

Çatı Tipi Klima Ünitesi Performans Hesaplama Yazılımı

Yazan: Hasan Acül
Makine Mühendisi, NPDP
İklimsoft İklimlendirme ve Soğutma Endüstrisi Yazılımları Limited Şirketi

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, konfor ve endüstriyel amaçlı hava şartlandırma sistemlerinde kullanılan çatı tipi klima ünitelerinin farklı çalışma şartlarındaki performans hesaplamalarını yapan mühendislik yazılımı (Rooftop AC Unit Selector) 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.

1. GİRİŞ

Yazılıma konu olan çatı tipi klima üniteleri ofisler, mağazalar, geniş hacimli

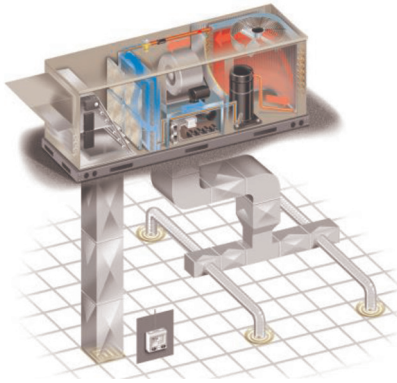
evler, alışveriş merkezleri, lojistik merkezleri, üretim alanları, spor salonları, restoranlar, kafe, tiyatro, sinema, vb. ticari, endüstriyel ve evsel mekanların iklimlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan makinelerdir. Adlandırmalarını montajlarının yapıldığı çatılardan alan, temel



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

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 ünitelerinin yaygın uygulama biçimi; Şekil 2.'de örnek bir çatı tipi klima ünitesi uygulamasının şematik gösterimi verilmiştir.



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

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 ALTYAPI

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-

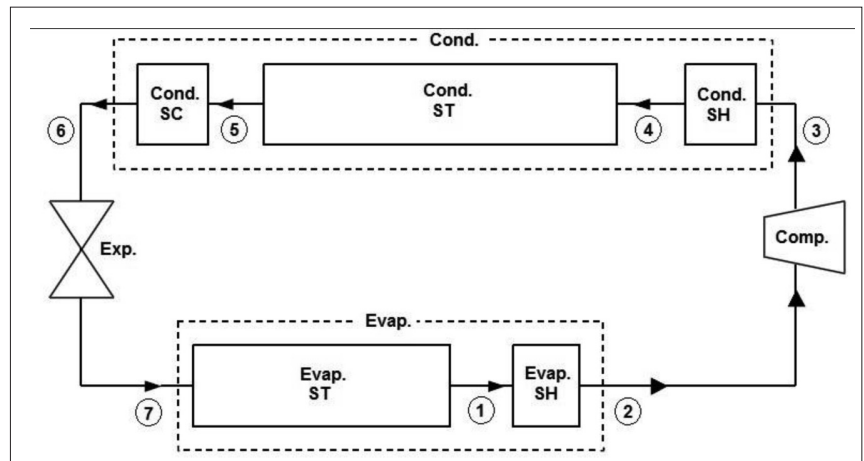
load conditions and calculation of seasonal performance

- ANSI/AHRI Standard 540-2004: Standard For Performance Rating Of Positive Displacement Refrigerant Compressors And Compressor Units

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

Çatı tipi klimaların temel işlevi olan soğutma, buhar sıkıştırılmalı mekanik soğutma çevrimi ile sağlanmaktadır. Soğutmaya ek olarak ısıtma işlevine sahip ünitelerde ısıtmanın heat pump (ısı pompası) ile yapılması durumunda yine buhar sıkıştırılmalı mekanik çevrim -tersine olarak- çalışmaktadır.

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 bulunmasıdır. Bu maksatla denge noktası hesaplanırken üç temel eşitlik sağlanmalıdır.



- $m_{\text{kompresör}} = m_{\text{evaporatör}} = m_{\text{kondenser}}$ (m , çevrim akışkan kütleli debi eşitliği)
- $Q_{\text{kompresör}} = Q_{\text{evaporatör}}$ (Q , kapasite eşitliği)
- $Q_{\text{kondenser}} = Q_{\text{kompresör}} + P_{\text{kompresör}}$ (Q , kapasite eşitliği)

3. ÖRNEK TASARIM VE ÇALIŞMA KOŞULLARI

Yazılımdaki hesaplamaları ve arayüzleri detaylı biçimde görebilmek için örnek bir hesaplama yapılmıştır. Örnek için kabul edilen ürün tasarım özellikleri ve çalışma şartları aşağıda verilmiştir. Şekil 4.'te örnek ürüne yönelik şematik gösterim verilmektedir.

