

ÇATI TİPİ KLİMA ÜNİTESİ PERFORMANS HESAPLAMA YAZILIMI

Hasan ACÜL

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, konfor ve endüstriyel amaçlı hava şartlandırma sistemlerinde kullanılan çatı tipi klima ünitelerinin farklı çalışma şartlarındaki performans hesaplamalarını yapan mühendislik yazılımı hakkında bilgi vermektir.

Yazılım %100 taze ve %100 dönüş havalı, hava karışım hücreli, üfleme ve emiş fanlı, plakalı ve rotary ısı geri kazanımlı rooftop ünitelerinin performanslarını hesaplama; heat pump, elektrikli, sulu, doğalgazlı ısıtıcı kullanımı; çoklu kademe filtre tercihleri, detaylı fan güç ve ses seviye bilgilerinin hesaplanması ve benzeri önemli işlevleri içermektedir. Yazılım çıktıları detaylı ürün teknik bilgi değerleri, ısıtma ve soğutma kapasiteleri, enerji tüketimleri, EER değerleri ve kapasite artışlarıdır.

Yazılımın hedef kullanıcıları çatı tipi klima üreticileri, bu ürünlerin tesisat/taahhüt projelerini yapan tasarımcı ve uygulayıcı firmalar ve ürün kullanıcılarıdır. Yazılım, kullanıcıları açısından önemli bir analiz aracıdır. Kısa sürede detaylı hesaplamalar ve analizler yapmak vasıtasıyla mühendislik zamanlarının etkin biçimde kullanılmasını sağlarken, enerji verimli ürün üretimi ve kullanımını destekleyecek veriler üretmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çatı tipi klima, rooftop unit, iklimlendirme, hvac, soğutma, hava şartlandırma, yazılım, hesaplama, heat pump

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide information on the engineering software which is an advanced performance calculation tool for rooftop air conditioner units, used in HVAC and industrial applications. The software provides easy, quick and reliable performance calculation and selection for different type of RT AC units.

Key Words: Rooftop air conditioning unit, hvac, software, performance calculation

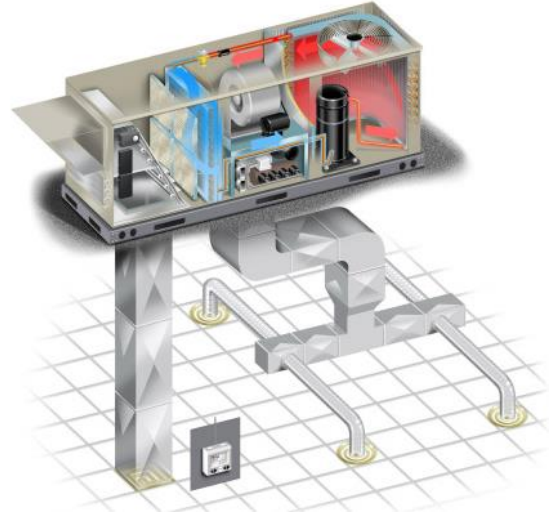
1. GİRİŞ

Yazılıma konu olan çatı tipi klima üniteleri ofisler, mağazalar, geniş hacimli evler, alışveriş merkezleri, lojistik merkezleri, üretim alanları, spor salonları, restoranlar, kafe, tiyatro, sinema, vb. ticari, endüstriyel ve evsel mekanların iklimlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan makinelerdir. Adlandırmalarını montajlarının yapıldığı çatılardan alan, temel işlevleri ısıtma, soğutma ve havalandırma olan bu makinelerde tüm işlevsel parçalar tek bir ünitenin içerisinde bir araya getirilmiştir [1].

Şekil.1'de hava soğutmalı çatı tipi klima ünitelerin yaygın uygulama biçimi; Şekil.2'de örnek bir çatı tipi klima ünitesi uygulamasının şematik gösterimi verilmiştir.



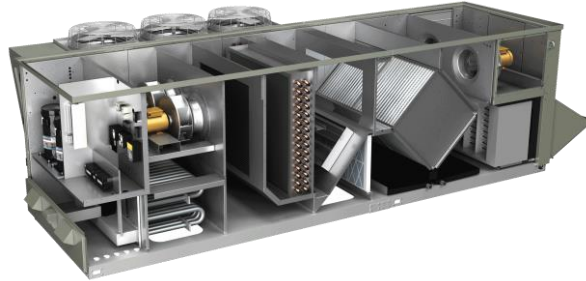
Şekil.1 Çatı tipi klima ünitelerin yaygın uygulama biçimi [2]



Şekil.2 Çatı tipi klima ünitesi uygulaması şematik gösterimi [3]

Çatı tipi klima üniteleri tasarımlarına göre genel olarak aşağıda belirtilen farklı tiplere ayrılır [4]:

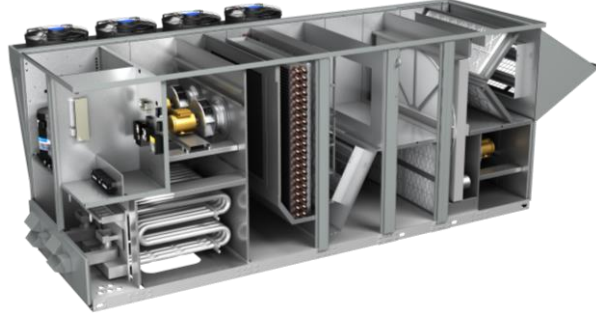
- Üfleme Fanlı %100 Taze Havalı
- Üfleme Fanlı %100 Dönüş Havalı
- Üfleme Fanlı Kısmi Taze Havalı
- Üfleme ve Emiş Fanlı Karışım Havalı
- Üfleme ve Emiş Fanlı Karışım Havalı Rotorlu Tip Isı Geri Kazanım Cihazlı
- Üfleme ve Emiş Fanlı Karışım Havalı Plakalı Tip Isı Geri Kazanım Cihazlı



Şekil.3a Soğutma ısıtma işlevli plakalı tip ısı geri kazanım üniteli çatı tipi klima [5]



Şekil.3b Soğutma ısıtma işlevli çatı tipi klima [5]



Şekil.3c Soğutma ısıtma işlevli rotary tip ısı geri kazanım üniteli çatı tipi klima [5]

Çatı tipi klima üniteleri aşağıda belirtilen temel işlevsel parçalara sahiptir [4]:

