salım değerlerindeki düşüm, R32 akışkanının verimlilik farkından kaynaklandığının bir çıkarımıdır.

**Tablo 1.** R32 ve R410A Akışkan Kullanım Karşılaştırılması

Havadan Suyu Isı Pompası (R410A)		Havadan Suyu Isı Pompası (R32)	
Gerekli ısıtma kapasitesi:	Min. Çevre (-15.5 °C): 14.11 kW	Gerekli ısıtma kapasitesi:	Min. Çevre (-15.5 °C): 14.11 kW
Çıkış suyu sıcaklık aralığı ısıtma:	25 °C - 35 °C	Çıkış suyu sıcaklık aralığı ısıtma:	25 °C - 35 °C
Isı pompasıyla kapsanan %	99.4 %	Isı pompasıyla kapsanan %	99.7 %
Yedek ısıtıcı tarafından kapsanan %	0.6 %	Yedek ısıtıcı tarafından kapsanan %	0.3 %
Isı pompasının ısıtma kapasitesi	Min. Ortam (-15.5 °C): 10.07 kW	Isı pompasının ısıtma kapasitesi	Min. Ortam (-15.5 °C): 11.44 kW
Yedek ısıtıcı kapasitesi	6 kW	Yedek ısıtıcı kapasitesi	6 kW
Enerji tüketimi ısıtma	8329.2 kWh	Enerji tüketimi ısıtma	7907.5 kWh
Isı pompasının ısıtmada sezonsal verimi (SCOP)	3,53	Isı pompasının ısıtmada sezonsal verimi (SCOP)	3,71
Isıtma CO <sub>2</sub> emisyonu	3266.7 kg	Isıtma CO <sub>2</sub> emisyonu	3101.3 kg
Enerji Etiketleri	A+	Enerji Etiketleri	A++
Mahal Isıtma		Mahal Isıtma	

Enerji etiketi olarak R32 akışkanlı sistem, her iki dış ortam şartında da A++ enerji sınıfına ulaşmıştır.

**Tablo 2.** Farklı Coğrafyada R32 ve R410A Akışkan Kullanım Karşılaştırması

	HAVADAN SUYA ISI POMPASI - R32	HAVADAN SUYA ISI POMPASI - R410A	
<i>Gerekli Isıtma Kapasitesi</i>	Min. Çevre (-6.6 °C): 11.72 Kw	Min. Çevre (-6.6 °C): 11.72 kW	DENİZLİ
<i>Çıkış suyu sıcaklık aralığı</i>	25 °C - 35 °C	25 °C - 35 °C	
<i>Enerji tüketimi ısıtma</i>	3352.3 kWh	3850.6 kWh	
<i>Sezonluk verimi - SCOP</i>	5,36	4,67	
<i>CO2 Emisyonu</i>	1314.8 Kg	1510.2 Kg	
<i>Enerji Etiketleri</i>	A++	A+	
	HAVADAN SUYA ISI POMPASI - R32	HAVADAN SUYA ISI POMPASI - R410A	
<i>Gerekli Isıtma Kapasitesi</i>	Min. Çevre (-0.4 °C): 7.82 kW	Min. Çevre (-0.4 °C): 7.82 kW	
<i>Çıkış suyu sıcaklık aralığı</i>	25 °C - 35 °C	25 °C - 35 °C	
<i>Enerji tüketimi ısıtma</i>	1661.4 kWh	1845.6 kWh	
<i>Sezonluk verimi - SCOP</i>	5,84	5,26	
<i>CO2 Emisyonu</i>	651.6 Kg	723.8 Kg	
<i>Enerji Etiketleri</i>	A++	A+	

## 9. SONUÇ

Yapılan varsayımlar, Avrupa'da 2022 yılında ısı pompası pazarının 1 milyon adedin üzerine çıkacağını söylemesine karşın, İSKİD<sup>5</sup> 2021 verilerine göre Türkiye'de 11.000 adet ısı pompası satışı gerçekleşmiştir. Bu durumun yanı sıra DOSİDER<sup>6</sup> rakamlarına göre Türkiye'de 1 milyon adet üzerinde fosil yakıt kullanan kombi satışı yapılmıştır.