Ünite tasarım özellikleri:

- Üfleme ve Emiş Fanlı Karışım Havalı Rotorlu Tip Isı Geri Kazanım Cihazlı
- Heat pump ısıtma sistemli
- Taze Hava 1.Kademe G4 Filtre
- Taze Hava 2.Kademe F7 Filtre
- Dönüş havası G4 Filtre
- Üfleme ve Emiş fan tipi: Plug
- Kondenser fan tipi: AC Aksiyal

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
Egzoz debisi: 6.000 m³/h

4. YAZILIM ARAYÜZLERİ VE HESAPLAMALAR

Yazılım kullanımında kolaylık sağ-

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

Yazılım arayüzleri:

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

4.1 Ünite Tipi Tercihi Arayüzü

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.)

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

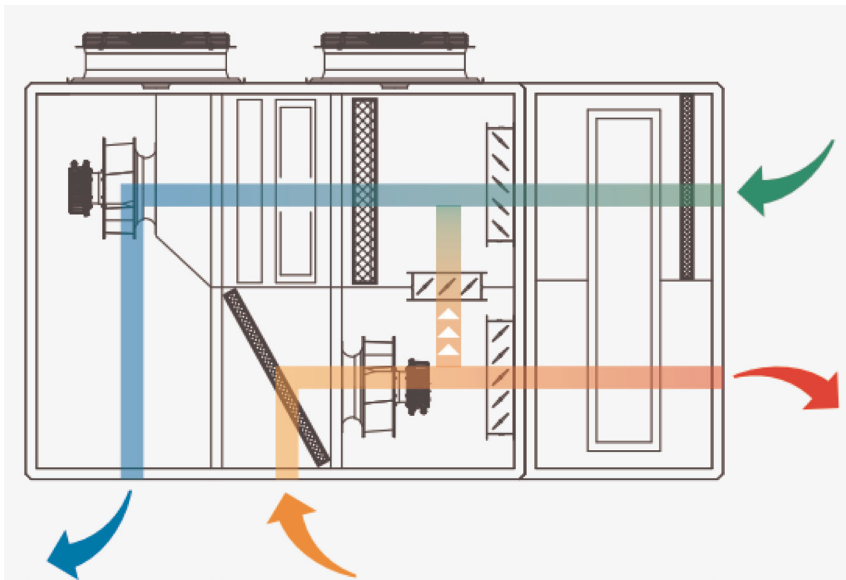
3. Ünite Fan Tipi Tercihi: Plug / Radyal tercihi yapılır.

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 Arayüzü

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



Şekil.4 Örnek bir üfleme ve emiş fanlı karışım havalı rotorlu tip ısı geri kazanım cihazlı çatı tipi klima ünitesi şematik gösterimi [6]

Makale

değerleri bu arayüzden girilir.

Ünite veri giriş kısmında debi ve istenen kapasite değerleri girildikten sonra yazılım veri tabanında mevcut olan ürünler arasında bir ön filtrasyon gerçekleştirilir. Kullanıcı, yazılım tarafından kendisine Tablo 1’de listendiği biçimi ile en uygun ürün alternatifleri içerisinde ürün seçimlerini yaparak, şartlara bağlı kapasite ve akışkan kütleli debisinin dengeye geldiği evaporasyon ve kondensasyon sıcaklıklarını hesaplatır.

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

- $m_{\text{kompresör}} = m_{\text{evaporatör}} = m_{\text{kondenser}}$ (m , çevrim akışkan kütleli debi eşitliği)
- $Q_{\text{kompresör}} = Q_{\text{evaporatör}}$ (Q , kapasite eşitliği)
- $Q_{\text{kondenser}} = Q_{\text{kompresör}} + P_{\text{kompresör}}$ (Q , kapasite eşitliği)

Tablo 2.de Model 1’e ait soğutma denge noktası değerleri verilmiştir.

Model 1,2,3 ve 4’e ait hesaplanmış kompresör, evaporatör ve kondenser kapasite ve akışkan debilerinin sapma değerleri Tablo 3’te bir arada gösterilmiştir. Tablodan görüldüğü üzere denge noktası hesaplamalarında evaporatör kapasitele-rindeki 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.

Kullanıcı Tablo 3’te belirtilen hesapla-

Şekil 5. Ünite Tipi Tercihi Ara Yüzü, Çalışma Tercihi Kısmı [7]

Şekil 6. Ünite Tipi Tercihi Arayüzü, Ünite Tipi Tercihi Kısmı [7], [8]

Şekil 7. Veri Girişi Arayüzü, Klimatik Veriler ve Ünite Verileri Giriş Kısmı [7]

Tablo 1. Ürün Seçim Listesi (Kapasite, evaporasyon ve kondenzasyon sıcaklıkları hesaplanmış) [7]

Ürün Modeli	T. Evap. (°C)	T. Kond. (°C)	Kapasite (kW)	Min. Debi (m³/h)	Max. Debi (m³/h)	Min. Kap. (kW)	Max. Kap. (kW)
Model 1	7,50	49,7	108,50	15840	22250	79,30	147,20
Model 2	8,50	48,1	82,20	11600	22250	55,10	102,40
Model 3	8,10	48,6	96,20	13600	22250	63,70	118,20
Model 4	9,80	46,6	140,80	18080	34200	95,20	176,80

Tablo 2. Model 1'e ait soğutma denge noktası değerleri [7]

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 3. Hesaplanmış kompresör, evaporatör ve kondenser kapasite ve akışkan debilerinin sapma değerleri [7]

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

malar sonrasında kendisi için en uygun ürünü seçerek tercihler arayüzüne geçer.