- Üfleme ve emiş fanları (Radyal, Plug, vb.)
- Kompresör
- Doğrudan genişlemeli kanatlı borulu evaporatör
- (Hava/Su Soğutmalı) Kondenser
- Üfleme ve emiş kısmı filtreleri
- Heat Pump ısıtma sistemi
- Sulu ısıtıcı batarya
- Elektrikli ısıtıcı
- Doğal gazlı ısıtıcı
- Rotorlu tip ısı geri kazanım cihazı
- Plakalı tip ısı geri kazanım cihazı
- Otomatik kontrol sistemi ve parçaları
- Sensorlar ve detektörler
- Elektrik/Elektronik devre parçaları
- Soğutma devresi parçaları ve borulamalar
- Gövde, izolasyon ve taşıyıcı karkas
- Hava karışım hücresi
- Damper ve panjurlar

2. YAZILIM HESAPLAMA YAKLAŞIMLARI VE ALT YAPI

Yazılımın performans hesapları için temel olarak referans aldığı standartlar şunlardır:

- Eurovent RS 6/C/007- 2018, Rating Standard For The Certification of Rooftops
- EN 14511:2013/prEN 14511:2018, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling
- EN 14825:2016, Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling. Testing and rating at part-load conditions and calculation of seasonal performance

Kompresör performans hesaplamaları için “ANSI/AHRI Standard 540-2004: Standard For Performance Rating Of Positive Displacement Refrigerant Compressors And Compressor Units” standardı referans alınmıştır. Bu standartta belirtilen polinomial denklemler ile kompresörlerin kapasite, motor gücü, kütleli debisi ve akım değerleri hesaplanabilmektedir.

$$X = C1 + C2 \times S + C3 \times D + C4 \times S^2 + C5 \times S \times D + C6 \times D^2 + C7 \times S^3 + C8 \times D \times S^2 + C9 \times S \times D^2 + C10 \times D^3$$

C: Denklem katsayıları

S: Evaporasyon sıcaklığı

D: Kondenzasyon sıcaklığı

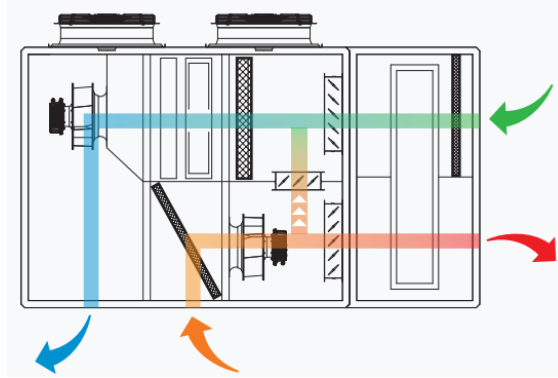
X: Kompresör kapasitesi, motor gücü, kütleli debisi ve akım

Polinomial denklem ve katsayılar her bir kompresör üreticisi firma tarafından farklı standartta (farklı aşırı soğutma ve kızgınlık değerlerinde) ya da firmaya özgün şartlar için verilmektedir. Dolayısıyla hesaplamalar için sadece bu katsayılar yeterli olmamaktadır. Yazılımın alt yapısında farklı kompresör baz şartları ve kullanıcı tarafından tanımlanacak aşırı soğutma ve superheating değerlerindeki değişikliklere cevap verecek bir mühendislik hesaplama mantığı da geliştirilmiştir.

Hesaplamalarda kullanılan soğutucu akışkanların termodinamik verileri ve nemli hava psikrometrik verileri C++ yazılım dili bazlı dinamik bir DLL kütüphanesi olan Coolprop yazılımından üretilmektedir. Yazılım alt yapısında C#, SQL, .Net, MVC, JQuery programlama dilleri kullanılmaktadır.

Yazılımın ilk versiyonu kapsamında hava soğutmalı çatı tipi klimaların performans hesaplamaları yapılmaktadır. Su soğutmalı tasarıma sahip olan üniteler bir sonraki versiyonda ele alınacaktır.

- Taze Hava 2.Kademe F7 Filtre
- Dönüş havası G4 Filtre
- Üfleme ve Emiş fan tipi: Plug
- Kondenser fan tipi: AC Aksiyal



Şekil.6 Örnek bir üfleme ve emiş fanlı karışım havalı rotorlu tip ısı geri kazanım cihazlı çatı tipi klima ünitesi şematik gösterimi [7]

Ünite çalışma şartları:

Yaz şartları:

Dış ortam KT sıcaklığı: 35 °C
Dış ortam bağıl nemi: 40,3 %
Dış ortam YT sıcaklığı: 24 °C

İç ortam KT sıcaklığı: 27 °C
İç ortam bağıl nemi: 46,97 %
İç ortam YT sıcaklığı: 19 °C

Kış şartları:

Dış ortam KT sıcaklığı: 7 °C
Dış ortam bağıl nemi: 86,84 %
Dış ortam YT sıcaklığı: 6 °C

İç ortam KT sıcaklığı: 20 °C
İç ortam bağıl nemi: 58,96 %
İç ortam YT sıcaklığı: 15 °C

Debiler:

Vantilatör hava debisi: 20.000 m³/h
Aspiratör hava debisi: 20.000 m³/h
Taze hava oranı: %30
Taze hava debisi: 6.000 m³/h
Dönüş hava debisi: 14.000 m³/h
Egzost debisi: 6.000 m³/h

4. YAZILIM ARA YÜZLERİ VE HESAPLAMALAR

Yazılım kullanımında kolaylık sağlanması amacıyla beş farklı kullanıcı ara yüzü mevcuttur. Yazılım alt yapısında ekipmanlara ait teknik verilerin yer aldığı gelişmiş bir veri tabanı da çalışmaktadır. Kullanıcı, aşağıda verilen bu ara yüzleri (sihirbaz kullanımına benzer biçimde) belirli bir sıralama ile takip ederek istediği ürün modelinin performans hesaplarını yapabilmektedir.

Yazılım ara yüzleri:

1. Ünite tipi tercihi ara yüzü
2. Veri girişi ara yüzü
3. Tercihler ara yüzü
4. Teknik özellikler ara yüzü
5. Yazdırma ve Projelendirme ara yüzü

4.1 Ünite Tipi Tercihi Ara Yüzü

Kullanıcı yazılıma girince ilk olarak aşağıda verilen ünite tipi tercihi ara yüzü karşılaşır. Bu sayfada beş farklı tercih yapılır:

1. Çalışma tercihi

- Soğutma
- Soğutma + Isıtma (Bu işlev seçilir ise aşağıda verilen yedi farklı ısıtma tercihiği açılır.)