Avrupa'daki eğilim sürecine bakarak buradan Türkiye'deki pazarın henüz tam anlamıyla gelişemediği sonucuna varılabilmektedir. Isı pompası pazarının neden gelişemediği değerlendirilirse, şu sonuçlara ulaşılabilir:

- Türkiye'nin %99 oranında ithal ettiği doğalgazın, Cumhurbaşkanlığı kararnamesi [6] ile 15.000 nüfuslu olan ilçelere BOTAŞ aracılığı ile ulaştırılması ve . doğalgaz olmayan bölgelere de doğalgazın getirilmesi yolunda çalışmaların yapılması,
- Doğalgazın yüksek maliyetinin devlet tarafından desteklenmesi,
- Isı pompalarıyla ilgili gerekli teşviklerin olmaması nedeniyle ilk yatırım maliyetlerinin artması.

Bu nedenlerden dolayı, kullanıcıların doğalgazlı kombi cihazlarına yönelmekte olduğunu söylenebilir.

Isı Pompaları ile ilgili güncel gelişme ve eğilimlere bakıldığında, karbon ayak izinin azaltılmasında ısı pompalarının önemli bir araç olduğu tüm dünya tarafından kabul edildiği görülmektedir.

Avrupa'da fosil yakıt kullanımını ve dolayısıyla salımları azaltma politikaları çerçevesinde ısı pompası üretimi ve kullanımı, sağlanan teşvikler sayesinde hızla artmaktadır. Türkiye'de de son teknolojiye sahip ısı pompaları pazarının geliştirilebilmesi için vergi indirimi (KDV - ÖTV), son kullanıcılara yönelik ilk yatırım maliyetlerine yönelik doğrudan teşvik, düşük faizli banka kredileri, gibi uygulamalarla üretim ve satışın geliştirileceğini düşünmek yanlış olmayacaktır.

## KAYNAKÇA

1. <https://iskid.org.tr/iskid-isi-pompasi-teknolojisi-ve-turkiyedeki-mevcut-durum-konulu-webinar-gerceklesti/>, son erişim tarihi: 25.07.2022
2. <https://www.escarus.com/ab-yesil-mutabakati-nedir>, son erişim tarihi: 25.07.2022
3. [https://www.daikin.eu/content/dam/document-library/catalogues/heat/hybrid-heat-pump/ehyhbh-av32/Daikin%20Altherma%20hybrid%20heat%20pump\\_B2C\\_ECPT15-731\\_Product%20Catalogues\\_Turkish.pdf](https://www.daikin.eu/content/dam/document-library/catalogues/heat/hybrid-heat-pump/ehyhbh-av32/Daikin%20Altherma%20hybrid%20heat%20pump_B2C_ECPT15-731_Product%20Catalogues_Turkish.pdf), son erişim tarihi: 25.07.2022
4. [https://www.daikin.eu/en\\_us/product-group/air-to-water-heat-pump-high-temperature/daikin-altherma-3h-ht.html](https://www.daikin.eu/en_us/product-group/air-to-water-heat-pump-high-temperature/daikin-altherma-3h-ht.html), son erişim tarihi: 25.07.2022
5. <https://standbyme.daikin.eu/>, son erişim tarihi: 25.07.2022
6. 23 Eylül 2020 Tarihli ve 2953 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararının Uygulanmasına Dair Usul ve Esaslarda Değişiklik Yapılmasına Dair Usul ve Esaslar

<sup>5</sup> İSKİD : İklimlendirme-Soğutma-Klima İmalatçıları Derneği

<sup>6</sup> DOSİDER : Doğal Gaz Cihazları Sanayicileri ve İş adamları Derneği