4.3 Tercihler Ara Yüzü

Tercihler ara yüzünde,

1. Şekil 9'da gösterildiği üzere, ürüne ait üfleme ve emiş filtre tercihleri, -uygulanıyor ise- ek (elektrikli, gazlı, sıcak sulu) ısıtıcı ve aksesuar tercihleri yapılır.

Şekil 8b Tercihler Arayüzü, Sulu Isıtıcı Kısmı [7] (Not: Isıtıcı batarya, kapasite ve hava çıkış sıcaklığı olmak üzere iki farklı alternatif ile hesaplanabilmektedir.)

2. Şekil 9'da 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. Egzoz 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

Filtre

Taze Hava 1.Kademe Filtre ☐ Yok ☐ G4

Taze Hava 2.Kademe Filtre ☐ Yok ☐ F7

Taze Hava 3.Kademe Filtre ☐ Yok ☐ F9

Dönüş Havası Filtresi ☐ Yok ☐ G4

Şekil 8a. Tercihler Arayüzü, Filtre Tercihleri Kısmı [7]

Heat Pump + Sulu Isıtıcı Tercih

Kapasite

Hava Çıkış Sıcaklığı

Hava Giriş Sıcaklığı

Hava Giriş Bağıl Nemi

Likit Giriş Sıcaklığı

Likit Çıkış Sıcaklığı

Gerçek Kapasite

Gerçek Hava Çıkış Sıcaklığı

Hava Tarafı Basınç Kaybı

Su Tarafı Basınç Kaybı

Şekil 8b. Tercihler Arayüzü, Sulu Isıtıcı Kısmı [7] (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 Nemi (%)

YTS (°C)

Şekil 8c. Tercihler Arayüzü, Elektrikli Isıtıcı Kısmı [7]

Aksesuar

☐ CO2 Sensörü

☐ Entalpi Freecooling

☐ Sıcak Sulu Isıtıcı Donma Termostati

☐ Oransal Kondenser Fanı

☐ Yangın Dedektörü

☐ On/Off Nemlendirici

Şekil 8d. Tercihler Arayüzü, Aksesuar Tercihleri Kısmı [7]

Isıtma 	Heat Pump 	DX Coil 	Dönüş-Karışım Hava 	Isı Geri kazanım 	Taze-Egzoz Hava 
	33.61 °C, % 25.80 115.40 / 24.10 kW T evapor: -0.40 °C T cond: 40.80 °C	16.09 °C, % 82.63 108.6 kW ΔP Air: 91 Pa ΔP Lıq: 40.6 kPa	Dönüş Hava 14000 m³/h / % 70 27 °C, % 46.97 Karışım Hava 20000 m³/h 27.37 °C, % 50.6	Taze Hava / İGK Çıkış 6000 m³/h / % 30 33.6 °C, % 32.2 Egzost Hava / İGK Çıkış 6000 m³/h / % 30 28.3 °C, % 59.1	Taze Hava / Dış Ortam 6000 m³/h / % 30 35 °C, % 40.3 Egzost Hava / İç Ortam 6000 m³/h / % 30.00 27 °C, % 46.97
Kondenser 	Kompresör 	Üfleme Fanı 	Üfleme / Emiş Filtresi 	Emiş Fanı 	Hesaplama 
34.73 °C, % 38.81 138.4 kW / 32500 m³/h ΔP Air: 86 Pa ΔP Lıq: 8.8 kPa	T evapor: 7.5 °C T cond: 49.7 °C 108.50 / 29.3 kW	20000 m³/h 430 Pa 1848 d/d 6040.85 Watt	Üfleme Filtresi 192.21 Pa Emiş Filtresi 80.06 Pa	20000 m³/h 227 Pa 2385 d/d 4359.36 Watt	

Şekil.9 Tercihler Ara Yüzü, Ekipmanlara Ait Detaylı Teknik Veriler Kısmı [7] (Not: Yukarıda ara yüzde görülen değerler Model 1'e ait hesaplanmış verilerdir.)