Çalışma Tercihi

Soğutma-Isıtma

Isıtma Tipi Tercihi

DX Soğutma + Sıcak Sulu Batarya

DX Soğutma + Gazlı Isıtıcı

DX Soğutma + Elektrikli Isıtıcı

Heat Pump + Sıcak Sulu Batarya

Heat Pump + Gazlı Isıtıcı

Heat Pump + Elektrikli Isıtıcı

Heat Pump

Şekil.7 Ünite Tipi Tercihi Ara Yüzü, Çalışma Tercihi Kısmı [8]

2. Ünite Tipi Tercihi: Farklı ürün tipi tasarımı tercihi şablonlardan seçilerek yapılır.

Ünite Tipi Tercihi

Üfleme Fanlı % 100 Temiz Havalı

Üfleme Fanlı % 100 Dönüş Havalı

Üfleme Fanlı Kısmi Taze Havalı

Üfleme ve Emiş Fanlı Termodinamik I.G.K

Üfleme ve Emiş Fanlı Rotorlu I.G.K

İleri

Ünite Fan Tipi Tercihi

Plug

Kondenser Fan Tipi Tercihi

AC Fan

Şekil.8 Ünite Tipi Tercihi Ara Yüzü, Ünite Tipi Tercihi Kısmı [8], [9]

3. Ünite Fan Tipi Tercihi: Plug / Radyal tercihi yapılır.
4. Kondenser Fan Tipi Tercihi: AC Aksiyal / EC Aksiyal tercihi yapılır.
5. Termodinamik Isı Geri Kazanım Tercihi: Uygulanıyor / Uygulanmıyor tercihi yapılır.

4.2 Veri Girişi Ara Yüzü

Ünite tipi tercihi ara yüzünde tercihler yapıldıktan sonra bu ara yüze geçilir. Bu ekran hem veri girişlerinin hem de soğutma denge hesaplamasının yapıldığı ara yüzüdür. Giriş sıcaklıkları, nem değerleri, yaş termometre sıcaklıkları, rakım, atmosferik basınç, debiler, taze hava oranı, cihaz dışı basınçlar, soğutma çevrimi subcooling, superheating değerleri bu ara yüzden girilir.

Klimatik Veri Girişi

		Kış		Yaz	
		Taze Hava / Dış Ortam	Dönüş Havası / İç Ortam	Taze Hava / Dış Ortam	Dönüş Havası / İç Ortam
Giriş Sıcaklığı	°C	7	20	35	27
Giriş Bağıl Nemi	%	86.84	58.96	40.3	46.97
<input type="checkbox"/> Yaş Termometre Sıcaklığı	°C	6	15	24	19
Rakım	m	0			
<input type="checkbox"/> Atmosferik Basınç	Pa	101325			

[Geri](#)

Ünite Veri Girişi

Vantilatör Hava Debisi	m ³ /h	20000	Vantilatör Harici Basınç	Pa	100
Aspiratör Hava Debisi	m ³ /h	20000	Aspiratör Harici Basınç	Pa	100
Taze Hava Oranı	%	30	Taze Hava Hacimsel Debisi	m ³ /h	6000
İstenilen Kapasite	kWatt	100	Dönüş Hacimsel Debisi	m ³ /h	14000
			Egzost Hacimsel Debisi	m ³ /h	6000

Kompresör Şartı Tercihi

<input type="checkbox"/> Kompresör Şartı		<input type="checkbox"/> Heat Pump Kompresör Şartı	
Subcooling	5	Heat Pump Subcooling	4
Superheating	8	Heat Pump Superheating	4

Şekil.9 Veri Girişi Ara Yüzü, Klimatik Veriler ve Ünite Verileri Giriş Kısmı [8]

Ünite veri giriş kısmında debi ve istenen kapasite değerleri girildikten sonra yazılım veri tabanında mevcut olan ürünler arasında bir ön filtrasyon gerçekleştirilir. Kullanıcının girdiği kapasite ve debi değerlerini minimum ve maksimum debi ve kapasite aralığında sağlayan ürünler Tablo.1'de gösterildiği üzere seçim listesine sıralanır. Bu durum kullanıcının ihtiyacını karşılayacak en uygun ürünleri ekranda görmesi ve hesaplamalarını bu ürünler üzerinde yapması için geliştirilmiş basit ancak kullanışlı bir işlemdir. Listede ilk oluşturulduğunda kapasite, evaporasyon ve kondenzasyon değerleri hesaplanmamış durumdadır.

Ürün Modeli	T_Evap. (°C)	T_Kond. (°C)	Kapasite (kW)	Min_Debi (m ³ /h)	Max_Debi (m ³ /h)	Min_Kap. (kW)	Max_Kap. (kW)
Model 1				11600	22250	55.10	102.40
Model 2				13600	22250	63.70	118.20
Model 3				15840	22250	79.30	147.20
Model 4				18080	34200	95.20	176.80

Tablo.1 Ürün Seçim Listesi (Kapasite, evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları hesaplanmamış) [8]

Kullanıcı, yazılım tarafından kendisine Tablo.1'de listelendiği biçimi ile en uygun ürün alternatifleri içerisinde ürün seçimlerini yaparak, şartlara bağlı kapasite ve akışkan kütleli debisinin dengeye geldiği evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıklarını hesaplatır. Hesaplamalar sonucu kapasite, evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları bulunarak Tablo.2'deki tamamlanmış liste elde edilir.

Ürün Modeli	T_Evap. (°C)	T_Kond. (°C)	Kapasite (kW)	Min_Debi (m ³ /h)	Max_Debi (m ³ /h)	Min_Kap. (kW)	Max_Kap. (kW)
Model 1	8,50	48,1	82,20	11600	22250	55,10	102,40
Model 2	8,10	48,6	96,20	13600	22250	63,70	118,20
Model 3	7,50	49,7	108,50	15840	22250	79,30	147,20
Model 4	9,80	46,6	140,80	18080	34200	95,20	176,80

Tablo.2 Ürün Seçim Listesi (Kapasite, evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları hesaplanmış) [8]

Yazılım tarafından önerilen modellerin hesaplamaları yapılırken önceki kısımda belirtilen üç temel eşitlik göz önünde bulundurulur:

- m kompresör = m evaporatör = m kondenser (m, çevrim akışkan kütleli debi eşitliği)
- Q kompresör = Q evaporatör (Q, kapasite eşitliği)
- Q kondenser = Q kompresör + P kompresör (Q, kapasite eşitliği)

Her bir model için yapılan hesaplarda elde edilen değerlere ait detaylar aşağıda verilmiştir. Tablo başlıklarının açıklamaları şu şekildedir:

Tevap.:	Evaporasyon sıcaklığı (°C)
Tkond.:	Kondenzasyon sıcaklığı (°C)
DSup.:	De-superheating (°C)
Subcool.:	Subcooling (K)
Suphe.:	Superheating (°C)
Q_Comp.:	Kompresör kapasitesi (kW)
P_Comp.:	Kompresör gücü (kW)
Q+P_Comp.:	Kompresör kapasitesi + gücü (kW)
m_Comp.:	Hesaplanmış kompresör akışkan debisi (kg/h)
Q_Evap.:	Evaporatör kapasitesi (kW)
Q_Evap.Sapma:	Kompresör kapasitesi ile evaporatör kapasitesi arasındaki fark yüzdesi (%)
m_Evap.:	Hesaplanmış evaporatör akışkan debisi (kg/h)
m_Evap.Sapma:	Kompresör akışkan debisi ile evaporatör debisi arasındaki fark yüzdesi (%)
Q_Cond.:	Kondenser kapasitesi (kW)
Q_Cond.Sapma:	Kompresör kapasite+güç ile kondenser kapasitesi arasındaki fark yüzdesi (%)
m_Cond.:	Hesaplanmış kondenser akışkan debisi (kg/h)
m_Cond.Sapma:	Kompresör akışkan debisi ile kondenser debisi arasındaki fark yüzdesi (%)
TQ Dev.:	Kondenser ve evaporatör kapasitesi sapma yüzde toplamı (%)

Model 1:

Tevap (°C)	Tkond (°C)	DSup (°C)	Subcool (K)	Suphe. (°C)	Q_Comp (kW)	P_Comp (kW)	Q+P_Comp (kW)	m_Comp (kg/h)
8,5	48,1	32,43	5	8	82,2	20,4	102,6	1840,81
Q_Evap (kW)	Q_Evap Sapma (%)	m_Evap (kg/h)	m_Evap Sapma (%)	Q_Cond (kW)	Q_Cond Sapma (%)	m_Cond (kg/h)	m_Cond Sapma (%)	TQ_Dev (%)
83,2	1,12	1857,3	0,9	103,3	0,61	1844,4	0,2	1,714

Tablo.3 Model 1'e ait soğutma denge noktası değerleri [8]

Model 2:

Tevap (°C)	Tkond (°C)	DSup (°C)	Subcool (K)	Suphe. (°C)	Q_Comp (kW)	P_Comp (kW)	Q+P_Comp (kW)	m_Comp (kg/h)
8,1	48,6	32,71	5	8	96,2	24,5	120,7	2168,94
Q_Evap (kW)	Q_Evap Sapma (%)	m_Evap (kg/h)	m_Evap Sapma (%)	Q_Cond (kW)	Q_Cond Sapma (%)	m_Cond (kg/h)	m_Cond Sapma (%)	TQ_Dev (%)
96	-0,24	2158,8	-0,5	121	0,24	2165,2	-0,2	0,041

Tablo.4 Model 2'ye ait soğutma denge noktası değerleri [8]

Model 3:

Tevap (°C)	Tkond (°C)	DSup (°C)	Subcool (K)	Suphe. (°C)	Q_Comp (kW)	P_Comp (kW)	Q+P_Comp (kW)	m_Comp (kg/h)
7,5	49,7	33,8	5	8	108,5	29,3	137,8	2481,32
Q_Evap (kW)	Q_Evap Sapma (%)	m_Evap (kg/h)	m_Evap Sapma (%)	Q_Cond (kW)	Q_Cond Sapma (%)	m_Cond (kg/h)	m_Cond Sapma (%)	TQ_Dev (%)
108,6	0,13	2478,9	-0,1	138,4	0,5	2482	0	0,602

Tablo.5 Model 3'e ait soğutma denge noktası değerleri [8]

Model 4:

Tevap (°C)	Tkond (°C)	DSup (°C)	Subcool (K)	Suphe. (°C)	Q_Comp (kW)	P_Comp (kW)	Q+P_Comp (kW)	m_Comp (kg/h)
9,8	46,6	30,79	5	8	140,8	31,9	172,7	3089,79
Q_Evap (kW)	Q_Evap Sapma (%)	m_Evap (kg/h)	m_Evap Sapma (%)	Q_Cond (kW)	Q_Cond Sapma (%)	m_Cond (kg/h)	m_Cond Sapma (%)	TQ_Dev (%)
141,2	0,26	3090,8	0	172,8	0,07	3080,9	-0,3	0,365

Tablo.6 Model 4'e ait soğutma denge noktası değerleri [8]

Model 1, 2, 3 ve 4'e ait hesaplanmış kompresör, evaporatör ve kondenser kapasite ve akışkan debilerinin sapma değerleri Tablo.7'de bir arada gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere denge noktası hesaplamalarında evaporatör kapasitelerindeki sapma yüzdesi ortalama %0,32, kondenser kapasitelerindeki sapma yüzdesi ortalama %0,36, evaporatör akışkan debilerindeki sapma yüzdesi ortalama %0,08, kondenser akışkan debilerindeki sapma yüzdesi ortalama %-0,08'dir. Belirtilen sapma değerlerinden görüldüğü üzere, yazılım soğutmada (ve eğer uygulanıyorsa aynı hesaplama mantığı ile heatpump'ta) çalışma denge noktası değerlerini ciddi bir hassasiyetle bulmaktadır. Yazılımın hesaplama süresi tasarıma bağlı değişmekle birlikte yaklaşık 5 saniye sürmektedir.

Model	Q_Evap Sapma (%)	m_Evap Sapma (%)	Q_Cond Sapma (%)	m_Cond Sapma (%)
Model 1	1,12	0,9	0,61	0,2
Model 2	-0,24	-0,5	0,24	-0,2
Model 3	0,13	-0,1	0,5	0
Model 4	0,26	0	0,07	-0,3
Ortalama	0,32	0,08	0,36	-0,08

Tablo.7 Hesaplanmış kompresör, evaporatör ve kondenser kapasite ve akışkan debilerinin sapma değerleri

Kullanıcı yukarıda belirtilen hesaplamalar sonrasında kendisi için en uygun ürünü seçerek tercihler ara yüzüne geçer.

4.3 Tercihler Ara Yüzü

Tercihler ara yüzünde,

- Şekil.10'da gösterildiği üzere, ürüne ait üfleme ve emiş filtre tercihleri, -uygulanıyor ise- ek (elektrikli, gazlı, sıcak sulu) ısıtıcı ve aksesuar tercihleri yapılır.