Tablo 4. Üfleme, emiş, dönüş ve egzoz havası debileri, cihaz dışı harici basınç ve taze hava oranı değerleri [7]

Vantilatör Hava Debisi / Vantilatör Harici Basınç	m³/h / Pa	20000 / 100
Aspiratör Hava Debisi / Aspiratör Harici Basınç	m³/h / Pa	20000 / 100
Taze Hava Oranı	%	30
Taze Hava Hacimsel Debisi	m³/h	6000
Dönüş Hava Oranı	%	70
Dönüş Hacimsel Debisi	m³/h	14000
Egzost Hava Oranı	%	30
Egzost Hacimsel Debisi	m³/h	6000

Tablo 5. Örnek Model 1 için yaz koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri [7]

Yaz		Taze Hava	Isı Geri Kazanım Taze Hava Çıkış	Dönüş Hava	Karışım Hava
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 6. Örnek Model 1 için Kış koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri [7]

Kış		Taze Hava	Isı Geri Kazanım Taze Hava Çıkış	Dönüş Hava	Karışım Hava
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

hesaplama buna göre yapılmaktadır. Aşağıdaki örnekte bu durum dikkate alınmıştır.)

4.4 Teknik Özellikler Arayüzü

Tercihler arayüzünde gerekli tercihleri yapıp, ekipmanlar ve bölümlere yönelik hesaplamaları yaparak teknik veriler elde eden kullanıcı, bir sonraki teknik özellikler arayüzüne 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 1 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 1'de 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

Tablo 7. Örnek Model 1 için Yaz koşullarında ısı geri kazanım bataryası değerleri [7]

Yaz		Taze Hava	Dönüş Hava
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 / Islak)	%	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 8. Örnek Model 1 için Kış koşullarında ısı geri kazanım bataryası değerleri [7]

Kış		Taze Hava	Dönüş Hava
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 / Islak)	%	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 9. Örnek Model 1 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında üfleme dx evaporatör (Kış dönemi kondenser) bataryası değerleri [7]

		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 4'te 1'e ait ekipman ve ürün kısımlarına yönelik bilgiler verilmiştir. Tablo 4'te Üfleme, emiş, dönüş ve egzoz havası debileri, cihaz dışı harici basınç ve taze hava oranı değerleri verilmektedir.

Tablo 5 ve Tablo 6'da Örnek Model 1 için Yaz ve Kış koşullarında taze hava, ısı geri kazanım sonrası taze hava çıkış, dönüş havası ve karışım havası değerleri verilmektedir.

Tablo 7 ve Tablo 8'de Örnek Model 1 için Yaz ve Kış koşullarında rotary tip ısı geri kazanım bataryası bilgileri detaylıca verilmiştir.

Tablo 9'da Örnek Model 1 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında üfleme/evaporatör (Kış dönemi kondenser) bataryası değerleri verilmiştir.

Tablo 10'da Örnek Model 1 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında kondenser (Kış dönemi evaporatör) bataryası değerleri verilmiştir.

Tablo 11'de Örnek Model 1 için kondenser fan değerleri verilmiştir.

Tablo 12'de Örnek Model 1 için kompresör değerleri verilmiştir.

Tablo 13'te Örnek Model 1 için üfleme ve emiş filtre değerleri verilmiştir.

Tablo 14'te Örnek Model 1 için üfleme ve emiş fan değerleri verilmiştir.

Tablo 15'te Örnek Model 1 için çalışma durumu performans değerleri verilmiştir.

4.5 Yazdırma ve Projelendirme Arayüzü

Teknik özellikler arayüzünde detaylı tüm bilgileri gören ve değerlendiren

Tablo 10. Örnek Model 1 için Yaz (Soğutma) ve Kış (Isıtma-Heat pump) koşullarında kondenser (Kış dönemi evaporatör) bataryası değerleri [7]

		Soğutma	Isıtma
Kapasite (Toplam)	kWatt	138,4	91,87
Isı Transfer Yüzey 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 11. Örnek Model 1 için kondenser fan değerleri [7]

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 12. Örnek Model 1 için kompresör değerleri [7]

		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 13. Örnek Model 1 için üfleme ve emiş filtre değerleri [7]

		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 14. Örnek Model 1 için üfleme ve emiş fan değerleri [7]

		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 15. Örnek Model 1 için çalışma durumu performans değerleri [7]

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

kullanıcı verileri yazdırmak ve kaydetmek için yazdırma ve projelendirme arayüzüne gelir. 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 kayıtlı edebilir.

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] İklimsoft yazılım ve yayınları
- [6] Eneko A.Ş., çatı tipi klima üniteleri katalogu
- [7] İklimsoft Çatı Tipi Klima Performans Hesaplama ve Seçim Yazılımı, www.iklimsoft.com
- [8] İklimsoft Çatı Tipi Klima Yazılımı kullanıcısı Eneko A.Ş. firması farklı ürün tasarım şablonları