Filtre	
Taze Hava 1.Kademe Filtre	<input type="button" value="Yok"/> <input type="button" value="G4"/>
Taze Hava 2.Kademe Filtre	<input type="button" value="Yok"/> <input type="button" value="F7"/>
Taze Hava 3.Kademe Filtre	<input type="button" value="Yok"/> <input type="button" value="F9"/>
Dönüş Havası Filtresi	<input type="button" value="Yok"/> <input type="button" value="G4"/>

Şekil.10a Tercihler Ara Yüzü, Filtre Tercihleri Kısmı [8]

Heat Pump + Sulu Isıtıcı Tercih			
Kapasite			
Kapasite	<input type="button" value="kWatt"/>	<input type="text" value="45"/>	
Hava Çıkış Sıcaklığı	<input type="button" value="°C"/>	<input type="text" value="24"/>	
Hava Giriş Sıcaklığı	<input type="button" value="°C"/>	<input type="text" value="33.61"/>	
Hava Giriş Bağıl Nemi	<input type="button" value="%"/>	<input type="text" value="25.80"/>	
Liklit Giriş Sıcaklığı	<input type="button" value="°C"/>	<input type="text" value="60"/>	
Liklit Çıkış Sıcaklığı	<input type="button" value="°C"/>	<input type="text" value="40"/>	
<input type="button" value="Seç"/>			
Gerçek Kapasite	<input type="button" value="kWatt"/>	<input type="text" value="45.60"/>	
Gerçek Hava Çıkış Sıcaklığı	<input type="button" value="°C"/>	<input type="text" value="40.69"/>	
Hava Tarafı Basınç Kaybı	<input type="button" value="Pa"/>	<input type="text" value="40.45"/>	
Su Tarafı Basınç Kaybı	<input type="button" value="kPa"/>	<input type="text" value="30.99"/>	

Şekil.10b Tercihler Ara Yüzü, Sulu Isıtıcı Kısmı [8] (Not: Isıtıcı batarya, kapasite ve hava çıkış sıcaklığı olmak üzere iki farklı alternatif ile hesaplanabilmektedir.)

Elektrikli Isıtıcı Tercih					
Hava Giriş Sıcaklığı	Hava Giriş Nemi	Kapasite (kWatt)	Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	YTS (°C)
<input type="text" value="13.68"/>	<input type="text" value="40.32"/>	<input type="text" value="155.8"/>	<input type="text" value="34.64"/>	<input type="text" value="10.86"/>	<input type="text" value="15.98"/>

Şekil.10c Tercihler Ara Yüzü, Elektrikli Isıtıcı Kısmı [8]

Aksesuar
<input type="checkbox"/> CO2 Sensörü
<input type="checkbox"/> Entalpi Freecooling
<input type="checkbox"/> Sıcak Sulu Isıtıcı Donma Termostatı
<input type="checkbox"/> Oransal Kondenser Fanı
<input type="checkbox"/> Yangın Dedektörü
<input type="checkbox"/> On/Off Nemlendirici

Şekil.10d Tercihler Ara Yüzü, Aksesuar Tercihleri Kısmı [8]

2. Şekil.11’de gösterildiği üzere, ürünü oluşturan tüm ekipmanlara ait veriler hesaplanır ve ilgili kısım altında gösterilir. Hesaplamaların yapıldığı ve detaylı verilerin gösterildiği kısımlar şunlardır:
1. Taze hava bilgileri
 2. Dönüş havası bilgileri
 3. Egzost havası bilgileri
 4. Karışım havası bilgileri
 5. [Uygulanıyorsa] Isı geri kazanım ünitesi bilgileri
 6. Soğutucu evaporatör bataryası bilgileri
 7. [Uygulanıyorsa] Heat pump bataryası bilgileri
 8. [Uygulanıyorsa] Ek ısıtıcı (Elektrikli, gazlı, sıcak sulu) bilgileri
 9. Üfleme fanı bilgileri
 10. [Uygulanıyorsa] Emiş fanı bilgileri
 11. Üfleme ve emiş filtre bilgileri
 12. Kompresör bilgileri
 13. Kondenser bilgileri (Eğer termodinamik ısı geri kazanım uygulanıyorsa hesaplama buna göre yapılmaktadır. Aşağıdaki örnekte bu durum dikkate alınmıştır.)

<p>Isıtma</p> 	<p>Heat Pump</p> 	<p>DX Coil</p> 	<p>Dönüş-Karışım Havası</p> 	<p>Isı Geri kazanım</p> 	<p>Taze-Egzoz Havası</p> 
	<p>33.61 °C , % 25.80</p> <p>115.40 / 24.10 kW</p> <p>Tevap: -0.40 °C</p> <p>Tcond: 40.80 °C</p>	<p>16.09 °C , % 82.63</p> <p>108.6 kW</p> <p>ΔP Air: 91 Pa</p> <p>ΔP Liq: 40.6 kPa</p>	<p>Dönüş Havası</p> <p>14000 m³/h / % 70</p> <p>27 °C , % 46.97</p> <p>Karışım Havası</p> <p>20000 m³/h</p> <p>27.37 °C , % 50.6</p>	<p>Taze Hava / IGK Çıkış</p> <p>6000 m³/h / % 30</p> <p>33.6 °C , % 32.2</p> <p>Egzost Havası / IGK Çıkış</p> <p>6000 m³/h / % 30</p> <p>28.3 °C , % 59.1</p>	<p>Taze Hava / Dış Ortam</p> <p>6000 m³/h / % 30</p> <p>35 °C , % 40.3</p> <p>Egzost Havası / İç Ortam</p> <p>6000 m³/h / % 30.00</p> <p>27 °C , % 46.97</p>
<p>Kondenser</p> 	<p>Kompresör</p> 	<p>Üfleme Fanı</p> 	<p>Üfleme / Emiş Filtresi</p> 	<p>Emiş Fanı</p> 	<p>Hesaplama</p> 
<p>34.73 °C , % 38.81</p> <p>138.4 kW / 32500 m³/h</p> <p>ΔP Air: 86 Pa</p> <p>ΔP Liq: 8.8 kPa</p>	<p>Tevap: 7.5 °C</p> <p>Tcond: 49.7 °C</p> <p>108.50 / 29.3 kW</p>	<p>20000 m³/h</p> <p>430 Pa</p> <p>1848 d/d</p> <p>6040,85 Watt</p>	<p>Üfleme Filtreleri</p> <p>192.21 Pa</p> <p>Emiş Filtresi</p> <p>80.06 Pa</p>	<p>20000 m³/h</p> <p>227 Pa</p> <p>2385 d/d</p> <p>4359,36 Watt</p>	

Şekil.11 Tercihler Ara Yüzü, Ekipmanlara Ait Detaylı Teknik Veriler Kısmı [8] (Not: Yukarıda ara yüzde görülen değerler Model 3’e ait hesaplanmış verilerdir.)

4.4 Teknik Özellikler Ara Yüzü

Tercihler ara yüzünde gerekli tercihleri yapıp, ekipmanlar ve bölümlere yönelik hesaplamaları yaparak teknik veriler elde eden kullanıcı, bir sonraki teknik özellikler ara yüzüne geçerek detaylı tüm bilgileri görebilir.

Bölüm 3.’te örnek çalışma şartları ve tasarımı kısmında verilen değerlere uygun olarak yapılan çalışmada, yazılım tarafından önerilen dört ürün modeline ait veriler yukarıda verilmişti. Bu modeller içerisinde Model 3 detaylı teknik bilgileri göstermek için seçilmiştir.

Şekil.6’da şematik resmi verilen, üfleme ve emiş fanlı karışım havalı rotorlu tip ısı geri kazanım cihazlı bir çatı tipi klima ünitesi olan Model 3’te havanın şartlandırma akışı şu şekildedir:

1. Taze havanın taze hava 1. Kademe G4 filtreden geçirilerek cihaza alınması
2. Taze havanın rotary tip ısı geri kazanım bataryasından geçirilmesi
3. Egzost havasının ısı geri kazanım bataryasından geçirilerek atılması

4. Taze havanın ısı geri kazanım sonrası karışım hücresine alınması
5. Dönüş havasının mahalden çekilmesi
6. Dönüş havasının filtre edilmesi
7. Dönüş havasının karışım hücresine alınması
8. Karışım havasının karışım hücresinde oluşması
9. Karışım havasının ikinci kademe filtreye tabi tutulması
10. Karışım havasının (yaz koşullarında) dx evaporatör bataryası ile soğutulması
(Kış koşullarında) Heat pump ısıtma bataryası ile ısıtılması
11. Şartlandırılan havanın üfleme fanı ile hacme verilmesi

Aşağıda Model 3'e ait ekipman ve ürün kısımlarına yönelik bilgiler verilmiştir. Tablo.8'de Üfleme, emiş, dönüş ve egzost havası debileri, cihaz dışı harici basınç ve taze hava oranı değerleri verilmektedir.

Vantilatör Hava Debisi / Vantilatör Harici Basınç	m ³ /h / Pa	20000 / 100
Aspiratör Hava Debisi / Aspiratör Harici Basınç	m ³ /h / Pa	20000 / 100
Taze Hava Oranı	%	30
Taze Hava Hacimsel Debisi	m ³ /h	6000
Dönüş Havası Oranı	%	70
Dönüş Hacimsel Debisi	m ³ /h	14000
Egzost Havası Oranı	%	30
Egzost Hacimsel Debisi	m ³ /h	6000

Tablo.8 Üfleme, emiş, dönüş ve egzost havası debileri, cihaz dışı harici basınç ve taze hava oranı değerleri [8]

Tablo.9 ve Tablo.10'da Örnek Model 3 için Yaz ve Kış koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri verilmektedir.

Yaz		Taze Hava	Isı Geri Kazanım Taze Hava Çıkış	Dönüş Havası	Karışım Havası
Sıcaklık (K.T)	°C	35	28,25	27	27,37
Bağıl Nem	%	40,3	59,11	46,97	50,6
Rakım	m	0	0	0	0
Atmosferik Basınç	Pa	101325	101325	101325	101325

Tablo.9 Örnek Model 3 için Yaz koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri [8]

Kış		Taze Hava	Isı Geri Kazanım Taze Hava Çıkış	Dönüş Havası	Karışım Havası
Sıcaklık (K.T)	°C	7	9,21	20	13,68
Bağıl Nem	%	86,84	97,44	58,96	40,32
Rakım	m	0	0	0	0
Atmosferik Basınç	Pa	101325	101325	101325	101325

Tablo.10 Örnek Model 3 için Kış koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri [8]

Tablo.11 ve Tablo.12’de Örnek Model 3 için Yaz ve Kış koşullarında rotary tip ısı geri kazanım bataryası bilgileri detaylıca verilmiştir:

Yaz		Taze Hava	Dönüş Havası
Hava Giriş Debisi	m ³ /h	6000	6000
Hava Giriş Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	35 / 24	27 / 19
Hava Giriş Bağıl Nemi	%	40,3	46,97
Hava Giriş Entalpisi	kJ/kg	71,92	53,95
Hava Giriş Yoğunluğu	kg/m ³	1,1361	1,1691
Hava Çıkış Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	28,25	33,56
Hava Çıkış Bağıl Nemi	%	59,11	32,25
Isı Geri Kazanım Basınç Kaybı	Pa	47,00	47,00
Isı Geri Kazanım Verimi (Kuru / Yaş)	%	84,30 / 0,00	81,95 / 0,00
Isı Geri Kazanım Kapasitesi (Duyulur / Gizli)	kW	12,97 / 0,00	
Isı Geri Kazanım Kapasitesi (Toplam)	kW	12,97	
Yüzey Hava Hızı	m/s	1,32	1,32

Tablo.11 Örnek Model 3 için Yaz koşullarında ısı geri kazanım bataryası değerleri [8]

Kış		Taze Hava	Dönüş Havası
Hava Giriş Debisi	m ³ /h	6000	6000
Hava Giriş Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	7 / 6	20 / 15
Hava Giriş Bağıl Nemi	%	86,84	58,96
Hava Giriş Entalpisi	kJ/kg	20,63	41,98
Hava Giriş Yoğunluğu	kg/m ³	1,2566	1,1984
Hava Çıkış Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	9,21	17,44
Hava Çıkış Bağıl Nemi	%	97,44	50,01
Isı Geri Kazanım Basınç Kaybı	Pa	45,00	45,00
Isı Geri Kazanım Verimi (Kuru / Yaş)	%	80,28 / 0,00	83,00 / 0,00
Isı Geri Kazanım Kapasitesi (Duyulur / Gizli)	kW	26,16 / 0,00	
Isı Geri Kazanım Kapasitesi (Toplam)	kW	26,16	
Yüzey Hava Hızı	m/s	1,32	1,32

Tablo.12 Örnek Model 3 için Kış koşullarında ısı geri kazanım bataryası değerleri [8]

Tablo.13'te Örnek Model 3 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında üfleme/evaporatör (Kış dönemi kondenser) bataryası değerleri verilmiştir.

Üfleme / DX Evaporatör Batarya Modeli	-	36T 5R 1700A 3P 18NC	
Evaporatör Adedi	Adet	1	
		Soğutma	Isıtma
Kapasite (Duyulur / Gizli)	kWatt	74,15 / 34,49	115,51 / 0,00
Kapasite (Toplam)	kWatt	108,64	115,51
Duyulur Isı Oranı	-	0,68	1,00
Isı Transfer Yüzey Alanı	m ²	166,58	
Hava Giriş Debisi	m ³ /h	20000,00	
Hava Giriş Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	27,37 / 19,94	16,68 / 13,53
Hava Giriş Bağıl Nemi	%	50,60	70,82
Hava Çıkış Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	16,09 / 14,29	33,61 / 19,50
Hava Çıkış Bağıl Nemi	%	82,63	25,80
Hava Hızı	m/s	2,86	
Hava Tarafı Basınç Kaybı	Pa	90,69	85,66
Evaporasyon Sıcaklığı	°C	7,5	-
Kondenzasyon Sıcaklığı	°C	49,7	40,8
Super Heating	K	8	-
Subcooling	K	5	4
De-Super Heating	°C	-	
Akışkan Debisi	kg/h	2478,88	1982,94
Akışkan Tarafı Basınç Kaybı	kPa	40,55	12,86
Akışkan Hızı (Gaz / Likit)	m/s	8,86 / 0,43	3,48 / 0,28

Tablo.13 Örnek Model 3 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında üfleme dx evaporatör (Kış dönemi kondenser) bataryası değerleri [8]

Tablo.14'te Örnek Model 3 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında kondenser (Kış dönemi evaporatör) bataryası değerleri verilmiştir.

Kondenser Batarya Modeli	-	56T 5R 2000A 2,1P 28NC	
Kondenser Adedi	Adet	1	
		Soğutma	Isıtma
Kapasite (Toplam)	kWatt	138,4	91,87
Isı Transfer Yüze Alanı	m ²	426,46	
Hava Giriş Debisi	m ³ /h	32500,00	
Hava Giriş Sıcaklığı (K.T / Y.T)	°C	34,73 / 23,45	8,87 / 7,25
Hava Giriş Bağıl Nemi	%	38,81	80,24
Evaporasyon Sıcaklığı	°C	-	-0,4
Kondenzasyon Sıcaklığı	°C	49,7	40,8
Super Heating	K	-	4
Subcooling	K	5	4
De-Super Heating	°C	33,8	-
Akışkan Debisi	kg/h	2481,96	2001,43
Akışkan Tarafı Basınç Kaybı	kPa	8,76	17,80
Akışkan Hızı (Gaz / Likit)	m/s	2,36 / 0,24	6,12 / 0,22

Tablo.14 Örnek Model 3 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında kondenser (Kış dönemi evaporatör) bataryası değerleri [8]

Tablo.15'te Örnek Model 3 için kondenser fan değerleri verilmiştir.

Kondenser Fan Tipi	-	AC
Kondenser Fan Çapı	mm	800
Kondenser Fan Sayısı	Adet	2
Kondenser Toplam Fan Gücü	kWatt	3,88
Kondenser Toplam Fan Akımı	A	16
Kondenser Fan Devri	d/d	1500
Voltaj / Frekans / Faz	V / Hz / Faz	400 / 50 / 3
Ses Gücü Seviyesi (LWA)	dBa	70
Ses Basınç Seviyesi (LPA) (EN 13487)	dBa	41 @ 10m
İzolasyon Sınıfı	-	F
Koruma Sınıfı	-	IP 55

Tablo.15 Örnek Model 3 için kondenser fan değerleri [8]

Tablo.16'da Örnek Model 3 için kompresör değerleri verilmiştir.

Kompresör Tipi	-	Scroll	
Kompresör Model ve Sayısı	-	SH180-4 x 1 / SH240-4 x 1	
Kompresör Bağlantı Tipi	-	Asimetrik	
Devre Sayısı	Adet	1	
Kapasite Kontrol	-	3Kademe	
		Soğutma	Isıtma
Kapasite	kWatt	108,5	115,37 (91,2 + 24,1)
Güç	kWatt	29,3	24,1
Evaporasyon Sıcaklığı	°C	7,5	-0,4
Kondenzasyon Sıcaklığı	°C	49,7	40,8
Super Heating	K	8	4
Subcooling	K	5	4
De-Super Heating	°C	33,8	
Akışkan Debisi	kg/h	2481,32	1987,72

Tablo.16 Örnek Model 3 için kompresör değerleri [8]

Tablo.17'de Örnek Model 3 için üfleme ve emiş filtre değerleri verilmiştir.

		Üfleme 1. Kademe	Üfleme 2. Kademe	Emiş Kademe
Filtre Sınıfı	-	G4	F7	G4
Filtre Tipi	-	Sentetik Filtre	Torba Filtre	Sentetik Filtre
Filtre Boyutları (W x H x D)	mm	1700 x 1143 x 10	1700 x 1143 x 95	1700 x 1143 x 10
Filtre Adedi	Adet	1	1	1
Filtre Temiz Basınç Kaybı	Pa	80,06	112,15	80,06
Filtre Son Basınç Kaybı	Pa	250	300	250
Filtre Ortalama Basınç Kaybı	Pa	165,03	206,07	165,03
Filtre Yüzey Hızı	m/s	2,86	2,86	2,86

Tablo.17 Örnek Model 3 için üfleme ve emiş filtre değerleri [8]

Tablo.18'de Örnek Model 3 için üfleme ve emiş fan değerleri verilmiştir.

		Üfleme	Emiş
Hava Debisi / Cihaz Dışı Harici Statik Basınç	m ³ /h / Pa	20000 / 100	20000 / 100
Hava Giriş Sıcaklığı (K.T / Y.T) ve Nemi	°C / %	16,09 / 14,29 / 82,63	27 / 19 / 46,97
Hava Giriş Yoğunluğu	kg/m ³	1,2141	1,1691
Toplam Statik Basınç	Pa	430	227
Fan Tipi	-	Plug	Plug
Fan Çapı	mm	630	450
Fan Adedi	Adet	1	2
Fan Statik Verimi	%	39,54	28,94
Fan Devri	d/d	1848	2385
Çekilen Güç	Watt	6040,85	4359,36
Voltaj/Frekans/Faz	V/Hz/Ph	400 / 50 / 3	400 / 50 / 3

Tablo.18 Örnek Model 3 için üfleme ve emiş fan değerleri [8]

Tablo.19'da Örnek Model 3 için çalışma durumu performans değerleri verilmiştir.

Çalışma Durumu		Soğutma	Isıtma
Brüt Kapasite (Kompresör)	kW	108,5	115,37
Fan Motoru Isı Kazancı	kW	-3,6	3,6
Isı Geri Kazanım Kapasitesi	kW	13,0	26,2
Diğer Cihazlardan Gelen Isı	kW	0	0
Isıtıcı Kapasitesi	kW	-	
Net Ünite Kapasitesi	kW	117,9	145,2
Kompresör Gücü Toplamı	kW	29,30	24,10
Üfleme Fan Gücü Toplamı	kW	6,04	6,04
Emiş Fan Gücü Toplamı	kW	4,4	4,4
Kondenser Fan Gücü Toplamı	kW	3,88	3,88
Ek Fan Gücü	kW	0	0
Isı Geri Kazanım Rotor Gücü Toplamı	kW	0,1	0,09
Diğer Çekilen Güçler Toplamı	kW	0	0
Toplam Çekilen Güç	kW	43,7	38,5
Çalışma Noktasında EER / COP (EN 14511)	-	2,7	3,8
Enerji Verimlilik Sınıfı (Eurovent Certita)	-	B	A

Tablo.19 Örnek Model 3 için çalışma durumu performans değerleri [8]

4.5 Yazdırma ve Projelendirme Ara Yüzü

Teknik özellikler ara yüzünde detaylı tüm bilgileri gören ve değerlendiren kullanıcı verileri yazdırmak ve kaydetmek için yazdırma ve projelendirme ara yüzüne gelir. (Proje kayıt özelliği birinci versiyonda aktif edilmemiştir.) Yukarıda verilen teknik bilgilere ek olarak, ünite teknik resmi, ölçüler, konstrüksiyon özellikleri, ünite fotoğrafı, tanıtım bilgileri, vb. ek özellikler de yazılım tarafından üretilmektedir. Yazılımda yer alan yetkilendirme özelliği sayesinde kullanıcı hesapları ile ilişkili olarak bilgilerin bazıları gösterilip, gizlenebilir. Kullanıcı teknik özellikler dosyasını yazıcıdan çıktı olarak alabileceği gibi pdf olarak da kayıt edebilir.

SONUÇ

Bu çalışmada konfor ve endüstriyel amaçlı hava şartlandırma sistemlerinde kullanılan değişik tasarımlara sahip çatı tipi klima ünitelerinin farklı çalışma şartlarındaki performans hesaplamalarını yapan mühendislik yazılımı hakkında bilgi verilmiştir.

Yazılım kapsamında geliştirilen en önemli hesaplama hem soğuma hem de heat pump'lı ısıtmada DX evaporatör, kondenser ve kompresörün farklı çalışma şartlarında akışkan kütleli debisi ve kapasiteler için dengede olduğu evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıklarının çok kısa bir sürede bulunmasıdır.

Yazılımın kompresör performans hesaplamaları için farklı kompresör baz şartları ve kullanıcı tarafından tanımlanacak aşırı soğutma ve superheating değerlerindeki değişikliklere cevap verecek bir mühendislik hesaplama mantığı da geliştirilmiştir.

Yazılım, farklı çalışma şartları için çatı tipi klima ünitelerinin tüm ekipmanlarının detaylı teknik bilgilerini üretmektedir. Çoklu dil işlevine sahip yazılımda farklı birimlerin kullanılması da mümkündür. Yazılımın sonraki versiyonlarına performans hesaplamasının yanı sıra tasarım ağırlıklı özellikler eklenecektir. Bunun yanı sıra soğutma ve heat pump çevriminin PH/TS değerlerinin hesaplanarak gösterilmesi, borulama çap hesaplamaları, vb. önemli özelliklerin de eklenmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] TUNCAY, E., "Çatı Tipi Klimaların Çalışma Prensipleri", Tesisat Market Dergisi, Haziran 2005
- [2] Danfoss, "Best Quality Components For Any RTU Application" article, www.danfoss.com, Erişim tarihi: 06.01.2019
- [3] Ravti Blog & Knowledgebase, "Equipment—Packaged Rooftop Unit (RTU)", <https://blog.ravti.com>, Erişim tarihi: 06.01.2019
- [4] Üretici firma katalogları ve endüstriyel uygulamalar
- [5] Valentair çatı tipi klima üniteleri kataloğu
- [6] İklimsoft yazılım ve yayınları
- [7] Eneko A.Ş., çatı tipi klima üniteleri kataloğu
- [8] İklimsoft Çatı Tipi Klima Performans Hesaplama ve Seçim Yazılımı, www.iklimsoft.com
- [9] İklimsoft Çatı Tipi Klima Yazılımı kullanıcısı Eneko A.Ş firması farklı ürün tasarım şablonları

ÖZGEÇMİŞ

Hasan ACÜL

Hasan ACÜL, 1999 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Yüksek lisans öğrenimini Gebze Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Stratejileri bölümünde tamamlamıştır. Hasan ACÜL'ün uzmanlık alanları araştırma ve yeni ürün geliştirme, soğutma, iklimlendirme ve endüstriyel yazılım geliştirmedir. Hasan ACÜL, PDMA NPDP Yeni Ürün Geliştirme Uzmanı, Tübitak/Tüsside Ar-Ge Uzmanı ve Bölgesel Çevre Merkezi Kurumsal Sürdürülebilirlik sertifikalarına sahiptir.

Hasan Acül'ün mühendislik yöneticisi olarak yürüttüğü CO2 Soğutma Sistemi projesi İstanbul Sanayi Odası 2010 yılı Sürdürülebilir Çevre Dostu Ürün Birincilik Ödülüne; Chiller Performans ve Enerji Verimliliği Simülasyon Yazılımı İklimlendirme Sanayi İhracatçıları Birliği (İSİB) 2014 yılı İklimlendirme Sektörü Tasarım ve Uygulama Yarışması üçüncülük ödülüne layık görülmüştür.

Hasan ACÜL halen kurucu sıfatı ile yer aldığı İKLİMSOFT İklimlendirme ve Soğutma Endüstrisi Yazılımları Limited Şirketi firmasında yöneticilik ve mühendislik görevlerini sürdürmektedir.